



Swimming Science II

Editores:

Raúl Arellano Colomina, Esther Morales-Ortiz, Ana Ruiz-Teba, Sonia Taladriz, Francisco Cuenca-Fernández, Gracia López-Contreras

© LOS AUTORES
© UNIVERSIDAD DE GRANADA.
SWIMMING SCIENCE II
ISBN: 978-84-338-5771-2
Depósito legal: Gr./595-2016
Edita: Editorial Universidad de Granada.
Campus Universitario de Cartuja. Granada.

Printed in Spain

Impreso en España

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

SWIMMING SCIENCE II

Editores: Raúl Arellano Colomina, Esther Morales-Ortiz, Ana Ruiz-Teba, Sonia Taladriz, Francisco Cuenca-Fernández, Gracia López-Contreras

El presente libro ha sido editado y publicado gracias a la financiación del programa de fortalecimiento de los grupos de investigación de la Universidad de Granada.

En este texto se han recopilado las aportaciones presentadas por expertos nacionales y extranjeros en el ámbito de la investigación en el deporte de la natación y las actividades acuáticas.

Granada, 1 de Febrero de 2016

ÍNDICE

| | |
|---|------------|
| VO₂ KINETICS FROM LOW TO EXTREME SWIMMING INTENSITIES | 5 |
| LA PREPARACIÓN OLÍMPICA DE JAVIER GÓMEZ NOYA PARA LOS JJOO DE LONDRES 2012..... | 14 |
| THE PREPARATION OF AN OLYMPIC GOLD MEDAL BREASTSTROKER: SPECIFIC TRAINING, TAPER AND TECHNIQUE..... | 20 |
| THE COMPETITION ANALYSIS OF THE HUNGARIAN COACHES WITHOUT COMPUTER. (400 INDIVIDUAL MEDLEY MEN AND WOMEN) | 22 |
| MASSIVE DATA ANALYSIS OF RESULTS PUBLISHED ON THE INTERNET: APPLICATION TO SWIMMING AND WATER POLO | 38 |
| PREPARACIÓN PARALÍMPICA PARA PERSONAS CIEGAS Y DEFICIENTES VISUALES: CATEGORÍAS S11, S12 Y S13. ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL. | 46 |
| RACE SUCCESS IN SWIMMERS WITH INTELLECTUAL DISABILITY | 60 |
| ALTITUDE TRAINING AND PERFORMANCE IN ELITE SWIMMERS: RESULTS FROM AN INTERNATIONAL COLLABORATIVE STUDY (THE ALTITUDE PROJECT) | 66 |
| SWIMMING LEARNING STANDARDS: AN INTERNATIONAL PERSPECTIVE..... | 76 |
| HOW TO PUBLISH SUCCESSFULLY IN THE INTERNATIONAL JOURNAL OF AQUATIC RESEARCH AND EDUCATION..... | 82 |
| TALLER: APLICANDO EXCEL EN EL ENTRENAMIENTO DE NATACIÓN | 88 |
| CONTROL DEL ENTRENAMIENTO TÉCNICO DE NADADORES DEL EQUIPO NACIONAL | 94 |
| EVALUACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN SECO A NADADORES INTERNACIONALES EN EL CAR DE SIERRA NEVADA. | 104 |
| EVALUACIONES DE FUERZA MÁS FRECUENTES EN NADADORES. | 105 |
| ALTITUDE TRAINING FOR SWIMMING PERFORMANCE BY YANN LE MEUR - FRENCH INSTITUTE OF SPORT (PARIS, FRANCE) - @YLMSPORTSCIENCE | 114 |
| SESIÓN PRÁCTICA BRAZA | 116 |
| SESIÓN PRÁCTICA CON RAFAEL MUÑOZ: “EJERCICIOS PARA LA MEJORA DE LA VELOCIDAD EN MARIPOSA” | 120 |
| LA NATACIÓN ESPAÑOLA DE EDADES EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL | 122 |
| BALANCE TEMPORADA 2013-14. ¿QUÉ DETERMINA QUE UN PROGRAMA TENGA ÉXITO? | 124 |
| PRESENTACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE NATACIÓN: NADAR ES VIDA | 126 |
| MODELO DE GESTIÓN DEL CLUB NAVAL..... | 138 |
| MESA REDONDA: MODELOS DE ÉXITO DEPORTIVO Y GESTION EN CLUBES ANDALUCES..... | 146 |
| UNA APROXIMACIÓN HISTÓRICA AL FUTURO DE LA NATACIÓN ESPAÑOLA..... | 160 |
| TRABAJANDO EN EQUIPO | 164 |

| | |
|---|-----|
| MY NEDALIA: SOFTWARE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN NADADOR..... | 168 |
| SISTEMA DE ANÁLISIS AVANZADO DE RESULTADOS EN NATACIÓN | 182 |
| RELACIÓN ENTRE DIFERENTES VARIABLES DERIVADAS DE LA FASE DE IMPULSO Y EL RENDIMIENTO EN LA SALIDA DE NATACIÓN | 186 |
| VALORACIÓN DE POTENCIA EN NADADORES ADOLESCENTES DE ALTO NIVEL ... | 196 |
| ÚLTIMA CLASE DEL CURSO, PAPÁ Y MAMÁ LA VIVEN CONMIGO | 202 |
| LA CARGA DE ENTRENAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE ESTRÉS-RECUPERACIÓN EN NADADORES DURANTE UN PERIODO DE TAPERING..... | 206 |
| EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO CONCENTRADO EN LA VELOCIDAD INTRA-CICLO DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO SUBACUÁTICO | 214 |
| COMPARACIÓN DE LA ECONOMIA DE NADO (VO ₂) CON LA UTILIZACIÓN O NO DEL TRAJE DE NEOPRENO..... | 225 |
| VARIABILIDAD EN EL RITMO DE NADO UTILIZANDO TRES SISTEMAS DIFERENTES DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN | 231 |
| VELOCIDAD DE LA PATADA SUBACUÁTICA CON DIFERENTES TIPOS DE ALETAS | 237 |
| HACIA UN NUEVO CONCEPTO PEDAGÓGICO DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN LA TERCERA INFANCIA (7 A 11 AÑOS) Y EN LA FASE PREPUBEDRAL DE LA ADOLESCENCIA (12 A 14 AÑOS)..... | 245 |
| ESTRÉS OXIDATIVO EN NADADORES TRAS UN ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD | 251 |
| EFFECTO DE LA EDAD RELATIVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS EN DEPORTISTAS TECNIFICADOS..... | 259 |
| EFFECTO DE LA EDAD RELATIVA EN DEPORTISTAS TECNIFICADOS..... | 267 |
| REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA PARTICIPACIÓN EN NATACIÓN PARALIMPICA O ADAPTADA..... | 275 |
| PÓSTER: “REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA PARTICIPACIÓN EN NATACIÓN PARALIMPICA O ADAPTADA” | 277 |
| EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES TÉCNICAS Y ANTROPOMÉTRICAS EN NADADORES DE GRUPOS DE EDAD | 279 |
| POTENCIACIÓN POSTACTIVACIÓN EN NATACIÓN | 287 |
| ANÁLISIS DE LAS ESTADÍSTICAS OFICIALES DE WATERPOLO FEMENINO DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES 2012: FASE CLASIFICATORIA Y FINAL | 295 |
| MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SALIDA DE NATACIÓN TRAS LA APARICIÓN DE LOS NUEVOS POYETES CON APOYO POSTERIOR: REVISIÓN..... | 304 |
| KINEMATIC ASSESSMENT OF HUMAN UNDULATORY UNDERWATER SWIMMING... | 312 |
| INDEX OF COODINATION IN FREESTYLE SWIMMING: ITS IMPORTANCE..... | 318 |

VO₂ KINETICS FROM LOW TO EXTREME SWIMMING INTENSITIES

Ricardo J. Fernandes, Ana Sousa, João Ribeiro, Kelly de Jesus, Jailton Pelarigo, Rodrigo Zacca, Susana Soares, Leandro Machado, Pedro Figueiredo, João Paulo Vilas-Boas

Centre of Research, Education, Innovation and Intervention in Sport, Faculty of Sport, University of Porto and Porto Biomechanics Laboratory, University of Porto, Porto, Portugal.

ABSTRACT

In this oral presentation, we will detail about the VO₂ kinetics in a wide spectrum of swimming intensities. It was described before that the VO₂ dynamics presents different characteristics throughout low-moderate, heavy, severe and extreme domains, but mainly in laboratory conditions (on treadmill running and cycloergometer exercise), not in swimming ecologic conditions. We will show that the VO₂ kinetics parameters (amplitude, time delay and time constant), as well as the blood lactate concentrations and the heart rate, have an important potential to serve as a tool for training diagnostics and for swimmers evaluation and advice.

Key Words: swimmer, VO₂ dynamics, intensity domains

Swimming is a very specific sport, in which the bioenergetical factors have a decisive performance-influencing role. As competitive swimming depends on the energy contribution of both aerobic and anaerobic systems - elite level events lasts between ~20 s to 15 min - the determination of the energy available for muscular work is a fundamental task to increase the efficiency of the training process. Researchers have been assessing swimmer's energy expenditure by evaluating the aerobic and anaerobic energy sources using the pulmonary oxygen uptake (VO₂) as a measure of the aerobic metabolism and the blood lactate concentrations ([La⁻]) as an indicator of anaerobic (lactic) metabolic pathway (Figueiredo et al., 2011; Zamparo et al., 2011). The assessment of the anaerobic alactic contribution has no tradition in swimming, as the phosphagen stores have reduced capacity and presents low importance in most of the competitive events (Capelli et al., 1998), but some attempts are beginning to be implemented trying to reduce this gap (Sousa et al., 2013).

Understanding that the swimmers outcome is directly dependent of their total energy input, which is significantly from the aerobic energy pathway, in this symposium it will be conducted a bioenergetical characterization of a large spectrum of swimming intensities (low-moderate, heavy, severe and extreme exercise domains). This will be done mainly by presenting values of VO₂ and [La⁻] kinetics along rectangular tests or/and in incremental protocols, but heart rate (HR), a physiological parameter often used in cardiorespiratory characterization of swimming, will also be analysed. We will show data obtained during actually swimming in standard swimming pools, focusing mainly in populations of high-level swimmers, and as the front crawl is the fastest swimming technique and is generally used in freestyle competitive events and in day-to-day training studies carried on in this technique will be preferentially presented.

Although some pioneer studies were made in the first half of the XX century, VO_2 assessment in swimming was carried out regularly only in the 1960/70s due to the inability to follow the swimmer along the pool, the tightness of the equipment and the drag associated with the respiratory valve and snorkel system (Sousa et al., 2014). In these studies, the expired air was collected in Douglas bags, which continued to be used in the 1980s and still are considered the gold standard for VO_2 assessment. However, this method has several limitations, being very difficult to handle the bags during free swimming and turning, and to make the subsequent analysis of the relative O_2 and CO_2 concentrations. So, the need for faster and more efficient techniques that could be used during actual swimming lead to the development of automated systems allowing a less demanding VO_2 assessment and obtaining values in real time (not only during the recovery phase after exercise).

As few VO_2 kinetics related studies were conducted in swimming, particularly disposing of trained swimmers performing in ecological swimming conditions and using portable telemetric systems that allow breath-by-breath analysis, our research group has been measuring its behaviour (as well as the one from HR) along the total swimming exercise duration, testing swimmers of different levels and gender in swimming conditions similar to those of training and competition. Our first studies used a computerized metabolic system fitted with a mixing chamber, giving 20 s time averaged values for respiratory variables (Fernandes et al., 2003). This apparatus that run on a special chariot that accompanied the swimmer along the swimming pool was based on the study of (Vilas-Boas & Santos, 1994) that years before assessed the energy cost of different breaststroke swimming variants.

Then, to overcome the weight of the oximeter and its pushing actions at the side of the pool, the equipment was upgraded to an automated portable VO_2 measurement device with a telemetric portable gas analyser (Figure 1, left panel). This enabled monitoring VO_2 (and other ventilatory parameters) in minor intervals, allowed breath-by-breath data collection and led a better examination of small changes in VO_2 compared to measurements with lower sampling frequencies. Firstly, it was transported by the researchers in the lateral wall following the swimmer along the pool, but nowadays is suspended over the water in a steel cable (Fernandes et al., 2012; Sousa et al., 2011), allowing a more effortless VO_2 assessment and minimizing the disturbances of the normal swimming movements (see Fernandes et al., 2012; Sousa et al., 2011).



Figure 1. VO_2 assessment using the K4b² oximeter and the Aquatrainer respiratory snorkel and valve systems (Cosmed, Rome, Italy).

Both of the referred gas measurement apparatus were connected to a respiratory snorkel and valve systems, with the inspiration and expiration tubes extending the head area forward, not adding significantly to the total drag of the swimmer. In our first studies, we have used the Toussaint's respiratory valve (Toussaint et al., 1987), but afterwards we have started to use a newly modified swimming snorkel and valve system that enabled breath-by-breath data collection in ecological conditions (Keskinen et al., 2003). In our most recent studies (De Jesus et al., 2013; Fernandes et al., 2012; Sousa et al., 2014), it was started to be used a new Aquatrainer snorkel and valve system (Cosmed, Rome, Italy), which is the most recent instrument used for real time expired gas acquisition during swimming (Figure 1, right panel). This apparatus was validated in our swimming pool, allowing great precision and data temporal resolution (Baldari et al., 2013).

Although the direct VO_2 uptake assessment during free swimming is a closer approach to the training and competition reality, there are some constraints (e.g. the impossibility of performing roll over turns and underwater gliding after leaving the wall) that could be overcome by using a swimming flume. However, these ergometers are very expensive and we know that swimming at the same spot against moving water is not hydrodynamically the same that swimming through the water (Wakayoshi et al., 1992). These disadvantages, as well as some methodological concerns regarding the validity of measurement techniques (like the backward extrapolation), have led to the more frequent use of other physiological parameters for pool-based testing, such as HR and $[\text{La}^-]$ (Pyne & Goldsmith, 2005).

HR measurements are conducted since long time for swimming research purposes, but principally on daily training for the control of the intensity of swimming sets. HR is frequently assessed through palpation of the neck or wrist during the first seconds of recovery, providing a good indication of the swimming effort and physical conditioning (Maglischo, 2003). However, the carotid and radial arteries are not easy to locate, it is hard to count the pulse rate when the heart is beating at 2-3 times/s and counting the pulse for a short time period induces an evident error when the rate is expressed in beats/min. Therefore, HR began to be assessed during swimming through telemetric HR monitors that are easy to wear and low-cost. Although these wireless cardiofrequency meters do not allow the HR kinetics to be read during the exercise, the receiving unit calculates and stores it in memory throughout the test. In our first studies where both VO_2 and HR were assessed (Fernandes et al., 2005), HR was registered continuously each 5 s through a HR monitor system, but current technology allows VO_2 and HR to be assessed in a much more closer relationship by using a Polar chest belt connected to the K4b² portable unit, emitting the data by telemetric transmission (Baldari et al., 2013; Fernandes et al., 2012; Sousa et al., 2014).

For a long time, the VO_2 and HR parameters were considered the best for overall characterizing endurance capacity in swimming, but they are not sufficient for the assessment of swimming performance bioenergetics, particularly missing its anaerobic component (Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000). Therefore, $[\text{La}^-]$ determination has been done in swimming since the late 1940's, with venous blood samples being taken after the conclusion of exercise (Di Prampero et al., 1978). Although venous forearm blood better represents the lactate production, this method is perceived as more traumatic by the swimmers, being progressively substituted by capillary blood samples from the fingertip or earlobe. $[\text{La}^-]$ started to be frequently used for evaluating swimming performance and training control since the 1970's (Mader et al., 1978), but, for many years, test procedures and analyses were reserved for larger laboratories, with few swimmers taking advantage of the tests. In the 1980/90's, portable battery-operated automated analysers were developed, with

lactic acid testing becoming more common in swimming. Our group has considerable experience in assessing $[La^-]$ in the final of rectangular tests and in-between steps of incremental intermittent protocols, using portable analysers (Fernandes et al., 2010; Neiva et al., 2011) and also enzymatic analysers (Barbosa et al., 2006a; Fernandes et al., 2003; Fernandes et al., 2006; Fernandes et al., 2008; Vilas-Boas & Santos, 1994). The hand-held analysers are purchased and operated at lower cost, requiring lower sample of blood and giving faster final results than the enzymatic analysers, but this latter has a broader measurement range.

Trying to overcome the limitation of only disposing the post-exercise $[La^-]$ (Di Prampero et al., 1978) conducted simulated events at the pace corresponding to the selected partials of a specific test distance, obtaining the $[La^-]$ increments along the total bout. This method was designated by us as as blood lactate increasing speed (Vilas-Boas & Duarte, 1991) and used as an indirect indicator of $[La^-]$ kinetics during swimming, particularly in rectangular swimming tests (Figueiredo et al., 2011; Lafite et al., 2004; Vilas-Boas & Duarte, 1991). We find this method truly interesting since it expresses the values of lactate release from the active muscles during swimming, and, therefore, allow to more accurately assessing some very important performance influencing parameters as the energy cost of swimming (Barbosa et al., 2006b; Capelli et al., 1998; Fernandes et al., 2006).

Swimming intensity is frequently established by means of a single parameter of physiological function, for instance by using the % VO_2max . This strategy is inadequate if the goal of exercise testing and/or training series development is to normalize the physiological responses to exercise with respect to the gas exchange and blood acid-base profiles, as it is well known that the % VO_2max at the anaerobic threshold varies widely. Thus, studying physiological responses to exercise at e.g. 85% of VO_2max , might well result in some subjects exercising below the anaerobic threshold and others above it. As a result, the dynamic behaviour of pulmonary gas exchange (especially VO_2) and $[La^-]$ during constant-load exercise are used to define low-moderate, heavy and severe exercise intensity domains (Burnley & Jones, 2007) and a fourth exercise intensity domain - extreme exercise - was proposed recently (Hill et al., 2002). The low-moderate intensity includes all power outputs below the anaerobic threshold, with VO_2 attaining a steady state after the initial fast kinetics phase and there are no change (or only a transient increase) in $[La^-]$ (Sousa et al., 2011). The heavy intensity domain displays power outputs above the anaerobic threshold, starting to cause a significant accumulation of $[La^-]$ over time and a notable VO_2 slow component, leading to an elevated VO_2 response (Sousa et al., 2014). In the severe intensity, the exercise is specifically higher than at anaerobic threshold, and neither blood lactate nor VO_2 values can be stabilized, with VO_2 continuing to increases until the point of exhaustion (Gaesser & Poole, 1996). The extreme intensity exercise accounts for short duration and very high intensity efforts at power outputs at which exhaustion occurs before VO_2max is attained (Hill et al., 2002). The specific VO_2 kinetics in the different swimming intensity domains is displayed in Figure 2.

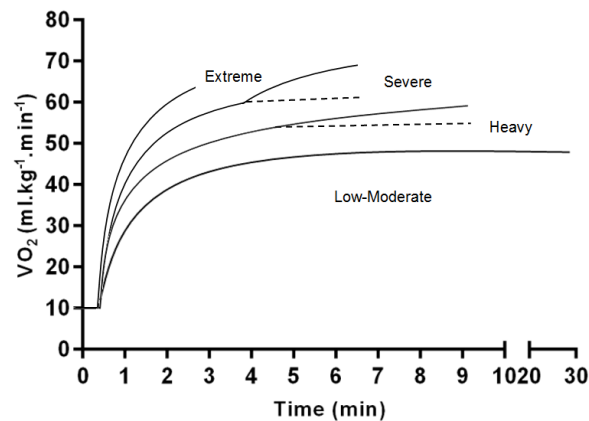


Figure 2. Schematic illustration of the VO_2 response to swimming exercise performed at different intensity domains.

Briefly, it is possible to see that at swimming intensities below (and at) the anaerobic threshold, the VO_2 increases from a baseline value in an exponential fashion (VO_2 fast phase) taking 2-3 min to stabilize (corresponding to the aerobic capacity training zone). When the intensity is above the physiological steady state, VO_2 primary component is faster and a VO_2 plateau cannot be found (this is known by coaches as the “grey zone, as it is between the anaerobic threshold and the $\text{VO}_{2\text{max}}$ areas of training). In fact, at the heavy swimming domain, and even more visible at the severe domain (aerobic power training zone), a VO_2 slow component appears superimposed upon the primary VO_2 component, which seems to be related to the selective recruitment of fast twitch fibers, more dependent on the glycolic energy pathway. Other authors suggest that VO_2 slow component appearance is also related with the energy cost of the respiratory muscles that, in fact, are working much more actively at intensities near (or at) the minimum velocity that elicits the $\text{VO}_{2\text{max}}$ (for a review on the topic see (Fernandes et al., 2012; Pringle et al., 2003). The extreme intensity domain (anaerobic capacity training zone) is very scarcely studied in swimming, but our group already observed that when performing 100 m front crawl there is only one component of the VO_2 dynamics – the fast one – that rises in a very fast fashion and ends abruptly due to swimmers exhaustion, not even reaching the $\text{VO}_{2\text{max}}$ values (Ribeiro et al., 2012).

During this seminar we will also detail on the VO_2 kinetics parameters, explaining the meaning of the VO_2 amplitude, time delay and time constant per phase and showing data in each intensity domain. It is important to evidence that, for example, a smaller value for the time constant in the VO_2 fast phase would result in the more rapid attainment of a steady state, which is physiologically useful as it indicates that the requirement for anaerobic energy contribution from rest to exercise would be reduced. In fact, the physiological mechanisms which determine the rate at which VO_2 rises at exercise onset (i.e. the time constant of the fast VO_2 component) and the development of the VO_2 slow component are of both conceptual and practical importance since they are known to influence exercise tolerance (Gaesser & Poole, 1996). It will be stressed out that although the physiological mechanisms responsible for the VO_2 slow component remain obscure, this phenomenon is of great relevance for coaches when preparing their training sets.

As we believe that to be successful in swimming training hard is not sufficient, a better comprehension of the physiological mechanisms that supports swimmer's locomotion is necessary. The description of the kinetics of VO_2 , $[\text{La}^-]$ and HR along low-moderate, heavy, severe and extreme swimming intensities is another step into the training optimization of swimmers, hoping to be applied by coaches in their training processes. We hope that the participants in the XXXIV Spanish Coaches Association Congress / II Swimming Science Seminar will welcome these proposals

and incorporate protocols of training control and swimmers evaluation into their training and competition programmes.

REFERENCES

- Baldari, C., Fernandes, R., Meucci, M., Ribeiro, J., Vilas-Boas, J., & Guidetti, L. (2013). Is the new AquaTrainer® snorkel valid for VO₂ assessment in swimming? *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 336-344.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K., Colaço, P., Cardoso, C., Silva, J., & Vilas Boas, J. (2006a). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(11), 894-899.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K., Colaço, P., Cardoso, C., Silva, J., & Vilas-Boas, J. (2006b). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes.
- Burnley, M., & Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 63-79.
- Capelli, C., Pendergast, D., & Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 78(5), 385-393.
- De Jesus, K., Baldari, C., De Jesus, K., Guidetti, L., Ribeiro, J., Vilas-Boas, J., & Fernandes, R. (2013). Are incremental 200m swimming step lengths proper for assessing relevant ventilatory parameters? . *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 94.
- Di Prampero, P., Pendergast, D., Wilson, D., & Rennie, D. (1978). Blood lactic acid concentrations in high velocity swimming. *Swimming Medicine IV*, 249-261.
- Fernandes, R., Billat, V., Cardoso, C., Barbosa, T., Soares, S., Ascensão, A., Vilas-Boas, J. (2003). Time limit at vVO₂max and VO₂max slow component in swimming. A pilot study in university students. *Biomechanics and medicine in swimming IX*, 331-336.
- Fernandes, R., Billat, V., Cruz, A., Colaço, P., Cardoso, C., & Campos, J. P. (2006). Does net energy cost of swimming affect time to exhaustion at the individual's maximal oxygen consumption velocity? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 373-380.
- Fernandes, R., Billat, V., Cruz, A., Colaço, P., Cardoso, C., & Vilas-Boas, J. (2005). Has gender any effect on the relationship between time limit at VO₂max velocity and swimming economy? *Journal of Human Movement Studies*, 49, 127-148.
- Fernandes, R., de Jesus, K., Baldari, C., Sousa, A., Vilas-Boas, J., & Guidetti, L. (2012). Different VO₂max Time-Averaging Intervals in Swimming. *Int J Sport Med*, 33(12), 1010.
- Fernandes, R., Keskinen, K., Colaço, P., Querido, A., Machado, L., Morais, P., Campos, J. P. V. B. S. (2008). Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 29(2), 145-150.
- Fernandes, R. J., Sousa, M., Pinheiro, A., Vilar, S., Colaço, P., & Vilas-Boas, J. P. (2010). Assessment of individual anaerobic threshold and stroking parameters in swimmers aged 10–11 years. *European Journal of Sport Science*, 10(5), 311-317.
- Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J., & Fernandes, R. (2011). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 767-777.
- Gaesser, G. A., & Poole, D. C. (1996). The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24, 35-70.
- Hill, D. W., Poole, D. C., & Smith, J. C. (2002). The relationship between power and the time to achieve VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 709-714.

- Keskinen, K., Rodríguez, F., & Keskinen, O. (2003). Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(5), 322-329.
- Lafite, P., Vilas-Boas, J. P., Demarle, A., Silva, A., Fernandes, R. J., & Billat, V. L. (2004). Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400-m free swimming test in elite swimmers. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29 (Suppl.), 17-31.
- Mader, A., Heck, H., & Hollmann, W. (1978). Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of postexercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. *Exercise physiology*, 4, 187-200.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest: Human Kinetics*.
- Neiva, H., Fernandes, R., & Vilas-Boas, J. (2011). Anaerobic critical velocity in four swimming techniques. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 195.
- Olbrecht, J. (2000). *The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training*: Helen Layton Swimshop.
- Pringle, J. S., Doust, J. H., Carter, H., Tolfrey, K., Campbell, I. T., Sakkas, G. K., & Jones, A. M. (2003). Oxygen uptake kinetics during moderate, heavy and severe intensity "submaximal" exercise in humans: the influence of muscle fibre type and capillarisation. *European Journal of Applied Physiology*, 89(3-4), 289-300.
- Pyne, D. B., & Goldsmith, W. M. (2005). Training and testing of competitive swimmers. *Handbook of Sports Medicine and Science: Swimming, Second Edition*, 128-143.
- Ribeiro, J., Sousa, A., Figueiredo, P., Clemente, V., Pelarigo, J., Monteiro, J., Fernandes, R. (2012). Energy characterization of 100m maximal front crawl. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 777.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveira, N., Oliveira, J., Silva, A., Keskinen, K., Fernandes, R. (2011). VO₂ Kinetics in 200-m Race-Pace Front Crawl Swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 32(10), 765-770.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Pendergast, D., Kjendlie, P., Vilas-Boas, J., & Fernandes, R. (2014). Critical Evaluation of Oxygen Uptake Assessment in Swimming. *International journal of sports physiology and performance*, 9, 190-202.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Zamparo, P., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2013). Anaerobic alactic energy assessment in middle distance swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 113(8), 2153-2158.
- Sousa, A. C., Vilas-Boas, J., & Fernandes, R. J. (2014). Kinetics and Metabolic Contributions Whilst Swimming at 95, 100, and 105% of the Velocity at. *BioMed Research International*, 2014, 9. doi: 10.1155/2014/675363
- Toussaint, H., Meulemans, A., De Groot, G., Hollander, A., Schreurs, A., & Vervoorn, K. (1987). Respiratory valve for oxygen uptake measurements during swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56(3), 363-366.
- Vilas-Boas, J., & Duarte, J. A. (1991). *Blood lactate kinetics on 100m freestyle event*. Paper presented at the IXth FINA International Aquatic Sports Medicine Congress. IInd Advanced IOC Sports Medicine Course, III Congresso Sul-Americano de Medicina Deportiva and X Congresso Brasileiro de Medicina Desportiva, Rio de Janeiro.
- Vilas-Boas, J., & Santos, P. (1994). *Comparison of swimming economy in three breaststroke techniques*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports - 10th FINA World Sport Medicine Congress, Honolulu, Hawaii.
- Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Kasai, T., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1992). A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 13(05), 367-371.

Zamparo, P., Capelli, C., & Pendergast, D. (2011). Energetics of swimming: a historical perspective. *European Journal of Applied Physiology*, 111(3), 367-378.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by grants from the project PTDC/DES/101224/2008 (FCOMP-01-0124-FEDER-009577).

LA PREPARACIÓN OLÍMPICA DE JAVIER GÓMEZ NOYA PARA LOS JJOO DE LONDRES 2012

Omar González

INICIOS

Su primer deporte fue el fútbol pero a los 11 años se cansó y un compañero lo animó a practicar la natación en el Club Natación Ferrol. En ese momento conoció a su primer entrenador, José Rioseco con el que logró numerosos títulos de campeón gallego en categorías infantil, junior y absoluto en pruebas de crol (200, 400 y 1500) y estilos (200 y 400) y siendo finalista en campeonatos de España en diferentes categorías. En 1998, conoce a unos triatletas que nadaban con él y decide competir. Debutó en el triatlón olímpico de Castropol (Asturias), con 15 años, sin entrenar apenas los segmentos de bici y carrera a pie, y finalizando en segunda posición en categoría juvenil, en un triatlón que ganó Iván Raña.

En diciembre de 1999, en una concentración con la selección española juvenil en Madrid, los médicos del Consejo Superior de Deportes (CSD) le detectan una anomalía cardíaca. En junio de 2000, participó en su primera competición internacional, el Campeonato de Europa juvenil por equipos, en Hungría. Con el apoyo de especialistas en cardiología de todo el mundo intenta recuperar su licencia internacional y mientras gana los Campeonatos de España de duatlón y triatlón tanto en categoría junior como sub 23 y gracias a un error administrativo participa en el Campeonato de Europa junior de duatlón, aunque se le mantuvo la licencia retirada.

En noviembre de 2003, Noya recuperó la licencia tres semanas antes de participar en el Campeonato del Mundo sub 23. Con esas tres semanas de entrenamiento acudió a Nueva Zelanda y ganó la competición.

2004

A partir de ese momento y con libertad para competir internacionalmente, Noya intentó acudir a los Juegos Olímpicos de Atenas 2004. Para ello dejó sus estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y viajó a Pontevedra para entrenar. Debutó en la Copa del Mundo en Tongyeong (Corea del Sur) logrando el cuarto puesto final. Poco después disputó su primer Campeonato Europeo de Triatlón en Valencia y su primer Campeonato Mundial de Triatlón en Madeira en los que obtiene el octavo puesto.

Sin embargo, la decisión del director técnico de la Federación Española de Triatlón (FETRI) fue la de no llevar a Noya a Atenas. Aun así consiguió el subcampeonato de España por detrás de Iván Raña, quedó entre los diez primeros en las siguientes pruebas de la Copa del Mundo, Salford (noveno puesto), Madrid (sexto puesto) y Doha (décimo puesto) y ganó los títulos nacionales de duatlón y triatlón en categoría sub-23.

2005

En el comienzo del año batió el récord de Galicia de natación 1500 metros con 15.53, sin embargo, a pocos días de tomar su vuelo hacia Hawai y México para disputar las dos primeras pruebas de la Copa del Mundo, el Consejo Superior de Deportes (CSD)

pidió a la Federación Española de Triatlón la inhabilitación de la licencia federativa de Noya "para toda competición oficial", alegando "motivos de salud". El informe de la cardióloga del Consejo Superior de Deportes, Araceli Boraíta señaló que el deportista gallego sufría una valvulopatía aórtica congénita, lo que lo incapacitaba para la competición al máximo nivel.

Al no poder competir ni en España, ni en el resto del mundo le surgió la oportunidad de disputar una prestigiosa competición privada en Francia, donde no le pusieron ningún problema para competir, es el llamado France Irontrou, formando parte del Mulhouse Olympic Triathlon. Noya ganó las seis etapas de las que constaba la competición y ganó la clasificación.

Durante este tiempo tampoco participó en el Campeonato del Mundo de 2005 por lo que Noya viajó a Londres para hacerse un reconocimiento con el doctor McKenna, del equipo de cardiología del hospital San Jorge, que ya se postuló en 2003 contra el Consejo Superior de Deportes y a favor de la continuidad de Noya.

2006

En el comienzo del año batió nuevamente el récord gallego de 1500 metros con una marca de 15.48, y por fin en febrero de 2006, después de muchas gestiones y análisis de médicos internacionales, Noya consiguió la licencia para competir.[5] Poco después fue segundo en la prueba de la Copa del Mundo de Aqaba. Después venció en Estoril y también en la prueba de la Copa del Mundo de Madrid donde consiguió su primera victoria en la competición.

A partir de entonces, terminó en tercer lugar en Corner Brook, Canadá, ganó la siguiente prueba en Hamburgo, Alemania y fue segundo en Pekín, China con lo que llegó a la última prueba de la Copa del Mundo como primero con una ventaja de 22 puntos sobre el australiano Brad Kahlefeldt y 34 sobre el estadounidense Hunter Kemper. La última prueba se disputó en Cancún, México y Noya ganó la prueba convirtiéndose en el primer español en ser el número uno del mundo al terminar la temporada, que consta de 16 pruebas a lo largo de todo el mundo.

2007

El año 2007, comenzó con un segundo puesto en la prueba inaugural de la Copa del Mundo de Triatlón, disputada en la ciudad australiana de Mooloolaba. Un mes más tarde se impuso en la prueba disputada en Lisboa y fue segundo por delante del español Iván Raña en la prueba disputada en Madrid, en la que sólo perdió ante el checo Filip Ospaly. Dos semanas más tarde terminó en tercer lugar en la prueba disputada en Des Moines (Iowa, Estados Unidos) que no puntuaba para la Copa del Mundo, pero que es la mejor dotada económicamente del mundo, con 700.000 dólares en premios. El triunfo en la prueba élite masculina fue para el danés Rasmus Henning.

El 30 de junio de 2007, Noya ganó el Oro en el Campeonato Europeo de Triatlón celebrado en Copenhague, con un tiempo de 1h51:58, por delante de Jan Frodeno y Daniel Unger. Un mes más tarde volvió a competir en la Copa del Mundo, en la prueba que se celebraba en Salford, Inglaterra. El triatleta gallego ganó con un tiempo de una hora, 51 minutos y 17 segundos y se impuso por delante del australiano Brad Kahlefeldt —al que aventajó en 12 segundos— y del campeón olímpico de los Juegos Olímpicos de Sídney 2000, el canadiense Simon Whitfield —a 17 segundos. Antes de la disputa del Campeonato Mundial de Triatlón ganó en Tiszaujvaros, Hungría la prueba de la Copa del Mundo que le aseguraba todavía más la primera posición en la clasificación mundial. Después disputó el Campeonato Mundial de Triatlón de 2007 celebrado en Hamburgo, en el que obtuvo una medalla de plata,

después de ser derrotado en el final de la competición por el alemán Daniel Unger. A falta de tres pruebas para finalizar la Copa del Mundo, se adjudicó la clasificación general imponiéndose en la prueba disputada en el circuito olímpico de Pekín con un tiempo de 1:48.41, entrando por delante del australiano Courtney Atkinson, a 22 segundos, y a 27 del neozelandés Bevan Docherty.

2008

Noya con sus compañeros del EC Sartrouville en el primer triatlón del Grand Prix francés en Niza en 2011. Desde la izquierda Alistair Brownlee, Jonathan Brownlee, Filip Ospaly, Noya y Etienne Diemunsch.

En su primera competición internacional de 2008 se impuso en la Copa de África de Triatlón, disputada en Bloemfontein (Sudáfrica) donde estaba realizando entrenamientos de preparación para los Juegos Olímpicos. En el mes siguiente, en marzo, disputó la primera prueba de la Copa del Mundo, en Mooloolaba (Australia), donde venció claramente con un tiempo de 1 hora, 49 minutos y 50 segundos al australiano Brad Kahlefeldt y al británico Tim Don. En la siguiente prueba de la Copa del Mundo volvió a imponerse, consiguiendo de esta manera su decimoséptimo podio consecutivo además de ser su quinto triunfo consecutivo en Copa del Mundo. La prueba tuvo lugar en Nueva Plymouth (Nueva Zelanda) y se impuso por delante de Brad Kahlefeldt y de Andrew Johns.

El 19 de abril, disputó una prueba de la Copa de Europa que se disputaba en Pontevedra, la cual ganó por delante de Christian Prochnow y Steffen Justus, que concluyeron a 22 y 40 segundos de Noya. El 9 de mayo, disputó el Campeonato Europeo de Triatlón en el cual terminó en séptimo lugar después de producirse un corte en el segmento de ciclismo y no poder alcanzar al grupo delantero, en el cual se encontraba el vencedor, el francés Frederic Belaubre. Poco después participó en la siguiente prueba de la Copa del Mundo que se disputó en Madrid y que se adjudicó claramente con un tiempo de 1 hora, 56 minutos y 24 segundos aventajando en 19 segundos al ruso Ivan Vassiliev, segundo, y al británico Alistair Brownlee, que entró a medio minuto.

El 28 de mayo tuvo el honor de recibir la medalla de plata de la Real Orden del Mérito Deportivo. El 8 de junio, obtuvo el Oro en el Campeonato Mundial de Triatlón de 2008 en Vancouver con un tiempo de 1 hora, 49 minutos y 48 segundos, por delante de Bevan Docherty y de Reto Hug. Al mes siguiente de su título mundial, compitió en la prueba de la Copa del Mundo de Tiszaujvaros, en Hungría, y volvió a imponerse con un tiempo de 1 hora, 51 minutos y 32 segundos por delante de Brad Kahlefeldt. Esta victoria significó su séptima victoria consecutiva y la undécima en la Copa del Mundo convirtiéndose así en el tercer triatleta con más victorias por detrás de Brad Beven y de Hamis Carter. Poco después, la Unión Internacional de Triatlón (ITU) anunció que la siguiente prueba del calendario de la Copa del Mundo, a celebrar el 12 de octubre en Chiapas, México no se celebraría por problemas económicos.

Noya participó en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008 para los cuales se preparó en la isla de Jeju, antes de viajar a Pekín. Durante los Juegos Olímpicos portó el dorsal número 30 y por su condición de número uno del mundo, fue el primer triatleta que eligió su posición en el pontón de salida para afrontar el sector de natación, ya que el número de dorsal se utiliza para crear las posiciones en el área de transición, no para establecer el orden de salida. El día 19 de agosto se celebró la prueba de triatlón en los Juegos Olímpicos, pero Noya sólo pudo ser cuarto después de ser superado por Jan Frodeno, Simon Whitfield y Bevan Docherty en el sprint final. Noya declaró al final de la prueba que había tenido problemas estomacales después de no digerir bien el gel que tomó en el segmento de la bicicleta.

En noviembre de este año, anunció junto a José Rioseco la decisión de separarse, siendo su nuevo entrenador el técnico del "Centro Galego de Tecnificación Deportiva", Omar González. El 28 de diciembre volvió a competir en el Campeonato gallego de natación, en el que ganó en la prueba de relevos 4x200 junto a su equipo, y fue segundo en los 400 y 1500 metros. Después del campeonato se celebró un evento en el pabellón del barrio de Caranza (Ferrol) en el que se rebautizó su polideportivo por el de "Complejo deportivo Javier Gómez Noya".

2009

Después de problemas con la Federación Española de Triatlón debido a la equipación, finalmente Noya podrá lucir en la ropa a sus patrocinadores personales, que era su principal demanda. El 17 de mayo, reapareció en competición oficial después de nueve meses en la prueba de la Copa de Europa en Pontevedra y a pesar de ir gran parte de la carrera en primera posición, a falta de trescientos metros para la meta fue superado por el ruso Dmitry Polyansky, siendo finalmente segundo a 4 segundos.

La principal novedad del año fue el cambio en el formato del Campeonato del Mundo, que en vez de celebrarse en una prueba de un día era en un circuito llamado Dextro Energy Series-Campeonato del Mundo ITU, compuesto por ocho pruebas puntuables en las que cuentan las cuatro mejores, más la final en Australia, en septiembre. En la primera prueba en la que participó Javier (la segunda del año), en Madrid, su posición fue la de tercero, tras Alistair Brownlee y Courtney Atkinson. En la siguiente prueba del nuevo Campeonato del Mundo, en Washington D. C., volvió a ganar Brownlee y en esta ocasión Noya fue segundo a 13 segundos del ganador y por delante de Maik Petzold. Tras la prueba, Noya comentó que el nuevo campeonato es más interesante que el antiguo y también más justo debido a que en una prueba de un día es más frecuente tener problemas, sin embargo en varias pruebas se puntúa al más fuerte en todo el año.

Aparte de las ocho pruebas del calendario del Campeonato del Mundo, existen cinco pruebas que forman parte de la Copa del Mundo, como la disputada en Des Moines, Iowa a finales de junio otorgando al ganador 300 puntos (las pruebas más importantes otorgan 800 al ganador) y 200.000 dólares, aunque sólo las mejores cuatro puntuaciones tienen efecto en la clasificación final. En dicha prueba Noya fue sexto por detrás de Simon Whitfield, Brad Kahlefeldt y Jan Frodeno y se adjudicó los puntos suficientes para colocarse como líder provisional, ya que Brownlee sólo había disputado dos pruebas. En la siguiente competición del año, el 5 de julio, Noya se adjudicó el Campeonato Europeo de Triatlón en la ciudad neerlandesa de Holten por delante del británico Brownlee y del ruso Alexander Brukhankov, obteniendo así su segundo título continental después del conseguido en el año 2007.

En la siguiente prueba del Campeonato del Mundo, en Kitzbühel, Austria, Noya volvió a terminar la prueba por detrás del británico Alistair Brownlee siendo de esta manera relegado a la segunda posición en la clasificación con 2.368 puntos por los 2.400 puntos del británico. Nada más comenzar la prueba atlética, Brownlee atacó y Noya, que se quedó con Laurent Vidal y Maik Petzold, intentó seguirle pero finalmente terminó a ocho segundos del británico. Tras renunciar a disputar la siguiente prueba en Hamburgo, disputó la prueba de Londres, para intentar arrebatar el primer puesto a Brownlee, pero se cayó en el segmento ciclista, tuvo que retirarse y el británico ganó. Tras recuperarse de la caída, viajó hasta Japón, donde fue tercero (superado por Jan Frodeno y Kris Gemmell) y recuperó la segunda plaza de la clasificación general.[49] Para ganar el Campeonato del Mundo en la última prueba del año, en Gold Coast (Australia), Noya debía ganar y que Brownlee fuese por lo menos sexto,

sin embargo, el británico ganó la prueba y Noya fue segundo a siete segundos en la que fue "la carrera más rápida de la historia del triatlón". En la clasificación final Brownlee fue primero con 4.400 puntos y Noya segundo con 3.959. Antes de finalizar la temporada, el 20 de septiembre, Noya se adjudicó su segundo título nacional de triatlón en Cangas de Morrazo por delante de José Manuel Tovar y de Eneko Llanos. También se adjudicó la victoria por equipos (Strands.com) el 18 de octubre en el triatlón de Barcelona junto al nadador Marco Rivera y al ciclista Mikel Elgezabal. 100 nadadores gallegos, entre los que se encontraba Noya, batieron en diciembre el récord del mundo de natación del relevo 100x100, con un tiempo de 1h 44:09.

2010

Tras ocho semanas lesionado de la cadera, volvió a competir en mayo y fue duodécimo en Seúl, en la segunda prueba de las Series Mundiales. En junio, en la siguiente prueba, acabó cuarto en Madrid y poco después consiguió la medalla de plata en el Campeonato Europeo disputado en Athlone (Irlanda), tras Alistair Brownlee. Sin embargo, ante la falta de Brownlee, el 17 de julio se adjudicó la cuarta prueba de las Series Mundiales disputada en Hamburgo con un tiempo de 1:43:06, por delante de Jan Frodeno y Tim Don. Una semana después, el 25 de julio, y con la presencia de Alistair, se adjudicó la quinta prueba disputada en Londres con un tiempo de 1:42:08, por delante de Jonathan Brownlee y Jan Frodeno, tras realizar un fuerte ataque en el último kilómetro de la carrera a pie. A comienzos de agosto disputó la Copa del Rey de Triatlón con su equipo, el Ciudad de Lugo Fluvial, y se adjudicó la prueba junto a David Castro, Miguel Ángel Acosta y Óscar Vicente. En la sexta prueba de las Series Mundiales en Kitzbühel (Tirol), fue segundo tras Stuart Hayes después de ser penalizado con 15 segundos por caérsele el casco en la transición. Su principal rival para el título, el alemán Jan Frodeno fue tercero, por lo que pasó de tener 2767 a 3452 puntos ante los 3312 de Noya (antes de la prueba 2572). Dos semanas antes de la final de las Series Mundiales disputó el Campeonato de España, en el que ganó por tercera vez por delante de Ruanova y Reig. Por equipos también se adjudicó el título. En la prueba final de las Series Mundiales fue segundo por detrás de Alistair, pero ganó el Campeonato después de que su gran rival, Frodeno, se desfondase y terminase la prueba en el 41º puesto.

Tras su victoria mundial compitió en La Baule, en la final de la Liga Nacional de Clubes, compitiendo con el EC Sartrouville, el mismo que los hermanos Brownlee. Finalmente cruzaron la meta los tres juntos, siendo los campeones. En octubre realizó tres triatlones de distancia olímpica, en Los Ángeles el día 3 en el que fue segundo tras Bevan Docherty, en Huatulco el día 10 que se adjudicó y el Garmin Barcelona el día 17, que también ganó. También en octubre anunció su libro "Triatlón con Javier Gómez Noya".

2011

Comenzó la temporada con el triatlón de Moololaba, que era la primera prueba de la Copa del Mundo de Triatlón, y terminó en quinta posición, siendo el ganador Brad Kahlefeldt. En la primera prueba de las Series Mundiales ganó en Sídney por delante de Jonathan Brownlee. En mayo se adjudicó en el mismo fin de semana el campeonato de España de triatlón por relevos, junto a dos de sus compañeros del Ciudad de Lugo Fluvial y el campeonato de España de triatlón sprint. En mayo ganó una nueva prueba por equipos con los hermanos Brownlee en la liga francesa, exactamente en Dunkerque, aunque individualmente fue cuarto. En junio se disputaron dos nuevas pruebas de las Series Mundiales, en Madrid y en Kitzbühel, en la primera fue tercero tras los hermanos Brownlee, pero no participó en la siguiente para preparar el Campeonato Europeo. Sin embargo, en el Europeo celebrado en Pontevedra sólo pudo ser 40.º tras desfondarse en el segmento a pie.[65] También participó en el Copa de Europa de triatlón disputada en Bañolas el

31 de julio y ganó por delante de Aaron Harris.[66] En la cuarta prueba mundialista disputada en Hamburgo sólo pudo ser sexto, y cuarto en la siguiente en Londres. La siguiente prueba era también el Campeonato Mundial de Triatlón de Distancia Sprint y fue segundo por detrás de Jonathan Brownlee a tan sólo cuatro segundos. En la gran final en Pekín todavía tenía esperanzas de ganar el Campeonato ya que iba tercero tras los hermanos Brownlee, pero quedó en sexto lugar terminando finalmente como tercer clasificado mundial con 3671 puntos, por detrás de Alistair (4285) y Jonathan (3992).

Fuente: Wikipedia.

THE PREPARATION OF AN OLYMPIC GOLD MEDAL BREASTSTROKER: SPECIFIC TRAINING, TAPER AND TECHNIQUE

Sandor Széles

La carrera de Gyurta desde los principios hasta los juegos

Las bases:

- La herencia de Tamas Szechy.
- Primera etapa de la carrera d Gyurta a los 10años.

¿Quién era Szechy? Entrenador de campeones (...Vereaszto, czene, etc)
Sandor también era su nadador y fue seleccionado en 1500m pero lo suyo era ser entrenador, Szechy lo ha formado para ser entrenador.

Vídeo: los bases de la técnica y entrenamientos en seco
(Importancia del estilo y de la técnica + en seco trabajar la flexibilidad).

La evolución de Gyurta y sus compañeros es continua y sin recaídas: sus records por categoría de edad todavía siguen sin batirse y han ganado todo. Su preparación ha sido mixta (?) siempre Gyurta a los 15 medallistas de plata en los juegos (sorpresa para muchos, pero no para Sandor, recibe muchas criticas y negatividad).

Recaída:

Sandor considera como error/fallo suyo. Reciben muchas críticas en estos momentos culpando a Gyurta entre muchas cosas por su vida fuera de la piscina: fama de los entrenamientos más flojos.

Realmente la culpa tenía un factor que todos han olvidado totalmente...y eso q han estado investigando mucho todo... El cambio en el cuerpo de un niño a un adolescente (cambios de densidad de la musculatura y flotabilidad).

"Resurrección"

Tras haber encontrado la razón de la recaída se pusieron manos a la obra y tras muchísimo trabajo, análisis y estudios pudieron modificar la técnica y el estilo propio de Gyurta. Éste colaboró en todo, puso mucho de su parte.

Los bases de un éxito continuo: encontrar el equilibrio correcto entre carga técnica estilo- 15 años de trabajo junto con Gyurta. 38años de experiencia como entrenador

Por finalizar, su filosofía como entrenador:

“Hay que empezar con nadadores jóvenes con muchísima paciencia, paso a paso pero con buen ritmo, con empatía y motivación. Esperar que llegue nuestro momento. ¡No robar talentos de nadie!

THE COMPETITION ANALYSIS OF THE HUNGARIAN COACHES WITHOUT COMPUTER. (400 INDIVIDUAL MEDLEY MEN AND WOMEN)

Dr. Ákos Tóth

Hungarian University of Physical Education, Swimming Department retired professor. Vice-president of the Hungarian Swimming Federation

INTRODUCTION

Characteristics of individual medley

In our essay we wish to analyse and evaluate the activity of professional swimmers as the key factor in the strategy of the trainer's and swimmer's work. We think that our position in the rank of international swimming is backed by our training work. The discovered relations, tendencies, deductions of the swimming events meant an advantage for our professionals.

We have picked the most successful Hungarian swimming event as the subject of our analysis: the 400 meters individual medley.

In order to have a clear assessment and vision let's have a look at the main characteristics of the 400 m individual medley:

Due to its unique nature, individual medley requires a specific trainer attitude, preparation method and preparation concept differing from the homogenous swimming events. One such speciality, among others is that in no other event does the field change than in individual medley. The swimmer tries to maintain a constant speed in each style during the whole event. It is impossible in individual medley because of the different styles of strokes. Not even with preparations or tactics can the swimmers change intentionally the existing differences of the strokes. It is possible only in each separate stroke, in each separate 100 meter. Swimmers with similar ability and preparedness will cover the distance with minimal alterations, although competition ranking might change from length to length. Due to the different speed of the four styles the dynamics of the event is evened out only at the beginning of the last length (finish). Major changes do not occur in the final ranking of the event.

A further characteristic of individual medley is that according to the rules body position of the swimmer also changes during the event, and as a consequence of it the orientation is also changing.

As a consequence of the difference between the styles, event tactics, preparation of the swimmers, skills in the four styles and the present frame of mind, participants of the final will swim the event in eight different ways. One factor of an outstanding result is the ability to change styles and the ability "to swim medley."

Individual medley has been in the event calendar of the Olympic Games since 1964 and in that of the World Championships from 1973. Earlier swimming championships consisted of the four basic styles, but the dynamic development of the swimming world demanded something new. Therefore the individual medley is now on the event calendar.

In the evolution of individual medley Hungarian experts, trainers, swimmers share an outstanding role. The name of Tamás Széchy has to be mentioned first, who worked out the preparation system of the Hungarians modified several times, and the training methodology both on land and in water and who has still proven (not only in individual medley) his expertise for years.

We will not approach 400 meters individual medley from the point of view of preparation, performance improvement and skills development, but will present that analysing method of the trainer. Our opinion is that this method is an important element in training swimmers and increasing development.

Key words: rankings, split times, average speed, stroke numbers.

ANALYSIS OF THE BEST TIMES OF THE WORLD (MEN) AND EUROPEAN (WOMEN) RANKING (See Table 1.a)

Objectives

Our aim is to prove the dynamic evolution of the event via the total time, the average time and the time difference of the 1st and 25th competitor.

Method

- Comparative analysis of the measured times (average, difference) in one year
- The data in Table 1.a is taken from the swimrankings.net by GeoLogix AS.
- In the first row contains the years, the second one contains the actual best time of that year (on December 31). One swimmer can have one time each year on the ranking list which is her best time in the given year (electronic timing, precision of a hundredth of a second).

Results

The last two rows in the table show the average of the times and the difference between the 1st and 25th time.

During the 12 years of analysis there were three Olympic Games organized (1988 Seoul, 1992 Barcelona, 1996 Atlanta). The effects of them can be seen if we compare the times of the years. The decrease in the difference between the 1st and 25th swimmer implies that the field has evened out. In the recent decades new nations have joined the international stage. With the ever growing connections among professionals the preparation systems have become more available.

In the years following an Olympic Games (1989, 1993, 1997) the time of the 1st swimmer and the average times are worse compared to the previous year. Consequently Olympic preparations mean such a huge physiological and psychical drain on the swimmer that it has an effect on the next year's performance. Therefore most of the swimmers cannot beat or even set their previous time. This is proven by the fact that since 1973 there has not been any world records in the year following an Olympic Games.

Discussion

- In period 1986-1997 average times show a gradual improvement (4:23.33 - 4:20.65 respectively). The decrease of the average times is the evidence of the dynamic development of the event.
 - The increasing popularity of the event on international level, the increasing number of nations joining the swimming world contributes to expand the knowledge of the event's special preparation requirements.
- (See Table 1.b)

400 METERS INDIVIDUAL MEDLEY TIMES OF OLYMPIC (WOMEN), EUROPEAN CHAMPIONSHIPS (WOMEN) AND OLYMPIC-WORLD CH. MEN (BASIC STUDY)

(See Table 2.a, 2.b, 2.c)

Objectives

Our aim is to demonstrate the relation among the seven components and the final time in the analysis of the event and to define the most correlative component if there is any relation and point out its importance in the preparation

Method

- A linear correlation matrix has been prepared to define the correlation values among the seven components and the final time,
- Average times were used to analyse the result in Olympics and world championship events (men) and European Ch. (women).

The tables contain the winning times, the split times, the average times of the swimmers in 'A' final and the times required to qualify for the 'A' final.

Results

The table 2.a shows the dynamic improvement of times of the seventeen winners. At the Olympics, world championships it was not necessary to swim a world record in order to win the event.

The 1972 winning time (4:31.88) shows that individual medley earns its place in the rank of the other styles. The weaker earlier times verify that before the 70's individual medley was a spontaneous, trial for the swimmer. Not the result of a preparation backed by a mature training method.

The decisive factors are a fundamental issue in each complex event. If we define and rank these key factors it becomes possible to draw the necessary consequences to aid the planning and preparation periods. Through the analysis it is possible to explore what is important and what is not, or what to emphasize. Now it is possible to seek 'HOW'.

We have found important correlation among the Olympics and world championship winning performances. Through the analysis of the final result and the split times we can state that among the seven calculated split times the second 200 meters, backstroke and breaststroke shows the largest correlation. In the strong position of back-breaststroke 200 meters split breaststroke is the more dominant, which is a very important fact for the professionals. This must be considered when determining the weight of the four strokes for the preparation where the ratio and the performance expectations of the strokes are determined.

Discussion

- The analysed period has proven our theory that the close field, the knowledge of the competitors, the decreasing differences strengthen the tactical character of the event.
- The competitor, trainer viewpoint has further increased that on an Olympic or world championship event the first task is to win and it is only the second to win with a great time.
- Among the presented split times the back-breaststroke 200 meters split shows the most correlation with the final result. Among the 100 meters split times the breaststroke split is the most dominant. The dominance of backstroke has decreased, but supplemented with breaststroke it is important for the final result.

- Corresponding to our previous analysis butterfly and freestyle is among the determinant factors for the final result. However it would be wrong to conclude that these two styles do not have any influence. This only shows that the swimmers are at so high condition and coordination levels in these styles that there is no significant difference in the first and last 100 meters, which could influence the final result. In short, this means that world class swimmers can start and finish the event very well. Therefore the final standing will be decided during the 200 meters between.
- The last statement is the most valuable information for the trainer in defining the route of preparation.

(See Table 2.d)

Winner's time, average of time of finalists and 8th time needed for the final are presented on table 2/d for time period 2006-2014. It must be understood why we use the 8th qualifying time in our analysis and not the 8th time in the final. According to the rules the semi-finals are in the morning. Swimmers can get into the final according to their times and not their ranking in their respected semi-final race.

Based on this most swimmers are expected to swim their best in the semi-final in order to have a time to get into the final. In the afternoon it is possible that swimmers are not able to reproduce their qualifying times (depending on the situation of the race). It is therefore more objective to calculate with the time needed to get into the final.

The wave pattern trend is clearly visible on the chart. The three analyzed parameters show the same up and down movement as time passes by.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE 400 METERS INDIVIDUAL MEDLEY OVERALL RANKING

(See Table 3.a, 3.b and 3.c)

Objectives

It is important to:

- present the relation of the final time and the seven split times used in the individual medley analysis,
- gain valuable information for further analysis by ranking the 200 and 100 meters split times,
- present that the position in the splits is determinant in the final ranking.

Method

- The average age of the 25 swimmers of the overall ranking was calculated and a comparative analysis was made with the 1986 analysis.
- To define the correlation values among the final time and the components, a linear correlation matrix has been prepared (Meszéna-Zierman, 1981)
- The Spearman rank correlation was used to define influence of the swimmers' positions in the splits on the final ranking

(See table 3.a)

Results

The overall ranking includes the best 25 swimmers (one swimmer with his personal best). It is possible to get onto this overall ranking with a time which was swam in an event which complies with the International Swimming Federation rules. The overall ranking is independent on the activity of the (active/retired) swimmer.

The overall ranking means professional value, world classification and frequently changes. According to the previous years we experience that the ranking changes in the spring season and more frequently in the summer season. In the rest of the year

(due to the rationalization of timing the form) swimmers are not competing in their top form.

The use of the overall ranking serves both strategic and tactical targets. It is strategical in the sense that the trainer and the swimmer clearly sees the position he is occupying in the international field. It is possible to determine and examine the tendencies in the event which makes it possible to outline the areas of development. It is tactical in a sense that the trainer and the swimmer only considers the active swimmers (those swimmers whom participation is possible in the next competition). This way the overall ranking makes it possible to determine the chances for the swimmers. Through the analysis of the details we can explore the strong and weak points of the competing swimmers and those who can be beaten with a good preparation. Therefore we can send our swimmer to the event with realistic and well-founded tactics instead of ideas based on desire.

The average age of the 400 meters individual medley swimmers has further increased. The average age of the overall ranking swimmers proves that to be a successful swimmer in this event a certain maturation, age of trainedness and first of all several years of experience is needed. The statement: „swimming is the sport of young people” is not valid in this event. However it is true that the characteristics of this sport allow an early specialization, but with correct responsibility, vision and long term planning the trainer cannot exploit the body of the swimmer and force him to leave active sport.

The importance of two strokes: backstroke technique did not change dramatically in the recent years, while breaststroke technique improved with several new elements.

- The swimmer cannot be loaded so much in backstroke like in butterfly and freestyle. It comes from the special body position where the possibility of increasing performance is smaller (regarding the active, mobilized muscles).
- According to the rhythm and tactics of the individual medley, backstroke is swum relatively slower as there are two more strokes to follow. In the last 100m freestyle there is no more tactics, no risk, swimmers put their last energy bits to swimming. Therefore what the swimmer can allow for himself in freestyle he cannot do it in backstroke.

In spite of the very little development of backstroke we found that the middle back-breaststroke split is still determinant in the analysis and it is explained by the strong development of breaststroke.

We present some further important results and analysis in table 3.b and 3.c for the trainers' work. The swimmers are ranked in these tables according to their final and 100, 200 meter split times. In the first column we present the 25 swimmers with their times.

(See Table 3.b)

In the next columns of Table 3.b the ranks of the 100 meters split times of butterfly, back-, breaststroke and freestyle are presented, while in Table 3.c. the columns present the 200 meters split time ranking. Now we can see who has the best average and weakest split time by just referring to the proper column. This table makes it very clear for the trainer and swimmer where the swimmer stands not only with his final time, but in a specific split in individual medley. (See Table 3.c)

Discussion

- Among the components of medley the back-breaststroke 200 meters split and the 100 meters breaststroke split show the strongest correlation with the final result.

- The result of outstanding medley swimmers in back and breaststroke are getting relatively closer, while on butterfly and freestyle their results are pretty much the same.
- Through the analysis of the average times of the two periods we discovered that the 100 breaststroke and 200 meters breaststroke-fly split shows the greatest improvement.
- Through the analysis of the split rankings we discovered that swimmers in the top ten of the different ranks have a high possibility of finishing among the top ten of the final time in the event.

ANALYSIS OF THE STROKE NUMBERS

The stroke number is a very important figure for the swimmer and the coach. Just alone it doesn't bear any meaning, but calculating with other information (just as split time) it can provide further analysis.

As swimming is considered as a cyclic movement the stroke numbers could prove to be valuable in the analysis of a swim stroke. Stroke numbers could be used as in the cyclic movement certain phases are repeated in the same pattern. For example during the repetition of the same distance the increase of the stroke number could be the first sign of tiredness and decrease of performance. In this case the stroke length decreases and the stroke number increases.

ANALYSIS OF THE METER / STROKE

The travelling speed of a swimming object is determined by two factors: the frequency of the strokes and the length of one stroke. We call the frequency of the stroke the motion cycles executed in a given time. Length of the stroke is the distance travelled by the swimmer in one motion cycle. The time for one stroke is equal to the time taken to start a motion cycle until the end of the cycle. The frequency and the length of the stroke plays a great, but equal part in achieving the maximum speed, although they are influenced by many factors. For example: the dimension of the propulsional force, the fine tuned coordination level, the quality of the muscle system, the ability of relaxation, the flexibility of joints.

It is impossible to outline only one factor, especially if we consider that the length and frequency of the stroke is greatly determined by the individual abilities. With great probability the length of the stroke is determined by the strength abilities of the individual, while the frequency of the stroke is determined by the mobility of nerve processes, and the ability of the muscles to relax.

Therefore the speed of the swimmer could be developed by two factors: gaining more strength, and establishing a co-ordination basis or developing the ability of speed.

In the analysis of the travelled meters for one stroke, one major factor appears which is called thrust. Thrust is all propulsional forces applied by the swimmer in the opposite direction of the motion in order to achieve the maximum speed in water. The more meters the swimmer travels in one stroke, the more effective his pull and push is. According to data from previous publications the length of the stroke increases with the increase of age. This tendency probably coincides with the maturation, development, changes in the length of the limbs and the stabilisation of coordination.

If we concentrate only on thrust with one swimmer, we must speak about relative thrust. It is relative because the abilities of the swimmers are different. The resistance

coefficient for the individual strokes is the same, but the swimmers' constitutional abilities, anthropometrical factors, density, streamline-position of centre of gravity are different.

The above mentioned factors could be recorded, measured. The motion however has a very important factor called the rhythm. It is a very hard task to teach or develop a rhythm which still has many undiscovered factors. The harmonic, well organised motion pleases the eye, but includes very few measurable, objective factors. Swimming coaches regard the good feel for rhythm and pace as a sign of a talent.

One way to increase the length of the stroke, as I have explored it earlier, is to increase strength.

The specific land training, which involves taking into consideration distance, style and individual factors, is a supplement to the water trainings applied in Hungary for many years now.

It is required to make plans for individuals, because the development of the same strength level could result in different realities at different swimmers. Even with swimmers with similar abilities the results are different as it is not indifferent that the strength developed simultaneously, in which coordination conditional system it is applied.

REFERENCES

- Counsilman, J.E. (1968) *The Science of Swimming*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Craig, A.B.-Pendergast, D.R. (1980) Relationships of Stroke Rate, Distance per Stroke and Velocity in Competitive Swimming *Swimming Technique*. 1: 23-29.
- Balyi, I. and Hamilton, A. (1995). *The Concept of Long Term Athlete Development, Strength and Conditioning Coach Vol 3, No 2*.
- Maglisco, E. (1995). Stroke rates: how to use them to train competitive swimmers". *Australian Swim Coach*, Vol. 11. No. 11.
- Maglisco W. (1993) *Swimming Even Faster*, Mayfield Publishing Company, 1993.
- László Nadori (1989) The characteristics of the fast movements, *Review of the University of the Hungarian Physical Education*, 1. 45-54.
- Payne, D. (1994). The Measurement of Stroke Rate and Stroke Count. *Australian Swim Coach Vol.11, No.3*,
- Tamás Széchy (1981) On Selection, *International Swimming and Waterpolo* 24-25.
- Tallmann John (1973). Stroke Rate. *Swimming Technique*, 7. 32-34
- Tóth Ákos Tóth (1987). The development of the training methods and results of the 400 m male individual medley between 1964 and 1987. Thesis, Library of University of Physical Education.
- Ákos Tóth (2008) Study book of swimming. p. 544. Library of University of Physical Education.

ANEXES, TABLES

Swimming Science II

Table 1.a: Analysis of the best times of the world (men) and European (women) ranking.

| | 1986, | 1987, | 1988, | 1989, | 1990, | 1991, | 1992, | 1993, | 1994, | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| world record | 4:17.41 | 4:15.42 | 4:14.75 | 4:14.75 | 4:14.75 | 4:12.36 | 4:12.36 | 4:12.36 | 4:12.30 | 4:12.30 | 4:12.30 | 4:12.30 | 4:12.30 | 4:12.30 | 4:11.76 | 4:11.76 | 4:11.09 | 4:09.09 | 4:08.26 | 4:08.26 | 4:08.26 | 4:06.22 |
| 1, | 4:18.29 | 4:15.42 | 4:14.75 | 4:15.25 | 4:15.57 | 4:12.36 | 4:14.23 | 4:14.50 | 4:12.30 | 4:14.75 | 4:12.72 | 4:15.38 | 4:14.24 | 4:15.52 | 4:11.76 | 4:13.15 | 4:11.09 | 4:09.09 | 4:08.26 | 4:09.63 | 4:09.86 | 4:06.22 |
| 2, | 4:18.77 | 4:16.12 | 4:16.32 | 4:15.93 | 4:17.74 | 4:15.21 | 4:15.57 | 4:15.24 | 4:13.29 | 4:14.77 | 4:15.25 | 4:16.11 | 4:14.92 | 4:16.54 | 4:13.84 | 4:14.19 | 4:11.27 | 4:10.79 | 4:11.81 | 4:11.67 | 4:10.16 | 4:09.74 |
| 3, | 4:18.98 | 4:18.05 | 4:17.09 | 4:16.08 | 4:17.74 | 4:16.50 | 4:16.34 | 4:15.51 | 4:13.67 | 4:15.39 | 4:16.28 | 4:16.30 | 4:15.12 | 4:17.12 | 4:13.89 | 4:14.52 | 4:13.19 | 4:15.29 | 4:12.15 | 4:12.71 | 4:11.53 | 4:09.88 |
| 4, | 4:19.41 | 4:18.30 | 4:17.81 | 4:17.02 | 4:18.94 | 4:16.90 | 4:17.26 | 4:17.84 | 4:17.01 | 4:16.90 | 4:16.66 | 4:17.13 | 4:15.45 | 4:17.16 | 4:14.26 | 4:15.20 | 4:15.38 | 4:15.36 | 4:12.28 | 4:13.47 | 4:12.69 | 4:11.14 |
| 5, | 4:19.87 | 4:18.46 | 4:18.15 | 4:19.13 | 4:19.53 | 4:17.52 | 4:17.88 | 4:17.90 | 4:17.71 | 4:18.32 | 4:17.30 | 4:19.03 | 4:16.23 | 4:17.49 | 4:15.33 | 4:16.24 | 4:15.41 | 4:15.91 | 4:14.31 | 4:13.48 | 4:12.92 | 4:12.35 |
| 6, | 4:21.55 | 4:18.62 | 4:19.56 | 4:19.71 | 4:20.05 | 4:17.81 | 4:18.39 | 4:18.97 | 4:17.73 | 4:18.43 | 4:17.73 | 4:19.10 | 4:16.54 | 4:17.86 | 4:16.04 | 4:16.65 | 4:15.46 | 4:16.06 | 4:14.49 | 4:13.67 | 4:14.15 | 4:12.94 |
| 7, | 4:21.69 | 4:18.87 | 4:19.77 | 4:21.69 | 4:20.17 | 4:17.85 | 4:19.05 | 4:19.38 | 4:18.73 | 4:18.74 | 4:18.34 | 4:19.68 | 4:17.02 | 4:18.26 | 4:16.23 | 4:17.62 | 4:16.01 | 4:16.80 | 4:14.79 | 4:15.76 | 4:14.33 | 4:14.17 |
| 8, | 4:22.19 | 4:21.87 | 4:20.41 | 4:21.80 | 4:20.26 | 4:19.16 | 4:20.07 | 4:20.65 | 4:19.48 | 4:18.82 | 4:18.74 | 4:19.88 | 4:17.36 | 4:19.14 | 4:16.50 | 4:17.82 | 4:16.95 | 4:17.04 | 4:15.08 | 4:16.25 | 4:14.67 | 4:14.46 |
| 9, | 4:22.58 | 4:22.46 | 4:20.45 | 4:22.02 | 4:20.37 | 4:19.75 | 4:20.45 | 4:21.07 | 4:20.03 | 4:19.64 | 4:18.76 | 4:20.43 | 4:17.76 | 4:19.52 | 4:16.92 | 4:18.30 | 4:17.05 | 4:17.30 | 4:15.20 | 4:16.39 | 4:15.61 | 4:14.75 |
| 10, | 4:22.81 | 4:22.60 | 4:20.85 | 4:23.44 | 4:21.79 | 4:20.52 | 4:21.12 | 4:21.98 | 4:20.18 | 4:19.82 | 4:20.40 | 4:20.47 | 4:18.42 | 4:19.62 | 4:17.11 | 4:18.56 | 4:17.33 | 4:17.30 | 4:15.74 | 4:16.60 | 4:15.98 | 4:15.41 |
| 11, | 4:23.24 | 4:22.92 | 4:20.93 | 4:23.50 | 4:22.07 | 4:22.39 | 4:21.27 | 4:22.16 | 4:20.31 | 4:20.96 | 4:20.71 | 4:20.92 | 4:18.53 | 4:19.70 | 4:17.29 | 4:18.61 | 4:18.59 | 4:17.39 | 4:16.46 | 4:17.72 | 4:16.18 | 4:15.43 |
| 12, | 4:24.02 | 4:23.05 | 4:21.33 | 4:23.61 | 4:22.15 | 4:22.52 | 4:21.33 | 4:22.30 | 4:20.97 | 4:21.07 | 4:22.12 | 4:21.07 | 4:18.66 | 4:19.84 | 4:17.36 | 4:19.04 | 4:18.75 | 4:17.48 | 4:16.56 | 4:17.79 | 4:16.34 | 4:15.85 |
| 13, | 4:24.07 | 4:23.36 | 4:21.68 | 4:23.85 | 4:22.28 | 4:23.04 | 4:21.45 | 4:22.40 | 4:21.34 | 4:21.41 | 4:22.16 | 4:21.33 | 4:18.92 | 4:20.33 | 4:18.51 | 4:19.21 | 4:19.19 | 4:17.81 | 4:16.65 | 4:18.07 | 4:16.82 | 4:16.29 |
| 14, | 4:24.16 | 4:23.53 | 4:22.78 | 4:23.96 | 4:22.77 | 4:23.10 | 4:21.51 | 4:22.51 | 4:22.40 | 4:21.85 | 4:22.25 | 4:21.85 | 4:19.12 | 4:20.42 | 4:18.63 | 4:19.25 | 4:19.56 | 4:18.33 | 4:16.83 | 4:18.09 | 4:16.86 | 4:16.83 |
| 15, | 4:24.64 | 4:24.20 | 4:22.92 | 4:24.41 | 4:23.14 | 4:23.34 | 4:21.51 | 4:22.56 | 4:23.34 | 4:21.86 | 4:22.31 | 4:22.24 | 4:19.25 | 4:20.79 | 4:18.93 | 4:19.30 | 4:19.75 | 4:18.57 | 4:16.91 | 4:18.18 | 4:17.07 | 4:16.84 |
| 16, | 4:24.70 | 4:24.27 | 4:22.99 | 4:24.85 | 4:23.21 | 4:23.55 | 4:21.99 | 4:23.02 | 4:23.34 | 4:21.89 | 4:22.42 | 4:22.27 | 4:19.87 | 4:20.89 | 4:19.97 | 4:19.55 | 4:19.81 | 4:18.88 | 4:17.45 | 4:18.49 | 4:17.15 | 4:16.99 |
| 17, | 4:24.71 | 4:24.33 | 4:23.39 | 4:24.91 | 4:23.27 | 4:23.77 | 4:22.07 | 4:23.32 | 4:23.39 | 4:22.03 | 4:22.71 | 4:22.54 | 4:20.27 | 4:21.58 | 4:20.07 | 4:19.72 | 4:19.84 | 4:19.09 | 4:17.62 | 4:18.50 | 4:17.24 | 4:17.06 |
| 18, | 4:25.38 | 4:24.63 | 4:23.42 | 4:25.25 | 4:23.31 | 4:23.96 | 4:22.10 | 4:23.64 | 4:23.64 | 4:23.05 | 4:22.97 | 4:22.74 | 4:20.45 | 4:21.66 | 4:20.11 | 4:19.80 | 4:19.86 | 4:19.10 | 4:17.65 | 4:18.58 | 4:17.72 | 4:17.32 |
| 19, | 4:25.51 | 4:25.11 | 4:23.54 | 4:25.28 | 4:23.74 | 4:24.06 | 4:22.59 | 4:23.70 | 4:23.67 | 4:23.25 | 4:23.13 | 4:22.82 | 4:20.78 | 4:21.91 | 4:20.17 | 4:19.85 | 4:19.86 | 4:19.51 | 4:17.75 | 4:18.93 | 4:17.77 | 4:17.34 |
| 20, | 4:25.68 | 4:25.12 | 4:23.85 | 4:25.61 | 4:23.95 | 4:24.22 | 4:22.74 | 4:23.74 | 4:23.90 | 4:23.47 | 4:23.33 | 4:22.96 | 4:21.36 | 4:22.01 | 4:20.26 | 4:19.90 | 4:20.16 | 4:19.64 | 4:17.84 | 4:19.10 | 4:18.20 | 4:17.52 |
| 21, | 4:25.69 | 4:25.44 | 4:24.47 | 4:25.83 | 4:23.96 | 4:24.27 | 4:22.77 | 4:24.08 | 4:23.94 | 4:23.50 | 4:23.47 | 4:23.13 | 4:21.54 | 4:22.16 | 4:20.50 | 4:19.99 | 4:20.24 | 4:19.65 | 4:17.85 | 4:19.15 | 4:18.31 | 4:17.86 |
| 22, | 4:25.94 | 4:25.49 | 4:24.62 | 4:25.92 | 4:24.36 | 4:24.44 | 4:22.96 | 4:24.36 | 4:24.08 | 4:23.74 | 4:24.00 | 4:23.26 | 4:21.72 | 4:22.18 | 4:20.57 | 4:20.83 | 4:20.50 | 4:19.66 | 4:18.02 | 4:19.32 | 4:18.65 | 4:18.03 |
| 23, | 4:26.00 | 4:25.77 | 4:24.85 | 4:25.94 | 4:24.41 | 4:24.48 | 4:23.42 | 4:24.43 | 4:24.11 | 4:23.95 | 4:24.12 | 4:23.35 | 4:21.88 | 4:22.30 | 4:21.05 | 4:20.86 | 4:20.58 | 4:19.72 | 4:18.13 | 4:19.60 | 4:18.68 | 4:18.15 |
| 24, | 4:26.40 | 4:26.23 | 4:24.97 | 4:26.34 | 4:24.71 | 4:24.53 | 4:23.75 | 4:24.74 | 4:24.26 | 4:24.24 | 4:24.28 | 4:23.66 | 4:22.23 | 4:22.69 | 4:21.19 | 4:21.12 | 4:20.69 | 4:19.82 | 4:18.19 | 4:19.84 | 4:18.72 | 4:18.32 |
| 25, | 4:27.24 | 4:26.77 | 4:25.09 | 4:26.38 | 4:24.74 | 4:24.54 | 4:24.30 | 4:24.81 | 4:24.37 | 4:24.45 | 4:24.45 | 4:23.66 | 4:22.47 | 4:22.86 | 4:21.38 | 4:21.39 | 4:20.74 | 4:19.89 | 4:18.55 | 4:20.05 | 4:19.01 | 4:18.40 |
| average | 4:23.33 | 4:22.43 | 4:21.47 | 4:22.70 | 4:21.78 | 4:21.19 | 4:20.64 | 4:21.39 | 4:20.68 | 4:20.65 | 4:20.66 | 4:20.85 | 4:18.80 | 04:20.0 | 4:17.91 | 4:18.42 | 4:17.89 | 4:15.80 | 4:15.86 | 4:16.84 | 4:15.17 | 4:17.46 |
| difference | 8,95 | 11,35 | 10,34 | 11,13 | 9,17 | 12,18 | 10,07 | 10,13 | 12,07 | 9,7 | 11,73 | 8,28 | 8,23 | 7,34 | 9,62 | 8,24 | 9,65 | 10,8 | 10,29 | 10,42 | 9,15 | 12,18 |

Swimming Science II

Table 1.b: Analysis of the 20 best times of the European ranking in the period 2010-2014 (women)

| European Women 400m Medley 2010-2014 | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | 4:33,09 | 4:34,32 | 4:32,67 | 4:30,41 | 4:31,03 |
| 2 | 4:34,68 | 4:34,91 | 4:32,83 | 4:31,21 | 4:31,76 |
| 3 | 4:36,31 | 4:35,76 | 4:33,91 | 4:34,16 | 4:32,92 |
| 4 | 4:37,92 | 4:36,96 | 4:35,68 | 4:34,50 | 4:33,01 |
| 5 | 4:38,13 | 4:38,28 | 4:37,48 | 4:34,95 | 4:36,75 |
| 6 | 4:41,07 | 4:38,63 | 4:38,07 | 4:38,50 | 4:37,82 |
| 7 | 4:41,63 | 4:38,84 | 4:38,20 | 4:39,02 | 4:39,20 |
| 8 | 4:41,80 | 4:39,90 | 4:38,46 | 4:39,79 | 4:39,57 |
| 9 | 4:42,91 | 4:40,48 | 4:38,69 | 4:39,86 | 4:40,23 |
| 10 | 4:43,00 | 4:41,33 | 4:40,12 | 4:40,49 | 4:40,57 |
| 11 | 4:43,68 | 4:41,83 | 4:40,75 | 4:41,86 | 4:41,07 |
| 12 | 4:43,91 | 4:41,88 | 4:40,88 | 4:41,88 | 4:41,11 |
| 13 | 4:44,55 | 4:43,24 | 4:44,10 | 4:42,20 | 4:41,15 |
| 14 | 4:44,87 | 4:43,53 | 4:44,52 | 4:42,24 | 4:41,52 |
| 15 | 4:45,05 | 4:44,61 | 4:44,70 | 4:42,85 | 4:41,96 |
| 16 | 4:45,91 | 4:45,68 | 4:44,77 | 4:43,42 | 4:42,00 |
| 17 | 4:46,71 | 4:46,08 | 4:45,80 | 4:44,34 | 4:42,26 |
| 18 | 4:48,49 | 4:46,26 | 4:46,33 | 4:44,79 | 4:42,42 |
| 19 | 4:48,97 | 4:46,71 | 4:47,38 | 4:44,91 | 4:42,43 |
| 20 | 4:48,98 | 4:48,17 | 4:47,55 | 4:45,02 | 4:43,56 |
| Difference | 0:15,89 | 0:13,85 | 0:14,88 | 0:14,61 | 0:12,53 |
| Avarage | 4:42,58 | 4:41,37 | 4:40,64 | 4:39,82 | 4:39,12 |

Swimming Science II

Table 2.a: Winning and split times of the Olympics (basic study, men)

| | | time | Fl-Ba | Ba-Br | Br-Fr | Fly | Back | Breast | Free |
|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1964 , Tokio | R.Roth | 4.45.40 | 2.16.40 | 2.37.20 | 2.29.00 | 1.04.10 | 1.12.30 | 1.24.90 | 1.04.10 |
| 1968 , Mexico | C. Hickox | 4.48.40 | 2.15.90 | 2.42.20 | 2.32.50 | 1.02.40 | 1.13.50 | 1.28.70 | 1.03.80 |
| 1972 , München | G. Larsson | 4.31.98 | 2.14.07 | 2.28.76 | 2.17.91 | 1.03.41 | 1.10.66 | 1.18.10 | 59,81 |
| 1973 , Belgrad | Hargitay A. | 4.31.11 | 2.09.33 | 2.29.01 | 2.21.78 | 1.00.31 | 1.09.02 | 1.19.99 | 1.01.79 |
| 1975 , Cali | Hargitay A. | 4.32.57 | 2.09.78 | 2.28.31 | 2.22.79 | 1.01.21 | 1.08.57 | 1.19.74 | 1.03.05 |
| 1976 , Montreal | R. Strechen | 4.23.68 | 2.05.92 | 2.23.31 | 2.17.76 | 1.00.61 | 1.05.31 | 1.18.00 | 59,76 |
| 1978 , Ny. Berlin | J. Vassallo | 4.20.05 | 2.02.53 | 2.19.16 | 2.17.52 | 59,99 | 1.02.54 | 1.16.62 | 1.00.80 |
| 1980 , Moszkva | A. Sidorenko | 4.22.89 | 2.04.59 | 2.21.63 | 2.18.30 | 59,18 | 1.05.41 | 1.16.22 | 1.02.08 |
| 1982 , Guayagil | R. Prado | 4.19.78 | 2.02.41 | 2.20.38 | 2.17.37 | 58,86 | 1.03.55 | 1.16.83 | 1.00.54 |
| 1984 , Los Angeles | A. Baumann | 4.17.71 | 2.04.63 | 2.17.88 | 2.12.78 | 1.00.01 | 1.04.62 | 1.13.36 | 59,42 |
| 1986 , Madrid | Darnyi T. | 4.18.98 | 2.04.62 | 2.19.44 | 2.14.36 | 59,18 | 1.05.44 | 1.14.00 | 1.00.36 |
| 1988 , Seoul | Darnyi T. | 4.14.75 | 2.01.76 | 2.16.92 | 2.12.99 | 59,04 | 1.02.72 | 1.14.20 | 58,79 |
| 1991 , Perth | Darnyi T. | 4.12.36 | 2.02.57 | 2.15.62 | 2.09.79 | 59,1 | 1.03.47 | 1.12.15 | 57,64 |
| 1992 , Barcelona | Darnyi T. | 4.14.23 | 2.04.15 | 2.16.81 | 2.10.08 | 59,82 | 1.04.33 | 1.12.48 | 57,6 |
| 1994 , Róma | T. Dolan | 4.12.30 | 2.02.90 | 2.16.37 | 2.09.40 | 58,29 | 1.04.61 | 1.11.76 | 57,64 |
| 1996 , Atlanta | T. Dolan | 4.14.90 | 2.02.31 | 2.17.37 | 2.12.03 | 58,36 | 1.04.51 | 1.12.86 | 59,17 |
| 1998 , Perth | T. Dolan | 4.14.95 | 2.02.31 | 2.16.32 | 2.12.64 | 58,84 | 1.03.47 | 1.12.85 | 59,79 |
| 2000 , Sydney | T. Dolan | 4.11.76 | 2:01.12 | 2:15.04 | 2:10.64 | 58,02 | 1:03.10 | 1:11.94 | 58,7 |
| 2001 , Fukuoka | A. Boggiatto | 4:13.15 | 2:04.44 | 2:16.64 | 2:09.71 | 58,76 | 1:05.68 | 1:10.96 | 58,75 |
| 2003 , Barcelona | M. Phelps | 4:09.09 | 1:58.22 | 2:15.54 | 2:10.87 | 55,44 | 1:02.78 | 1:12.76 | 58,11 |
| 2004 , Athens | M. Phelps | 4:08.26 | 1:57.10 | 2:14.79 | 2:11.16 | 55,57 | 1:01.53 | 1:13.26 | 57,9 |
| 2005 , Montreal | L. Cseh | 4:09.63 | 1:59.05 | 2:13.67 | 2:10.58 | 56,86 | 1:02.19 | 1:11.48 | 59,1 |
| 2007 , Melbourne | M. Phelps | 4:06.22 | 1:58.18 | 2:14.28 | 2:08.04 | 55,05 | 1:03.13 | 1:11.15 | 56,89 |

Table 2.b: Winning and split times of the Olympics 1992-2012 (women)

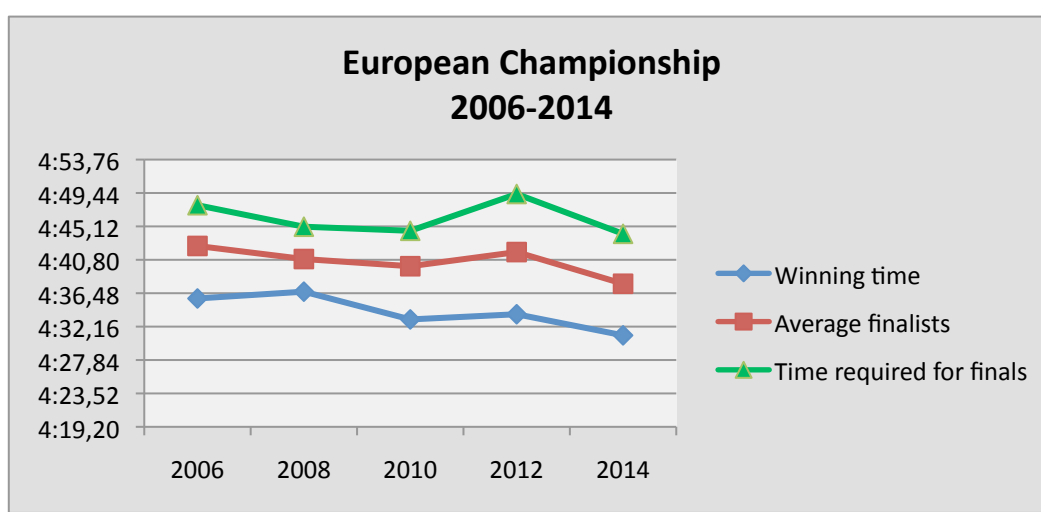
| ÉV | NÉV | Idő | első 200m | második 200m | harmadik 200m | pillangó | hát | mell | gyors |
|----------------|--------------------------------|----------|-----------|--------------|---------------|----------|---------|---------|---------|
| 2012 London | Hosszú Katinka (HUN) | 04:33:49 | 02:11:13 | 02:29:49 | 02:22:36 | 1:01:34 | 1:09:79 | 1:19:7 | 1:02:66 |
| | Hannah Miley (GBR) | 04:34:17 | 2;12;94 | 02:28:18 | 02:21:23 | 1:03:02 | 1:09:92 | 1:18:26 | 1:02:97 |
| | Mireia Belmonte Garcia (ESP) | 4;35;62 | 2;13;43 | 2;31;07 | 2;22;19 | 1:01;64 | 1:11;79 | 1:19;28 | 1:02;91 |
| 2008 Peking | Alessia Filippi (ITA) | 4;34;34 | 2;12;32 | 2;28;57 | 2;22;02 | 1:04;88 | 1:07;44 | 1:21;13 | 1:00;89 |
| | Hannah Miley (GBR) | 4;39;44 | 2;15;28 | 2;30;88 | 2;24;16 | 1:04;52 | 1:10;76 | 1:20;12 | 1:04;04 |
| 2004 Athén | Yana Klochkova (UKR) | 4;34;83 | 2;12;03 | 2;30;97 | 2;22;80 | 1:02;03 | 1:10;00 | 1:20;97 | 1:01;83 |
| | Risztov Éva (HUN) | 4;39;29 | 2;12;23 | 2;33;54 | 2;27;06 | 1:01;91 | 1:10;32 | 1:23;22 | 1:03;84 |
| | Nicole Hetzer (GER) | 4;40;20 | 2;14;85 | 2;32;54 | 2;25;35 | 1:04;63 | 1:10;22 | 1:22;32 | 1:03;03 |
| | Vasiliki Angelopoulou (GRE) | 4;50;85 | 2;21;82 | 2;38;13 | 2;29;03 | 1:05;48 | 1:16;36 | 1:21;81 | 1:07;24 |
| 2000 Sydney | Yana Klochkova (UKR) | 4;33;59 | 2;11;30 | 2;29;01 | 2;22;29 | 1:01;62 | 1:09;68 | 1:19;33 | 1:02;96 |
| | Beatrice Coadă- Caslaru (ROU) | 4;37;18 | 2;16;01 | 2;29;28 | 2;21;17 | 1:03;09 | 1:12;92 | 1:16;36 | 1:04;81 |
| | Nicole Hetzer (GER) | 4;43;56 | 2;15;38 | 2;34;09 | 2;28;18 | 1:05;10 | 1:10;28 | 1:23;81 | 1:04;37 |
| 1996 Atlanta | Michelle Smith- De Bruin (IRL) | 4;39;18 | 2;17;84 | 2;34;21 | 2;24;31 | 1:02;21 | 1:12;66 | 1:21;55 | 1:02;76 |
| | Egerszegi Krisztina (HUN) | 4;42;53 | 2;13;18 | 2;31;66 | 2;30;35 | 1:04;21 | 1:08;97 | 1:22;69 | 1:06;66 |
| | Sabine Klenz (GER) | 4;43;78 | 2;15;78 | 2;33;48 | 2;28;00 | 1:04;64 | 1:11;14 | 1:22;34 | 1:05;66 |
| | Beatrice Coadă- Caslaru (ROU) | 4;44;91 | | | | | | | |
| | Lourdes Becerra (ESP) | 4;45;17 | | | | | | | |
| | Hana Netrefova (CZE) | 4;46;78 | | | | | | | |
| | Yseult Gervy (BEL) | 4;52;89 | | | | | | | |
| | Pavla Chrastova (CZE) | 4;56;23 | | | | | | | |
| 1992 Barcelona | Egerszegi Krisztina (HUN) | 4;36;54 | 2;21;41 | 2;29;39 | 2;24;13 | 1:03;84 | 1:08;57 | 1:20;82 | 1:03;31 |
| | Daniela Hunger (GER) | 4;47;57 | 2;19;51 | 2;37;07 | 2;28;06 | 1:06;05 | 1:13;46 | 1:23;61 | 1:04;45 |
| | Ewa Synowska (POL) | 4;53;32 | 2;21;97 | 2;39;53 | 2;31;35 | 1:04;69 | 1:17;28 | 1:22;25 | 1:09;10 |
| | Jana Haas (GER) | 4;47;74 | | | | | | | |
| | Silvia Parera (ESP) | 4;48;77 | | | | | | | |
| | Hana Netrefova (TCH) | 4;50;30 | | | | | | | |
| | Beatrice Coadă- Caslaru (ROU) | 4;50;60 | | | | | | | |

Table 2.c: Winning and split times of the European Championships 2000-2014 (women)

| Year | Gold Medalists | City | Time | Fly-Ba | Ba-Br | Br-Fr | Fly | Back | Breast | Free |
|------|----------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2014 | Hosszú Katinka (HUN) | Berlin | 4,31,03 | 2,07,71 | 2,26,56 | 2,23,32 | 1,00,39 | 1,07,32 | 1,19,24 | 1,04,08 |
| 2012 | Hosszú Katinka (HUN) | Debrecen | 4,33,76 | 2,12,49 | 2,28,97 | 2,21,27 | 1,02,38 | 1,10,11 | 1,18,86 | 1,02,41 |
| 2010 | Miley Hannah (GBR) | Budapest | 4,33,09 | 2,13,05 | 2,26,92 | 2,20,04 | 1,03,50 | 1,09,55 | 1,17,37 | 1,02,67 |
| 2008 | Flippi Alessia (ITA) | Eindhoven | 4,36,68 | 2,11,58 | 2,28,50 | 2,25,10 | 1,04,19 | 1,07,39 | 1,21,11 | 1,03,99 |
| 2006 | Flippi Alessia (ITA) | Budapest | 4,35,80 | 2,11,37 | 2,28,94 | 2,24,43 | 1,03,12 | 1,08,25 | 1,20,69 | 1,03,74 |
| 2004 | Klochkova Yana (UKR) | Madrid | 4,38,52 | 2,14,03 | 2,33,25 | 2,24,49 | 1,02,31 | 1,11,72 | 1,21,53 | 1,02,96 |
| 2002 | Klochkova Yana (UKR) | Berlin | 4,35,10 | 2,12,04 | 2,30,97 | 2,23,06 | 1,02,03 | 1,10,01 | 1,20,96 | 1,02,10 |
| 2000 | Klochkova Yana (UKR) | Helsinki | 4,39,78 | 2,13,83 | 2,32,78 | 2,25,95 | 1,03,10 | 1,10,73 | 1,22,05 | 1,03,90 |

Table 2.d: Winning times, average times of the finalists, times required for finals. (Women)

| European 2006-2014 | | Championship | |
|-----------------------|--------------|-------------------|--------------------------|
| | Winning time | Average finalists | Time required for finals |
| 2006 | 4:35,80 | 4:42,59 | 4:47,86 |
| 2008 | 4:36,68 | 4:40,90 | 4:45,08 |
| 2010 | 4:33,09 | 4:39,97 | 4:44,55 |
| 2012 | 4:33,76 | 4:41,80 | 4:49,31 |
| 2014 | 4:31,03 | 4:37,70 | 4:44,16 |



Swimming Science II

Table 3.a: Analysis of the results of the 400 meters individual medley overall ranking. (The first column contains the name of the swimmer, the second column contains the personal best for the swimmer. In the other columns 200, 100 meter split times are included for the analysis)

| All time ranking | time | FI-Ba | Ba-Br | Br-Fr | Fly | Back | Breast | Free |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tom , Dolan | 4.12.30 | 2.02.90 | 2.16.37 | 2.09.40 | 58,29 | 1.04.61 | 1.11.76 | 57,64 |
| Tamás Darnyi | 4.12.36 | 2.02.57 | 2.15.62 | 2.09.79 | 59,10 | 1.03.47 | 1.12.15 | 57,64 |
| Jani Sievinen | 4.13.29 | 2.03.11 | 2.17.94 | 2.10.18 | 57,64 | 1.05.47 | 1.12.50 | 57,68 |
| Eric Namesnik | 4.13.67 | 2.03.05 | 2.14.86 | 2.10.62 | 59,22 | 1.03.83 | 1.11.03 | 59,59 |
| Marcel Wouda | 4.15.38 | 2.04.50 | 2.16.96 | 2.10.88 | 58,68 | 1.05.82 | 1.11.14 | 59,74 |
| Dave Wharton | 4.15.93 | 2.05.49 | 2.20.90 | 2.10.44 | 57,8 | 1.07.69 | 1.13.21 | 57,23 |
| Patrick Kühl | 4.16.08 | 2.04.31 | 2.19.53 | 2.11.77 | 58,58 | 1.05.73 | 1.13.80 | 57,97 |
| Matthew Dunn | 4.16.11 | 2.05.61 | 2.19.14 | 2.10.50 | 58,71 | 1.06.90 | 1.12.24 | 58,26 |
| Curtis Myden | 4.16.28 | 2.04.04 | 2.18.41 | 2.12.24 | 58,04 | 1.06.00 | 1.12.41 | 59,83 |
| Luca Sacchi | 4.16.34 | 2.06.44 | 2.17.84 | 2.09.90 | 59,90 | 1.06.54 | 1.11.30 | 58,60 |
| Stefano Battistelli | 4.16.50 | 2.04.41 | 2.17.87 | 2.12.09 | 1.00.52 | 1.03.89 | 1.13.98 | 58,11 |
| Alex Baumann | 4.17.41 | 2.04.63 | 2.17.98 | 2.12.78 | 1.00.01 | 1.04.62 | 1.13.36 | 59,42 |
| József Szabó | 4.17.52 | 2.06.87 | 2.18.90 | 2.10.65 | 59,75 | 1.07.12 | 1.11.78 | 58,87 |
| Sergej Marinjuk | 4.17.71 | 2.04.85 | 2.17.98 | 2.16.86 | 59,12 | 1.05.73 | 1.12.25 | 1.00.61 |
| Christian Gessner | 4.17.88 | 2.06.75 | 2.21.07 | 2.11.13 | 59,62 | 1.07.13 | 1.13.94 | 57,19 |
| Rob Woodhouse | 4.18.05 | 2.05.59 | 2.20.23 | 2.12.46 | 59,55 | 1.06.04 | 1.14.19 | 58,27 |
| Jens-Peter Berndt | 4.18.29 | 2.04.05 | 2.20.62 | 2.14.24 | 58,76 | 1.05.29 | 1.14.73 | 59,51 |
| Marcin Malinski | 4.18.32 | 2.07.18 | 2.17.18 | 2.11.14 | 1.00.23 | 1.06.95 | 1.11.59 | 59,55 |
| Ricardo Prado | 4.18.45 | 2.02.90 | 2.20.38 | 2.15.55 | 58,82 | 1.04.08 | 1.16.30 | 59,25 |
| Tom Wilkens | 4.18.76 | 2.07.26 | 2.17.98 | 2.11.50 | 59,79 | 1.07.47 | 1.10.51 | 1.00.99 |
| Vadim Jaroschuk | 4.18.87 | 2.03.34 | 2.19.54 | 2.15.53 | 57,58 | 1.05.76 | 1.13.78 | 1.01.75 |
| Guoming Xiong | 4.19.03 | 2.04.65 | 2.20.15 | 2.14.38 | 58,58 | 1.06.07 | 1.14.08 | 1.00.30 |
| Steve Brown | 4.19.10 | 2.05.15 | 2.21.21 | 2.13.87 | 58,48 | 1.06.75 | 1.14.46 | 59,41 |
| Chadrin Carvin | 4.19.64 | 2.03.39 | 2.21.05 | 2.16.25 | 58,86 | 1.04.53 | 1.16.52 | 59,73 |
| Frederic Hviid | 4.19.68 | 2.07.77 | 2.19.66 | 2.11.91 | 1.00.62 | 1.07.15 | 1.12.51 | 59,40 |

Swimming Science II

Table 3.b: Analysis of the results of the 400 meters individual medley overall ranking. (The first column contains the name of the swimmer, the second column contains the personal best for the swimmer. The other columns present the ranks of the 100 meters split times of butterfly, backstroke, breaststroke and freestyle. 100 meters split times are included for the required analysis)

| European all time ranking | time | Fly | Back | Breast | Free | | | | |
|----------------------------------|-------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| 1 Hosszú Katinka | 4:30,31 | Risztov Éva | 1:01,44 | Willmott Aimee | 1:06,54 | Miley Hannah | 1:16,41 | Filippi Alessia | 1:00,89 |
| 2 Belmonte Garcia Mirela | 4:31,21 | Hosszú Katinka | 1:01,61 | Filippi Alessia | 1:07,44 | Willmott Aimee | 1:16,45 | Hosszú Katinka | 1:01,50 |
| 3 Miley Hannah | 4:31,76 | Klochova Yana | 1:01,62 | Hosszú Katinka | 1:07,68 | Belmonte Garcia Mirela | 1:17,79 | Belmonte Garcia Mirela | 1:01,63 |
| 4 Willmott Aimee | 4:33,01 | Belmonte Garcia Mirela | 1:01,99 | Jakabos Zsuzsanna | 1:09,58 | Martynova Yana | 1:18,50 | Risztov Éva | 1:02,79 |
| 5 Klochova Yana | 4:33,59 | Miley Hannah | 1:02,52 | Klochova Yana | 1:09,68 | Klochova Yana | 1:19,33 | Jakabos Zsuzsanna | 1:02,82 |
| 6 Filippi Alessia | 4:34,34 | Jakabos Zsuzsanna | 1:02,59 | Miley Hannah | 1:09,68 | Jakabos Zsuzsanna | 1:19,51 | Klochova Yana | 1:02,96 |
| 7 Jakabos Zsuzsanna | 4:34,50 | Willmott Aimee | 1:02,70 | Belmonte Garcia Mirela | 1:09,80 | Hosszú Katinka | 1:19,52 | Miley Hannah | 1:03,15 |
| 8 Schneider Petra | 4:36,10 | Martynova Yana | 1:03,32 | Risztov Éva | 1:09,95 | Filippi Alessia | 1:21,13 | Martynova Yana | 1:04,07 |
| 9 Risztov Éva | 4:36,17 | Filippi Alessia | 1:04,88 | Martynova Yana | 1:10,36 | Risztov Éva | 1:21,99 | Willmott Aimee | 1:05,32 |
| 10 Martynova Yana | 4:36,25 | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra |

Swimming Science II

Table 3.c: Analysis of the results of the 400 meters individual medley overall ranking. (The first column contains the name of the swimmer, the second column contains the personal best for the swimmer. The other columns present the 200 meters split time ranking. 200 meters split times are included for the required analysis)

| European all time rank. | time | Fly-Ba | Ba-Br | Br-Fr |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|
| 1 Hosszú Katinka | 4:30,31 Hosszú Katinka | 2:09,29Willmott Aimee | 2:24,99Belmonte Garcia Mirela | 2:19,42 |
| 2 Belmonte Garcia Mirela | 4:31,21 Willmott Aimee | 2:11,24Miley Hannah | 2:26,09Miley Hannah | 2:19,56 |
| 3 Miley Hannah | 4:31,33 Klochova Yana | 2:11,30Hosszú Katinka | 2:27,20Hosszú Katinka | 2:21,02 |
| 4 Willmott Aimee | 4:33,01 Risztov Éva | 2:11,39Belmonte Garcia Mirela | 2:27,59Willmott Aimee | 2:21,77 |
| 5 Klochova Yana | 4:33,59 Belmonte Garcia Mirela | 2:11,79Filippi Alessia | 2:28,57Filippi Alessia | 2:22,02 |
| 6 Filippi Alessia | 4:34,34 Jakabos Zsuzsanna | 2:12,17Martynova Yana | 2:28,86Klochova Yana | 2:22,29 |
| 7 Jakabos Zsuzsanna | 4:34,50 Miley Hannah | 2:12,20Klochova Yana | 2:29,01Jakabos Zsuzsanna | 2:22,33 |
| 8 Schneider Petra | 4:36,10 Filippi Alessia | 2:12,32Jakabos Zsuzsanna | 2:29,09Martynova Yana | 2:22,57 |
| 9 Risztov Éva | 4:36,17 Martynova Yana | 2:13,68Risztov Éva | 2:31,94Risztov Éva | 2:24,78 |
| 10 Martynova Yana | 4:36,25 Schneider Petra | Schneider Petra | Schneider Petra | |

**MASSIVE DATA ANALYSIS OF RESULTS PUBLISHED ON THE INTERNET:
APPLICATION TO SWIMMING AND WATER POLO**

Jose M. Saavedra

**Facultad de Ciencias del Deporte, AFIDES Research Group, Universidad de
Extremadura, Cáceres, Spain.**

ABSTRACT

The purpose of this paper was to show the methodology and some of the results of the studies applied to swimming and water polo by our research group (AFIDES Research Group) in association with colleagues from other universities. All the data were retrieved. The data were retrieved by one of the authors entered manually into a spreadsheet file. It was used different statistical analyses to study the data: Two-way ANOVA, eta-squared statistic or effect size, Pearson's simple correlation coefficient, multiple regression and chi-squared statistics or discriminant analysis. The main findings of these work are: (i) in individual medley swimmers, since for men the backstroke is the most determinant style for their final performance (medalists) in both the 200m and 400m, while for women it is that same style (backstroke) in the 200 m but freestyle in the 400m; (ii) the swimmers had shorter block times in their starts from the new starting platform with a back plate than with the old platform; (iii) for men the ideal block times for relays would be below 0.64, 0.80, and 0.66 seconds, and for women below 0.80, 0.94, and 0.75 seconds (in 4×100-m freestyle, 4×200-m freestyle, and 4×100-m medley relays, respectively).

Key Words: notational analysis, performance analysis, relay races, swimming start, water polo.

INTRODUCTION

A few years ago, the access to all kinds of information via the internet has generated a significant amount of data which are susceptible of analysis. The world of sport in general and of sports performance in particular have not been unaffected by this phenomenon. As a result, different lines of research based on the massive analysis of either public data or data which have been directly collected by researchers have emerged which attempt to delve into the knowledge of sport while creating practical applications which could be used by coaches when planning training and competitions.

An interesting recent development in studies of the game has been the application of the technique known as "notational analysis". If this analysis uses data from Web sites, it can be denominated "performance analysis". Basketball was one of the first sports in which this type of analysis was applied to – maybe because it was the first sport where game statistics were used (Sampaio & Janeira, 2003). Likewise, other team sports have began using this type of analysis: rugby (Ortega et al., 2009), volleyball (García-Hermoso et al., 2013), and football (Moura et al., 2014), among others. Thus, team performance can be studied according to game location (home/away), margins of victory (close games, unbalanced games, and very unbalanced games), championship standard (league or championship), and phase (preliminary, classificatory, and semi-final/ medals), among others.

As far as individual sports (running, kayaking...) are concerned, this kind of analysis has centred on optimal pacing strategy (Santos-Lorenzo et al., 2014). Likewise, similar studies, in which the differences between short-course and long-course pools (Wolfrum et al., 2013), the evolution of records (Costa et al., 2010), or the influence of pacing strategy in freestyle events (Cornett et al., 2014), among others, have been analysed, have been applied to swimming for a few years now. There are two leading research groups in this field at the international level. One is led by Beat Knechtle from the University of Zurich. The other is headed by José M. Saavedra, from the University of Extremadura, who, together with a group of researchers (Yolanda Escalante, Antonio García-Hermoso and Ana Domínguez) and in collaboration with Raúl Arellano, from the University of Granada, and Fernando Navarro, from the University of Castilla-La Mancha, has conducted several studies relating to pacing strategies in 200 and 400m individual races, exchange block time in swim starts and final performance in relay races or final performance and block times in international swimming championship 50 and 100m freestyle events.

On the other hand, the application of this type of analysis to water polo is recent too, the first study in this field being the one published by Escalante et al. (2011) Discriminatory power of water polo game-related statistics at the 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences* 29, 291-298. There are two main research groups in the field of game-related statistics analysis. The first group is headed by Corrado Lupo, from the University of Rome. The second group is led by Yolanda Escalante, from the University of Extremadura, who, with the help of the researchers José M. Saavedra, Antonio García-Hermoso and Ana Domínguez, alongside Victor Tella and Joaquín Madera, from the University of Valencia, and Mirella Mansilla, from the University of Alcalá de Henares, has studied game-related statistics according to sex, phase of championship (preliminary, classificatory, and semi-final/medals) and margins of victory (close games, unbalanced games, and very unbalanced games). In addition to the aforementioned universities, it is worth pointing out that the University of Porto (Ricardo Fernandes) and the University of Alcalá (Carmen Ferragut) also carry out this type of work.

Therefore, the purpose of this paper was to show the methodology and some of the results of the studies applied to swimming and water polo by our research group (AFIDES Research Group) in association with colleagues from other universities.

METHOD

All the data were retrieved from the websites of the corresponding championships, and are in the public domain. Therefore, informed consent was not obtained from swimmers or water polo players for the use of this information. The main website where we extract the data is <http://www.omegatiming>. Likewise we used the Web site of Championship. The data were retrieved by one of the authors entered manually into a spreadsheet file. They were then subjected to a random check by another of the authors in order to detect possible errors. After this, we used different statistical analyses to study the data: Two-way ANOVA, eta-squared statistic or effect size, Pearson's simple correlation coefficient, multiple regression and chi-squared statistics or discriminant analysis.

Pacing strategies in 200- and 400-m individual medley. [Saavedra, J.M., Escalante, Y., García-Hermoso, A., Arellano, R. & Navarro, F. (2012). A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26: 3289–3296. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318248aed5]

The purpose of this study was to ascertain the pacing strategies employed in 200-m and 400-m individual medley events, and which style was the most determinant for the final performance as a function of sex and classification in international competitions. Twenty-six international competitions covering a 12-year period (2000-2011) were analyzed retrospectively: Olympic Games, World Championships, European Championships, Commonwealth Games, Pan Pacific Games, U.S. Olympic Team Trials, and Australian Olympic Trials. The data corresponded to a total of 1643 swimmers' competition histories (821 men, 822 women). A two-way ANOVA (sex [2 levels: men, women] × classification [3 levels: 1st to 3rd, 4th to 8th, 9th to 16th]) was performed for each stroke (butterfly, backstroke, breaststroke, and freestyle). The Bonferroni *post-hoc* test was used to compare means. Pearson's simple correlation coefficient was used to determine correlations between the style (sections time) and the final performance (total time). The men employed a smaller percentage of their event times in the breaststroke than the women and a greater percentage in the freestyle in both the 200m and 400m distances, with the fastest style for both sexes being the butterfly. Considering only the medalists, in men (200m and 400m) the backstroke was the style that most determined their final performance, whereas in women it was the backstroke (200m) or freestyle (400m). It was concluded that in general the men apply a positive pacing strategy in the 200m and 400m individual medley events, while the women apply a negative pacing strategy. The practical application of the study is that it suggests the need for a differentiated approach in training men and women individual medley swimmers.

Practical applications.

The present results, based on the trends of the last twelve years, suggest that coaches need to apply a differentiated approach in training men and women individual medley swimmers, since for men the backstroke is the most determinant style for their final performance (medalists) in both the 200 m and 400 m, while for women it is that same style (backstroke) in the 200 m but freestyle in the 400 m. In a general form, the percentage distribution of times for the medalists could be as follows (rounded to one decimal place): in 200 m individual medley men (butterfly, backstroke, breaststroke, freestyle): 21.7% - 25.3% - 29.0% - 24.0% and women: 21.8% - 25.5% - 29.1% - 23.6%; in 400 m individual medley men: 22.8% - 25.5% - 28.5% - 23.2% and women: 22.6% - 25.3% - 29.4% - 22.7%. Coaches could use this distribution of percentages as a reference for training and competition. Simple spreadsheet calculations could be developed to obtain individual split times based on the swimmer's target time and the above percentages, taking the sex differences into account. These calculated split times provide a more precise orientation for specific pace training in the individual medley event. This training would need to include a breakdown of each swimming style combination involved with the corresponding specific turns so that the swimmer can gain a feeling for the real pace in the event despite the stroke change. However, it would of course be necessary to take into account the individual characteristics of each swimmer in their command of the four swimming styles. This situation is of particular importance for breaststroke specialists who would be able to attain very rapid times in this lap of the race in contrast to the rest of the individual medley participants who would be more evenly paced (and closer to the split proposed in the present paper). With respect to pacing strategies, coaches could focus on positive pacing, while not forgetting that the butterfly has to be as "aerobic" as possible, especially in the 400 m individual medley, to avoid small increases of intensity in this first section leading to the early appearance of fatigue processes.

Final performance and block times with the traditional and the new starting platforms in 50-m and 100-m freestyle events. [García-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Dominguez, A.M. & Saavedra, J.M. (2013). Relationship

between final performance and block times with the traditional and the new starting platforms in International Swimming Championship 50-m and 100-m freestyle events. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12: 698-706.]

The purpose of this study was to investigate the association between block time and final performance for each sex in 50-m and 100-m individual freestyle, distinguishing between classification (1st to 3rd, 4th to 8th, 9th to 16th) and type of starting platform (old and new) in international competitions. Twenty-six international competitions covering a 13-year period (2000-2012) were analyzed retrospectively. The data corresponded to a total of 1657 swimmers' competition histories. A two-way ANOVA (sex × classification) was performed for each event and starting platform with the Bonferroni post-hoc test, and another two-way ANOVA for sex and starting platform (sex × starting platform). Pearson's simple correlation coefficient was used to determine correlations between the block time and the final performance. Finally, a simple linear regression analysis was done between the final time and the block time for each sex and platform. The men had shorter starting block times than the women in both events and from both platforms. For 50-m event, medalists had shorter block times than semi-finalists with the old starting platforms. Block times were directly related to performance with the old starting platforms. With the new starting platforms, however, the relationship was inverse, notably in the women's 50-m event. The block time was related for final performance in the men's 50-m event with the old starting platform, but with the new platform it was critical only for the women's 50-m event.

Highlights. (i) The men had shorter block times than the women in both events and with both platforms; (ii) For both distances, the swimmers had shorter block times in their starts from the new starting platform with a back plate than with the old platform, (iii) For the 50-m event with the old starting platform, the medalists had shorter block times than the semi-finalists, (iv) The new starting platform block time was only determinant in the women's 50-m event and (v) In order to improve performance, specific training with the new platform with a back plate should be considered.

Exchange block time in swim starts and final performance in relay races.

[Saavedra, J.M., García-Hermoso, A., Escalante, Y., Dominguez, A.M., Arellano, R. & Navarro, F. (2014). Relationship between exchange block time in swim starts and final performance in relay races in international championships. *Journal of Sports Sciences*, 32: 1783-1789. DOI: 10.1080/02640414.2014.920099]

The purpose of this study was to investigate the association between relay exchange block time and final performance in 4×100-m and 4×200-m freestyle and 4×100-m medley relays as a function of sex (men and women) and classification (medalists and non-medalists) in international competitions. Nineteen international competitions covering a 13-year period (2000-2012) were analysed retrospectively. The data corresponded to a total of 827 team relay histories (407 men, 420 women). Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were performed to determine any differences by sex, classification, and event. Similarly, the relationship between the exchange block times and final performance was examined by means of a Pearson correlation analysis. In the three events, the men's exchange block times were shorter than those of the women ($\eta^2=0.049-0.109$; $p<0.001$). The exchange block time was especially relevant for the women's relay medalists in the 4×100-m freestyle ($r=0.306$, $p=0.021$) and 4×100-m medley ($r=0.385$, $p=0.011$), while for men the relationship was clearer for the non-medalists. These results suggest that the exchange block time should be considered to be one of the performance parameters of swimming relay starts, and thus included explicitly as part of training. In particular, the coach could design training targeted at standardizing an optimal exchange block time equal to or less than that expected for other teams in the competition.

Practical applications.

The present results could help understand the importance of exchange block times in international competitions. For example, multiple feedback methods can be used to improve relay exchange block times in training sessions. In this sense, the coach could design training targeted at standardizing an optimal exchange block time equal to or less than that expected for other teams in the competition. The coach would take as referents the average times of international competition medalists' block times to optimize the individual exchanges for each relay event. Also, at the end of each race, the official results are displayed, showing the final times and the block times. This information can be analysed immediately by the coach and the swimmers together for the following phases of the competition (with a particular view to the final). In particular, for men the ideal block times for relays would be below 0.64, 0.80, and 0.66 seconds, and for women below 0.80, 0.94, and 0.75 seconds (in 4×100-m freestyle, 4×200-m freestyle, and 4×100-m medley relays, respectively). An effort put into training for a standardized team relay exchange time, such as the mean of the out-placing teams' exchange times, may help the team place purely on the basis of their swimming performance rather than on their relay exchange times. The use of electronic or video feedback systems would be clearly beneficial for international swimmers. Targeted exchange times of around or even less than 0.15 s for safe, quick starts would be recommendable in training, and of around or less than 0.25 s for use when more conservative strategies are called for. Women have a greater margin for improvement than men, indicating the need for specific training in their starts. For women too, there is a clear relationship between exchange block time and final performance, especially in the 4×100 freestyle and 4×100 medley. So coaches of women's teams might consider training the exchanges in greater depth since this could lead to an objective improvement in performance relative to their rivals.

Water polo game-related statistics in 2008 Olympic Games [Escalante, Y., Saavedra, J.M., Mansilla, M. & Tella, V. (2011). Discriminatory power of water polo game-related statistics in 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 29: 291-298. DOI: 10.1080/02640414.2010.532230]

The aims of this study were (i) to compare water polo game-related statistics by context (winning and losing teams) and sex (men and women), and (ii) identify characteristics discriminating the performances for each sex. The game-related statistics of the 64 matches (44 male and 20 female) played in the final phase of the Olympic Games held in Beijing in 2008 were analyzed. Unpaired t-tests compared winners and losers and men and women, and confidence intervals and effect sizes of the differences were calculated. The results were subjected to a discriminant analysis to identify the differentiating game-related statistics of the winning and losing teams. The results showed the differences between winning and losing men's teams to be in both defence and offence, whereas in women's teams they were only in offence. In men there predominated passing (assists), aggressive play (exclusions), centre position effectiveness (centre shots), and goalkeeper defence (goalkeeper-blocked 5-m shots), while in women the play was more dynamic (possessions). The variable that most discriminated performance in men was goalkeeper-blocked shots, and in women shooting effectiveness (shots). These results should be useful for coaches to consider in planning training and competition.

Water polo game-related statistics in Women's International Championships [Escalante, Y., Saavedra, J.M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A. & Domínguez, A.M. (2012). Water polo game-related statistics in Women's International Championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11: 475-482]

The aims of this study were (i) to compare women's water polo game-related statistics by match outcome (winning and losing teams) and phase (preliminary, classificatory, and semi-final/bronze medal/gold medal), and (ii) identify characteristics that discriminate performances for each phase. The game-related statistics of the 124 women's matches played in five International Championships (World and European Championships) were analyzed. Differences between winning and losing teams in each phase were determined using the chi-squared. A discriminant analysis was then performed according to context in each of the three phases. It was found that the game-related statistics differentiate the winning from the losing teams in each phase of an international championship. The differentiating variables were both offensive (centre goals, power-play goals, counterattack goal, assists, offensive fouls, steals, blocked shots, and won sprints) and defensive (goalkeeper-blocked shots, goalkeeper-blocked inferiority shots, and goalkeeper-blocked 5-m shots). The discriminant analysis showed the game-related statistics to discriminate performance in all phases: preliminary, classificatory, and final phases (92%, 90%, and 83%, respectively). Two variables were discriminatory by match outcome (winning or losing teams) in all three phases: goals and goalkeeper-blocked shots.

Water polo game-related statistics in men in International Championships [Escalante, Y., Saavedra, J.M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A. & Dominguez, A.M. (2013). Differences and discriminatory power of water polo game related statistics in men in International Championships and their relationship with the phase of the competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27:893-901. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318260ed85].

The aims of this study were (i) to compare water polo game-related statistics by context (winning and losing teams) and phase (preliminary, classification, and semi-final/bronze medal/gold medal), and (ii) identify characteristics that discriminate performances for each phase. The game-related statistics of the 230 men's matches played in World Championships (2007, 2009, 2011) and European Championships (2008, 2010) were analyzed. Differences between contexts (winning or losing teams) in each phase (preliminary, classification, and semi-final/bronze medal/gold medal) were determined using the chi-squared statistic, also calculating the effect sizes of the differences. A discriminant analysis was then performed following the sample-splitting method according to context (winning and losing teams) in each of the three phases. It was found that the game-related statistics differentiate the winning from the losing teams in each phase of an international championship. The differentiating variables are both offensive and defensive, including: action shots, sprints, goalkeeper-blocked shots, and goalkeeper-blocked action shots. However, the number of discriminatory variables decreases as the phase becomes more demanding and the teams become more equally matched. The discriminant analysis showed the game-related statistics to discriminate performance in all phases (preliminary, classificatory, and semi-final/bronze medal/gold medal phase) with high percentages (91%, 90%, and 73% respectively). Again the model selected both defensive and offensive variables.

The study allows coaches and researchers to see that water polo game-related statistics in international competitions are different in each phase (preliminary phase, classificatory phase, and semi-final/bronze medal/gold medal phase) with there being a balance between offensive and defensive actions. Coaches and players can use these results as a referent against which to assess their performance and plan their team's training as appropriate for each phase of the championship. The variables that are most predictive of the outcome (winning vs losing teams) are: shots (preliminary and classificatory phase) and sprints (semi-final/bronze medal/gold medal phase). Two variables are predictive of the winning teams in the classificatory and final

phases: sprints and action shots. Finally, there was another distinguishing variable in the final phase – goalkeeper-blocked penalty shots.

This information can be of help to coaches both in their technical and tactical decision-making in the different phases of a competition and in individualizing players' training according to the physiological and conditioning requirements of the actions of the game that we have analyzed. Thus, the results suggest the need to develop swimming speed (initial sprint), shooting precision, throwing strength and speed (shot and action shot), and the goalkeeper's lower body power and anticipation (goalkeeper-blocked penalty shots). In particular, speed training could be in the form of short-duration heats, shooting training in situations with and without opponents, and goalkeeper training in the form of small amounts of high intensity exercises. Also, in the water the goalkeeper could use a load of around 8 kg hung on a cord attached to a scuba diver's belt (3×3×4 with 10 s recovery between repetitions, and 3 min between sets) so as to increase lower body power. Nonetheless, it is necessary to consider all the scientific information together in order to improve the process of training water polo players.

Winning and losing teams according to margin of victory [Saavedra, J.M., Escalante, Y., Madera, J., Mansilla, M. & García-Hermoso, A. (2014) Comparison of game-related statistics in men's international championships between winning and losing teams according to margin of victory in water polo. *Collegium Antropologicum*, 38 (in press)]

The aims of this study were (i) to compare water polo game-related statistics by game outcome (winning and losing teams) and margins of victory (close games, unbalanced games, and very unbalanced games), and (ii) to identify characteristics that mark the differences in performances for each group of margin of victory. The game-related statistics of the 308 men's matches played in seven International Championships (Olympic Games, World and European Championships) were analysed. A cluster analysis established three groups (close games, unbalanced games, and very unbalanced games) according to the margin of victory. Differences between game outcomes (winning or losing teams) and margins of victory (close, unbalanced, and very unbalanced games) were determined using the chi-squared statistic, also calculating the effect sizes of the differences. A discriminant analysis was then performed applying the sample-splitting method according to game outcome (winning and losing teams) by margin of victory. It was found that the game-related statistics differentiate the winning from the losing teams in each final score group, with 7 (offensive and defensive) variables differentiating winners from losers in close games, 16 in unbalanced games, and 11 in very unbalanced games. In all three types of game, the game-related statistics were shown to discriminate performance (85% or more), with two variables being discriminatory by game outcome (winning or losing teams) in all three cases: shots and goalkeeper-blocked shots.

REFERENCES

- Cornett, A., Brammer, C. & Stager, J. (2014). Current Controversy: Analysis of the 2013 FINA World Swimming Championships. *Medicine and Science Sports and Exercise*, Jul 7. [Epub ahead of print].
- Costa, J., Marinho, D.A., Reis, V., Silva, A.J., Marques, M., Bragada, J.A. & Barbosa, T.M. (2010) Tracking the performance of world-ranked swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9: 411-417.
- Escalante, Y., Saavedra, J.M., Mansilla, M. & Tella, V. (2011). Discriminatory power of water polo game-related statistics in 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 29: 291-298. DOI: 10.1080/02640414.2010.532230.

- Escalante, Y., Saavedra, J.M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A. & Dominguez, A.M. (2012). Water polo game-related statistics in Women's International Championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11: 475-482.
- Escalante, Y., Saavedra, J.M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A. & Dominguez, A.M. (2013). Differences and discriminatory power of water polo game-related statistics in men in International Championships and their relationship with the phase of the competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27:893-901. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318260ed85.
- García-Hermoso, A., Dávila-Romero, C. & Saavedra, J.M. (2013). Discriminatory power of game-related statistics in 14-15 year age group male volleyball according to set. *Perceptual and Motor Skills*, 116: 132-143. DOI: 10.2466/03.30.PMS.116.1.132-143.
- García-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Dominguez, A.M. & Saavedra, J.M. (2013). Relationship between final performance and block times with the traditional and the new starting platforms in International Swimming Championship 50-m and 100-m freestyle events. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12: 698-706
- Moura, F.A., Martins, L.E. & Cunha, S.A. (2014). Analysis of football game-related statistics using multivariate techniques. *Journal of Sports Sciences*, 17:1-7.
- Ortega, E., Villarejo, D., & Palao, J.M. (2009). Differences in game statistics between winning and losing rugby teams in the Six Nations Tournament. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8: 523–527.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., García-Hermoso, A., Arellano, R. & Navarro, F. (2012). A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26: 3289–3296. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318248aed5.
- Saavedra, J.M., García-Hermoso, A., Escalante, Y., Dominguez, A.M., Arellano, R. & Navarro, F. (2014). Relationship between exchange block time in swim starts and final performance in relay races in international championships. *Journal of Sports Sciences*, 32: 1783-1789. DOI: 10.1080/02640414.2014.920099.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., Madera, J., Mansilla, M. & García-Hermoso, A. (2014). Comparison of game-related statistics in men's international championships between winning and losing teams according to margin of victory in water polo. *Collegium Antropologicum*, 38 (in press).
- Sampaio, J. & Janeira, M. (2003). Statistical analyses of basketball team performance: Understanding teams wins and losses according to a different index of ball possessions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3: 40–49.
- Santos-Lozano, A., Collado, P.S., Foster, C., Lucia, A. & Garatachea, N. (2014). Influence of sex and level on marathon pacing strategy. Insights from the New York City Race. *International Journal Sports Medicine*, 35: 1–6.
- Wolfrum, M., Knechtle, B., Rüst, C.A., Rosemann, T. & Lepers, R. (2013). The effects of course length on freestyle swimming speed in elite female and male swimmers - a comparison of swimmers at national and international level. *Springerplus*, 1:643. doi: 10.1186/2193-1801-2-643.

ACKNOWLEDGMENTS

The studies was funding by Ministry of Education and Science (JC2007-00316) and the European Regional Development Fund (FEDER Fund) ("Una Manera de Hacer Europa") and the Autonomous Government of Extremadura (Gobierno de Extremadura) (GRU08118, GRU09159, GR10171, PO10012).

PREPARACIÓN PARALÍMPICA PARA PERSONAS CIEGAS Y DEFICIENTES VISUALES: CATEGORÍAS S11, S12 Y S13. ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.

José Luis Vaquero

Director Técnico de Natación de la Federación Española de Deportes para Ciegos.

RESUMEN

Entrenar a personas con discapacidad visual conlleva realizar diferentes adaptaciones a los métodos clásicos de entrenamiento, tanto desde el enfoque técnico, como desde el enfoque fisiológico. Con estas adaptaciones se pretende cubrir carencias que la ausencia de visión ha provocado en el desarrollo motriz, o provoca en el aprendizaje de los gestos técnicos, mejorando la capacidad del rendimiento en entrenamientos y competición. Principalmente enfocamos nuestro trabajo para perfeccionar el rendimiento técnico: aumentando la experiencia motriz, incrementando el feedback en cada sesión, optimizando las explicaciones con demostraciones táctiles, e insistiendo en que el deportista mantenga la concentración en todas las tareas técnicas. Para mejora el rendimiento físico en seco, utilizamos un gran abanico de métodos y medios que provoquen un desarrollo muscular integral. Para mejorar el rendimiento físico en el agua insistimos en la concentración en las tareas, que cada bloque de entrenamiento sea interiorizado y el nadador sea consciente, de para qué sirve el trabajo que está realizando y mantenga la intensidad requerida. Desde el punto de vista de la planificación optamos por un modelo mixto tradicional e inverso adaptado. Palabras clave: concentración, técnica, motricidad, feedback, experiencia, desarrollo.

INTRODUCCIÓN

Una persona sin el sentido de la visión, es una persona igual a las demás, en relación a la constitución física, morfológica, psicológica y de resto de estructuras.

La diferenciación surge en la formación y en el desarrollo del individuo con el paso de los años, ya que, la visión y la relación que ofrece ésta con el mundo exterior es determinante para el desarrollo integral.

Con respecto al deporte de la natación, las diferencias y posibles adaptaciones al entrenamiento y el rendimiento deportivo se deben a que la ausencia de visión provoca menores experiencias motrices y menor ejercitación de la condición física y se produce un sedentarismo involuntario que provoca menor desarrollo muscular localizado y que repercutirá a largo plazo en el aprendizaje de la técnica y en el rendimiento de cualquier deporte.

También se debe recordar que la natación se realiza en un elemento no natural para el ser humano, todo el desarrollo motor del hombre está evolutivamente dirigido al medio terrestre y desde los reflejos primarios hasta la motricidad autoiniciada se estructura para hacerla bajo el efecto de la gravedad y en bipedestación. Todos los gestos, movimientos que se hagan en el agua no están en la programación innata

del ser humano, y aún menos para conseguir una eficiencia propulsiva. Para aprender a nadar rápida y eficientemente, es necesario pasar por un proceso de aprendizaje, en donde los métodos más eficaces son la demostración y la posterior imitación de los modelos excelentes. Métodos que las personas ciegas no pueden utilizar.

Partiendo de esta premisa los entrenadores de natación para personas ciegas debemos desarrollar estrategias que aporten adecuados y eficientes estímulos para enseñar la técnica de los estilos de competición y el desarrollo de las capacidades condicionales.

Existen verdaderas diferencias desde este punto de vista según la persona sea: ciego congénito, con ceguera adquirida (y en que parte de su desarrollo se ha producido) y los deficientes visuales.

Estas diferencias influirán de manera clara en la forma de enseñar las habilidades motrices y en la forma de dirigir la intervención didáctica y el entrenamiento posteriormente.

Por estos motivos es importante tener en cuenta algunos aspectos sobre cuándo y en que intensidad una persona ha sufrido una disminución en la percepción visual.

Con el fin de intentar agrupar a las personas con disminución visual según el desarrollo y la competencia motriz, para enfocar adecuadamente la intervención didáctica en el medio acuático, se ha procedido a dividir en cinco grandes categorías a las personas con afectación visual:

- ciegos congénitos
- personas que han adquirido la ceguera antes de los seis años
- personas que han adquirido la ceguera después de los seis años
- deficientes visuales congénitos
- deficientes visuales adquiridos

La forma de canalizar los objetivos y nuestra intervención se verá mediatizada por las características motrices de cada uno de los cinco grupos, así como por los objetivos que pretendamos conseguir.

En este trabajo sólo haremos distinción entre deficientes visuales y ciegos totales. El primer grupo de deficientes visuales apenas requiere adaptaciones, por el contrario el segundo grupo de ciegos totales (independientemente de cuándo hayan adquirido la ceguera) son los que más adaptaciones requieren sobre los procesos estándar de entrenamiento.

El objetivo general que nos marcamos a largo plazo es el rendimiento deportivo por lo que todas las estrategias están enfocadas a mejorar las capacidades físicas y técnicas para conseguir buenas marcas.

Por lo tanto las adaptaciones que hacemos se pueden dividir en tres grandes bloques:

- Adaptaciones que buscan un objetivo técnico o biomecánico.
- Adaptaciones que buscan un objetivo físico o fisiológico.
- Adaptaciones en los modelos de planificación.

DEFICIENTES VISUALES

Este grupo de nadadores abarca las clases s12 y s13 y no requieren grandes adaptaciones al entrenamiento y la competición.

Existen muchos grados de deficiencia visual y muchas variables patologías visuales que afectan de muy diversas maneras al ojo humano. El espectro de capacidad visual en el segmento población de los deficientes visuales, es muy amplio como para describir en este trabajo todo tipo de lesiones y la capacidad visual del sujeto afectado y su repercusión en el rendimiento deportivo de la natación.

Por estos motivos solo nos centraremos, de una forma muy superficial, sobre dos aspectos de la capacidad visual: la agudeza visual y el campo de visión.

El campo de visión “Es el conjunto de lo que el ojo puede abarcar con un solo golpe de vista”. (Vicente, M.J. 2000). E. Faye (citado por Vicente, M.J. 2000) define el campo visual como: “la zona monocular desde los 60° en dirección nasal hasta los 100° en dirección temporal, que es visible sin mover el ojo”.

Se considera campo de visión reducido para poder participar en natación paralímpica cuando una persona tiene reducido el campo visual hasta un diámetro inferior o igual a los 40 grados.

La influencia del campo de visión en el entrenamiento y el rendimiento es bastante baja y aunque es preciso adaptar ciertos aspectos del entrenamiento, no requiere demasiada intervención. Debemos ser cuidadosos en las explicaciones, en controlar la orientación en los gimnasios y salas de musculación, en ayudar en los virajes, tienen dificultad para encontrar el reloj en la pared para ver los tiempos de entrenamiento, hay que tener en cuenta la organización en la calle de entrenamiento, no podrán leer rápidamente la pizarra del entrenamiento, tendrán bastantes dificultades para ver videos, etc.

La agudeza visual: se puede definir como el grado de resolución del ojo, es decir, la capacidad para discriminar entre dos estímulos visuales distintos. También es llamado el sentido de la forma, ya que es la facultad que tiene el ojo de percibir la figura y forma de los objetos, es decir el grado de aptitud del ojo para percibir los detalles espaciales.

La influencia de la agudeza visual en el entrenamiento y la competición es mucho más determinante que el campo de visión. Los nadadores con reducida agudeza visual perciben el entorno totalmente borroso, solo ven colores, bultos y reflejos.

Los nadadores con baja agudeza visual tienen dificultades para: entender las demostraciones, ver videos, orientarse en la calle de entrenamiento, hacer virajes, moverse por gimnasios y salas de musculación, reconocer personas, ver objetos que estén poco contrastados con el color del entorno, etc.

Estos nadadores, sí que precisan una atención más exclusiva, el aprendizaje de la técnica debe acompañarse, aparte de con demostraciones, con explicaciones y descripciones más exhaustivas. Pueden automatizar gestos erróneos rápidamente que son muy difíciles de erradicar.

El comportamiento en el rendimiento en los entrenamientos es similar al resto de nadadores, por el contrario en competición en algunos casos si necesitarán de un apoyo en los virajes y en los calentamientos.

Leonard Gallego, M (1992) describe algunos problemas que niños deficientes visuales severos presentan en relación con el entorno y el aprendizaje en la escuela inclusiva y que pueden reproducirse en la enseñanza de la natación en piscinas.

- El mundo se presenta desdibujado para estos niños, lo que provoca que sufran distorsiones sistemáticas de la realidad, lo que le lleva a una interpretación equivocada de esta.
- La percepción del entorno es analítica y secuencial, por lo que el niño tarda más tiempo en aprender.
- El desarrollo motor se ve dificultado, ya que necesita más tiempo para descubrir los objetos y manipularlos que un niño de visión normal.
- Tienen dificultades en la atención debido a que los estímulos pueden llegarle de una manera difusa.
- Como debe concentrarse más para captar los estímulos, suele presentar fatiga al mirar y prestar atención, más rápido que los niños videntes
- Encuentra dificultad para imitar conductas, gestos y juegos.
- Su autoimagen puede verse dañada
- No es el niño ideal esperado.
- Su actitud puede ser variable según las respuestas visuales que tenga.
- Es consciente de que muchas cosas del entorno se le escapan
- Puede haber alteraciones en la conducta en relación con los demás.
- Presenta dificultades para establecer el vínculo por falta de contacto visual y encuentra gran dificultad para ver y seguir a los otros niños, por lo que puede preferir ignorarlos.
- Son frecuentes los miedos, debidos a sombras y los ruidos pueden ser aterradores si se desconoce lo que los provoca.

CIEGOS TOTALES

Los ciegos o clase s11, son los nadadores que mayor número de adaptaciones al entrenamiento y a la competición tienen con relación a los nadadores con visión normal.

Se dice que una persona es ciega cuando sólo tiene percepción de la luz, sin proyección, o aquélla que carece totalmente de visión independientemente de si esta carencia es debida a lesiones del ojo o del sistema nervioso que une el ojo con el cerebro o problemas de cerebro (González, L. 1990).

En la clase s11 se incluyen nadadores que no ven absolutamente nada hasta personas que pueden ver luces, colores y bultos, pero que no aportan funcionalidad para la movilidad y la orientación y deben utilizar elementos para desplazarse y necesitan educación sensorial especial para aprovechar el resto de sentidos.

Características generales de los ciegos con relación a la práctica de la natación de competición.

No existe aprendizaje por imitación. La mayoría de las personas aprendemos a nadar, rudimentariamente primero, gracias a las indicaciones de los monitores y a la imitación de lo que vemos hacer a otras personas que saben nadar.

En el caso de la natación de competición el aprendizaje debe estar enfocado a la norma de cada estilo y a la eficiencia del gesto técnico. Este aprendizaje se realiza mediante la aplicación de los diferentes modelos de enseñanza, las descripciones, las demostraciones, el feedback en sus diferentes variantes y en la imitación. La mayoría de entrenadores utilizamos modelos para que nuestros pupilos mejoren su técnica, ya sea mediante la demostración del mejor nadador del club o con videos de

grandes nadadores, para que imiten los gestos acompañados con el feedback que les transmitimos.

En personas ciegas la imitación no existe en ningún nivel del aprendizaje, no pueden hacer lo que otra persona ejecuta porque no perciben ni parte, ni la globalidad del gesto, aunque si pueden percibir, mediante el tacto, parte del gesto mediante la demostración fuera o dentro del agua.

En personas que han adquirido la ceguera, aunque no puedan imitar algo que no ven, siempre pueden recurrir a recuerdos visuales vividos y el aprendizaje resulta más sencillo.

Los ciegos aprenden por experiencia. El aprendizaje de cualquier deporte tiene como base la experiencia, pero siempre está apoyada por las descripciones, explicaciones, demostraciones, la imitación y sobre todo el feedback.

El feedback es una de las herramientas más útiles del entrenador para conseguir que las habilidades se aprendan adecuadamente, tanto en videntes como en ciegos.

El feedback tiene un carácter plenamente individual en estos casos, ya que con él se informará al alumno sobre aspectos individuales y específicos de su ejecución técnica.

En la bibliografía consultada se hace distinción de dos tipos de feedback: el intrínseco y el extrínseco.

El feedback intrínseco se define como: como aquella información sensorial que recibe el sujeto generada por su propio movimiento y que puede ser recibida del exterior del sujeto mediante la vista, tacto, olfato y oído, o que sea interior al sujeto captada por los mecanismos sensoriales propioceptivos. (Ruiz Pérez, L.M. Sánchez Bañuelos, F. 1995).

Los ciegos aprenden por explicaciones. El uso del lenguaje en el entrenamiento de ciegos es fundamental, conectar con el deportista mediante la explicación es la herramienta habitual de trabajo para el entrenador. Este debe aprender que palabras y que expresiones entiende el deportista para poder comunicar toda la información de un gesto técnico.

El feedback extrínseco es definido como: toda aquella información que es adquirida por el sujeto en referencia a su movimiento, por cualquier medio ajeno a la propia información sensorial que recibe como consecuencia de la realización del mismo. La procedencia más común para recibir información de este tipo en el entrenamiento deportivo es el entrenador. (Ruiz Pérez, L.M. Sánchez Bañuelos, F. 1995).

Cuando el feedback extrínseco proviene del entrenador se denomina suplementario, aumentado.

El entrenador a utilizar el feedback extrínseco como intervención didáctica, puede ofrecer dos tipos de información en función de las características cuantitativas o cualitativas de la información, de esta forma el entrenador puede proporcionar: el conocimiento de los resultados, o el conocimiento de la ejecución.

El conocimiento de la ejecución mediante la explicación es la forma habitual de mejorar la técnica del nadador, entendiéndose por explicación: el conjunto de razonamientos sencillos y centrados en una parte concreta del movimiento, que

fundamente, prueben y evidencien el motivo de por qué se debe hacer así la ejecución del citado movimiento. Todo ello con el lenguaje que el nadador entienda.

Pese a todo, es probable que el deportista desconozca la realidad global que le explicamos, por eso debemos asegurarnos que ha interiorizado lo que le queremos transmitir.

Menor desarrollo motor. La mayoría las personas ciegas tienen un desarrollo motor deficitario, sobre todo los ciegos innatos. La menor experiencia motriz de estas personas en sus primeros años de vida y en la infancia debido al sedentarismo y la falta de motivación para la exploración que provoca la ceguera, hace que estas personas no hayan experimentado con el movimiento en etapas del desarrollo donde la exploración y el movimiento es sumamente importante. Estas carencias motrices provocan que no comprendan la globalidad y el ritmo de los movimientos.

Desadaptación al medio acuático. Como se ha citado anteriormente el hombre no está diseñado para desplazarse en el agua, es un elemento al que nos tenemos que adaptar. Todos los nadadores después de un periodo de descanso en sus primeros largos de entrenamiento sienten que no “cogen” agua, tragan agua en la respiración, se quedan “colgados” en los virajes, etc., todos nos desadaptamos después de un periodo de no práctica. Cuanto mejor es el nadador más rápido vuelve sentir sensaciones y a fluir en el medio acuático.

Con el sentido cenestésico y el sentido de la vista los nadadores van adquiriendo la habilidad para moverse eficientemente en el agua, sintiendo su propio cuerpo en el medio acuático, viendo el movimiento de sus segmentos corporales y viendo el movimiento de su cuerpo con relación al fondo o la corchera, y viendo a la técnica de otros nadadores y del movimiento de estos con relación a él. La mayoría de estos procesos son inconscientes y los nadadores no saben que los están realizando.

Los nadadores ciegos pasan por los mismos tramites los primeros días de entrenamiento, pero tardan un poco más en adquirir la fluidez que los nadadores con visión.

Lo que hemos observado, es que por muy corto que sea el período de no práctica (un fin de semana) el nadador ciego, se desadapta rápidamente y vuelve a nadar mal y necesita dos o tres sesiones para volver a fluir en el agua.

Pensamos que la ausencia de visión, provoca esta desadaptación, la información visual del desplazamiento, del movimiento de los segmentos corporales y el movimiento de los compañeros nadando son informaciones más potentes que el sentido cenestésico, para ofrecer un buen feedback.

ADAPTACIONES QUE BUSCAN UN OBJETIVO TÉCNICO O BIOMECÁNICO

Adaptaciones para mejorar la técnica a las características mencionadas.

Como no existe aprendizaje por imitación en las personas ciegas debemos recurrir a explicaciones con demostraciones táctiles dentro del agua. Es muy complicado percibir la globalidad de un movimiento deportivo si no es por el sentido de la visión. ¿Cómo podemos enseñar una salida de competición a un ciego? ¿cómo percibirá la globalidad del salto, la posición del cuerpo en el aire, la entrada y el deslizamiento?

El modelo que utilizamos es realizar progresiones analíticas para salidas y virajes. Progresiones muy estratificadas y lentas con muchos y pequeños pasos hasta que consiguen realizar un salto o un viraje óptimo.

Para enseñar los estilos comenzamos por el nado global, para que adquieran sentido rítmico del nado, y una vez adquirido, para mejorar aspectos concretos de la brazada o del movimiento de piernas utilizamos el trabajo analítico que incida en el gesto que queremos mejorar.

Por supuesto realizar muchas experiencias motrices es fundamental. Dedicamos mucho tiempo al trabajo de habilidades en el medio acuático, desplazamientos cruzando estilos de nado, desplazamientos en diferentes planos, desplazamientos con material de flotación, equilibrios, giros, saltos, etc., es decir, trabajamos mucho las habilidades y destrezas básicas en el medio acuático.

Con este tipo de tareas buscamos un mayor desarrollo motor con gran riqueza en gestos y no solo nadar a los estilos reglados. En definitiva buscamos que el nadador comprenda el medio acuático y sea capaz de solucionar todo tipo de habilidades motrices.

Es fundamental que dentro del agua adquieran una gran agilidad, pero fuera del agua también trabajamos gran cantidad de tareas que mejoren: su agilidad, la fuerza básica general, la elasticidad, el core, etc. Una herramienta fundamental para el trabajo en seco con invidentes es el fitball. Realizamos gran cantidad de tareas que requieran mejorar el equilibrio, la amplitud articular, la agilidad, la coordinación y la orientación con el balón gigante.

Un aspecto sumamente importante en cualquier momento de la formación deportiva de personas ciegas y independientemente del cual sea el objetivo, es captar la atención de nadador. El pensamiento tiene que estar en la tarea, no nos vale para nada hacer repeticiones de una tarea si el deportista no está pensando en lo que está haciendo.

Es una estrategia para que el nadador ciego adquiera la “imagen del movimiento” que está ejecutando, sea consciente de cómo y que está haciendo su cuerpo. Desde la tarea más simple en un calentamiento, hasta el ejercicio más complicado con un fitball y un TRX, el nadador debe pensar en lo que hace y donde están todas las partes de su cuerpo, que tensión deben tener sus músculos y que posición tiene en el espacio.

Para mejorar la sensibilidad y el conocimiento de los movimientos que realizan en el agua utilizamos material adaptado, por ejemplo palas lastradas que les informen de recobro, tabla lastrada que se hundan para controlar la tensión de los brazos haciendo ejercicios de piernas o nados subacuáticos, palas que floten mucho (palas húngaras) para que tengan mayor información sobre las tensiones que deben hacer bajo el agua en las trayectorias de los movimientos. También hacemos trabajo con fitball dentro de agua como elemento de superflotación.

Hemos hablado del pensamiento en la ejecución de los ejercicios en seco, pero en el agua es fundamental que nos nadadores realicen “entrenamiento consciente”. Cualquier nadador de cualquier nivel, llega a un momento durante el entrenamiento, que pese a mantener la técnica adecuadamente, mantener los ritmos de las series, estar orientado en la calle, hacer los virajes correctamente, etc., no piensa en lo que hace y su pensamiento se ha desplazado a cualquier otro lugar, recuerdo, futuro, etc., y continua haciendo la tarea correctamente y sus ritmos de nado son los

exigidos. Esto es debido, a que la información visual que recibe, le permite que su cerebro en un segundo plano ordene la ejecución correcta a un comportamiento automatizado. Un ejemplo extrapolable es: cuantas veces hemos conducido nuestro vehículo desde el trabajo a casa, y si recapacitamos, no sabemos como hemos llegado.

Los nadadores ciegos, cuando dejan en un segundo plano del pensamiento, la tarea deportiva automatizada, para pensar conscientemente en otra cosa, pierden la coordinación, pierden el ritmo de ejecución, la eficiencia de los gestos, la orientación, etc.. Es muy común que un nadador ciego frente a una tarea dura y larga (test de 3000), varíe mucho los pases de cada 100 mts. Cuando deja de pensar en lo que está haciendo, los tiempos suben y suben hasta que es consciente de que no está totalmente metido en la tarea y vuelve a retomar el ritmo. Por este motivo es imprescindible que siempre sean conscientes de lo que están haciendo, pensando en la tarea, en los gestos, en la posición del cuerpo en el agua, en la coordinación global y en el esfuerzo que se les requiere. En caso contrario, es posible, que pese a cumplimentar todas las repeticiones y metros que se le exijan en un entrenamiento no haya conseguido el objetivo marcado para esa sesión, ya que habrá entrenado bajo otra ruta metabólica.

ADAPTACIONES QUE BUSCAN UN OBJETIVO FÍSICO O FISIOLÓGICO

En seco

Anteriormente se ha comentado que los nadadores ciegos necesitan realizar mucho trabajo de desarrollo general, en primer lugar para eliminar pequeñas hipotrofias localizadas que son provocadas por la ausencia de visión continuada desde el nacimiento, en segundo lugar para desarrollar de una forma armoniosa toda la musculatura y en tercer lugar para mejorar el desarrollo motriz.

Dedicamos mucho tiempo a la preparación física en seco durante toda la temporada, sacrificando, en algunos casos, tiempo y desgaste físico del trabajo en agua para dedicarlo al entrenamiento en seco.

Antes de cada sesión de agua, realizamos circuitos de 30 a 45 minutos con diferentes enfoques, materiales y objetivos. Cuando el nadador ciego entra en el agua ya ha realizado un buen trabajo físico general.

Principalmente los circuitos son de autocarga, con gomas, con el fitball, con mancuernas o barras, etc.

Los objetivos de los circuitos, aparte de calentar bien, son: amplitud articular, desarrollo abdominal, trabajo de compensación, mejora del core, desarrollo de la agilidad, mejora de la fuerza básica general, etc.

El trabajo en seco previo al entrenamiento en el agua va variando durante la temporada en función del objetivo del mesociclo y de la sesión de entrenamiento en agua.

La distribución del trabajo en seco más específico durante la temporada y realizado después del agua sería:

Primeras tres a cinco semanas, circuitos mixtos autocarga - aeróbicos, circuito requisitos previos (abdominales, hombros y agilidad) que mantendremos toda la temporada. Circuitos de resistencia de fuerza de compensación con gomas. Trabajo

isométrico específico en bancos isocinéticos marcando cada fase de tracción con una contracción isométrica durante 10 a 20 segundos repetido 2 a 4 veces.

De cuatro a cinco semanas: circuitos de fuerza básica con autocarga y dosis fija con gran variedad de ejercicios, circuitos con TRX sobre balones de fitball de dosis fija, circuitos generales con un disco de 10 a 20 kg, de dosis fija sobre balones de fitball.

De cinco a seis semanas realizamos un trabajo de fuerza máxima y submáxima con ejercicios que involucren grandes grupos musculares, con máquinas o cargas libres dependiendo del estímulo que se quiera dar y de la experiencia del nadador. Después de algunas sesiones de fuerza máxima hacemos una sesión de velocidad o eficiencia de nado anaeróbica aláctica (nadar a velocidad de prueba con los mínimos ciclos)

Continuamos de tres a cuatro semanas circuitos de fuerza específica por tiempo controlado simulando series rotas en el VASA, con ejercicios generales y específicos. Y circuitos de resistencia de fuerza específica con gomas en el fitball.

En el segundo ciclo de la temporada cuando encaramos la competición internacional principal y donde no hay que realizar ya unas semanas de adaptación al entrenamiento comenzamos haciendo algunas sesiones de recordatorio de Fuerza General Básica de Acondicionamiento para en dos o tres semanas dar otro estímulo de fuerza máxima con una duración de 3 a 5 semanas.

Durante este periodo (3 a 5 semanas), realizamos también un trabajo de fuerza dentro del agua con balones de fitball que busca desarrollar la Fuerza Específica con Transferencia para la Eficiencia de Nado, mediante ejercicios de subir a un balón de fitball dentro del agua de 10 a 15 veces en un largo de 50 mts. ayudado con aletas para inmediatamente hacer 4 x 50 nadando con los mínimos ciclos buscando diferentes objetivos (potencia aeróbica o anaeróbica) pero siempre buscando una base neuromuscular técnica.

Otra estrategia que utilizamos consiste en realizar trabajo de fuerza isométrica específica (técnica) buscando marcar las rutas neurológicas del gesto técnico, para posteriormente aplicar un trabajo de resistencia elástica e inmediatamente un entrenamiento de alta intensidad de esfuerzo en el agua y de gran concentración técnica para buscar la transferencia de la fuerza y la elasticidad al gesto técnico específico de gran calidad. En primer lugar hacemos un calentamiento con balones de fitball: 12 ejercicios, 10 repeticiones cada ejercicio, seguido de un trabajo de core y fuerza específica sobre balones de fitball: 10 ejercicios 20" o 20 repeticiones cada ejercicio. Después los nadadores hacen un trabajo de fuerza isométrica en el banco biokinético: 4 fases de la tracción 6 x 10" cada fase/20" descanso ej: 6 x 10"/20" agarre crol barrido hacia abajo afuera. Y para terminar un trabajo de elasticidad: 2 o 3 ejercicios de cada grupo muscular implicado en la tracción de la brazada, 20 repeticiones cada ejercicio. Una terminado en entrenamiento en seco hacemos un trabajo en el agua para buscar la transferencia con un volumen total de 3500 mts. haciendo unos 1000 a 1500 a alta intensidad (potencia glucolítica, capacidad glucolítica y potencia aeróbica) siempre intentando nadar con los mínimos ciclos manteniendo la velocidad en cada ruta. Este trabajo es muy exigente y solo lo hacemos 2 veces por semana en 3 a 4 semanas.

En agua

La principal característica adaptativa que hacemos en el trabajo en el agua es la exigencia total atención a cada tarea que hacen. Es decir, el nadador debe ser consciente de lo hace en cada largo de las sesión de entrenamiento y les exigimos un altísimos grado de concentración.

Por este motivo las sesiones no son de gran volumen y los bloques de trabajo no son muy extensivos. Por el contrario buscamos bloques de entrenamientos relativamente cortos pero con mucha exigencia mental sobre la tarea.

Intentamos que nuestros nadadores hagan muchas sesiones por semana con volúmenes medios a bajos por sesión. Es normal que en momentos previos antes de una competición hagamos 10 sesiones por semana.

Durante toda la temporada trabajamos la velocidad desde varios enfoques:

- máxima frecuencia de ciclo para que se produzca un gran trabajo neuromuscular,
- potencia de ciclo, donde se busca que el nadador aplique mucha fuerza para conseguir realizar muy buena marca en 20 ó 25 metros.
- eficiencia anaeróbica aláctica, queremos que naden a máxima velocidad pero con los mínimos ciclos.
- ritmo de prueba donde buscamos que el nadador tenga buenas sensaciones, tiene prioridad las sensaciones sobre el tiempo.

El trabajo de eficiencia de nado para cada ruta metabólica es otra adaptación que realizamos a los entrenamientos clásicos. Durante la temporada nuestros nadadores hacen un porcentaje alto del volumen nadando de una manera eficiente, es decir con los mínimos ciclos, para que se produzca un trabajo de resistencia de fuerza específica. Este entrenamiento consiste en realizar cualquier tarea en cualquier ruta metabólica pero intentando hacer los mínimos ciclos posibles por largo manteniendo el tiempo al que debe nadar en esa distancia.

ADAPTACIONES EN LOS MODELOS DE PLANIFICACIÓN

Partiendo de la base de que las personas ciegas se desadaptan muy rápido del medio acuático y en poco tiempo de no práctica, no consiguen nadar eficientemente, parte de la estrategia de la planificación estará enfocada a que naden correctamente desde el primer momento y mantengan la eficiencia durante toda la temporada, aunque las cargas de trabajo modifiquen la condición física a lo largo del año.

No hacemos modelos clásicos de planificación, adaptamos modelos de planificación a las características de nuestros nadadores. Normalmente hacemos dos o tres ciclos en la temporada. El primero finaliza con el cto. De España de Autonomías en el mes de marzo y buscamos que nuestros nadadores consigan la mínima para el campeonato principal (europeo, mundial o Juegos Paralímpicos). Si consiguen la mínima hacemos un ciclo más hasta la competición final sin preparar el campeonato de España de clubes que se celebra normalmente en junio. En caso contrario hacemos mesociclos integrados que coincidan con alguna competición importante donde intentar conseguir la marca mínima.

En una temporada tipo, la primera parte tenemos como objetivo principal que nuestros nadadores empiecen a nadar técnicamente bien, desde la segunda semana y que sean lo más eficientes posibles. Aprovechando que están descansados después de las vacaciones, nuestra estrategia es comenzar con trabajo de velocidad y eficiencia de nado intentando que en poco tiempo naden igual de bien que al final de la temporada pasada y que se acerquen todo lo posible a tiempos de puesta a punto en 25 mts. Es un trabajo estratégico de reclutamiento neuromuscular sin buscar la mejora aeróbica. También hacemos un trabajo de fuerza leve, general y profiláctica. Para buscar un punto de resistencia hacemos bloques de repeticiones de 50 ó 100 mts con poco descanso y con un volumen de 500 a 1000 mts. en cada tarea. El principal objetivo es que naden rápido y bien.

Una vez conseguido este estado de forma en un mes o mes y medio, enfocamos la planificación a un modelo más convencional y tradicional trabajando muchas capacidades juntas y haciendo grandes volúmenes para desarrollar la resistencia de base, pero insistimos en que cada metro lo naden de la mejor posible. No dejaremos de hacer trabajo de velocidad técnica y eficiencia de nado. Justo antes o durante las navidades llegamos al máximo volumen del primer ciclo.

Después de navidades enfocamos la parte específica del primer ciclo utilizando un modelo de planificación inversa modificada de unas 12 a 14 semanas con tres mesociclos de unas 3-4 semanas cada uno. El primero de desarrollo de la fuerza máxima y la potencia aeróbica. El segundo de desarrollo de la fuerza específica y la resistencia de prueba (potencia aeróbica o anaeróbica). Y el tercer mesociclo es de puesta a punto para la competición principal.

En el segundo ciclo es mucho más específico y está enfocado a desarrollar las capacidades que serán necesarias en la prueba sin buscar un base general.

Normalmente utilizamos mesociclos integrados de 3 a 5 semanas, dependiendo de los objetivos de cada nadador con su especialidad. Si el campeonato principal internacional se celebra en julio, apenas quedarán 18 a 20 semanas desde la finalización del primer ciclo de la temporada. Para comenzar realizamos un mesociclo de fuerza – velocidad – mantenimiento aeróbico como objetivos principales. Seguido de otro de mantenimiento y transformación de la fuerza – potencia aeróbica – velocidad resistencia. Uno de desarrollo anaeróbico y fuerza específica, para terminar con un mesociclo último de puesta a punto.

En caso de la competición principal se celebre en Septiembre (como suele ocurrir en los juegos Paralímpicos) hacemos un tercer ciclo. El segundo lo finalizamos en el campeonato de España en el mes de junio. Este último ciclo solemos incluir una concentración en altura en el CAR de Sierra Nevada de 21 días mínimo. Con esta concentración lo que buscamos es dar a los nadadores un estímulo aeróbico específico muy importante para que los efectos del entrenamiento en altura, coincidan con la primera subida de la forma, aprovechándola para realizar una segunda concentración a nivel del mar con objetivo de desarrollo de la potencia aeróbica específica de la prueba. La tercera vez que sube la forma gracias al estímulo de la altura coincide con los juegos.

Esquema de la temporada:

Primer ciclo.

Principio temporada septiembre octubre:

Seco: resistencia de fuerza básica – requisitos previos de condición física – agilidad
Agua: aeróbico medio distancias cortas – técnica velocidad – eficiencia de nado –
Volúmenes bajos 3000 – 4000 por sesión – 6 a 8 sesiones por semana –

Principio temporada noviembre diciembre:

Seco: fuerza básica autocarga – fuerza TRX – fuerza pesa
Agua: capacidad aeróbica (aeróbico medio distancias medias largas) – técnica velocidad – eficiencia de nado (aeróbico medio)
Volúmenes altos : 5000 – 6000 por sesión – 9 a 12 sesiones por semana
Concentraciones en altura

Enero – febrero

Seco: fuerza máxima

Agua: potencia aeróbica – eficiencia a potencia aeróbica – técnica velocidad –
Volúmenes: medios 4000 – 5500 por sesión – 8 a 10 sesiones por semana.

Marzo

Seco: fuerza específica – resistencia de fuerza específica

Agua: capacidad y potencia glucolítica – eficiencia ritmo prueba – técnica velocidad a ritmo de prueba.

Volúmenes: medios bajos 4000 – 3000 por sesión – 8 a 10 sesiones por semana.

Segundo ciclo.

Marzo – abril

Seco: desarrollo de la fuerza máxima – fuerza elástica

Agua: capacidad y potencia aeróbica – eficiencia de nado – máxima frecuencia – potencia de ciclo

Volúmenes: medios 3500 – 5000 por sesión – 8 a 10 sesiones por semana

Junio – julio - agosto

Seco: mantenimiento de la fuerza – fuerza específica – resistencia de fuerza específica

Agua: mantenimiento aeróbico (capacidad y potencia) - potencia glucolítica – ritmo de prueba – eficiencia aláctica

Volúmenes: bajos medios 2500 – 3500 por sesión - 8 a 10 sesiones semana

CONCLUSIONES

Entrenar a personas ciegas, no supone un cambio radical en los sistemas que se emplean con personas sin discapacidad, pero si es preciso realizar una serie de adaptaciones para obtener el máximo rendimiento.

Las personas ciegas aprenden la técnica de nado de manera diferente a las personas con visión normal. Aprenden más despacio, ya que el sistema de adquirir la información para el aprendizaje no es tan potente como la vista. El aprendizaje se produce gracias a las demostraciones táctiles y las descripciones y explicaciones. Es imprescindible ofrecer mucho feedback a estos nadadores.

Respecto a condición física precisan mayores estímulos, y que estos sean ofertados de una forma continuada. Debido a la ceguera, el desarrollo motor y físico no está tan marcado como en personas con visión normal, a causa de que durante el desarrollo no han tenido tantas experiencias y estímulos motrices como los normovidentes. Por este motivo hay que dedicar más tiempo a realizar tareas básicas que no utilizaríamos para nadadores convencionales. El trabajo en seco es fundamental para aportar a los nadadores ciegos una buena base muscular que les permita moverse con agilidad y fuerza en el agua y evitar lesiones.

En el medio acuático, es fundamental que el nadador invidente sea consciente de cada metro que nade, intentaremos que no pierda la atención en la tarea que está haciendo, ya que comenzará a nadar mal, bajará los ritmos de nado y no trabajará la musculatura de competición a la intensidad adecuada.

Debemos ser muy exigentes con la técnica de nado de estos deportistas y deberemos permitir que cometan errores, pues es muy posible que automaticen antes que las personas con visión normal.

Respecto a la planificación, como adaptación más clara es el inicio de temporada no realizamos el clásico entrenamiento de distancias largas a intensidades bajas. Si nuestros nadadores hicieran este tipo de trabajo típico, comenzarían a nadar muy mal “arrastrándose” por el agua. Por este motivo comenzamos la temporada

trabajando la velocidad, la técnica a velocidad y la fuerza básica, tocando levemente la resistencia con repeticiones cortas de 50 mts y descansos medios, pero insistiendo en que naden muy bien.

Trabajando con estos modelos hemos conseguido que nuestros nadadores hayan ganado 70 medallas (16 oros, 25 platas y 29 bronces) desde los Juegos Paralímpicos de Seúl 88 hasta la fecha.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnaiz Sánchez, P. Deficiencias visuales y psicomotricidad: teoría y práctica. Edita ONCE, Sección de Cultura. Madrid, 1994.
- Allen, J.H. Manual de las enfermedades de los ojos. Salvat Editores, S.A. Barcelona 1979.
- Corraze J. Las bases neurofisiológicas del movimiento. Editorial Paidotribo. Colección psicomotricidad. Barcelona, 1988.
- Delgado Noguera, M.A. Pedagogía aplicada al deporte. Texto del Curso de Acceso al Master en Alto Rendimiento Deportivo. Comité Olímpico Español. Centro Olímpico de Estudios Superiores. Madrid, 1993.
- Fraiberg, S. Niños Ciegos. La deficiencia visual y el desarrollo inicial de la personalidad. Instituto Nacional de Servicios Sociales. Colección Rehabilitación. 1982. Madrid. .
- Gosálvez, M. Joven, A. Natación y sus especialidades deportivas. La actividad física y deportiva extraescolar en los centros educativos. Edita: Consejo Superior de Deportes. Madrid, 1997.
- Gonzalez García, L. Psicomotricidad para deficientes visuales (4-7 años). Salamanca, 1990.
- Millar. S. La Comprensión y la representación del espacio. Teoría y evidencia a partir de estudios con niños ciegos y videntes. Colección Manuales. Edita ONCE, Departamento de Servicios Sociales para Afiliados. Sección de Educación. Madrid 1997.
- Marcos Robles, Manuel. Percepción Visual y Ceguera. Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual. Serie Manuales. Volumen I. Edita ONCE. Madrid 2000.
- Navarro, F. Oca, A. Rivas, A. Planificación del entrenamiento y su control. Colección Natación de Alto rendimiento. Cultivalibros. Madrid 2010.
- Navarro, F. Oca, A. Entrenamiento Físico en Natación. Colección Natación de Alto rendimiento. Cultivalibros. Madrid 2011.
- Piéron, M. Pedagogía de la Actividad Física y el Deporte. Edita: Junta de Andalucía – Universidad internacional deportiva de Andalucía. 1988. Málaga.
- Ruiz Pérez, L.M. Desarrollo Motor y Actividades Físicas. Editorial Gymnos. Madrid, 1987.
- Ruiz Pérez, L.M. Deportes y aprendizaje. Procesos de adquisición y desarrollo de habilidades. Editorial Visor. Colección aprendizaje. Madrid, 1994.
- Ruiz Pérez, L.M., Sánchez Bañuelos, F. Optimización del aprendizaje de la técnica. Texto del Módulo 1.2.2. del Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Comité Olímpico Español. Madrid, 1997.
- Sánchez Bañuelos, F. Bases teóricas y funcionales del ARD. Conceptos, requisitos y condicionantes. Texto del Módulo 1.1.1. del Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Comité Olímpico Español. Madrid, 1994.
- Sánchez Bañuelos, F. Bases para una Didáctica de la Educación Física y el Deporte. Editorial Gymnos. 1984. Madrid.
- Singer, R. El aprendizaje de las acciones motrices en el deporte. Editorial Hispano Europea. Colección Herakles. Barcelona, 1986.
- Vicente Mosquete, María Jesús. Baja Visión. Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual. Serie Manuales. Volumen I. Edita ONCE. Madrid 2000.

- Núñez Blanco, María Ángeles. El desarrollo psicológico del niño ciego. Aspectos generales. Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual. Serie Manuales. Volumen I. Edita ONCE. Madrid 2000.
- Varios autores. Deportes para personas ciegas y deficientes visuales. Edita Federación Española de Deportes para Ciegos, Madrid 2002.
- Varios autores. Deportes para minusválidos físicos, psíquicos y sensoriales. Edita Comité Olímpico Español. Madrid 1994
- Varios autores. Percepción Visual y Ceguera. Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual. Serie Manuales. Volumen I y II. Edita ONCE. Madrid 2000.
- Varios autores. Actas del Congreso Estatal sobre Prestación de Servicios para personas ciegas y deficientes visuales. Edita ONCE. Madrid 1996.

RACE SUCCESS IN SWIMMERS WITH INTELLECTUAL DISABILITY

Daniel Daly¹, Ingi por Einarsson², Yves Vanlandewijck³

¹ Professor Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences. KULeuven, Belgium.

² Doctoral Researcher, Center for Sport and Health Sciences, U. of Iceland, Reykjavik

³ Professor Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences. KULeuven, Belgium.

ABSTRACT

Video race analysis data was collected on 89 elite male and 81 female swimmers including athletes with intellectual disability (ID), loco-motor disabled, visually impaired and able bodied. In long course races there is a typical race speed pattern in the 100-m freestyle event used by all swimmers characterised by 4-5% speed losses between adjacent race segments. In short course races, swimmers with ID are more likely to use a deviating speed pattern than other groups. In swimmers with ID, 100-m world championship finalists were taller but demonstrated poor strength and had limited flexibility compared to European national level able bodied swimmers. Successful ID competitors have trained in water at least 4 years and swim 10-12hrs a week over 10 months a year.

Key Words: Swimming, Freestyle, Intellectual Disability

INTRODUCTION

Race speed differences among Olympic and Paralympic swimmers with intellectual disability (ID) are determined by physical aptitude, fitness (training), use of correct techniques (knowledge) and adapting optimal race patterns (experience) (after US Department of Energy, 1999). Furthermore suitable nutrition and rest as well as an environment conducive to proper training are necessary to achieve a maximal level of performance. Potential participants must show impaired intellectual functioning and limitations in adaptive behaviour according to criteria set by international bodies. The International Paralympic Committee (IPC) has also required that if persons with ID are to be included in their sanctioned competition a general consensus on the definition of intellectual disability and verification procedures must be achieved, and conclusive evidence must be presented that intellectual disability has an impact on sport performance.

Previous study of ID athletes participating at world championship competitions (basketball, football, swimming, table tennis, and track and field) has shown that in comparison to population data, both males and females score better for flexibility and upper body muscle endurance, but have similar or lower values for running speed, speed of limb movement, and strength measures (Van de Vliet et al., 2006). Compared to age-matched physical education students, male athletes with ID score better for running speed and flexibility, and poorer for strength. Female athletes with ID are not different from able-bodied individuals for flexibility, running speed and upper body muscle endurance, but score less well for strength measures. Athletes with ID also have poorer cardiorespiratory endurance capacity compared to sportive peers without ID. Within this group of athletes, swimmers were younger, more

flexible, had better cardiovascular fitness in a running test but scored lowest in explosive leg strength.

Sport specific behavioural characteristics, such as motivation and ability to deal with stress (experience) are more difficult to examine than physical characteristics. These might, however, be reflected in deviating race speed or arm movement patterns. In the 100-m freestyle race almost all Paralympic competitors with a loco-motor disability use similar speed and arm stroking race patterns (Daly et al., 2003).

The questions at hand for trained and experienced swimmers with ID are:

- Do ID swimmers adapt the race speed patterns generally found in the 100-m freestyle event within almost all competitors at both Olympic and Paralympic level?
- How do their swim specific physical qualities compare to those of elite able bodied athletes?
- Can eventual difference in these qualities be directly related to differences in performance (swim correctly)?
- Can and do they train sufficiently in water and on dry land?

For the moment the major part of this paper is limited to the results of the 100-m freestyle event although the end race results of some other freestyle events are reported and used to group swimmers.

METHOD

Participants (Classification)

Video competition analysis data was collected for all male and female swimmers at the 2004 Global Games World Championships for swimmers with ID during both preliminary heats and final swims (25-m short course pool). Further analysis was made of 2000 Sydney Paralympic Games finalists (n = 8/group) including swimmers with ID (class S14), loco-motor disability (classes S10 + S9 with S10 being more functional) and visual impairment (classes S13, S12, S11 with S13 being legally blind and S11 having no sight at all) during both heat and final swims (50-m long course pool). Additional reference data was available from able bodied (AB) finalists (n = 8) at the 2000 Sydney Olympic Games, the 2000 Australian Olympic trials (50-m pool: Australian Institute of Sport, Biomechanics Department, 2000), the 2005 European indoor championships (n = 8 men and 8 women; Haljand, 2005) and the 2005 Scandinavian Youth Championships (n = 10 men & 4 women: both 25-m pool). In total, data on starting, turning and finishing speed, mid-pool race segment speed, stroke rate (SR= arm strokes/minute) and stroke length (SL=distance covered in one arm stroke cycle) was available for four 100-m freestyle race segments in 89 male competitors and 81 female competitors, all finalists in international competition in their class or group.

In addition to this, 57 (31 men and 26 women) of the 101 Global Games swimming participants were measured with a swim-specific test battery of body structure, flexibility and strength (Colman et al. 1992) and 51 (28 Men and 23 women) took part in general physical fitness testing using the Eurofit Test battery (Van de Vliet et al., 2006). All video taping was done with the consent of the competition organisation, there was no hinder and all competitors were provided with results. Swimmers who took part in additional testing or their guardians provided written informed consent. For some parts of this analysis Global Games participants were designated as finalists or non-finalists. Finalists were any person who had reached a final (best 6 swimmers) in a 50-m or 100-m event in freestyle, backstroke, or butterfly. Breaststroke results were not taken into account for this grouping. The fact

breaststroke has a separate classification system for loco-motor disabled is just one piece of supporting evidence for this standpoint.

All loco-motor disabled and visually impaired swimmers included in this study had been classified by trained personal in accordance with current standards as described by IPC swimming (IPC swimming, 2014).

Video analysis

This video competition analysis was made using several synchronised cameras set at specific positions perpendicular to the swimming direction. Using frame counts from these recordings and reference lines in view, starting, turning, and finishing times are determined. Furthermore, mid-pool swimming speed is measured for several race segments (e.g. four in a 100-m race). Mid-pool swimming speed is thus speed not influenced by the starting dive, speed adjustments made before turning or the wall push off after turning. Detailed descriptions of the race analysis formats are given elsewhere (Daly et al., 2006) and the analysis of both Olympic and Paralympic Games in Sydney (2000) is given by Daly et al. (2003). Descriptions of the protocol used by Haljand for the 2005 European Indoor championships are found at www.swim.ee. A comparison of the analysis formats is given in Table 1.

Table 1: Summary of the four race analysis protocols used to collect data for the study of ID competitive swimmers.

| | Global Games | (Para)Olympic Games | European Indoor | Scandinavian Youth |
|-------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| | Sweden | Australia | Italy | Iceland |
| Year | 2004 | 2000 | 2005 | 2005 |
| Level | Elite (ID) | Elite | Elite | Youth elite |
| Pool length | 25-m | 50-m | 25-m | 25-m |
| Start | 10-m | 15-m | 15-m | 10-m |
| Turn 1 in | 7.5-m | | 5-m | 5-m |
| Out | 7.5-m | | 10-m | 10-m |
| Turn 2 in | 10-m | 7.5 | 5-m | 5-m |
| Out | 10-m | 7.5 | 10-m | 10-m |
| Turn 3 in | 7.5-m | | 5-m | 5-m |
| Out | 7.5-m | | 10-m | 10-m |
| Segment 1 | 7.5 | 10-m | 10-m | 10-m |
| Segment 2 | 7.5 | 17.5-m | 10-m | 10-m |
| Segment 3 | 7.5 | 17.5-m | 10-m | 10-m |
| Segment 4 | 7.5 | 20-m | 10-m | 10-m |
| Finish | 10-m | 5-m | 5-m | 5-m |

The analysis formats used in 50-m pool (same venue) are all identical while the 25-m pool analysis differed from that used on a long course pool and from one-another. Obviously a 100-m race in a 25-m pool race requires additional turns.

Level of Competitiveness

In studies of elite sport performance, Hopkins et al. (1999) point out that the calibre of the athlete examined must be clearly defined to encourage greater understanding among scientists, coaches, and athletes. This is especially applicable to Paralympic participants where comparisons are made of athletes competing in several classes. To define level of competitiveness or performance, swimming times were given a score, using the method suggested by Van Tilborgh et al. (1984) and used by Daly et

al. (2003) and Daly and Vanlandewijck (1999). Performances of swimmers in several classes were set on the same scale based on the class world record (1000 pts). Short and long course records were considered. In addition a second point score (able bodied point) was calculated by using the able bodied world record as reference for all groups.

This system does not consider differences between age groups. The swimming times of all Global Games participants were also converted to percentage scores based on reference data from the 10 best American swimmers per age group (Van Tilborgh et al., 1984).

Quantifying Race Speed and Stroking Patterns

Race patterns were described by calculating the percentage changes in speed, stroke length or stroke rate between adjacent race segments within a race. This can be summarized as:

$$\text{Total change} = \text{SQRT}[\frac{((\Delta\text{segment1-2})^2) + ((\Delta\text{segment2-3})^2) + ((\Delta\text{segment3-4})^2)}{3}]$$

Race Indexes

Using the raw data available several indexes were calculated to allow comparisons across groups. Relative starting speed was obtained by dividing the starting speed by the mid-pool speed in segment 1. A turn index was obtained by dividing the turning speed by mid-pool speed after turning. The finish index was finish speed/ mid-pool speed segment 4. The relative race time was obtained by: (race segment time/total race time * 100). This gave the percentage of race time spent in a particular race section and can also be used as a descriptor of the race pattern.

Body characteristic measurements

During the Global Games representatives were informed of the project at the coaches meeting prior to the start of the competition and were spoken too during the pre warm-up periods and breaks between heats and finals. Team representatives were informed of the project via written documents. Fifty-seven of the 100 competitors agreed to take part in swim-specific testing and measurements of 44 body structures, flexibility and static strength (see Table 10 & 11). These are related to swimming speed in at least one of the four competitive swimming strokes (e.g. Zhu, 1996). Age, gender, swimming stroke and stroke variant (e.g. undulating or flat style breaststroke) related norm scales based on 550 European level competitors are available.

Software was available to convert the individual raw data to percentile scores corrected for age and body size. For further analysis both the absolute values as well as the percentile scores were used.

Language and the fact that strength and flexibility testing requires a maximum effort or at least a specific action on the part of the participant, were problems. Drawings of the tests, a translator (the coach) and patience were helpful. Each flexibility and strength test was repeated several times and there is a strong interrelationship within categories of tests which allows some cross-checking. Often both right and left limbs were tested permitting further control.

General physical fitness (Eurofit)

Fifty-one swimmers underwent the Eurofit General Physical Fitness Testing. The tests included are listed in Table 10 & 11. An extensive description of these tests is given elsewhere (Van de Vliet et al., 2006). For the moment only raw scores were used in this analysis. No age related normalised scores were provided.

Training Background

Fifteen men and 15 women with an ID, all from the same country, filled in a training background questionnaire with the aid of their coach and/or guardian. The questions concerned years of training, quantity of training last year, dry land training, facility access, and financial assistance. Table 12 provides an overview of the information available.

Statistical Procedures

Several statistical steps were taken to fully examine the data collected. To describe the participants, means, standard deviations, and minimum and maximum values were determined as well as the coefficient of variation ($CV = SD/M$). Differences between finalists, and non-finalists were examined for race segments speed, stroking variables as well as body characteristics and Eurofit Test results using student t-tests.

Cluster analysis was conducted (Centroid) to determine if there were any general groupings of swimmers with similar race patterns or to isolate swimmers with unusual patterns. Input was the percentage changes within the race in adjacent race segment speeds. Within-race changes in race-section swimming speed, stroke length, and stroke rate were evaluated using repeated measures ANOVA ($p < .01$) for race segment with interaction for class.

Three levels of correlation analysis were potentially applied. In an across-race analysis the total race time was correlated with a race segment time. In a within-race analysis, a total race time was correlated to a change in speed within the race, (e.g. a percentage speed change between adjacent race sections). In a between-race analysis a percentage change between two races (heats to finals) in e.g. total race time, was correlated to the percentage change in a segment time or stroke length. Within race changes in stroke rate or length were also related to within-race changes in speed. Correlations were calculated using the entire group of swimmers available and in groups swimmers in a category (able bodied, visual, intellectual, loco-motor, able bodied youth). To the extent that these changes are related to race success, they can also be related to the body characteristics of the swimmer.

For correlation analysis, swimming times were converted to speed (distance/swimming time) or to a point score based on the event world record (Van Tilborgh et al., 1984). In this way, a better performance was always reflected by a higher value. In addition, the point score for competitiveness provided a more normal distribution of swimming times.

RESULTS

For this study, video race analysis data was collected for all 2004 Global Games participants for both preliminary heat and finals swims. In addition, race analysis data was collected from Sydney 2000 Olympic and Paralympic swimming finalists, 2005 European indoor championships finalists and Scandinavian Youth Championship participants. The study here is limited to data on the 100-m freestyle event which was one of the most populated. All potential participants were included.

In addition, swim-specific and general physical fitness testing was done on a more limited sample of ID swimmers at the Global Games. Fourteen of the 22 male 100-m freestyle participants took part in the dry land testing. In men, the mean performance was 63.4s (± 4.8) for those tested and 64.5s (± 6.1) for those not. In women, 12 of the 20 participants were tested with a mean performance of 81.1s (± 10.8) for those tested and 80.9s (± 23.3) for those not being tested. This was not significantly different.

The highest point score achieved over all events swum was then also calculated for freestyle, butterfly and backstroke events. The mean score for men tested was 673 (± 165) and 719 (± 175) for those not tested and 558 (± 172) for women tested and 562 (± 264) for those not tested. This was not significantly different in men or women ($p < .05$). It then also appears reasonable to say that the group of swimmers tested on dry land is quite representative of Global Games swimmers as a whole. Global Games, being a world championship, it can then also further be concluded that these are representative of ID swimmers as a whole.

Training background and information on IQ was also collected from smaller samples of swimmers from a single country. Their performance level is described later and on this basis probably can be considered representative of a typical western European country.

Performance level

The absolute as well as relative performances level for 100-m freestyle race finalists in the groups studied here is given in Tables 2 & 3 for men and Tables 4 & 5 for women.

In both men and women, class S11 finalists (visual) and class S9 (loco-motor) were slowest and International elite able bodied swimmers were fastest. There were no significant differences in race speed between the most functional swimmers with loco-motor disability, swimmers with very limited but some vision (S12 and S13) and swimmers with intellectual disability (class S14 and Global Games finalists).

ALTITUDE TRAINING AND PERFORMANCE IN ELITE SWIMMERS: RESULTS FROM AN INTERNATIONAL COLLABORATIVE STUDY (THE ALTITUDE PROJECT)¹

Ferrán A. Rodríguez¹, Xavier Iglesias¹, Belén Feriche², Carmen Calderón³, Diego Chaverri¹, Nadine B. Wachsmuth⁴, Walter Schmidt⁴, Benjamin D. Levine⁵

¹INEFC-Barcelona Sport Sciences Research Group, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona, Spain; ²Faculty of Sports Sciences, Universidad de Granada, Spain; ³High Altitude Training Center (CAR) Sierra Nevada, Granada, Spain; ⁴Universität Bayreuth, Bayreuth, Germany; ⁵Institute for Exercise and Environmental Medicine, Texas Health Presbyterian Dallas and University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas, U.S.A.

ABSTRACT

Training at natural altitude failed so far to prove useful for the enhancement of sea level (SL) performance in swimmers. This controlled nonrandomized four parallel groups trial examined the effects of four interventions: living high-training high for 3 or 4 weeks (Hi-Hi3, Hi-Hi), living high-training high/low (Hi-HiLo), and living and training at SL for 4 weeks (Lo-Lo). From 65 elite swimmers, 54 met all inclusion criteria and completed SL time trials over 100 (sprinters) or 200 m (non-sprinters) at best personal stroke (TT100/TT200). VO_{2max} was measured on an incremental 4x200-m front crawl test. Training load was estimated using TRIMP and session RPE. Initial performance and measures (PRE) were repeated immediately after the camp (POST) and once weekly on return to SL for 4 weeks. Intervention effects were analysed using mixed linear modelling. TT100 or TT200 improved by ~3.5% regardless of living or training at SL or at altitude, but Hi-HiLo improved more two (5.3±1.6%) and four weeks (6.3±1.9%) after the intervention. There were no changes in VO_{2max} in any of the groups. tHb_{mass} increased in Hi-Hi (6.2±2.6%) and Hi-Hi3 (3.8±5.6%), whereas no changes were noted in Hi-HiLo (1.3±4.3%). Hi-HiLo is an effective strategy to enhance performance in elite swimmers. This improvement was not linked to changes in VO_{2max} or tHb_{mass} .

Keywords: hypoxia, swimming, haemoglobin, elite athletes, oxygen delivery, VO_{2max}

INTRODUCTION

Altitude training (AT) has been matter of extensive research for half a century and it still plays an important role in the preparation of athletes in many countries (Saunders, Pyne, & Gore, 2009; Wilber, 2007) despite the sceptical view of some investigators on its efficacy to enhance sea-level performance, particularly in elite athletes (Lundby, Millet, Calbet, Bartsch, & Subudhi, 2012). Despite being used by very many elite swimmers and coaches, there is a remarkable lack of controlled studies in swimming, and there is no evidence that training at natural altitude enhances performance more than training at sea level (SL) (Rodríguez, 2010; Truijens & Rodríguez, 2011). Even though in the last decade the Hi-Lo approach has

¹ This is a preliminary report of a full paper submitted for publication to *Medicine and Science in Sports and Exercise* (as of August 2014)

largely supplanted classical AT in the scientific literature (Saunders et al., 2009), no studies have been conducted using this strategy in natural altitude in swimmers.

In view of the vast disconnect between research evidence and practical use of AT, particularly in elite swimmers, an international group of investigators conducted an international collaborative research study (The Altitude Project) to examine the impact of different current AT strategies on performance, technique, and health status of elite swimmers.

This study aimed 1) to contrast the hypothesis that living at moderate altitude (2,230 m) and training both at moderate and at lower altitude for four weeks (Hi-HiLo) improves SL swimming performance more than living and training at altitude (classical terrestrial AT) for 3 (Hi-Hi3) or 4 weeks (Hi-Hi), or than living and training at low altitude (conventional Lo-Lo sea-level training); 2) to elucidate whether the adaptive mechanisms conform with the “erythropoietic paradigm” (i.e., are mainly hematologic in nature, via the activation of erythropoiesis by induced hypoxia, with subsequent increase in VO_{2max}); and 3) to quantify the eventual effect of the different interventions on performance on return to SL and to track changes during a lengthy period of 4 weeks without concurrent tapering.

METHOD

This study is a controlled, nonrandomized, four parallel groups trial, comparing changes in swimming performance, VO_{2max} , and tHb_{mass} after an experimental intervention consisting of training camps in 4 different conditions: 1) living and training at moderate altitude (2,320 m) for 4 weeks (Hi-Hi); 2) identical intervention for 3 weeks (Hi-Hi3); 3) living at altitude and training at both moderate and low altitude (690 m) for 4 weeks (Hi-HiLo); and 4) living and training near SL (190 or 655 m) for 4 weeks (Lo-Lo).

After a low intensity lead-in period all swimmers and their coaches travelled to Sabadell (190 m) or Madrid (655 m), Spain, where they stayed for 3-5 days for baseline testing. Next, all swimmers allocated to the AT groups ($n = 43$) travelled to the High Altitude Training Center (CAR) at Sierra Nevada (2,320 m), Spain, where they lived for 3 or 4 weeks. The two Lo-Lo sub-samples lived and trained in Sabadell ($n = 10$) and the High Performance Center (CAR) at Madrid ($n = 7$). One of the Hi-Hi3 subgroups ($n = 6$) was tested in Granada, Spain (690 m). In all cases, baseline and final testing were conducted at the same location and facility.

65 swimmers of both sexes (35 women and 30 men) were recruited from eight countries (AUS, BRA, CHI, GBR, NED, SLO, ESP, and TUN). Selection criteria included to have competed internationally during the previous season and/or being pre-selected as a member of their National and/or Olympic teams. Their competitive level was quantified using the FINA Point Scoring (FPS) system (FINA, 2011).

The primary outcome assessment was swimming performance, as measured in time trials (TT) on 100 m (sprinters) or 200 m (non-sprinters) at personal best stroke (TT100 or TT200). Secondary outcomes were VO_{2max} assessed with a 4x200-m incremental swimming test and tHb_{mass} . After warm-up, subjects swam 3x200 m crawl at paced speeds (F: 0.9, 1.0, and 1.1 $m \cdot s^{-1}$, M: 1.0, 1.1, and 1.2 $m \cdot s^{-1}$). After 10 min of passive recovery, subjects completed an all-out 200 m swim to determine VO_{2max} using a telemetric portable gas analyser (K4 b², Cosmed, Italy) connected to the swimmer by a low resistance respiratory snorkel (Keskinen, Rodriguez, & Keskinen, 2003; Rodriguez, Keskinen, Kusch, & Hoffmann, 2008). VO_2 data were fitted by nonlinear regression and the maximal asymptotic VO_2 amplitude was taken as the swimmer's VO_{2max} (TE = 3.1%; 95% CI: 1.1–5.1; $n = 9$). tHb_{mass} was measured using

the optimized CO-rebreathing method, as described by Schmidt and Prommer (Schmidt & Prommer, 2005) with some modifications (C. J. Gore et al., 2006; Prommer & Schmidt, 2007) (TE = 1.35% (95% CI: 0.10–2.65)).

The study was carried out during the first macrocycle of the Olympic year prior to the London 2012 Olympics. Individualised training plans were developed by the swimmers' personal coaches. HR monitors and beacon transmitters (CardioSwim, TX H₂O; Freelap, Switzerland) were used to register the lap times, rest intervals, and 50-m average speed. A modified TRIMP calculation suited for interval training was used to estimate the "cumulative TRIMP" (TRIMPC) (García-Ramos et al., 2013). Each athlete kept a detailed training log which included self-administered questionnaires to assess session-RPE (s-RPE) (Foster et al., 2001) and total state of fatigue (TSF-10). Iron supplementation was prescribed or strongly recommended to all swimmers at altitude based on their ferritin levels monitored weekly in all altitude groups during the intervention period.

All training camps were conducted in training centres of international standards, where subjects lived and trained as a group for the whole intervention period. In the recruiting phase, coaches were offered to choose among the 4 different interventions. To evaluate information bias of the intervention, two *ad hoc* questionnaires were administered to coaches and swimmers at the beginning and at end of training camp.

Effects on performance, VO_{2max}, and tHb_{mass} are expressed as percent change values ($\Delta\%$; $\pm 90\%$ CI) (Hopkins, 2007). Correlation was assessed by the Pearson's coefficients (*r*). In assessing the effect of the intervention on TT performance and tHb_{mass} over time the linear mixed modelling procedure (Proc Mixed, SAS, v. 9.1.3) for repeated measures was used to estimate means for main effects and group x test interaction, with Tukey's *post hoc* pairwise multiple comparisons to identify the source of differences. An ANCOVA analysis was carried out using TRIMPC as a covariate for performance. To evaluate the effects of the intervention on VO_{2max} a 2-tailed paired *t*-test was used.

RESULTS

54 subjects (30 M, 24 F) successfully completed the intervention protocol of the original total of 65 subjects. After the intervention period, all coaches responded to the *ad hoc* questionnaire that they would have chosen again the same intervention, and that they expected that it would help the swimmers to improve their performance. On POST, the swimmers' answers to the latter question were 'yes' (91%), or 'not sure' (9%). These participants belonged to the Lo-Lo (*n* = 1), Hi-Hi (*n* = 2), and Hi-Hi3 (*n* = 3) groups. No subjects answered 'no'.

Daily average TRIMPC was greater in Hi-HiLo (258 \pm 95) than in Hi-Hi (205 \pm 102; *P* = 0.01), Hi-Hi3 (177 \pm 115; *P*<0.001), and Lo-Lo (209 \pm 100; *P*=0.006). Mean daily s-RPE scores were greater in Hi-Hi3 (5.3 \pm 1.8), than in the other three groups (Hi-Hi: 4.4 \pm 1.9, *P*<0.001; Hi-HiLo: 4.8 \pm 1.6, *P*=0.01; and Lo-Lo: 4.2 \pm 1.8, *P*<0.001). Mean daily TSF-10 scores were also higher (*P*<0.001) in Hi-Hi3 (8.2 \pm 2.4), than in the other three groups (Hi-Hi: 6.8 \pm 2.1; Hi-HiLo: 6.2 \pm 1.7; and Lo-Lo: 6.3 \pm 2.9). Relative percent changes in TT100 (sprinters) or TT200 (non-sprinters) time trial tests in the different groups are presented in Figure 1.

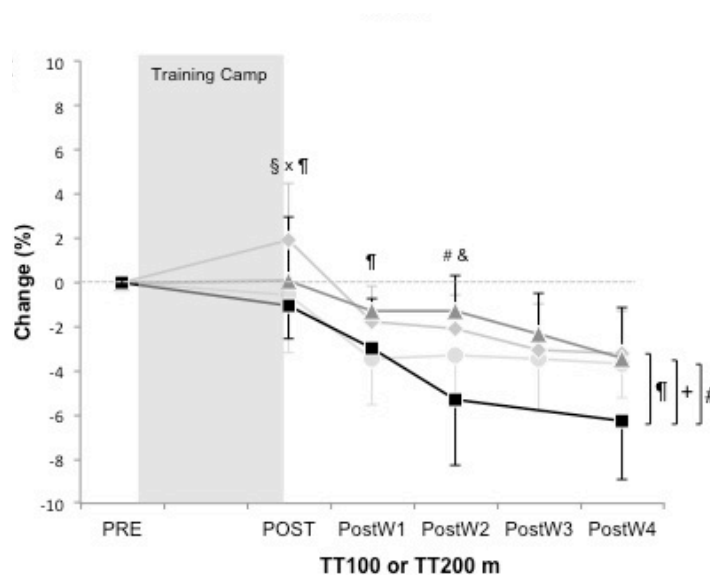


Figure 1. Percent changes in 100 m (sprinters) or 200 m (non-sprinters) at best personal stroke (TT100 or TT200). Differences are group x test interactions among groups ($P < 0.05$): Hi-HiLo vs. Lo-Lo (#), Hi-Hi3 (¶), and Hi-Hi (+); Lo-Lo vs. Hi-Hi3 (§) and Hi-Hi (&).

There were no changes in VO_{2max} in Lo-Lo (1.9%; $\pm 1.5\%$), Hi-Hi3 (1.5%; $\pm 2.5\%$), Hi-Hi (1.1%; $\pm 2.6\%$), or Hi-HiLo (1.3%; $\pm 1.4\%$). No relationship between change in VO_{2max} and change in TT400 performance was found for the entire group of subjects ($r = -0.01$, $P = 0.95$) or for the swimmers in each group. Likewise, there was no relationship between changes in VO_{2max} and changes in TT100 or TT200 performance, neither for all subjects ($r = 0.10$, $P = 0.50$) nor for each group. Compared to PRE, increase in tHb_{mass} was more pronounced in Hi-Hi group (at W4: 6.2%; $\pm 1.1\%$; $P < 0.001$) than in the Hi-Hi3 group (at W3: 3.8%; ± 2.3 ; group x test interaction $P = 0.02$), whereas no changes were found in the Hi-HiLo group (at W4: 1.3%; ± 1.8 ; $P = 0.71$). Changes in tHb_{mass} and in VO_{2max} were not associated, neither for all subjects ($r = 0.01$; $P = 0.96$) nor for each group.

DISCUSSION

To the best of our knowledge, this is the first investigation to show performance improvements after a terrestrial AT intervention using a controlled design in swimmers, and one of the few in truly elite athletes (Friedmann-Bette, 2008; Fudge et al., 2012; Saunders et al., 2009).

Although the vast majority of studies in the AT literature are uncontrolled and underpowered especially with elite athletes (Bonetti & Hopkins, 2009; Lundby et al., 2012; Saunders et al., 2009)—, there seems to be a growing consensus that when athletes are exposed to an adequate “dose” of altitude exposure and training, the majority may improve endurance performance (Chapman et al., 2014; Gore, Clark, & Saunders, 2007; Levine & Stray-Gundersen, 2006; Rusko, Tikkanen, & Peltonen, 2004; Wilber, 2007). In a recent meta-analysis, Bonetti and Hopkins (Bonetti & Hopkins, 2009) concluded that changes in studies using the Hi-Hi approach were unclear, whereas changes using terrestrial Hi-Lo were considered likely both for elite and subelite athletes (~4%–5% from uncontrolled studies. These estimations are in line with a recent review that estimated that a 3-week terrestrial altitude camp would elicit mean performance improvements of ~1.8% (Hi-Hi) and ~2.5% (Hi-Lo) (Saunders et al., 2009).

The evidence in swimming is less compelling. Six uncontrolled studies have tested the Hi-Hi strategy in swimmers. Three of them were entirely negative (Faulkner, Daniels, & Balke, 1967; Gough et al.; Roels et al., 2006), and two others showed modest and statistically unclear improvements in performance of ~1.6–1.8% (Friedmann, Frese, Menold, & Bartsch, 2005; Miyashita, Mutoh, & Yamamoto, 1988). In the only controlled study (Chen et al., 2010), the small increase in performance in 100- and 200-m races (0.1–0.7%) was likely below the smallest worthwhile enhancement effect of the intervention (Hopkins, Hawley, & Burke, 1999; Trewin, Hopkins, & Pyne, 2004).

Why should swimming be different from land-based endurance sports regarding AT effects? First, swimming performance is more dependent on economy (energy cost) than on maximal metabolic power (Capelli, 1999; di Prampero, Pendergast, & Zamparo, 2011); it follows that the benefit of enhanced metabolic capacity can be outweighed by impaired technique and economy. Second, the benefit of AT might be more or less potent for swimmers of different events.

A distinguishing feature of the present study was that the follow-up period after the intervention covered up to 4 weeks post-intervention. If we focus on the stroke/distance specific assessment (TT100 or TT200), it becomes clear that best performances were attained 4 weeks after returning to SL, although the superior benefits of the Hi-HiLo intervention became evident already 2 weeks after the training camp.

A key factor in the individual response to training, whether at altitude or at SL, is the training load. When TT performance data were adjusted for TRIMPc, there remained significant between-group differences suggesting that not all of them could be attributed solely to training. Ultimately, the fact that the Hi-HiLo group achieved a greater training internal load, but not training effort, may be a core element of the Hi-HiLo training paradigm.

The remarkable improvement observed in swimming performance could not be attributed to enhanced O₂-delivery capacity. Consistent with previous reports, we found that tHb_{mass} clearly increased in those swimmers living and training at altitude for 3 (3.8%) or 4 weeks (6.2%). The magnitude, time course, and large variability of the erythropoietic response was in line with a recently published meta-analysis including data of 16 AT studies (C. J. Gore et al., 2013). However, in contrast to the Hi-Hi groups, mean tHb_{mass} did not change in our Hi-HiLo swimmers (at W4: 1.3; ±1.8%) who were also exposed to the same degree of sustained hypobaric hypoxia for 4 weeks. The simplest explanation for these contrasting results may be the individual variability in tHb_{mass} changes, since half of the subjects actually showed an increase of tHb_{mass} over the TE of the measurement. However, comparable results were found in elite track cyclists (Gore et al., 1998), and in endurance athletes exposed to normobaric hypoxia (Robach et al., 2012). We must consider also that a wide variability in the erythropoietic response to moderate hypoxia has been consistently shown (Chapman et al., 2014; Chapman, Stray-Gundersen, & Levine, 1998; Friedmann, Frese, Menold, Kauper, et al., 2005; Gore et al., 2013; Robach et al., 2012; Robertson, Aughey, Anson, Hopkins, & Pyne, 2010).

In the present study, changes in tHb_{mass} were not associated with changes in VO_{2max}. These results are in line with those reported in a recent review (Saunders, Garvican-Lewis, Schmidt, & Gore, 2013) of 10 recent studies involving four different sports, which estimated a mean ~3% increase in tHb_{mass} and VO_{2max} and a similarly significant, albeit weak, correlation between both parameters ($r^2 = 0.15$). It should be emphasized that this relationship between changes in tHb_{mass} and VO_{2max} after

altitude exposure is somewhat lower than that observed after rhEPO administration (e.g. $r^2 = 0.28$) (Parisotto et al., 2000; Saunders et al., 2013; Schmidt & Prommer, 2010) emphasising that VO_{2max} is a complex parameter that is not exclusively determined by the red cell mass (Levine, 2008).

The present study underpins the complex interaction among altitude *acclimatization* effects (such as Hb_{mass} among others), altitude and SL *training* effects, VO_{2max} , and performance in events of different sports and different durations/intensities requiring widely divergent metabolic demands (Chapman et al., 2014; Friedmann, Frese, Menold, Kauper, et al., 2005; Gore et al., 1998; Robertson, Saunders, et al., 2010; Wachsmuth et al., 2012). Despite failing to demonstrate an increase in tHb_{mass} or VO_{2max} , the swimmers in the Hi-HiLo group clearly improved performance more than the altitude controls. Possible explanations include: a) swimming, especially in the shorter distances, may not be as dependent on oxygen delivery as endurance running or cycling; b) there are other factors (e.g. differences in training intensity) that may have played a greater role in improving swimming performances through as yet undetermined mechanisms.

We were committed to recruit truly elite athletes. Working with such unique individuals in a real-world setting, particularly during an Olympic season, we were confronted with the virtual impossibility to conduct a fully controlled experiment without seriously compromising the ecological validity of the study or limiting its external validity. As subjects were not allocated randomly, selection bias may have occurred despite our attempt to minimize its likelihood by allocating swimmers from at least two different squads and nations in each intervention group, after assuring that the 4 experimental groups were properly matched for performance level, weight, height, VO_{2max} and tHb_{mass} .

Practical implications for training and performance.

Swimming performance might be expected to substantially improve (~3.5%) as a result of a well-implemented coach-prescribed training camp, regardless of whether the camp is held at altitude (Hi-Hi) or not. However, a much greater benefit (~6.3%) can be expected using the Hi-HiLo strategy for 4 weeks. Mid-term swimming aerobic endurance performance (400 m) can be expected to improve more by living and training at altitude for 4 weeks than by living and training at SL, though the additional benefit is most likely to be larger using the Hi-HiLo (~3%) than the Hi-Hi strategy (~1.7%). Care should be taken not to generalize these improvements to all swimmers, since substantial individual variability was noted in this as well as other studies (Chapman et al., 1998; Friedmann, Frese, Menold, Kauper, et al., 2005; Friedmann-Bette, 2008). While performance can be stabilized or even worsened immediately on return from altitude, the greatest benefits are likely to be attained after 2 to 4 weeks after return to SL. This relatively long time interval could eventually be used to intensify training in the following few macro-cycles and/or may provide a time window for tapering before competition. Monitoring individual training load and adaptation during and after the altitude camp to avoid excessive overload or detraining, as well as assessing individual peaking performance profile, are strongly recommended before applying these rules to individual cases.

CONCLUSIONS

Swimming performance of elite swimmers in 100- (sprinters) or 200-m (non-sprinters) improved significantly by ~3.1–3.7% in response to a coach-prescribed training camp whether at SL or at altitude. With 2 weekly sessions of high-intensity training at lower altitude (Hi-HiLo), a remarkably greater improvement was attained 2 (5.3%) and 4 weeks (6.3%) after the training camp. This substantial improvement was not linked to

changes in VO_{2max} , oxygen kinetics or tHb_{mass} , hence could not be attributed exclusively to enhanced oxygen delivery.

We conclude that:

- A well implemented training camp improves performance even in elite swimmers.
- Living high-training low improves performance in swimming above and beyond altitude and SL controls, through complex mechanisms involving altitude living and SL training effects.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are profoundly indebted to the coaches and staff of the participating teams: Fred Vergnoux, Jordi Murio, Juan José Castillo, Víctor Mancha, Luis Villanueva, David Lyles, Jenny Lyles, Xu Feng Jie, Miha Potočnik, Gorazd Podržavnik, Roni Pikec, Rohan Taylor, Jeremy Oliver, Danielle Stefano and Patrick Pearson. We also acknowledge the technical and scientific support given by Marlen Klein, Dr. Christian Völzke, Torben Hoffmeister, Thorsten Schuller, Dr. Esa Hynynen, Dr. Marek Anestik, Prof. Boro Štrumbelj, Dr. Jun Qiu, Amador García, Vicent Nebot, Dr. Matías Pérez-Sánchez, Dr. J. León-López, Jordi J. Mercadé, Javier Argüelles, Iñaki Pérez-Medina, Roser Aliberas and Marta Rodríguez Aliberas. A personal note of gratitude goes to president Joaquim Torres, Eloi Gómez (C.N. Sabadell), president Fernando Carpena (RFEN), deputy director Alfonso Sánchez Bernard (CAR Sierra Nevada) and to director Andreu Camps (INEFC) for their support.

This work was supported by grants awarded by the Ministry of Science and Innovation of Spain (DEP2009-09181), the Higher Sports Council of Spain (CSD 35/UPB/10, 005/UPB10/11, 112/UPB10/12, CAR-UGr 2009, CAR-UGr 2011), Dutch Olympic Committee (NOC*NSF WOT/44090101), INEFC (Research Support Grants 2011, 2012). Institutional support was given by INEFC (Generalitat de Catalunya), Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada (CSD), and Universidad de Granada (Spain), and by Universität Bayreuth and Deutsche Sporthochschule Köln (Germany). Extraordinary support was given by Club Natació Sabadell, Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada (CSD), and Centro de Alto Rendimiento Deportivo de Madrid (CSD). A very special note of appreciation goes to each and all the swimmers who served as subjects and rendered their valuable time and effort.

REFERENCES

- Bonetti, D. L., & Hopkins, W. G. (2009). Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports Med*, 39(2), 107-127.
- Capelli, C. (1999). Physiological determinants of best performances in human locomotion. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80(4), 298-307.
- Chapman, R. F., Karlsen, T., Resaland, G. K., Ge, R. L., Harber, M. P., Witkowski, S., . . . Levine, B. D. (2014). Defining the "dose" of altitude training: how high to live for optimal sea level performance enhancement. *J Appl Physiol* (1985), 116(6), 595-603.
- Chapman, R. F., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (1998). Individual variation in response to altitude training. *J Appl Physiol*, 85(4), 1448-1456.
- Chen, M. T., Lee, W. C., Chen, S. C., Chen, C. C., Chen, C. Y., Lee, S. D., . . . Kuo, C. H. (2010). Effect of a prolonged altitude expedition on glucose tolerance and abdominal fatness. *Res Q Exerc Sport*, 81(4), 472-477.
- Di Prampero, P. E., Pendergast, D., & Zamparo, P. (2011). Swimming economy (energy cost) and efficiency. In L. Seifert, D. Chollet & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming: From Science to Performance* (pp. 297-312). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Faulkner, J. A., Daniels, J. T., & Balke, B. (1967). Effects of training at moderate altitude on physical performance capacity. *J Appl Physiol*, 23(1), 85-89.

- FINA (2011). FINA Points Table Retrieved 11/01/2012 from http://www.fina.org/H2O/docs/FINApoints/FINA_points_table_2012.pdf
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, 15(1), 109-115.
- Friedmann, B., Frese, F., Menold, E., & Bartsch, P. (2005). Individual variation in the reduction of heart rate and performance at lactate thresholds in acute normobaric hypoxia. *Int J Sports Med*, 26(7), 531-536.
- Friedmann, B., Frese, F., Menold, E., Kauper, F., Jost, J., & Bartsch, P. (2005). Individual variation in the erythropoietic response to altitude training in elite junior swimmers. *Br J Sports Med*, 39(3), 148-153.
- Friedmann-Bette, B. (2008). Classical altitude training. *Scand J Med Sci Sports*, 18 Suppl 1, 11-20.
- Fudge, B. W., Pringle, J. S., Maxwell, N. S., Turner, G., Ingham, S. A., & Jones, A. M. (2012). Altitude training for elite endurance performance: a 2012 update. *Curr Sports Med Rep*, 11(3), 148-154.
- García-Ramos, A., Feriche, B., Iglesias, X., Calderón, C., Chaverri, D., Barrero, A., . . . Rodríguez, F. A. (2013). A modified method of trimp calculation to quantify training load in elite swimmers. Paper presented at the 18th Annual Congress of European College of Sport Science, Barcelona.
- Gore, C., Craig, N., Hahn, A., Rice, A., Bourdon, P., Lawrence, S., . . . Pyne, D. (1998). Altitude training at 2690m does not increase total haemoglobin mass or sea level VO₂max in world champion track cyclists. *J Sci Med Sport*, 1(3), 156-170.
- Gore, C. J., Bourdon, P. C., Woolford, S. M., Ostler, L. M., Eastwood, A., & Scroop, G. C. (2006). Time and sample site dependency of the optimized co-breathing method. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1187-1193.
- Gore, C. J., Clark, S. A., & Saunders, P. U. (2007). Nonhematological mechanisms of improved sea-level performance after hypoxic exposure. *Med Sci Sports Exerc*, 39(9), 1600-1609.
- Gore, C. J., Hahn, A., Rice, A., Bourdon, P., Lawrence, S., Walsh, C., . . . Pyne, D. (1998). Altitude training at 2690m does not increase total haemoglobin mass or sea level VO₂max in world champion track cyclists. *J Sci Med Sport*, 1(3), 156-170.
- Gore, C. J., Sharpe, K., Garvican-Lewis, L. A., Saunders, P. U., Humberstone, C. E., Robertson, E. Y., . . . Schmidt, W. F. (2013). Altitude training and haemoglobin mass from the optimised carbon monoxide rebreathing method determined by a meta-analysis. *Br J Sports Med*, 47 Suppl 1, i31-i39.
- Gough, C., Saunders, P., Fowlie, J., Savage, B., Pyne, D., Anson, J., . . . Gore, C. Influence of altitude training modality on performance and total haemoglobin mass in elite swimmers. *Eur J Appl Physiol*, 1-11.
- Hopkins, W. G. (2007). A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic inference and clinical inference from a P value. *Sportscience*(11), 16-20.
- Hopkins, W. G., Hawley, J. A., & Burke, L. M. (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc*, 31(3), 472-485.
- Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., & Keskinen, O. P. (2003). Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. *Scand J Med Sci Sports*, 13(5), 322-329.
- Levine, B. D. (2008). VO₂max: what do we know, and what do we still need to know? [Review]. *J Physiol*, 586(1), 25-34.
- Levine, B. D., & Stray-Gundersen, J. (2006). Dose-response of altitude training: how much altitude is enough? [Review]. *Adv Exp Med Biol*, 588, 233-247.

- Lundby, C., Millet, G. P., Calbet, J. A., Bartsch, P., & Subudhi, A. W. (2012). Does 'altitude training' increase exercise performance in elite athletes? *Br J Sports Med*, 46(11), 792-795.
- Miyashita, M., Mutoh, Y., & Yamamoto, Y. (1988). Altitude training for improving swimming performance at sea level. *Jap J Phys Fitness Sports Med*, 37(2), 111-116.
- Parisotto, R., Gore, C. J., Emslie, K. R., Ashenden, M. J., Brugnara, C., Howe, C., . . . Hahn, A. G. (2000). A novel method utilising markers of altered erythropoiesis for the detection of recombinant human erythropoietin abuse in athletes. *Haematologica*, 85(6), 564-572.
- Prommer, N., & Schmidt, W. (2007). Loss of CO from the intravascular bed and its impact on the optimised CO-rebreathing method. *Eur J Appl Physiol*, 100(4), 383-391.
- Robach, P., Siebenmann, C., Jacobs, R. A., Rasmussen, P., Nordsborg, N., Pesta, D., . . . Lundby, C. (2012). The role of haemoglobin mass on VO₂max following normobaric 'live high-train low' in endurance-trained athletes. *Br J Sports Med*, 46(11), 822-827.
- Robertson, E. Y., Aughey, R. J., Anson, J. M., Hopkins, W. G., & Pyne, D. B. (2010). Effects of simulated and real altitude exposure in elite swimmers. *J Strength Cond Res*, 24(2), 487-493.
- Robertson, E. Y., Saunders, P. U., Pyne, D. B., Aughey, R. J., Anson, J. M., & Gore, C. J. (2010). Reproducibility of performance changes to simulated live high/train low altitude. *Med Sci Sports Exerc*, 42(2), 394-401.
- Rodríguez, F. A. (2010). Training at real and simulated altitude in swimming: too high expectations? In P.-L. Kjendlie, R. K. Stallman & J. Cabri (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming XI* (pp. 30-32). Oslo: Norwegian School of Sport Science.
- Rodríguez, F. A., Keskinen, K. L., Kusch, M., & Hoffmann, U. (2008). Validity of a swimming snorkel for metabolic testing. *Int J Sports Med*, 29(2), 120-128.
- Roels, B., Hellard, P., Schmitt, L., Robach, P., Richalet, J. P., & Millet, G. P. (2006). Is it more effective for highly trained swimmers to live and train at 1200 m than at 1850 m in terms of performance and haematological benefits? *Br J Sports Med*, 40(2), e4.
- Rusko, H. K., Tikkanen, H. O., & Peltonen, J. E. (2004). Altitude and endurance training. *J Sports Sci*, 22(10), 928-944; discussion 945.
- Saunders, P. U., Garvican-Lewis, L. A., Schmidt, W. F., & Gore, C. J. (2013). Relationship between changes in haemoglobin mass and maximal oxygen uptake after hypoxic exposure. *Br J Sports Med*, 47 Suppl 1, i26-i30.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., & Gore, C. J. (2009). Endurance training at altitude. *High Alt Med Biol*, 10(2), 135-148.
- Schmidt, W., & Prommer, N. (2005). The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely. *Eur J Appl Physiol*, 95(5-6), 486-495.
- Schmidt, W., & Prommer, N. (2010). Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂max. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(2), 68-75.
- Trewin, C. B., Hopkins, W. G., & Pyne, D. B. (2004). Relationship between world-ranking and Olympic performance of swimmers. *J Sports Sci*, 22(4), 339-345.
- Truijens, M. J., & Rodríguez, F. A. (2011). Altitude and hypoxic training in swimming. In L. Seifert, D. Chollet & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming: From Science to Performance* (pp. 393-408). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Wachsmuth, N. B., Volzke, C., Prommer, N., Schmidt-Trucksass, A., Frese, F., Spahl, O., . . . Schmidt, W. (2012). The effects of classic altitude training on hemoglobin mass in swimmers. *Eur J Appl Physiol*.

Wilber, R. L. (2007). Application of altitude/hypoxic training by elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 39(9), 1610-1624.

SWIMMING LEARNING STANDARDS: AN INTERNATIONAL PERSPECTIVE.

Langendorfer, Stephen John

Professor and Director, School of Human Movement, Sport, and Leisure Studies, College of Education & Human Development, Bowling Green State University.

ABSTRACT

The goals and structure of learn-to-swim (L-T-S) programs vary widely across organizations and countries around the world. A common goal of most programs is to prevent drowning. Unfortunately, other L-T-S goals (e.g., promote competitive swimming or other aquatic sports) may promote static methods and pedagogies that do not directly support the drowning prevention goal. This presentation argues that adopting a water competency perspective from a dynamical systems model provides a flexible approach that promotes both drowning prevention as well as developmentally appropriate practices to acquire more formal advanced aquatic skills required in lifesaving, competitive swimming, and other advanced aquatic sports.

Keywords: water competence, developmental perspective, constraints, developmentally appropriate practices.

INTRODUCTION

I propose that aquatic professionals such as water safety instructors and swim coaches could benefit from adopting principles associated with developmental dynamical systems to understand that aquatic skills can lead to varying degrees of water competence. I further propose that an individual who has developed a broad and varied base of water competence across many aquatic tasks and environments has the strongest potential for achieving advanced levels of sport-specific aquatic skills compared to those who acquire aquatic skills under more narrow goals and methodologies.

METHOD

Water competence vs. Swimming ability and swimming skill

Movement in water environments has typically been termed as “swimming ability.” Unfortunately “ability” is a trait, a relatively unchanging capacity similar to agility or balance, unlike swimming which is a changeable, acquired capacity. From a more accurate description, aquatic movement may be described as “swimming skill” since skill is defined as an acquired, changing capacity. Unfortunately, “swimming skill” presumes a capacity “possessed” by a person which does not consider the changeable situation or environment in which the motor task may be performed.

Karl Newell (1986) proposed an important alternative model that by extension provides insights into the dynamic nature of motoric capacity in the water (a.k.a., swimming or water competence). Figure 1 illustrates an adaptation of Newell’s “constraints” model that argues that motoric action results from the interactions among the person and their unique individual characteristics, the demands of the task, and the qualities of the type of environment in which the person is performing the task. The *relationships* (i.e., interactions) among the person, task, and

environment are termed “constraints” which allow different forms of movement coordination and control to emerge. From an aquatic perspective, I propose that aquatic coordination and control can be described as “water competence.”

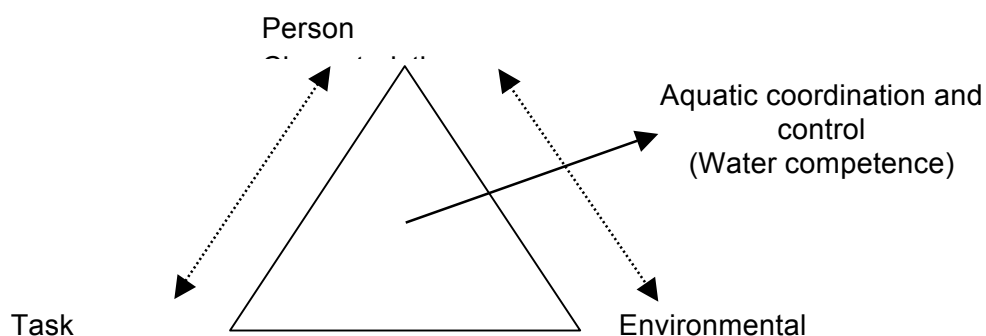


Figure 1. The Newell constraints model (adapted from Newell (1986)).

Proposed Core Elements for Water Competence

If we accept that all learn-to-swim programs ought to initially focus on promoting water competence by swimmers, we can raise the issue of what the core elements of water competence ought to be. One way to identify the core elements could be to survey all of the various items taught in a variety of L-T-S worldwide. Alternatively, a survey of aquatic instructional experts could provide such a list with alternative content validity.

I have chosen to draw upon discussions among aquatic professionals at the recent 2014 Lifesaving Foundation conference on drowning prevention as well as an original proposal. In 1977, Louise Priest proposed in the American Red Cross *Adapted Aquatics* what she termed five basic safety skills that any individual, regardless of normal ability or disability category (refer to Figure 2). I believe we can combine across several of her categories and add several other elements to propose a set of core elements (a.k.a., components or dimensions) associated with water competence (see Table 1).

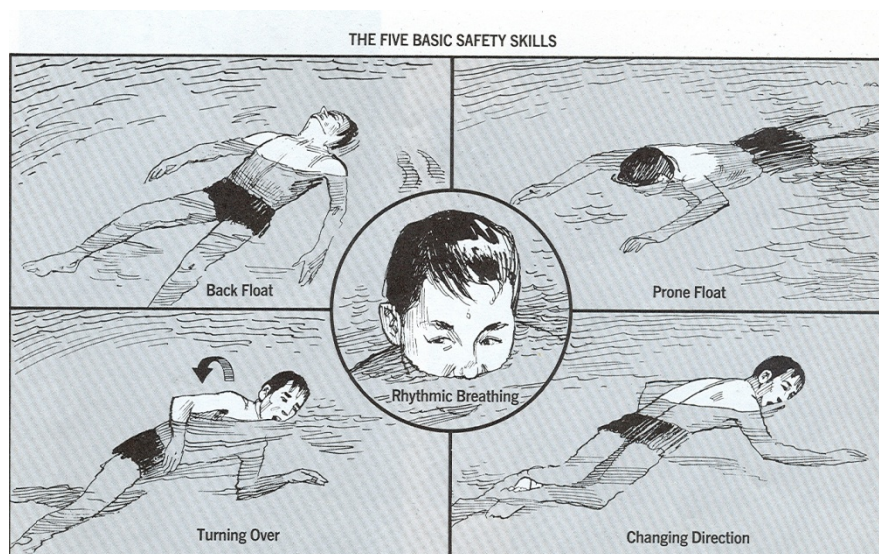


Figure 2. The five basic safety skills as proposed by Louise Priest (1977) in the American Red Cross *Adapted Aquatics*.

Table 1. Proposed core elements of water competence.

Proposed Core elements

Breath control in and under the water
Flotation in different body positions
Moving from place to place using different body positions
Changing body orientation positions
Safely entering and exiting from the water

RESULTS

I propose that if we extrapolate the five core elements associated with water competence across a L-T-S program, it may be valuable to consider using John Dewey's proposal that an educational process could employ the metaphor of a spiral (see Figure 3). In my proposed water competence spiral, each upward arrow represents a different core element. Each time that the arrow contacts another loop of the upward spiral hypothetically would represent another and more advanced specific task or item associated with that core element. For example, if the dashed red arrow on the left represents breath control, the first intersection on the bottom might represent partial face contact or submersion. The next intersection with the spiral might represent repeated breath exhalations (e.g., bubble blowing) or another slightly more advanced breath control task.

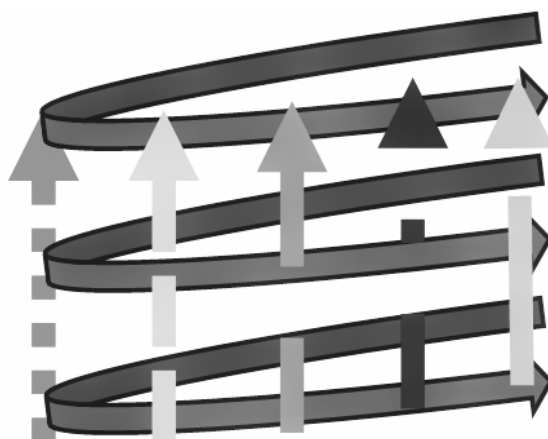


Figure 3. Proposed water competence model adapted from Dewey's educational spiral.

DISCUSSION

My aim for this paper (and its accompanying presentation) was to challenge some common terminology that influences our understanding of how persons acquire psychomotor skills including aquatic and swimming behaviours. Traditional assumptions regarding how and why humans acquire psychomotor behaviours represent a dichotomy often described as "nature vs. nurture" or hereditary determinants vs. experiential or environmental causes. Either of these alternatives assumes that motor behaviour is acquired in a deterministic fashion (e.g., behaviour has a genetic predisposition or an experiential basis). English language terminology describes motor behaviour as an "ability" or "skill" and as a "possession" controlled exclusively by a person without regard to the specific task or environment in which the behaviour takes place.

In 1986, Karl Newell proposed an alternative explanation to the nature – nurture which he labelled as a false dichotomy. His alternative, the constraints model, proposes that behaviour emerges from a system created by individuals, the task demands they undertake, and the environmental conditions under which they are performing (see Figure 1). In contrast to the nature – nurture approach that presumes that the individual “owns” or “possesses” the behaviour, the constraint approach sees the behaviour as the outcome of the interaction of the person, task, and environment. Also, the constraints model presumes that the emergent behaviour does so as a chance probability instead of a fixed determination.

I argue that the constraints model and its implications are much more congruent with the developmental perspective and the aquatic philosophy of water competence. Instead of presuming that any individual “owns” a specific “swimming ability” or even “swimming skill,” I propose that water competence of any individual emerges from a person and their capabilities (e.g., fitness, body size and composition, absence or presence of handicapping conditions, neurologic functioning) as they relate to the specific task as well as the environmental conditions under which the performance occurs.

I further contend that a water competence approach has important implications for both swimming instructors and coaches. Although from experience, I find that most swim coaches tend to limit their teaching and training narrowly to the four competitive strokes, turns, and starts, I propose that taking a broader water competence approach carries a variety of short-term and long-term benefits including increased motivation, decreased burn-out, stronger learning and conditioning, lifelong learning, and other general aquatic benefits. In line with this recommendation, I propose a “water competence pyramid” to illustrate how the broader the foundation of the pyramid increases the options and benefits for later advanced skills including competitive swimming skills and performance.

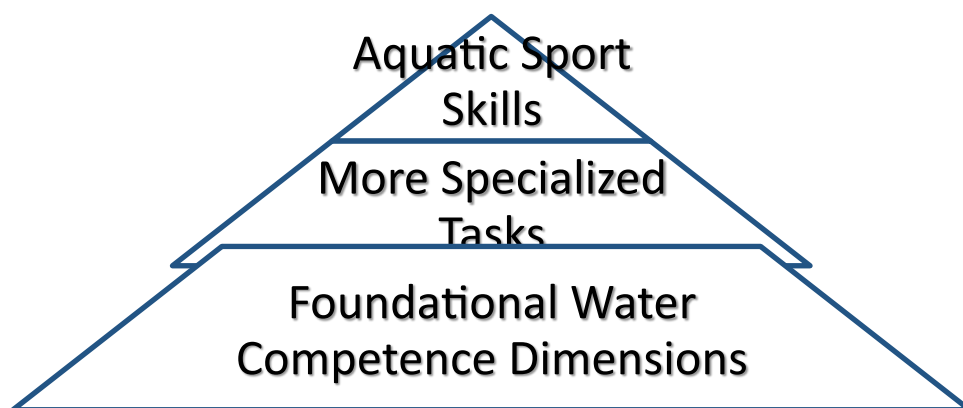


Figure 4. Proposed water competence pyramid

CONCLUSION

The main conclusions drawn from this paper suggested that a new framework based on the developmental perspective and developmentally appropriate practices, plus a dynamical systems constraints model, and water competence philosophy provide a superior way of addressing acquisition of aquatic behaviours. It argues that taking a broad based learning approach that involves variability of practice (Schmidt, 1975) as well as an emergent view of relationships among the person, task, and environment offers both swimming instructors and coaches the most positive long-range outcomes both for learning to swim, drowning prevention, and advanced swimming performance such as in competitive swimming.

REFERENCES

- Langendorfer, S.J. (2010). What's in a name? *International Journal of Aquatic Research and Education*, 7, 284-288.
- Langendorfer, S.J. (2014). *Considering drowning and swimming from a water competence perspective*. Presentation to 2014 Lifesaving Foundation Drowning Prevention Conference, Balbriggan, Ireland, 1 October 2014.
- Langendorfer, S.J., & Bruya, L.D. (1995). *Aquatic Readiness: Developing Water Competence in Young Children*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Newell, K.M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M.G. Wade & H.T.A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Priest, L. (Ed.). (1977). *Adapted Aquatics*. Washington, D.C.: American Red Cross.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260. doi: 10.1037/h0076770

ACKNOWLEDGMENTS

I acknowledge the extensive contributions to my thinking drawn from the many authors who have contributed work to the *International Journal of Aquatic Research and Education*. In particular, I recognize a number of Can You Swim? Program collaborators including Robert Keig Stallman, Kevin Moran, Per-Ludvik Kjendlie, Jenny Blitvich, Richard Franklin, and Linda Quan who have contributed important ideas to my thinking and understanding.

HOW TO PUBLISH SUCCESSFULLY IN THE INTERNATIONAL JOURNAL OF AQUATIC RESEARCH AND EDUCATION

Langendorfer, Stephen John

Bowling Green State University; Professor and Director, School of Human Movement, Sport, and Leisure Studies, College of Education & Human Development.

ABSTRACT

The *International Journal of Aquatic Research and Education (IJARE)* currently is the only scholarly peer-reviewed journal dedicated to promoting publication of a broad set of topics associated with non-competitive swimming and human aquatics. Published quarterly by Human Kinetics Publishers in both print and electronic English language versions, a wide range of topics ranging from water chemistry and quality, adapted aquatics, aquatic therapy and water exercise, drowning prevention, water safety, lifesaving and lifeguarding, diving, and other similar topics have been published and are welcome for submission. Manuscripts may focus on both research studies as well as educational or professional reports and reviews. This paper provides background information about IJARE as well as proposes a number of important authoring strategies to improve the likelihood of having a manuscript being accepted for publication in *IJARE*.

Keywords: publication, peer review, scholarly journal, aquatics

INTRODUCTION

Historical Background Underlying IJARE

In 2006 the National Swimming Pool Foundation (NSPF) and Human Kinetics Publishers (HK) collaborated to found the *International Journal of Aquatic Research and Education (IJARE)*. NSPF provided initial financial support to an editor and HK provided the publication support. The mission and vision for *IJARE* focused on building and expanding the literature associated with a variety of non-competitive aquatic and swimming topics. Publishing such an aquatic journal had long been an aspiration of the founder of Human Kinetics, Rainer Martens (personal communication).

The initial intent of NSPF and HK was to appoint dual editors, one to review the research publications and a second to recruit and review educational and professional articles. It was presumed that separate individuals with different aquatic backgrounds were needed. I was appointed as the sole editor when my interest and background in both research and clinical aquatic areas became apparent. The focus of the first year (2006) was to identify potential editorial board members, authors, and peer reviewers as well as set up the unique IJARE Manuscript Central site (e.g., identify a keyword list; compose automated response letters). Manuscript Central is online publication software owned and provided by ScholarOne (now owned by Thompson Reuters). All manuscript submissions, review solicitations and blind peer reviews, and publication production occur electronically by the authors, editor, reviewers, and managing editor.

Publication Process

HK publishes four issues of *IJARE* annually for each volume (one per annum) in February, May, August, and November. Manuscript submissions and subsequent double-blinded peer reviews can be made at any time. Historically, the peak periods for submission of manuscripts are November through January and May through August, possibly associated with the academic calendar and the time periods during which authors have time to complete manuscripts. Each journal issue is finalized by the editor approximately three months prior to actual publication. For example, the first issue of each volume (i.e., February) is organized in November of the previous calendar year shortly after the November electronic issue appears (usually 2-4 weeks prior to the mailing of the print issue). During the three month period from finalization until ultimate publication, the managing editor who is employed full-time by HK puts each manuscript into production by converting it to a .pdf file that is sent to authors as a galley proof. She also obtains the copyright permission forms from authors. The journal editor provides a tentative *Table of Contents* to the managing editor as well as suggested “coverlines” associated with articles appearing in the issue. In *IJARE*, I have chosen to write an issue summary that I call “*In This Issue*” to describe what the papers address and who the authors are as well as to describe any potential themes as well as other special features of the issue (e.g., position statements, reviews, media reviews, editorials, and letters to the editor).

METHOD

Submitting a Manuscript to IJARE

When an author (or co-authors) has/have conducted an aquatic study or have identified a topic for an educational aquatic article, they are encouraged to submit their manuscript to the *IJARE* Manuscript Central website: http://mc.manuscriptcentral.com/HK_IJARE. In order to submit a manuscript, the lead author needs to have created a user account on the *IJARE* Manuscript Central website.

Once they have created the user account they will be prompted to create a password. I also always encourage authors to complete their online profile by identifying their address, institution, and particularly their interest areas by using the keyword list associated with *IJARE* and aquatics/swimming. Once the potential author has completed those steps, when they log onto Manuscript Central, they will be presented with two “dashboards.” One dashboard will allow manuscript submission; the second will enable an author also to serve as a peer reviewer. The editor normally uses the keywords to identify qualified peer reviewers based on their self-identified areas of interest and expertise as indicated by the completed profile.

To submit a manuscript, I request that authors consult the appended “Author Checklist” so that they can self-diagnose whether their manuscript meets minimum requirements (e.g., the format uses the American Psychological Association (APA) 6th edition manual; has double-spaced the entire manuscript; have omitted all identifying information; has had a technical writer skilled in American English edit the paper). Once they have an appropriately organized manuscript, they may click on the link on the *IJARE* Manuscript Central homepage to “submit a manuscript.”

The manuscript submission process on Manuscript Central site requires seven ordered steps. In preparation, authors need to have a separate copy of the abstract, a main document (.doc or .docx format) that has a title page with a running head (but no names or institution), a 300-word abstract, text, and references without figures or tables, separate files for each figure and each table, four-six keywords, the order, names, and email addresses for all co-authors, and the names and emails of any

preferred and non-preferred peer reviewers. As an option, video files (in .mov or .mpg format) also may be submitted for publication in the electronic version (limitation of 20MB file size). The seven steps are relatively self-explanatory if the author has all the previous information readily available.

Review Process for IJAR

Manuscript Central is set up to automatically submit emails to the authors, the journal editor, potential peer reviewers, and the managing editor, depending upon the action being taken. When a new manuscript is submitted, Manuscript Central assigns it a unique identification number (year and #) and the journal editor receives an email that a new manuscript has been submitted. Within one week, the editor is expected to review the submission, determine its appropriateness and completeness. If that is the case, the manuscript is forwarded for assignment of qualified peer reviewers. If there is a problem with the manuscript topic or its format, the manuscript may be adjusted by the journal editor or it may be “unsubmitted” by the editor and returned to the author(s) for editing. In extreme cases, the editor may “withdraw” the manuscript if it is considered an inappropriate topic (e.g., focused on competitive swimming; not an aquatic topic).

The journal editor may assign an appropriate member of the Editorial Board as the lead reviewer. Other reviewers are identified by using the keywords associated with the manuscript. From 2-5 reviewers are invited to review the manuscript (depending upon the topic and technical nature of the document) via email. The invitation email contains two URLs to allow potential reviewers to accept or decline the invitation. Generally, a one-month review period is prescribed with periodic automatic reminders are sent by Manuscript Central under the journal editor’s name. Each reviewer is asked to complete the 8 question rating of the manuscript and provide detailed constructive criticisms of the article, preferably line-by-line. Two separate options are available to peer reviewers: Comments made only to the editor or comments to both the editor and authors. These comments are then shared in a decision email sent by the editor with the overall decision. As an option, peer reviewers may attach a separate Word document that can be transmitted to the authors as an attachment to the decision email.

When 1-3 reviewers have accepted the invitation and submitted their peer reviews, the journal editor automatically receives an email that the minimum number of reviews has been completed. The journal editor then completes his own review of the manuscript and logs on to Manuscript Central and reads the returned reviews. As an option, the journal editor can rate each review based on its timeliness and appropriateness (each on a 3-point scale). Over time, the accumulated ratings of peer reviewers are averaged and summarized for reports as requested by the editor or publisher. These average ratings can be used as an additional criterion when deciding about requesting future peer reviews.

Based upon the recommendations of the peer reviewers and the editor’s own review, an editorial decision is made on each manuscript. That decision then is communicated to the authors via email, as described in a previous paragraph. The email communication to the lead author provides one of five decisions regarding the manuscript: 1) accept the manuscript for publication as submitted; 2) accept the manuscript with minor revisions; 3) accept the manuscript with major revisions; 4) reject the manuscript in its current form, but encourage resubmission; or 5) reject the manuscript outright without encouraging resubmission. Both decision #1 and #5 are the rarest decisions made for *IJARE*. Decisions #2 and #3 are the most common over the history of *IJARE*.

If the decision is made to accept the manuscript in its current form, the manuscript is moved to the production phase in Manuscript Central and an automatic email is sent both to the authors and to the managing editor that it is ready for production. The managing editor typically performs the production duties on manuscripts in batches every three months in preparation for the next issue as described previously. If the decision was to accept the manuscript with either minor or major revisions, the email from the editor to the authors conveys that decision and includes the ratings from the peer reviewers along with specific comments. Oftentimes, the editor provides a detailed edited manuscript using the “track changes” option in MS Word. The authors are encouraged to use that version of the manuscript, accept or reject the track changes and make other requested revisions and then resubmit the manuscript via Manuscript Central. If the manuscript decision was to reject, either with resubmission or not, a new submission with all seven steps is required and a new manuscript identification number is assigned to that manuscript.

RESULTS

As the founding editor of the *International Journal of Aquatic Research and Education*, I made the decision early on that I would serve in the capacity of a “developmental editor.” Instead of mainly making accept or reject decisions, it was my opinion that the state of the non-competitive aquatic and swimming literature was such that I needed to nurture authors, especially those for whom written English was not their native language. Part of the reason that I chose to provide an edited manuscript with comments and track changes was to facilitate the development of the aquatic and swimming body of literature as well as novice authors. The decision has been costly. Providing extensive formative feedback is extremely time-consuming, but I judge it to be worthwhile.

It has been gratifying to see how appreciative virtually all authors have been of the constructive criticism received from both peer reviewers and the editor. Overall, I have observed that the writing and research skills of most repeat authors have dramatically improved as a result of the feedback they have received. The same appears to be the case for peer reviewers who have improved dramatically over time and continue to provide more and more detail in their constructive criticism. Based upon the number and range of manuscripts received, the sophistication of the research, and the quality of the peer reviews, it is my subjective evaluation that my decision to be a “developmental editor” was the correct one. I believe that many areas of the aquatic and swimming literature are much more advanced and well developed than they were eight short years ago.

DISCUSSION

Strategies for Successful Authors

I would offer a number of strategies and words of advice to novice authors who strive to write manuscripts to be submitted for publication in *IJARE*. In particular, I refer authors to the appended Manuscript Submission Checklist (note that there are two versions of this checklist – one for research manuscripts and a slightly different one for educational or professional manuscripts).

Learn APA format.

In particular, it is very important for manuscripts to be written using American Psychological Association (A.P.A.) format, specifically the 6th edition of the *Publication Manual*. I recommend that authors not familiar with the APA format should purchase a copy of the 6th edition or use an online summary of the APA guidelines (the website created by Purdue University’s Online Writing Laboratory for

APA, also referred to as the Purdue OWL - APA, is my personal preference. It is easy to find using an online search engine such as Google.).

Use First Person and Active Voice.

For some reason, a myth has evolved that scholarly writing needs to use the third person and thus rely too much on the passive voice for verbs. Active voice is a much superior way to construct sentences. It does seem strange in the beginning to use the first person (“I” or “we”) as the subject of a sentence in a scholarly paper, but there is nothing wrong with it. In fact, it is preferable to complicated and “stuffy” use of passive voice. The goal of any good writing, scholarly or otherwise, is good communication.

Good Writing is Good Rewriting.

All writing is a skill and therefore something that needs to be practiced, repeatedly. My mentor is fond of saying “Good writing is simply rewriting and rewriting and rewriting and...” Like perfecting a swimming stroke, skillful writing takes an extraordinary amount of practice. It also often helps to have another naive, intelligent person read your drafts and make comments, both on the mechanics and grammar as well as the overall flow and voice of the paper. Authors often can self-edit by reading their paper out loud to themselves. If you stumble over reading a sentence, it is likely that the sentence needs to be rewritten, perhaps by shortening or dividing into separate sentences.

Use a Technical Writer/Editor.

For authors who are not native speakers or writers of English, a technical writer or editor who is familiar with writing English, especially American English, is a mandatory addition to your research team. The best research can be “hidden” by poor choice of vocabulary terms, complicated sentence structure, or poorly-constructed paragraphs that include more than a single topic. A good technical writer should be adept at helping authors with all of these writing requirements.

CONCLUSION

The *International Journal of Aquatic Research and Education* serves a “niche” audience of persons involved in swimming, water safety, and aquatic topics not related to competitive swimming. It aspires to serve as a forum for advancing the knowledge and body of literature for a broad set of swimming and aquatic topics. As a scholarly journal, it employs peer review for both research as well as educational or professional articles. This paper has summarized the history of *IJARE*, the process for submitting a manuscript via Manuscript Central, how it is reviewed, and proposed several important strategies for being a successful author.

REFERENCES

- American Psychological Association. (2012). *Publication Manual* (6th ed.). Washington, DC: Author.
- Langendorfer, S.J. (2012). Building aquatics: Telling your story. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 6, 4-7.
- Langendorfer, S.J. (2012). Writing style. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 6, 199-200.
- Purdue Online Writing Lab. Retrieved from <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>

ACKNOWLEDGMENTS

I extend my thanks Rainer Martens and Tom Lachochi for their faith in my editing ability to get a new journal started the three wonderful managing editors (Gayle, Marjorie, and Kathleen) that have made each issue of *IJARE* possible, members of

the Editorial Board, our volunteer peer reviewers, and especially the authors of paper submitted over the past 8 years.

TALLER: APLICANDO EXCEL EN EL ENTRENAMIENTO DE NATACIÓN

Antonio Oca Gaía

Director Técnico de la Federación de Natación de Castilla La Mancha

RESUMEN

El programa de hoja de cálculo Excel es una herramienta de ayuda al entrenador en sus labores de planificación, control y evaluación del entrenamiento deportivo. La complejidad que conlleva la puesta en marcha y el desarrollo de dichas actividades se simplifica con la utilización de Excel, facilitándose la gestión eficaz de una cantidad ingente de datos, con el consiguiente ahorro de tiempo.

El taller “Aplicando Excel en el Entrenamiento de Natación” está dedicado al manejo de algunas de las utilidades que proporciona la funcionalidad de Excel para el desarrollo de los citados cometidos del entrenador.

INTRODUCCIÓN

El uso de programas informáticos como herramientas de apoyo a la labor de los entrenadores está ampliamente extendido en la actualidad. En general, los más utilizados son los de aplicación genérica (bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de textos, etc.), porque ofrecen mayores posibilidades para la difusión e intercambio de archivos y aplicaciones desarrolladas por los propios entrenadores, además de grandes facilidades para la adaptación a las preferencias personales.

Aunque las herramientas para el diseño, desarrollo, control y evaluación de planes y programas de entrenamiento no son considerados como factores decisivos de una preparación exitosa, sí pueden contribuir a la gestión eficaz de la gran cantidad de datos que deben manejarse en el entrenamiento deportivo, ahorrando tiempo y esfuerzo al entrenador.

Entre dichos programas informáticos, la hoja de cálculo Excel es quizá el que proporciona una mayor utilidad para el desarrollo de los cometidos relacionados con la configuración de las principales unidades planificación (sesión, microciclo, mesociclo – fase – periodo, y macrociclo), con el control de las variables clave de la carga del entrenamiento (intensidad, volumen y densidad) y con la evaluación de los factores de la condición física, técnica y táctica determinantes del rendimiento deportivo.

La funcionalidad de la hoja de cálculo Excel permite recoger en un único libro de trabajo toda la información necesaria para la gestión integrada de los datos relativos a los aspectos mencionados, agilizando su introducción, modificación y consulta. La confección de gráficos elaborados con estos mismos datos facilita las tareas propias de la toma de decisiones sobre la preparación.

En el taller “Aplicando Excel en el Entrenamiento de Natación” se presenta la aplicación “Guía de Entrenamiento” con la que se realizan varias prácticas destinadas al uso de utilidades básicas de Excel, relacionadas con la planificación, control y evaluación del entrenamiento.

PRESENTACIÓN DE LA GUÍA DE ENTRENAMIENTO

La aplicación propone un modelo de planificación anual como referencia de ayuda para los entrenadores de natación, pero permite la modificación de los apartados

clave para el diseño personalizado del plan de preparación, conservando la información del modelo, de tal modo que pueda establecerse una comparación entre la propuesta inicial de la Guía y la elaborada por el entrenador.

Hoja “Índice General”.

Muestra el índice general de los contenidos de la Guía, con el enunciado de los distintos apartados que incluye (figura 1).

The image shows the cover and index of a training guide. The cover on the left is titled "Dirección Técnica Federación de Natación de Castilla La Mancha" and "Guía de entrenamiento para infantiles". It specifies "Femenino: 13 y 14 años. Masculino: 15 y 16 años." and "Temporada 2013-2014". The author is "Antonio Oca Gaia" with email "antoniooca@fnclm.com". The index on the right, titled "ÍNDICE GENERAL", lists the following sections: Introducción, Instrucciones, Características de la Preparación, Entrenamiento en Agua (Guía), Entrenamiento en Agua (Club), Resumen del Entrenamiento en Agua, Entrenamiento en Seco (Guía), Entrenamiento en Seco (Club), Resumen del Entrenamiento en Seco, Programación Semanal (Club), Carga Total de Entrenamiento (Guía), Carga Total de Entrenamiento (Club), and Estructura del Plan de Entrenamiento.

Figura 1: Hoja “Índice General” de la Guía de Entrenamiento.

Actividades del taller:

- Inserción de formas prediseñadas para establecer hipervínculos.
- Creación de hipervínculos para el desplazamiento entre las distintas hojas del libro de trabajo.
- Creación de hipervínculos para la apertura de archivos, carpetas, página web, dirección de correo, etc.
- Modificación y eliminación de hipervínculos.

Apartado “Instrucciones”.

Indica los apartados de la Guía que no admiten modificaciones y aquellos en los que el entrenador puede introducir los datos personalizados, señalando la forma de visualizar los comentarios (marcados con un triángulo rojo situado en el vértice superior derecho de las celdas) que contienen información aclaratoria (figura 2).

Instrucciones

La Guía permite adaptar los aspectos relativos al volumen de entrenamiento, recogidos en las hojas Entrenamiento en agua (Club), Entrenamiento en seco (Club) y Programación semanal (Club). A dichas hojas se accede desde el Índice General.

Los apartados que admiten modificaciones en los datos son los siguientes:

- Entrenamiento en Agua (Club)
 - Semanas: [red triangle]
 - Sesiones semanales: [red triangle]
 - Kilómetros semanales: [red triangle]
 - Porcentaje de volumen por Zona: [red triangle]
- Entrenamiento en Seco (Club)
 - Sesiones semanales: [red triangle]
 - Horas semanales: [red triangle]
 - Porcentaje de volumen por Zona: [red triangle]
- Programación Semanal (Club)
 - am L pm M am M pm X am X pm J am J pm Y am Y pm S am S pm D am D [red triangle]

Cada uno de éstos apartados (y algunos otros de la Guía) incluye un breve comentario aclaratorio que puede leerse colocando el ratón al final del texto del epígrafe.

El comentario está indicado con un triángulo rojo situado al final del texto, en la esquina superior derecha del rectángulo de color gris. Ejemplo:

En la hojas Entrenamiento en agua (Guía) y Entrenamiento en seco (Guía), los datos que se muestran en los apartados señalados no pueden modificarse.

© Antonio Dica Gata Volver al Índice General

Figura 2: Hoja “Instrucciones” de la Guía de Entrenamiento.

Actividades del taller:

- Inserción de comentarios y modificación de formatos.
- Inclusión de imágenes junto al texto del comentario o sin él.

Apartados “Entrenamiento en Agua” (Guía) y “Entrenamiento en Seco (Guía)”. Presentan el modelo de planificación en agua y seco propuesto en la Guía (sin posibilidad de modificar los datos), mostrando la estructura del plan, el volumen de entrenamiento semanal con su distribución porcentual por zonas de intensidad y la evolución de la dinámica de la carga de entrenamiento (figuras 3 y 4).

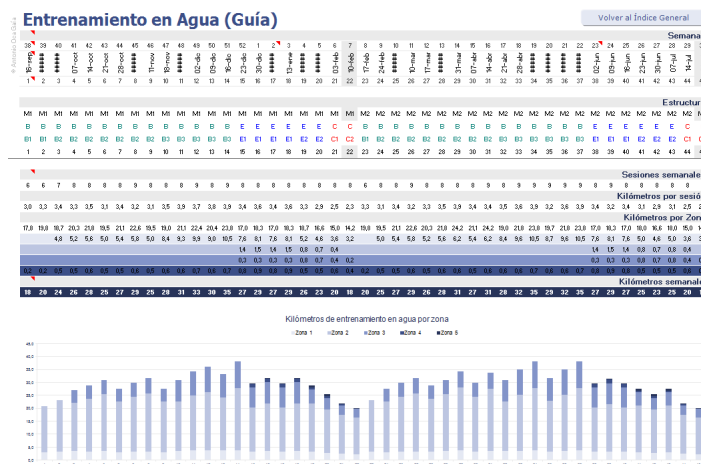


Figura 3: Hoja “Entrenamiento en Agua (Guía)” de la Guía de Entrenamiento.

Swimming Science II

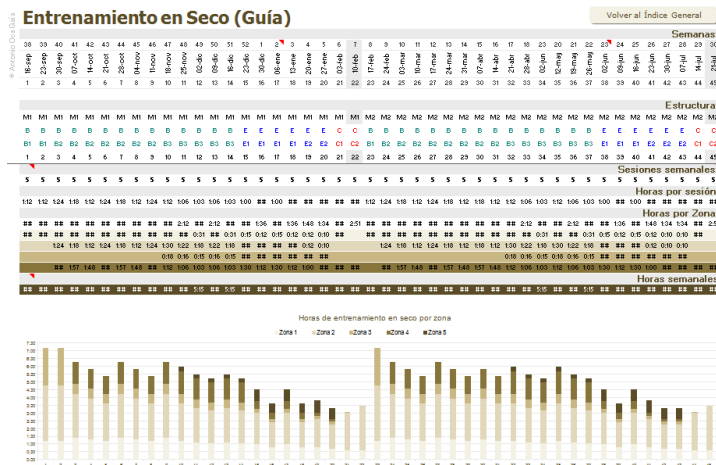


Figura 4: Hoja “Entrenamiento en Seco (Guía)” de la Guía de Entrenamiento.

Apartados “Entrenamiento en Agua (Club)” y “Entrenamiento en Seco (Club)”. Presentan el mismo modelo de planificación de los apartados anteriores, con posibilidad de modificar los datos referentes a la fecha de inicio del plan, el diseño de la estructura, el número de sesiones semanales, el volumen de entrenamiento semanal y su distribución porcentual por zonas de intensidad (figuras 5 y 6).

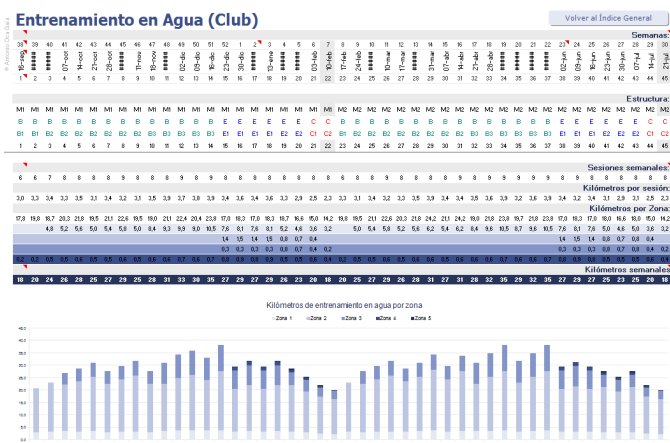


Figura 5: Hoja “Entrenamiento en Agua (Club)” de la Guía de Entrenamiento.

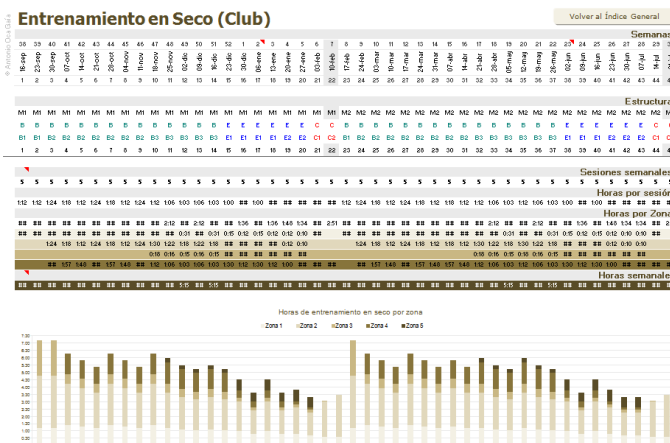


Figura 6: Hoja “Entrenamiento en Seco (Club)” de la Guía de Entrenamiento.

Actividades del taller:

- Configuración de la validación de datos para restringir la entrada de valores relativos al volumen de entrenamiento semanal y al porcentaje de dicho volumen para cada zona de intensidad.
- Configuración del formato condicional para marcar los límites temporales de las unidades de entrenamiento, resaltar las celdas con datos erróneos y añadir comentarios con información de ayuda.
- Creación de gráficos para la representación del volumen de entrenamiento semanal y su distribución porcentual por zonas de intensidad.

Apartados “Carga Total de Entrenamiento (Guía)” y “Carga Total de Entrenamiento (Club)”.

Muestran la evolución de la dinámica de la carga total de entrenamiento del modelo de planificación propuesto en la Guía y del plan diseñado por el entrenador (en ambos casos sin posibilidad de modificar los datos), representando de forma diferenciada la carga extensiva de la intensiva (figura 7).

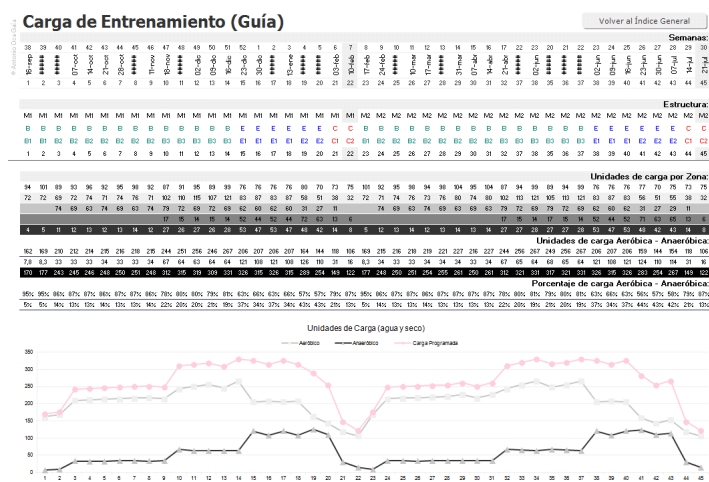


Figura 7: Hoja “Carga Total de Entrenamiento (Guía)” de la Guía de Entrenamiento.

Actividades del taller:

Configuración de fórmulas con referencias absolutas y relativas para el cálculo de datos contenidos en celdas de la misma hoja y de otras hojas del libro de trabajo.

Apartado “Programación Semanal (Club)”.

Presenta una tabla para cada semana del plan, con el fin de distribuir en ellas el volumen semanal por sesiones para cada zona de intensidad, tanto en agua como en seco. Se acompaña de los valores de referencia establecidos en el modelo de planificación de la Guía (figura 8).

Swimming Science II

| Programado | | Volver al Índice General | | | | | | | | | | | | | | Realizado | | |
|------------|--------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|--------|---------|
| Sem. | Vol | % Zona | Lun | Lun | Mie | Mie | Xue | Xue | Jue | Jue | Vie | Vie | Sab | Sab | Dom | Dom | Zona % | Volumen |
| Semana 1 | 17.820 | 39% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 3.36 | 60% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 2.24 | 40% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | | | Z3 | | | | | | | | | | | | | | Z3 | |
| | | | Z4 | | | | | | | | | | | | | | Z4 | |
| | | | Z5 | | | | | | | | | | | | | | Z5 | |
| | 18.000 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | |
| | 3.36 | 60% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 2.24 | 40% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | 6.00 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | |
| Semana 2 | 19.800 | 39% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 3.36 | 60% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 2.24 | 40% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | | | Z3 | | | | | | | | | | | | | | Z3 | |
| | | | Z4 | | | | | | | | | | | | | | Z4 | |
| | | | Z5 | | | | | | | | | | | | | | Z5 | |
| | 20.000 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | |
| | 3.36 | 60% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 2.24 | 40% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | 6.00 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | |
| Semana 3 | 18.720 | 78% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 4.800 | 20% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | | | Z3 | | | | | | | | | | | | | | Z3 | |
| | | | Z4 | | | | | | | | | | | | | | Z4 | |
| | | | Z5 | | | | | | | | | | | | | | Z5 | |
| | 24.000 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | |
| | 2.40 | 40% | Z1 | | | | | | | | | | | | | | Z1 | |
| | 0.42 | 10% | Z2 | | | | | | | | | | | | | | Z2 | |
| | 1.24 | 20% | Z3 | | | | | | | | | | | | | | Z3 | |
| | 2.06 | 30% | Z5 | | | | | | | | | | | | | | Z5 | |
| 7.00 | 100% | TOT | | | | | | | | | | | | | | TOT | | |

Figura 8: Hoja "Programación semanal (Club)"

Actividades del taller:

- Configuración de fórmulas con funciones para el cálculo de la magnitud total de la carga de entrenamiento en el microciclo.
- Configuración de la validación de datos para restringir la entrada de valores relativos al volumen de entrenamiento por sesión según la zona de intensidad y para añadir comentarios con información de ayuda.
- Configuración del formato condicional para resaltar las celdas con datos que quedan fuera de un rango de valores, en relación con el volumen de entrenamiento semanal para cada zona de intensidad.
- Configuración de fórmulas con funciones para otros usos relacionados con el control y evaluación del entrenamiento de natación.

APLICACIONES LIBRES RECOMENDADAS

-ASAP Utilities:

http://www.asap-utilities.com/asap-utilities-excel-tools.php?lang=es_es

-XL to EXE Converter:

<http://cpap.com.br/orlando/download2/XLtoEXE.zip|XLtoEXE.exe>

CONTROL DEL ENTRENAMIENTO TÉCNICO DE NADADORES DEL EQUIPO NACIONAL

Blanca de la Fuente y Javier Argüelles

Unidad de Análisis del Rendimiento. Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada. Consejo Superior de Deportes. blanca.delafuente@csd.gob.es

Desde el comienzo de su actividad, La Unidad de Análisis del Rendimiento Deportivo (UARD) del C.A.R. de Sierra Nevada ha desarrollado protocolos de análisis técnico y de control del entrenamiento que han sido utilizados por nadadores y entrenadores durante sus estancias en el centro. Algunos de los trabajos realizados en este departamento, son: Test de 50 m + Viraje, Pruebas de análisis de la velocidad intraciclo, Desarrollo de bases de datos de errores técnicos para la corrección del nado, la salida o los virajes, etc. La elección de uno u otro test se consensua con los entrenadores en función de la premura con la que necesiten los resultados, eligiendo métodos que requieren procesar los datos tras la realización de los test o bien sesiones de entrenamiento específico en las que existe aportación de feedback inmediato tras cada ensayo. En cualquier caso, se gestionan y entregan los resultados a través de bases de datos que permiten comparar la evolución de los nadadores a lo largo de sus estancias en el centro o bien comparar la ejecución con otros nadadores de la misma especialidad.

Palabras Clave: Evaluación, Rendimiento, Natación, Feedback Inmediato, Corrección.

EL RENDIMIENTO EN LAS PRUEBAS DE NATACIÓN

El rendimiento de un nadador en competición se determina en función del tiempo total transcurrido desde la señal de salida hasta finalizar la distancia de la prueba, definida en cada caso por el reglamento (Absaliyamov, T. & Timakovoy, 1990; Arellano, R, 1991; Mason, B, 1999a). En la actualidad, la concepción de las pruebas de natación difiere bastante de las primeras competiciones regulares que datan de mediados del siglo XIX en Inglaterra (Pease, 1999), donde el único criterio para determinar el rendimiento era el tiempo total invertido en la prueba. Sin duda es cierto que el nadador que obtenga menor tiempo en su prueba, será el que obtenga la victoria en competición. Sin embargo, se pueden seguir distintos planteamientos con vistas a afrontar dicha competición.

Hay, J., Guimaraes, A., & Grimston, S, (1983), abandonaron esta perspectiva global de las pruebas de natación al concebirlas no como un todo, sino como la sucesión de varias fases intermedias. Así el nivel de un nadador, determinado hasta entonces por el tiempo de prueba, se entendió a partir de entonces como la suma del rendimiento alcanzado en cada una de las fases que la componen: Tiempo de salida, Tiempo de Nado y Tiempo de Virajes. En su día éstos autores no consideraron la llegada como una fase específica, sin embargo en la actualidad esta fase se define como el tiempo que invierte el nadador en recorrer los últimos 5 metros de la prueba (Absaliyamov, T. & Timakovoy, 1990). Las variaciones en la frecuencia de ciclo y el contacto de las manos con la pared justifican la definición de esta fase, a pesar de que la técnica empleada en esta fase es la misma que la empleada durante el tiempo de nado. La figura 1 muestra de forma esquemática las fases consideradas en la actualidad en el análisis de la competición.

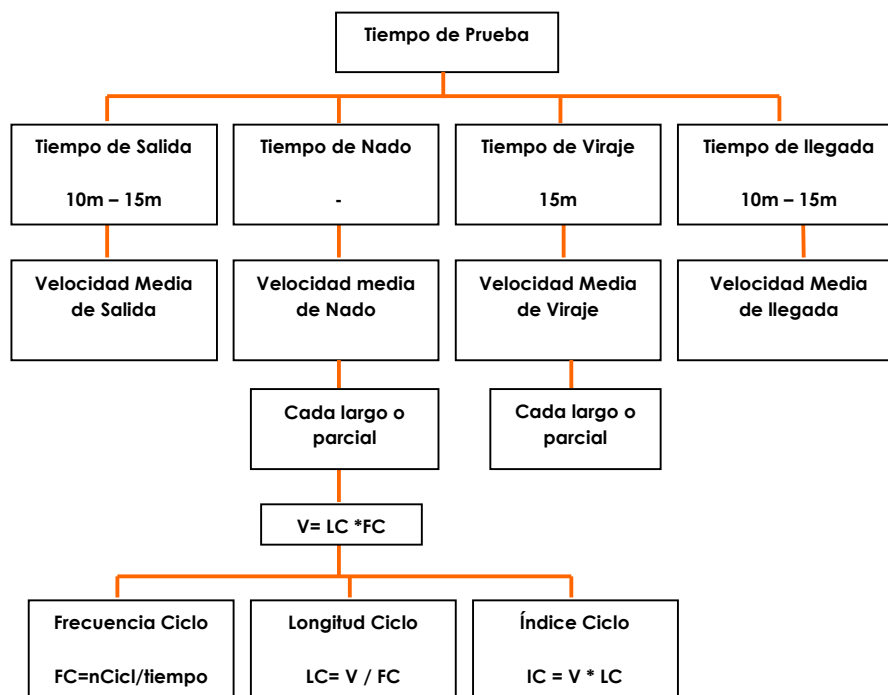


Figura 1. Variable cuantitativas utilizadas en el análisis de la competición adaptado de (Hay, J.G. et al., 1983).

El nivel de rendimiento en una determinada fase, no implica necesariamente un nivel semejante en el resto de las fases que componen una prueba, ya que el tipo de habilidad que se lleva a cabo en cada una de ellas es totalmente distinto. Aunque la habilidad de natación se considera una modalidad deportiva cíclica (Ruiz, L.M., 1994), solamente entre el 65%-75% de la distancia total recorrida por el nadador, responde fielmente a movimientos de carácter cíclico, mientras que el resto de la distancia recorrida, entre un 20% y un 25%, (Sanchez, J.A. & Arellano, R., 2001), se cubre mediante movimientos acíclicos, como son la salida, la ejecución de los virajes junto con su preparación previa y posterior deslizamiento y por último, la llegada, que pretende en los últimos metros de la prueba, la adecuación del nado al contacto con la pared.

La estructuración de las pruebas de natación como la sucesión de diversas fases facilita el análisis cuantitativo de las mismas. El estudio y la interpretación de las relaciones entre las fases de la prueba, así como entre ellas y el tiempo total permite extraer conclusiones relevantes que resultan de gran utilidad a entrenadores y nadadores. Así, se puede planificar la mejora global de una prueba basándonos únicamente en los resultados globales, tratando de mejorar ligeramente cada una de las fases que componen la prueba o bien mejorando específicamente la fase más deficiente (Absaliyev, T., 1984). Sin embargo, resulta más eficiente mejorar el rendimiento de un nadador trabajando sobre sus puntos débiles más que entrenando todas sus cualidades (Mason, B., 1999a, 1999b); (Mason, B. & Cossor, J., 2000). Así, dependiendo de la especialidad del nadador en lo que respecta a la distancia de prueba, será más importante consolidar o mejorar específicamente determinadas fases. Esto es debido a que el porcentaje de tiempo empleado en cada fase y por lo tanto su importancia relativa, varía en función de la distancia de la prueba (Thayer, A. & Hay, J., 1984). Igualmente, dependiendo del tipo de piscina en que se lleve a

cabo la competición (50 m o 25 m), la importancia de cada fase será diferente. Así, en piscina larga, la importancia de los virajes disminuye, llegando incluso a desaparecer como sucede en las pruebas de 50 m.

Para concretar estos porcentajes de contribución de cada fase al tiempo total de la prueba, se realizó un análisis exhaustivo de los resultados de los campeonatos del mundo celebrados en Barcelona 2013, disponiendo así con exactitud cuánto contribuye cada fase al tiempo total en función del estilo, distancia de prueba y sexo de los participantes.

Tabla 1. Contribución de las fases al tiempo total. Resultados del Campeonato del Mundo de BCN 2013 (De la Fuente, 2014).

| Prueba | TIEMPO DE NADO | | TIEMPO SALIDA | | TIEMPO LLEGADA | | TIEMPO VIRAJE | |
|--------|----------------|--------|---------------|--------|----------------|--------|---------------|--------|
| | 50 | 64.53% | 66.27% | 23.03% | 25.26% | 10.02% | 10.75% | |
| 100 | 63.26% | 64.69% | 10.58% | 12.15% | 4.98 % | 5.41% | 18.61% | 25.10% |
| 200 | 62.26% | 63.95% | 4.95% | 5.94% | 2.24% | 2.50% | 27.92% | 29.86% |
| 400 | 62.38% | 62.93% | 2.45 % | 2.86% | 1.09% | 1.17 % | 35.51% | 35.05% |
| 800 | 62.17% | 62.36% | 1.41% | 1.43% | 0.58% | 0.58% | 35.65% | 35.82% |
| 1500 | 62.16% | | 0.75% | | 0.31% | | 36.79% | |

IMPORTANCIA DEL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO

Tras la adecuada planificación del entrenamiento, una forma de comprobar la progresión y eficacia del mismo es evaluando al nadador a lo largo de la temporada. La finalidad de la evaluación es por tanto, facilitar y mejorar el proceso de aprendizaje o entrenamiento, planteando de forma estratégica actuaciones futuras con el objetivo de elevar el nivel inicial de rendimiento. En cualquier caso se deben considerar las posibilidades reales para perfeccionar la habilidad relativa a cada tramo específico de la prueba. Dependiendo del momento en que se lleve a cabo la evaluación podemos hablar de “Evaluación Inicial”, que pretende emitir un diagnóstico previo que permita establecer los objetivos y pautas de actuación a seguir o bien de “Evaluación Global”, que lo que pretende es valorar una progresión comparando la actuación del nadador respecto a un referente externo (otros competidores) o bien comparándola con ejecuciones anteriores.

Independientemente del tipo de evaluación, debemos cerciorarnos de ser rigurosos y objetivos en el proceso para que los datos que se extraigan sean fidedignos. La evaluación tradicionalmente empleada por los entrenadores, puede enmascarar la evolución de los resultados por los errores cometidos en el proceso de evaluación. Así, en lo que se refiere a la evaluación de la ejecución técnica nos encontramos ante un escaso tiempo de observación en gestos como las salidas y los virajes; cierta subjetividad en la observación en función de los conocimientos del entrenador y también los condicionantes espaciales debido a que los gestos se realizan entre un medio aéreo y acuático con la distorsión visual que esto puede provocar. Por otro lado, en lo que se refiere a la evaluación del resultado, es decir la cuantificación de determinadas fases, encontramos también cierta subjetividad a la hora de determinar la distancia sometida a estudio y también un error generado por las diferencias entre cronometraje manual, comúnmente empleado por los entrenadores y cronometraje electrónico.

Para asegurarnos esta objetividad en la evaluación, podemos recurrir a los análisis de la competición que se llevan a cabo en los eventos de carácter nacional y/o internacional por equipos experimentados y la tecnología apropiada o bien recurrir al registro en vídeo durante los entrenamientos o sesiones específicas de evaluación y realizar el posterior análisis para obtener las variables que deseamos someter a estudio. En cualquier caso, ambas alternativas ofrecen una serie de ventajas e inconvenientes. Así, los Análisis de la Competición ofrecen: Objetividad en los resultados obtenidos, la posibilidad de comparación con futuros rivales en cada prueba lo que implica la facilidad de planificar futuras actuaciones, y también la comparación a largo plazo en los eventos de más relevancia.

En los recientes campeonatos del mundo de Barcelona 2013, son varios los ejemplos en los que la mejora específica de una de las fases de la prueba hubiera supuesto un ranking completamente diferente al que tuvo lugar, modificando la titularidad del medallero.

Tabla 2. Importancia de la mejora de la salida: Análisis 50m L masculino. Campeonato del Mundo de BCN 2013.

| | Tsalida_15 | T25 | T35 | T45 | T50 | T_Total | T_Nado |
|---|-------------|------|------|------|------|---------|--------------|
| 1 | 5,28 | 4,44 | 4,56 | 4,80 | 2,24 | 21,32 | 13,80 |
| 2 | 5,24 | 4,52 | 4,68 | 4,80 | 2,23 | 21,47 | 14,00 |
| 3 | 5,24 | 4,52 | 4,60 | 4,92 | 2,23 | 21,51 | 14,04 |
| 4 | 5,32 | 4,60 | 4,60 | 4,84 | 2,24 | 21,60 | 14,04 |
| 5 | 5,24 | 4,56 | 4,64 | 5,00 | 2,20 | 21,64 | 14,20 |
| 6 | 5,60 | 4,44 | 4,56 | 4,80 | 2,25 | 21,65 | 13,80 |
| 7 | 5,16 | 4,56 | 4,84 | 5,04 | 2,25 | 21,85 | 14,44 |
| 8 | 5,32 | 4,60 | 4,72 | 5,04 | 2,25 | 21,93 | 14,36 |

Así, en los 50m libres masculino, la duración de la fase de nado fue idéntica en el primer y sexto clasificado. Sin embargo, si el sexto clasificado hubiese tenido un tiempo de salida igual al primero, habría conseguido la medalla de plata con un tiempo de 21,33 (s) a tan sólo una centésima de la medalla de oro. En el caso de la fase de viraje (prueba de 1500L masculino), también se observa que un mejor tiempo de nado no es suficiente para ganar una prueba. Así, el tercer clasificado tuvo el mejor tiempo de nado de todos los participantes, sin embargo, quedó relegado a un tercer puesto por un peor rendimiento (6,15 s) en los virajes a lo largo de toda la prueba.

Tabla 3. Importancia de la mejora de los virajes: Análisis 1500m L masculino. Campeonato del Mundo de BCN 2013.

| | T Total | T Nado | T Salida | T Llegada | T Aprox. | T Emersión | T Sep 15 | T Viraje |
|---|---------------|---------------|----------|-----------|----------|------------|----------|---------------|
| 1 | 881,15 | 547,88 | 6,44 | 2,99 | 92,08 | 67,28 | 231,76 | 323,84 |
| 2 | 882,48 | 550,64 | 6,68 | 2,68 | 93,80 | 69,96 | 228,68 | 322,48 |
| 3 | 885,37 | 545,71 | 7,06 | 2,61 | 93,11 | 51,23 | 236,88 | 329,99 |
| 4 | 887,96 | 555,12 | 6,60 | 2,68 | 96,22 | 69,50 | 227,34 | 323,56 |
| 5 | 893,95 | 556,75 | 6,96 | 2,67 | 98,23 | 60,97 | 229,34 | 327,57 |
| 6 | 900,44 | 558,60 | 6,64 | 2,84 | 97,04 | 59,16 | 235,32 | 332,36 |
| 7 | 903,1 | 562,28 | 6,52 | 2,70 | 92,92 | 65,72 | 238,68 | 331,60 |
| 8 | 905,92 | 561,16 | 6,76 | 2,80 | 95,70 | 62,18 | 239,50 | 335,20 |

Sin embargo, este tipo de análisis tan puntuales, son insuficientes para determinar la progresión a lo largo de una temporada, ya que no permiten evaluaciones intermedias para ajustar las pautas de actuación. Por otro lado, hay que considerar que requieren un cierto nivel del nadador, siendo necesario que éste acceda a las finales para que éste pueda ser evaluado.

Por otro lado el registro en vídeo y posterior análisis de variables tiene también sus ventajas e inconvenientes. El registro en vídeo permite el aprendizaje y/o entrenamiento del modelo técnico, cosa que no puede llevarse a cabo en el análisis de la competición. Por otro lado permite el análisis cuantitativo del rendimiento así como la posibilidad de obtener mayor número de parámetros. Además una ventaja añadida es que posibilita la evaluación a corto, medio y largo plazo pudiendo realizar ajustes a lo largo de la planificación de una o varias temporadas. Sin embargo, uno de los inconvenientes que plantea es la disponibilidad del material necesario para llevarlo a cabo. No obstante los costes de este tipo de tecnología se abaratan cada vez más haciéndolos más accesibles a todo el mundo. Del mismo modo, dependiendo del número de variables que queramos someter a estudio podemos entender como un cierto hándicap la demora en la obtención de los resultados. Sin embargo, simplificando los sistemas de medida así como las evaluaciones podemos conseguir resultados rápidamente o incluso ofrecer feedback inmediato durante las sesiones de entrenamiento.

Parece oportuno por tanto establecer un plan periódico de evaluación de los componentes de la prueba para determinar las mejoras en la técnica y el rendimiento en natación. La posibilidad de comparar los datos permite orientar con más precisión los objetivos en posteriores ciclos de entrenamiento. El momento más efectivo para valorar el rendimiento de nuestro nadador será sin duda durante las competiciones principales pues es ahí donde el nadador compite al límite de sus posibilidades (Mason, B., 1999a). Sin embargo, los sistemas de evaluación explicados con anterioridad deben complementarse en la medida de lo posible para asegurar una correcta planificación a corto, medio y largo plazo.

PROTOSCOLOS DESARROLLADOS EN EL C.A.R. DE SIERRA NEVADA

La altitud a la que se encuentra el CAR de Sierra Nevada (2.320 m) condiciona la duración y las características de las estancias de los equipos. En la mayoría de los casos, el tiempo oscila entre 3 y 5 semanas, lo que condiciona el modo de estructurar las sesiones de evaluación.

Se debe tener en cuenta, que las evaluaciones no deben distorsionar ni modificar la planificación prevista para la estancia en altura, por lo que tratamos de reducir al máximo la duración de los test (uno o dos ensayos máximos). De este modo el entrenador puede contabilizar esa sesión como un esfuerzo máximo e incluirlo como una carga más de entrenamiento. Además, debemos tener en cuenta el tiempo necesario para procesar los datos. En nuestro caso, ofrecemos los resultados de la evaluación rápidamente para que el entrenador pueda hacer uso de ellos durante su estancia y modifique o adapte su planificación si fuera necesario. En muchas ocasiones se plantea una sesión de evaluación al principio de la estancia. En uno o dos días los entrenadores reciben los resultados y tras trabajar sobre ellos, se plantea otra evaluación al final de la estancia que permita comprobar la progresión de los nadadores respecto a determinadas variables.

En este tipo de protocolos podemos analizar la ejecución técnica, desde un punto de vista cualitativo o bien centrarnos en el análisis cuantitativo de determinadas variables como indicadores de rendimiento. En el caso de la salida, el viraje o la llegada se colocan las cámaras sagitalmente al desplazamiento del nadador (aérea y

subacuática). En el caso de estudio de la técnica de nado, las cámaras se colocan bien lateralmente o frontalmente.

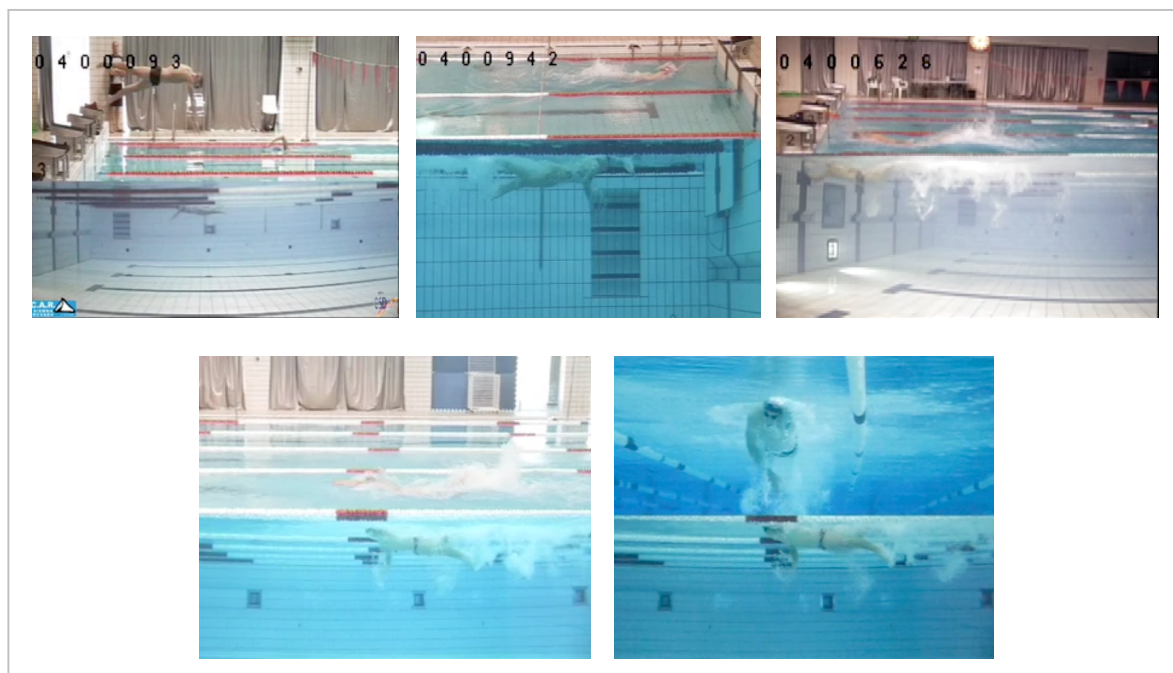


Figura 2. Miniaturas de ejemplo de cada uno de los protocolos ofertados en el CAR de Sierra Nevada: Salida, Viraje, Llegada, Técnica Nado (vista sagital y frontal).

Una vez obtenidas las imágenes se procede al análisis de las mismas. En los análisis cualitativos se determinan los errores técnicos tipificándolos a través de una base de datos que nos permite comparar la progresión de los nadadores a lo largo del tiempo. Esta base de datos codifica los errores en función de su importancia y genera de forma inmediata los informes para entregarlos al entrenador junto con la grabación completa de la sesión de evaluación. Esto permite al entrenador priorizar los ejercicios de corrección técnica basándose en la posibilidad de mejora del rendimiento.

Otro tipo de análisis se centra en el rendimiento de cada prueba. Para ello se cuantifican determinadas variables como indicadores del rendimiento específico de cada fase. Así, se puede analizar de forma independiente la fase de salida, de viraje o la llegada, o bien realizar un test completo de 50 m + Viraje donde además de las fases previas, se analiza también la fase de nado (FC, LC e IC). En función de las necesidades del entrenador se pueden ofrecer hasta 4 niveles de análisis cuantitativo de menor a mayor complejidad: Tiempos y Velocidades, Posiciones y Desplazamientos, Ángulos y Fuerzas.

Este tipo de test cuantitativos son los que se han realizado durante los últimos años a los grupos de edades, junior y absolutos del equipo nacional. En este caso, no hemos profundizado en variables o análisis muy detallados sino centrándonos a nivel más básico de análisis, hemos ofrecido datos comparativos muy interesantes que permiten estructurar y planificar de forma objetiva los entrenamientos. Estos datos también son relevantes para los seleccionadores, ya que les ofrecen información acerca de cómo evoluciona un mismo grupo o categoría a lo largo de los años.

Swimming Science II

| Fecha Test: 03/06/2014 | | TIEMPOS (s) | | | | | | | | | | VELOCIDADES (m/s) | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|------------|------|----------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------------|------|------|--------|-------|------|------|-------|-------|
| NADADOR | ESTILO | TECNICA | T_nado | | T Aprox. | T | T | T Sep | T Sep | T Sep | T Sep | TTotal | Nado | | Aprox. | Sep | Sep | Sep | Total | Total |
| | | | 15-10/10-5 | 5 | 5m | Volteo | Contacto | 5m | 10m | 15m | 5+15m | 15-10/10-5 | 5m | 5m | 5-10 m | 10-15 | 5+10 | 5+15 | | |
| Mejores Valores JUNIOR | | | | | 3,06 | 0,36 | 1,76 | 4,34 | 7,08 | 10,14 | | | | | | | | | | |
| Crol | Ondulatorio | | 2,96 | 2,96 | 2,92 | 1,36 | 0,28 | 1,88 | 5,11 | 8,20 | 11,12 | 1,69 | 1,69 | 1,71 | 2,66 | 1,55 | 1,62 | 1,87 | 1,80 | |
| Crol | Ondulatorio | | 2,94 | 3,14 | 1,31 | 0,32 | 1,88 | 4,96 | 8,14 | 11,28 | | 1,70 | 1,59 | 2,66 | 1,62 | 1,57 | 1,85 | 1,77 | | |
| Crol | Ondulatorio | | 2,76 | 3,00 | 3,08 | 1,20 | 0,32 | 1,82 | 4,80 | 8,24 | 11,32 | 1,81 | 1,67 | 1,62 | 2,75 | 1,68 | 1,45 | 1,90 | 1,77 | |
| Crol | Ondulatorio | | 3,20 | 3,08 | 3,16 | 1,24 | 0,28 | 1,80 | 5,17 | 8,48 | 11,64 | 1,56 | 1,62 | 1,58 | 2,78 | 1,48 | 1,51 | 1,80 | 1,72 | |
| Crol | Ondulatorio | | 3,00 | 2,92 | 3,00 | 1,40 | 0,24 | 1,68 | 5,16 | 8,77 | 11,77 | 1,67 | 1,71 | 1,87 | 2,98 | 1,44 | 1,39 | 1,84 | 1,70 | |
| Crol | Ondulatorio | | 3,24 | 3,16 | 3,20 | 1,44 | 0,24 | 1,96 | 5,20 | 8,81 | 11,81 | 1,54 | 1,58 | 1,56 | 2,55 | 1,54 | 1,47 | 1,79 | 1,69 | |
| Crol | Ondulatorio | | 3,04 | 2,97 | 3,15 | 1,56 | 0,24 | 1,81 | 5,09 | 8,89 | 11,84 | 1,64 | 1,68 | 1,59 | 2,76 | 1,52 | 1,39 | 1,82 | 1,69 | |
| Crol | Ondulatorio | | 3,12 | 3,02 | 3,22 | 1,12 | 0,32 | 1,92 | 5,42 | 8,96 | 12,18 | 1,60 | 1,66 | 1,55 | 2,60 | 1,43 | 1,41 | 1,74 | 1,64 | |
| Valores Medios 03/06/2014 | | | 3,05 | 3,01 | 3,11 | 1,33 | 0,28 | 1,84 | 5,11 | 8,51 | 11,62 | 1,65 | 1,66 | 1,61 | 2,72 | 1,53 | 1,48 | 1,83 | 1,72 | |

| Fecha Test: 03/06/2014 | | TIEMPOS (s) | | | | | | | | | | VELOCIDADES (m/s) | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------|------|----------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|-------------------|------|------|------|--|--|
| NADADOR | ESTILO | TECNICA | Sep. | Sep. | Contacto | Entrada | 5 m | 10 m | 15 m | | | | | | | | |
| | | | MANOS | PIES | MANOS | PIES | 0-5 m | 5-10 m | 10-15 m | 0-10 m | 0-15 m | | | | | | |
| Mejores Valores JUNIOR | | | 0,38 | 0,70 | 0,85 | 1,20 | 1,52 | 3,64 | 6,16 | 3,29 | 2,44 | 1,98 | 2,44 | 2,44 | | | |
| Crol | Competición | | 0,40 | 0,56 | 0,70 | 0,97 | 1,24 | 1,50 | 4,07 | 6,52 | 3,33 | 1,95 | 2,04 | 2,46 | 2,30 | | |
| Crol | Competición | | 0,48 | 0,55 | 0,66 | 0,93 | 1,32 | 1,51 | 4,07 | 6,58 | 3,31 | 1,95 | 1,99 | 2,46 | 2,28 | | |
| Crol | Competición | | 0,41 | 0,49 | 0,66 | 0,92 | 1,36 | 1,52 | 4,12 | 6,68 | 3,29 | 1,92 | 1,95 | 2,43 | 2,25 | | |
| Crol | Competición | | 0,60 | 0,68 | 0,87 | 1,10 | 1,44 | 1,66 | 4,32 | 6,72 | 3,01 | 1,88 | 2,08 | 2,31 | 2,23 | | |
| Crol | Competición | | 0,48 | 0,56 | 0,69 | 0,99 | 1,32 | 1,54 | 4,12 | 6,76 | 3,25 | 1,94 | 1,89 | 2,43 | 2,22 | | |
| Crol | Competición | | 0,44 | 0,52 | 0,68 | 0,96 | 1,40 | 1,60 | 4,24 | 6,84 | 3,13 | 1,89 | 1,92 | 2,36 | 2,19 | | |
| Crol | Competición | | 0,40 | 0,48 | 0,63 | 0,94 | 1,32 | 1,57 | 4,24 | 6,92 | 3,18 | 1,87 | 1,87 | 2,36 | 2,17 | | |
| Crol | Competición | | 0,48 | 0,56 | 0,72 | 0,92 | 1,28 | 1,66 | 4,48 | 7,08 | 3,01 | 1,77 | 1,92 | 2,23 | 2,12 | | |
| Valores Medios 03/06/2014 | | | 0,46 | 0,56 | 0,72 | 0,97 | 1,34 | 1,57 | 4,21 | 6,76 | 3,19 | 1,90 | 1,96 | 2,38 | 2,22 | | |

Figura 3. Ejemplo de los informes entregados en los protocolos con procesamiento de datos: Informe cuantitativo e informe cualitativo de virajes.

Otro tipo de evaluación que se ofrece en el CAR de Sierra Nevada es la valoración y el entrenamiento técnico. Se trata de sesiones de trabajo en las que se lleva a cabo una intervención directa y continuada durante las sesiones de entrenamiento. Para ello se plantean protocolos en los que se ofrece al nadador feedback inmediato informativo con vídeo (FIV) tras cada ensayo. En ese caso la metodología de

registro de imágenes es idéntica a la empleada en el análisis cuantitativo (figura 2), con la salvedad de que las imágenes se reproducen en las pantallas de feedback de forma que el nadador, al finalizar su ejecución, puede visualizar la misma a pie de piscina. En estos casos se trabaja directamente con el nadador tratando de modificar su patrón erróneo, empleando por tanto el número de ensayos necesarios hasta que se vislumbra el nuevo patrón motor que el nadador debe asimilar.

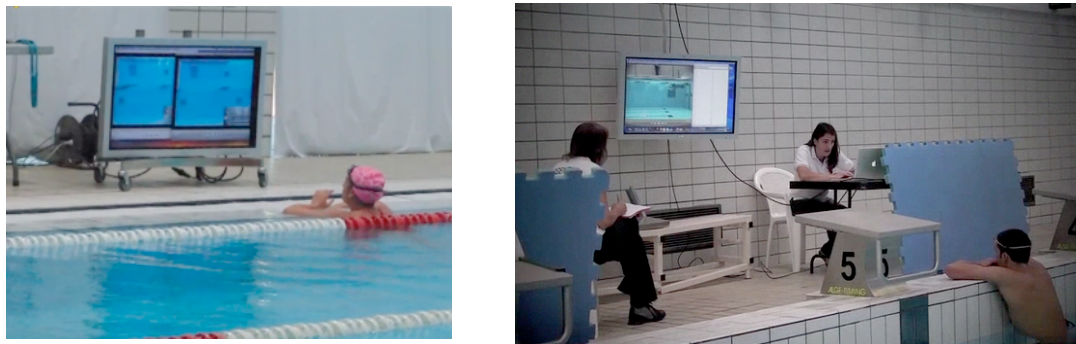


Figura 4. Proyección del gesto técnico sobre una pantalla a pie de piscina. El nadador puede visualizar su ejecución inmediatamente tras su conclusión.

Del mismo modo se aporta tras cada ensayo el tiempo empleado en cada fase. El hecho de conocer el tiempo invertido en la ejecución y la visualización de su propia ejecución permiten al nadador modificar el patrón motor de su ejecución gracias al feedback intrínseco generado tras cada ensayo (De la Fuente, B., 2003). Por otro lado debemos enfatizar que el feedback intrínseco del nadador contrastado objetivamente con el feedback informativo visual mejora no sólo el proceso de corrección técnica sino también la uniformidad de la ejecución tendiendo a unificar los tiempos de ejecución.

La asociación de percepciones, imágenes y datos objetivos ayudan al nadador a orientar y enfocar sus futuras sesiones de entrenamiento técnico para tratar de consolidar esas correcciones y automatizar una “nueva” técnica de nado, con una mejora sustancial del rendimiento

CONCLUSIONES

La evaluación de la técnica en deportistas de alto rendimiento conlleva una colaboración estrecha con el cuerpo técnico que programa el entrenamiento del nadador. Los diferentes protocolos a utilizar (que son muy numerosos en la actualidad) deben seleccionarse en función de las necesidades del deportista, el momento concreto de la temporada, junto con la posible aportación en la mejora del rendimiento del nadador. Dicha selección y correcto uso, probablemente sea lo más complicado en el proceso de apoyo biomecánico del deportista, que muchas veces se ve limitado por la propia experiencia del evaluador en el deporte en cuestión.

En el presente trabajo se ha mostrado el origen, la filosofía y algunos ejemplos del tipo de trabajo que se lleva a cabo en el Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada. Unas instalaciones extraordinarias junto con la posibilidad de evaluar a deportistas de todos los niveles, nos ha llevado a desarrollar multitud de procedimientos para evaluar todos los aspectos técnicos necesarios en un nadador. El trabajar únicamente durante las concentraciones en altura impide realizar un seguimiento más continuado de los deportistas, pero esto se compensa con procedimientos rápidos y precisos de evaluación.

En el caso del equipo nacional, nuestro esfuerzo en los últimos años se ha centrado en ofrecer datos comparativos de la evolución del rendimiento en las distintas categorías, así como la comparación de dichas categorías respecto a sus referentes internacionales. Esto permite planificar los objetivos de mejora en base al estado actual de nuestra natación.

REFERENCIAS

- Absaliamov, T. (Ed.). (1984). *Controlling the Training of Top-Level Swimmers* (1 ed. Vol. 1). Helsinki, Finland: John L. Cramer.
- Absaliamov, T., & Timakovoy. (1990). Análisis de la actividad competitiva del nadador. (A. I. Zvonarev, Trans.). In *Aseguramiento Científico de la Competición* (1 ed., Vol. 1, pp. 58-81). Moscú: Vneshtorgizdat.
- Arellano, R. (1991). *Análisis Estadístico Básico de los Resultados Obtenidos en los Campus de Promesas Realizados en Cartagena* (Informe): Consejo Superior de Deportes - Federación Española de Natación.
- Arellano, R., Pardillo, S., & García, F. (1999). A system for quantitative measurement of swimming technique. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII* (1 ed., pp. 269-275). Jyvaskyla (Finland): Department of Biology of Physical Activity of the University of Jyvaskyla.
- De la Fuente, B. (2003). *Desarrollo de un sistema automatizado para la evaluación y el entrenamiento de las salidas en natación: aplicación en deportistas de diferente nivel.*, Universidad de Granada, Granada.
- Hay, J. G., Guimaraes, A. C. S., & Grimston, S. K. (1983). A Quantitive Look at Swimming Biomechanics. In J. G. Hay (Ed.), *Starting, Stroking & Turning (A Compilation of Research on the Biomechanics of Swimming, The University of Iowa, 1983-86)* (pp. 76-82). Iowa: Biomechanics Laboratory, Department of Exercise Science.
- Mason, B. (1999a). Biomechanical Race Analysis. *ASCA Worl Clinic*, 99-114.
- Mason, B. (1999b). *Where are races won (and lost)?* Paper presented at the SWIMMING: Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports., Perth: Western Australia.
- Mason, B. R., & Cossor, J. M. (Eds.). (2000). *What can we learn from competition analysis at the 1999 Pan Pacific Swimming Championships?* (Vol. 1). Hong - Kong: The Chinese University of Hong Kong.
- Ruiz, L. M. (1994). *Deporte y Aprendizaje. Procesos de Adquisición y Desarrollo de Habilidades*. Madrid: Vlsor.
- Sanchez, J. A., & Arellano, R. (2001). El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología. In R. Arellano & A. Ferro. (Eds.), *Análisis Biomecánico de la Técnica en Natación: Programa de Control del deportista de Alto Nivel* (Vol. 32). Madrid: Ministerio de Educación, cultura y deporte. CSD.
- Thayer, A., & Hay, J. (1984). Motivating Start and Turn Improvement. *Swimming Technique, II* (Feb - Apr), 17-20.

EVALUACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN SECO A NADADORES INTERNACIONALES EN EL CAR DE SIERRA NEVADA.

Javier Argüelles-Cienfuegos y Blanca de la Fuente

**Unidad de Biomecánica y Análisis del Rendimiento Deportivo
Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada
Consejo Superior de Deportes.
javier.arguelles@csd.gob.es**

RESUMEN

Son varios los motivos por los que el entrenamiento de fuerza ocupa un lugar prioritario en los programas de entrenamiento de natación. Su contribución a la prevención de lesiones, a la mejora de la eficiencia de nado y a la mejora del rendimiento competitivo parecen ser los principales. El objetivo de esta presentación es familiarizar a los entrenadores con algunos de los métodos de evaluación de la fuerza más utilizados en nadadores internacionales de diferentes categorías. Proponemos el test de cargas progresivas para evaluar diferentes manifestaciones de fuerza dinámica submáxima y el test en ergómetro para valorar la resistencia a la fuerza utilizando un patrón de movimiento similar al realizado en el agua. También pretendemos resaltar la importancia del control del entrenamiento y de la fatiga neuromuscular, más aún cuando nos encontramos en situaciones especiales de entrenamiento como las concentraciones en altura.

Palabras Clave: entrenamiento de fuerza, feedback inmediato, biomecánica, fatiga neuromuscular.

INTRODUCCIÓN

Investigaciones realizadas en los últimos años han relacionado significativamente diferentes manifestaciones de fuerza con el rendimiento en natación tanto en las fases cíclicas de nado (Morouço et al., 2011) como en las acíclicas de salidas y virajes (West, Owen, Cunningham, Cook, & Kilduff, 2011) (Argüelles-Cienfuegos, de la Fuente, Tubella, & Arellano, 2013)

Aunque la fuerza adquiere mayor importancia cuanto más corta es la competición, podemos decir que en las pruebas de resistencia también interviene el factor fuerza. Si un nadador de 800m pierde velocidad en los últimos 100 m es porque aplica menos fuerza y lo hace más lentamente. Es decir, su rendimiento está limitado por la capacidad para mantener la aplicación de fuerza en un tiempo concreto independientemente de que esto se deba a causas metabólicas o neuromusculares.

Hay dos aspectos importantes que resaltan la importancia del entrenamiento de fuerza en natación a medida que aumenta el nivel competitivo. El primero está relacionado con las fuerzas de resistencia hidrodinámica a las que se somete un

nadador. Estas aumentan proporcionalmente al cuadrado de su velocidad. Por lo tanto a medida que aumenta la velocidad de éste, mayores son las fuerzas que deberá superar. (Vorontsov & Rummyantsev, 2000). El segundo aspecto, común en la mayoría de las disciplinas deportivas, también está relacionado con el aumento de la velocidad, pero en este caso el reto no es sólo vencer la mayor resistencia hidrodinámica sino tratar de aplicar más fuerza a una mayor velocidad. Mejorar esta relación fuerza-tiempo es el objetivo fundamental que debe perseguir el entrenamiento de fuerza. Mejoraremos nuestro rendimiento si aumentamos la aplicación de fuerza en la fase propulsiva del nado, que cada vez tendrá una duración menor (Badillo & Ayestarán, 2002).

Prevenir lesiones y mejorar ejecuciones técnicas son otras de las maneras con las que el entrenamiento de fuerza puede mejorar el rendimiento en nuestros nadadores. (Seifert, Chollet, & Mujika, 2011).

Fuerza en altura

Estudios realizados en la última década han observado una mejoría del rendimiento neuromuscular al ascender a alturas moderadas. (Feriche et al., 2008) (Chirosa et al., 2006) (García-Ramos et al., 2014). Los autores argumentan una facilitación de vías metabólicas anaeróbicas favorecidas por un entorno hipóxico y ventajas mecánicas propiciadas por la altitud. En el caso de que futuros estudios confirmen estas hipótesis, nuevos objetivos para la mejora de la fuerza podrían unirse a los tradicionales objetivos de trabajo en altitud. Además, la evaluación inicial y reajuste de cargas para el entrenamiento de fuerza en las concentraciones de altura se convertiría en imprescindible.

EVALUACIONES DE FUERZA MÁS FRECUENTES EN NADADORES.

La medición y evaluación del rendimiento es imprescindible en cualquier proceso de entrenamiento deportivo. Nos sirve para conocer los puntos fuertes y débiles de nuestro deportista, valorar su estado inicial y analizar la respuesta al entrenamiento programado.

En el departamento de Biomecánica y Análisis del Rendimiento del CAR de Sierra Nevada realizamos frecuentemente tareas de control del rendimiento en nadadores de distintas selecciones nacionales desde categoría infantil hasta categorías absolutas. A continuación mostramos dos de los métodos más utilizados en la evaluación del rendimiento en seco, por su fácil aplicación: el test de cargas progresivas y el test de resistencia a la fuerza en ergómetro.

Test de cargas progresivas

Esta prueba tiene como objetivo obtener perfiles de rendimiento en movimientos concretos a través de distintas manifestaciones de fuerza representadas en una *curva de carga-velocidad*. Esta curva representa la relación entre fuerza y velocidad.

La división de la curva en zonas de cargas ligeras, medias y pesadas nos da información sobre nuestro rendimiento al aplicar fuerza a velocidades altas, medias y bajas. La medición directa de la velocidad de ejecución con transductores lineales también nos permite obtener una *curva de carga-potencia* lo cuál nos ayuda a determinar las zonas de trabajo con una mayor producción de potencia, también llamadas cargas óptimas.

Para el desarrollo de los test se emplean ejercicios que implican movimientos de empuje (press de banca) y tracción (remo tumbado) así como los ejercicios de sentadilla y salto en el caso de las extremidades inferiores. Después de un

calentamiento estandarizado los deportistas levantan diferentes cargas a la máxima velocidad posible. Normalmente se ejecutan entre 3 y 5 series, con número de repeticiones variable: el mínimo posible con el que obtengamos la máxima velocidad en cada carga. En esta prueba se incrementan progresivamente las cargas. Generalmente, las cargas utilizadas son relativas a la masa corporal de cada nadador: 25%, 50%, etc. y tienen un descanso entre series de 3' a 5'.

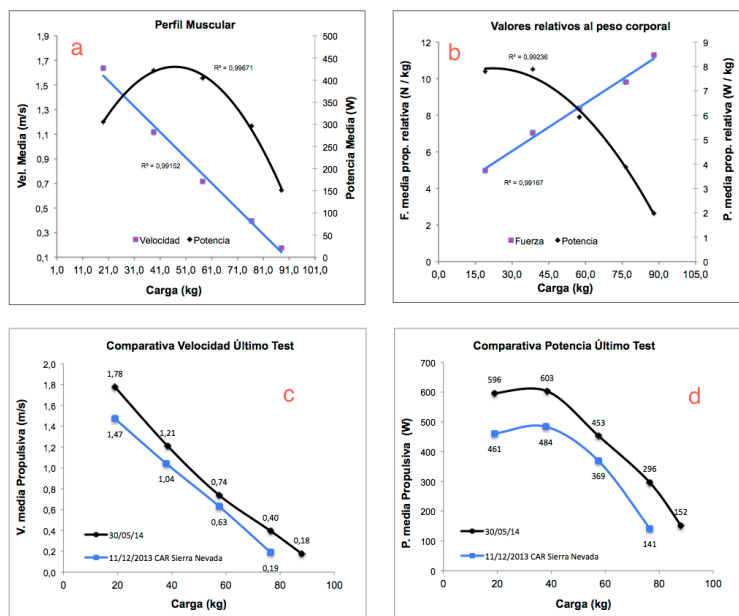


Figura 1. Ejemplo de las gráficas proporcionadas en el informe del test de cargas progresivas. **A.** Curvas de Carga-Velocidad y Carga-Potencia. Se muestran valores de velocidad (azul) y potencia media (negro) obtenidos durante toda la fase concéntrica del recorrido. **B.** Curvas de fuerza (azul) y potencia (negro) con valores normalizados por el peso corporal y correspondientes a la fase propulsiva de la fase concéntrica. Esta fase propulsiva está más relacionada con la aplicación de fuerza ya que elimina la ultima parte del movimiento concéntrico en el caso que existieran fuerzas de frenado. Esto suele suceder con cargas ligeras. **C** y **D.** Comparativa de curva de carga-velocidad y carga-potencia. Ambas utilizan valores medios correspondientes a la fase propulsiva. En las dos se observa un desplazamiento hacia arriba y hacia la derecha en los resultados del postest (negro). Por lo tanto se puede afirmar que se ha producido una mejora en el rendimiento del deportista en todas las zonas de la curva.

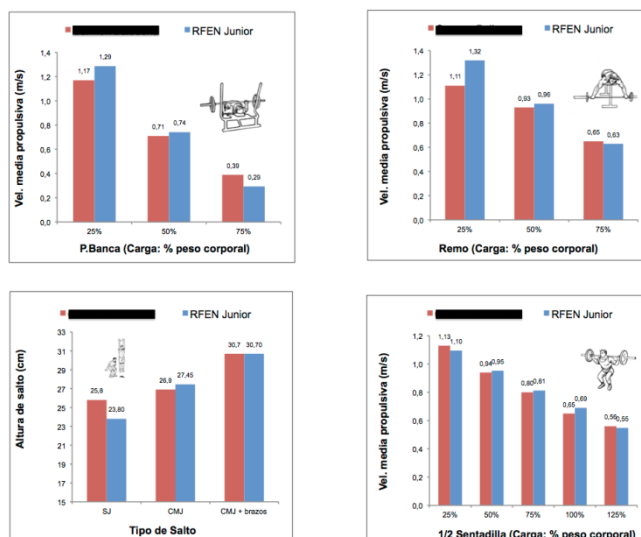


Figura 2. Ejemplo de informe individual con comparativa de valores de referencia de grupo. Las columnas rojas muestran el rendimiento del deportista en valores absolutos en los diferentes ejercicios. Las columnas azules muestran los valores de referencia pertenecientes al equipo junior femenino de la RFEN.

Si es cierto que se podrían emplear cargas absolutas, que se repetirían en posteriores test para poder comparar la evolución de cada nadador a lo largo del tiempo, pero el hecho de escoger cargas relativas al peso de los nadadores normaliza directamente los valores permitiendo al entrenador comparar directamente los resultados entre los nadadores de un mismo grupo. El concepto de cargas relativas al peso corporal nos acerca, al igual que en otros deportes, al objetivo último del nadador que es desplazar su propio peso por el agua a la mayor velocidad posible.

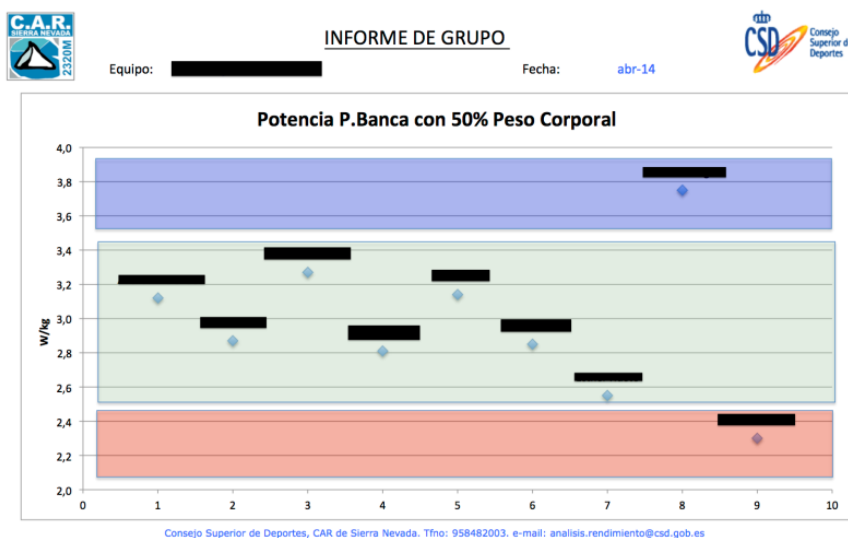


Figura 3. Ejemplo de informe de grupo. Los puntos en la gráfica muestran los valores de potencia normalizados por el peso (W/kg) de cada uno de los nueve deportistas pertenecientes a un mismo equipo y obtenidos en press de banca con la carga correspondiente al 50% del peso corporal. Las franjas coloreadas dividen a la muestra en tres niveles de rendimiento obtenidos a través del cálculo: (promedio \pm desviación típica)

Test de resistencia a la fuerza en ergómetro

A la hora de valorar la capacidad de resistir a la fuerza en situación inespecífica, fuera del agua, utilizamos un ergómetro adaptado que nos permite reproducir patrones motores más similares a la técnica de nado. Dependiendo del nivel competitivo y la especialidad del nadador, realizamos de una a seis series de una duración comprendida entre 30'' y 60'', todas ellas a la máxima intensidad posible. Extraemos los valores de velocidad media y velocidad máxima de cada serie, y analizamos las curvas que muestran la pérdida de velocidad y potencia brazada a brazada. Este análisis nos permite valorar el rendimiento de nuestro nadador con un componente predominantemente anaeróbico.

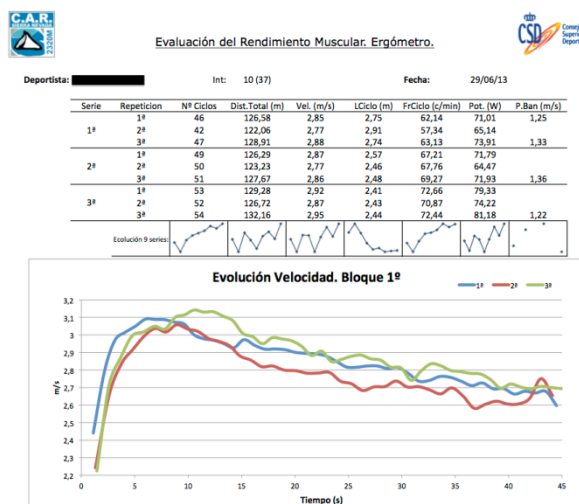


Figura 4. Ejemplo de informe de test de resistencia a la fuerza en ergómetro. Tabla superior muestra distantes variables como nº de brazadas, velocidad, potencia, distancia recorrida, frecuencia de brazada, etc. La gráfica inferior muestra la evolución de la velocidad brazada a brazada.

La manifestación repetida de fuerzas en el ergómetro tiene características más similares al nado que las evaluaciones que se pudieran realizar en ejercicios convencionales de fuerza. La utilización de estos dispositivos también en las sesiones de entrenamiento nos permite aplicar mayores fuerzas que en el agua, en un gesto similar, y realizar un trabajo con una mayor densidad de fase propulsiva ya que el tiempo de los recobros es menor que en el agua.

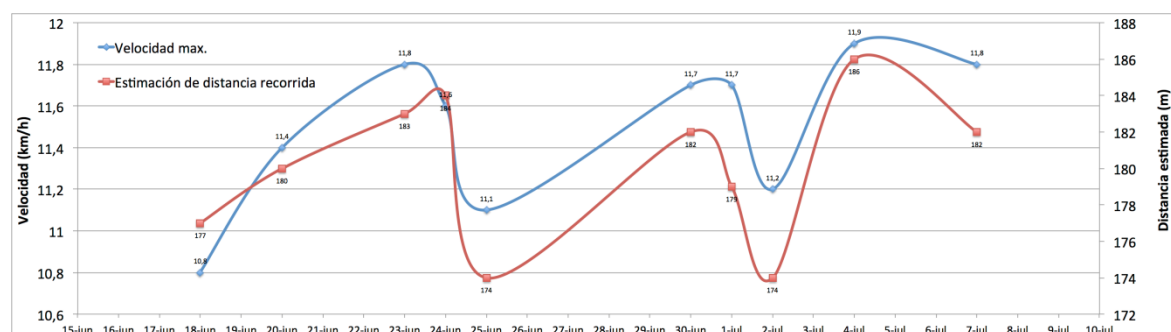


Figura 5. Control del rendimiento en ergómetro a lo largo de 10 sesiones realizadas durante una concentración en altura. La línea azul muestra la velocidad máxima obtenida en cada sesión, este valor es un indicador de la mejor producción de fuerza por brazada de todo el entrenamiento. La línea roja muestra la estimación de metros recorridos en la mejor serie (45'') del día, a mayor distancia final recorrida mayor capacidad para resistir una alta aplicación de fuerzas.

¿Cuándo realizarlos?

Después de un día de descanso, al principio y al final de cada bloque de entrenamiento. La evaluación inicial nos aportará la información objetiva en la que nos basaremos para programar el entrenamiento. La evaluación final nos permitirá analizar las respuestas al entrenamiento programado y valorar si se produjeron las adaptaciones deseadas. También es interesante llevar a cabo este tipo de evaluaciones en momentos donde el rendimiento en nuestra disciplina sea especialmente bueno (mejor marca personal o mejor marca del año). De esta manera se podrán crear valores de referencia personalizados muy útiles a la hora de programar el entrenamiento de cara a nuevos objetivos.

Presentación de datos

En las figuras precedentes se han mostrado algunos ejemplos del tipo de información que se entrega a los entrenadores. La utilización de gráficas, comparaciones históricas con rendimientos previos o comparaciones con rendimientos de grupos, son maneras de presentar resultados y simplificar la interpretación de los mismos por parte del entrenador. De esta manera se ayuda a realizar un fácil diagnóstico e identificación de prioridades para diseñar planes de intervención más eficaces.

Cuando un sujeto es evaluado por primera vez y no dispone de resultados previos con los que comparar su rendimiento o cuando se quieren aglutinar variables diferentes resumiéndolas en un mismo gráfico, la puntuación tipificada es una interesante solución. A través de este cálculo estadístico de estandarización de datos podemos observar gráficamente la posición de un sujeto frente a un grupo o frente a valores de referencia que consideremos como objetivo. En la figura 6 se explica cómo se obtiene la puntuación z y se muestra el ejemplo de rendimiento de una deportista del equipo nacional junior. Sabiendo que el valor 0 corresponde con el valor objetivo de referencia fijado, en este caso el promedio de resultados obtenidos de la evaluación de los diferentes miembros del equipo junior femenino a lo largo de varias temporadas, el entrenador puede apreciar a simple vista como la deportista en cuestión presenta un déficit de rendimiento en la fuerza de los miembros superiores principalmente en el movimiento de tracción que representa el ejercicio de remo tumbado.

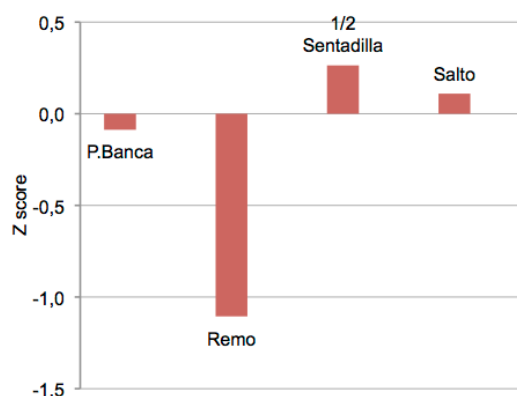


Figura 6. En esta gráfica se muestra rendimiento través de una puntuación tipificada (z-score) (Valor individual – valor promedio del grupo / desviación típica) La puntuación 0 significa que el atleta alcanza el valor de referencia fijado.

Programación y monitorización del entrenamiento en seco

En el entrenamiento de fuerza, la voluntad de mover la carga en cada repetición a la máxima velocidad posible produce una serie de adaptaciones neurales a las que no puede renunciar ningún deportista que aspire a mejorar su rendimiento neuromuscular. Es en estos momentos, cuando existe la voluntad de mover la carga a la máxima velocidad, es cuando la programación y el control del entrenamiento a través de la velocidad adquiere sentido y supone la mejor manera de cuantificar la intensidad real del entrenamiento que se está llevando a cabo. Para ello nos ayudamos de transductores lineales con los que obtenemos la velocidad en la fase propulsiva del movimiento entrenado. Esta velocidad es la consecuencia directa de la fuerza aplicada en el ejercicio.

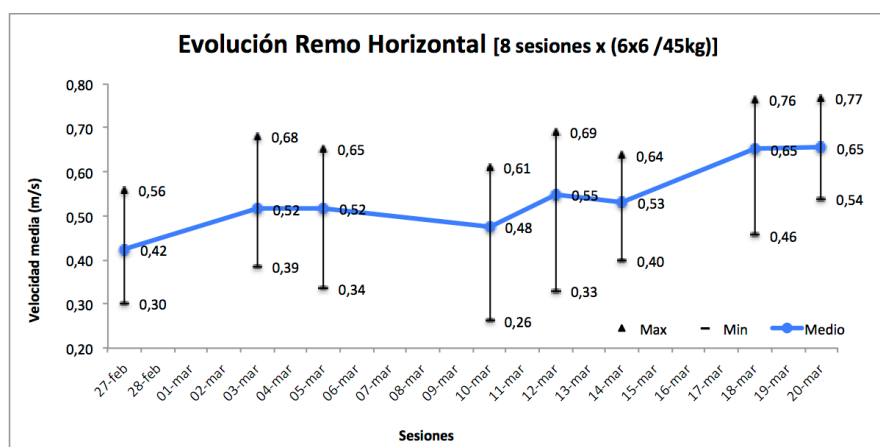


Figura 7. Control del entrenamiento de fuerza a la largo de las 8 sesiones de entrenamiento realizadas durante una concentración en altura. Los tres valores numéricos que aparecen cada día corresponden a los valores máximos, medios y mínimos de velocidad media propulsiva de las 36 repeticiones realizadas (6x6). Al mantener una carga constante durante las 8 sesiones (45kg) podemos decir que el sujeto a mejorado su rendimiento claramente ya que al final de la concentración consigue desplazar la misma carga a una mayor velocidad.

El apoyo tecnológico que aportan los transductores lineales al proceso de entrenamiento y la capacidad de los software de ofrecer un feedback inmediato, están mejorando la calidad de los entrenamientos de fuerza en los últimos años. Esta información instantánea y objetiva sobre la velocidad a la que conseguimos mover la carga o la potencia que producimos en cada repetición, consiguen una mayor implicación y motivación por parte de los deportistas y un aumento de su rendimiento en estas sesiones (Hopper, Axel Berg, Andersen, & Madan, 2003). La utilización de esta tecnología no solo añade un reto, o un grado de competitividad al entrenamiento en el gimnasio, también nos permite ajustar entrenamientos en tiempo real de una manera objetiva y recoger información diaria sobre el estado de forma del deportista. También abre las puertas a una nueva manera de programar el entrenamiento de fuerza, donde las intensidades y el volumen del trabajo vengan marcadas por la velocidad de cada repetición.

Otra ventaja de entrenar con este tipo de tecnología la encontramos a la hora de realizar entrenamientos tipo clúster o de descansos intra-series. Este tipo de entrenamientos tienen como objetivo la mejora de la calidad del entrenamiento de fuerza mediante la introducción de pequeñas pausas de 6'' a 60'' segundos entre repeticiones o conjunto de repeticiones (Hansen, Cronin, & Newton, 2011). De esta manera se pretende reducir la fatiga y aprovechar la activación para aumentar las producciones de potencia y la velocidad de desplazamiento de la barra. Gracias al

control de las variables mecánicas de cada repetición podemos individualizar los tiempos óptimos de descanso en cada nadador.

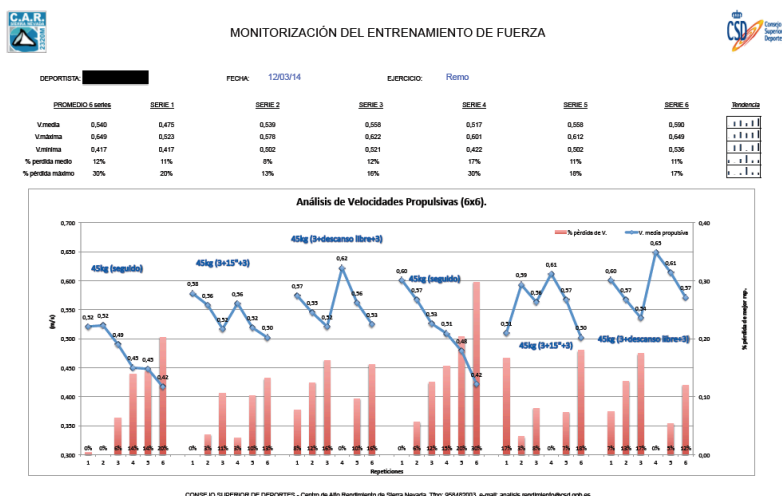


Figura 8. Ejemplo de monitorización de una sesión de entrenamiento (6x6). Se utilizaron diferentes estrategias de ejecución en cada serie dividiéndolas en dos bloques de tres repeticiones separados por diferente duración de pausas. Las líneas del gráfico marcan la velocidad media propulsiva de cada repetición y las barras señalan los porcentajes de pérdida de velocidad con respecto a la repetición más rápida de cada serie.

Control de fatiga neuromuscular

Existen diferentes indicadores metabólicos, biomecánicos y neuromusculares con los que monitorizar la fatiga y adaptación a las cargas de deportistas. Nosotros utilizamos principalmente el salto con contramovimiento por su fiabilidad, su facilidad y su rapidez de medida incluso en grupos numerosos. Utilizamos un protocolo de saltos únicos en los que obtenemos potencia y altura del salto mediante una plataforma de salto.

Un control diario o semanal, puede ayudarnos a observar la adaptación a las cargas y el comportamiento de la fatiga en bloques de entrenamiento concretos desde una perspectiva longitudinal.

Cuando la intención es la de conocer las respuestas agudas a sesiones de entrenamiento, una medición previa y una posterior a la sesión puede aportarnos una valiosa información sobre la carga interna que este entrenamiento supuso en nuestros deportistas. La pérdida de altura en el salto al finalizar la sesión significaría una pérdida de velocidad de despegue, explicada por la incapacidad de aplicar la misma fuerza que al inicio del entrenamiento. Por lo tanto estaríamos obteniendo información individualizada del grado de fatiga o intensidad que la sesión de entrenamiento, ya sea en seco o en agua, supuso para nuestros deportistas. Esta información podría ser de origen central o periférica y algunas de las causas que la explicarían serían: alteraciones en procesos de excitación-contracción, depleción selectiva de glucógeno y PCr, alteraciones estructurales en las fibras, incremento de Pi, o deterioro del ciclo estiramiento-acortamiento entre otras (Izquierdo, 2008).

Aplicaciones prácticas y conclusiones

Uno de los objetivos del departamento de biomecánica y análisis del rendimiento del CAR de Sierra Nevada es ofrecer apoyo a los entrenadores en el proceso de control del entrenamiento. En situaciones de entrenamiento especiales como las que se dan en altura, el ajuste individualizado de las intensidades adquiere aún más importancia.

Del mismo modo ofrecemos pautas de actuación y recomendaciones a seguir que ayudan a mejorar el entrenamiento a través de una programación de esfuerzos más racionalizada basada en pruebas objetivas. A continuación resumimos una serie de puntos a modo de conclusión:

- A medida que aumenta el nivel competitivo de los nadadores, el entrenamiento de fuerza se debe volver cada vez más riguroso y específico.
- La evaluación de la fuerza forma parte del proceso de control de entrenamiento y representa la única manera objetiva de conocer el efecto del trabajo realizado y de ajustar los programas del futuro.
- Es recomendable realizar evaluaciones iniciales en las concentraciones en altura para ajustar cargas también en el entrenamiento de fuerza.
- En el entrenamiento de fuerza, la velocidad de ejecución y las pérdidas de la misma suponen un indicador del esfuerzo en el trabajo realizado.
- El uso de nuevas tecnologías en el entrenamiento de fuerza permite tecnificar y racionalizar el proceso de entrenamiento, además de aumentar la implicación de los deportistas.
- La manera con la que se presentan los resultados de las evaluaciones puede ayudar al entrenador a detectar fortalezas y debilidades de sus deportista y establecer prioridades de trabajo de una manera rápida.
- Se hace necesario coordinar el entrenamiento de fuerza con el entrenamiento técnico para transferir las ganancias en fuerza hacia una mejora del rendimiento en el agua.
- La utilización del salto con contramovimiento o press de banca lanzado como control de la fatiga neuromuscular pueden ofrecer una interesante información sobre la intensidad de las cargas a las que sometemos a nuestros deportistas y su adaptación a las mismas.

REFERENCIAS

- Argüelles-Cienfuegos, J, de la Fuente, B, Tubella, A, & Arellano, R. (2013, 2013). *Rendimiento y relaciones de las salidas y virajes con los saltos verticales en nadadores junior*. Paper presented at the XXXIII Congreso técnico internacional de natación, Valladolid.
- Badillo, Juan José González, & Ayearán, Esteban Gorostiaga. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo* (Vol. 302): Inde.
- Chirosa, I, Feriche, B., Calderón, C., Martínez, M, Braga, R, & Padial, P. (2006). La exposición súbita a una altitud moderada mejora la potencia pico desarrollada por los músculos de las piernas durante un ejercicio de sentadilla. *Archivos de medicina del deporte*(23), 101-108.
- Feriche, B., Chirosa, I, Calderón, C., Chirosa, LJ., Olea, F, Mariscal, M, & Gutierrez, J.A. (2008). *Effect of ascent to a moderate altitude on muscular power*. Paper presented at the International Symposium of altitude training, Granada.
- García-Ramos, A., Argüelles-Cienfuegos, J., Fuente, B. De la, Padial, P., Bonitch, J., Calderón, C., . . . Feriche, B. (2014). *Performance of muscular power profile after a training camp at moderate natural altitude in young swimmers*. Paper presented at the NSCA IV International Conference, Murcia.

- Hansen, Keir, Cronin, John, & Newton, Michael. (2011). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training.
- Hopper, Diana M, Axel Berg, Martin Anders, Andersen, Helle, & Madan, Rahul. (2003). The influence of visual feedback on power during leg press on elite women field hockey players. *Physical Therapy in Sport*, 4(4), 182-186.
- Izquierdo, Mikel. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte/Biomechanics and Neuromuscular Basis of Physical Activity and Sports*: Ed. Médica Panamericana.
- Morouço, Pedro, Neiva, Henrique, González-Badillo, Juan, Garrido, Nuno, Marinho, Daniel, & Marques, Mário. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a Pilot Study.
- Seifert, Ludovic, Chollet, Didier, & Mujika, Inigo. (2011). *World Book of Swimming: From Science to Performance*: Nova Science Publishers.
- Vorontsov, AR, & Rummyantsev, VA. (2000). Resistive forces in swimming. *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention*. Blackwell, Oxford, 184-204.
- West, Daniel J, Owen, Nick J, Cunningham, Dan J, Cook, Christian J, & Kilduff, Liam P. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 950-955.

ALTITUDE TRAINING FOR SWIMMING PERFORMANCE BY YANN LE MEUR - FRENCH INSTITUTE OF SPORT (PARIS, FRANCE) - @YLMSPORTSCIENCE

Yann Le Meur

Many different aspects of altitude training have been extensively reviewed by expert coaches and sport scientists resulting in numerous publications that address this popular topic. Despite numerous scientific studies, many interesting questions pertaining to altitude training remain unanswered, and in some cases, recommendations are not unanimously agreed upon experts. New scientific evidence is forcing some long standing altitude training theories to be refined and in some cases completely revised. This presentation references recent altitude training data and discusses emerging themes associated with altitude training, as well as ways to optimise altitude training experience.

During the first part of this presentation, we will show that a recent meta-analysis of the literature provide reasonable support for altitude training. We will show that the benefits of altitude training is generally maximized 2 to 3 weeks after return to sea level after completing a 18-21 days training camp at ~2000-2500m. During the second half of this presentation, attention will be paid to the five "I"'s (Intensity, Intake, Iron, Illness, Injury), which highlight the common conditions that can interfere with adaptations to altitude training camp.

SESIÓN PRÁCTICA BRAZA

Jessica Vall, Jordi Jou

Club Natación Sant Andreu

INTRODUCCIÓN

La idea general de la clase práctica es poder dar más herramientas para posibles trabajos en el estilo de Braza. Haremos un repaso general de algunos de los ejercicios que utilizamos a diario en los entrenamientos.

La práctica está dividida en tres partes, Piernas/tronco, Brazos/cabeza y Coordinación, buscaremos una progresión desde los puntos más analíticos de piernas y brazos hasta la coordinación de nado completo.

La parte de piernas-tronco viene porque trabajamos mucho la parte de la cadera, para así poder tener un buen ángulo de ataque para la patada, así mismo en esta fase del nado pensamos que es una parte muy importante el tronco, la faja abdominal-lumbar, proporciona la rigidez para que el cuerpo este lo más cerca posible de la superficie, y ayuda a que la fase de deslizamiento sea mucho más productiva.

La fase brazos-cabeza es para nosotros el inicio del ciclo, (aquí lo ponemos en segunda posición, ya que para el estilo de Jessica siempre empezamos trabajando piernas). Muy importante que brazos y cabeza vayan unidos, siempre y pensamos en juntar la barbilla lo más cerca posible del pecho en todo el ciclo. Primera acción abrir manos para la tracción y luego sacar la cabeza, igualmente la cabeza marca el movimiento del recobro, siempre pensando en tirar la frente hacia al agua. En el momento de "streamline", la posición de la cabeza sigue siendo la de mirar el fondo de la piscina.

La fase de coordinación, aquí vamos a insistir mucho en "el tempo", trabajamos el "brazos-piernas" casi a diario, marcando el momento de la patada justo cuando entra la cabeza al agua en el momento del recobro.

PIERNAS/TRONCO

Esta primera parte también tiene una progresión, desde el ejercicio 1 que es analítico de piernas hasta el 4 que hay introducción de brazos. Siempre utilizamos este tipo de progresiones, primero lo más analítico, en este caso las piernas, hasta un ejercicio donde introducimos la coordinación brazos piernas.

Piernas posición.

Objetivo del ejercicio es la posición del cuerpo a la hora de lanzar la patada, posición de ataque de los pies, aceleración de la patada, buscando máxima velocidad al final i acabando patada arriba. Con este ejercicio buscamos que la espalda este rompiendo la superficie del agua. La cabeza dentro del agua, pero sin hundirla del todo, brazos en posición de flecha.

Piernas goma de resistencia.

Inicio a la coordinación del inicio de brazada con final de patada. ¡quí buscaremos la

secuencia rem/cabeza/hombros/lomo/patada. Con la goma de resistencia se consigue más sensación a la hora de la patada, igualmente se acaba el ejercicio con una serie sin la goma, para una buena adopción de las sensaciones.

Piernas con manos atrás.

Objetivo principal del ejercicio, es pensar en el trabajo de tronco, utilizar el lomo como propulsor, para colocar la cadera en la posición ideal para el ataque de la patada. Las manos y brazos van pegados al cuerpo, así forzamos a que el tronco (abd/lumb) se mantenga todo el tiempo en tensión. El impulso del cuerpo ahora empieza con la cabeza y hombros, y seguimos la misma secuencia que antes, lomo arriba para colocar piernas.

Piernas laterales con brazada

Igual que el ejercicio anterior, aquí buscamos una posición en la que el tronco tenga que trabajar. Posición lateral un brazo pegado al cuerpo otro extendido delante (el que esta mas profundidad). Desde esta posición iniciamos la patada, ahora tendrá que ser más estrecha, para que no salgan los pies del agua. Con el brazo sumergido vamos a realizar una brazada de braza normal. Habrá que juntar la patada con la brazada, en su tempo, además de pensar en la posición del cuerpo y cabeza, ya que el otro hombro tiene que ir fuera del agua, cabeza alineada con el cuerpo.

BRAZOS/CABEZA

En esta fase, como he explicado antes, es la del inicio del ciclo. La progresión vendrá dada también desde un ejercicio más analítico de brazos, hasta finalizar la progresión con un ejercicio más cercano al nado completo.

Brazada subacuática (snorkel/Pull/Palitas).

El ejercicio se trata de nadar con la cabeza dentro del agua, sin sacarla en ningún momento, de esta manera buscamos la máxima amplitud de movimiento, con codos arriba, y siempre cerrando debajo del pecho. De esta manera es más fácil para el nadador pensar sólo en el movimiento y recorrido de los brazos.

Brazos pelota cuello.

Este ejercicio va destinado únicamente a la posición de la cabeza, en todo momento forzar el llevar la barbilla pegada al pecho. El objetivo es “no perder” la cadera, y romper la superficie

Braza piernas de mariposa.

El objetivo es el mismo, posición de la cabeza, y sobretodo entrada. Coordinamos con patada de mariposa para poder dar más fuerza y velocidad al movimiento de la cabeza-hombros. Nos fijamos en la entrada al agua con la frente.

Brazos palas (patadita ascendente + recobro fuera del agua).

Coordinación, inicio ciclo de brazos con final patada de mariposa ascendente. Objetivo nado perfecto de brazos, con cadera arriba, más recobro fuerte y mucha velocidad de cabeza y hombros hacia delante. En el momento del recobro aprovechamos las palas para “planear” hasta la posición de “streamline”, así no “perdemos” las manos delante.

COORDINACIÓN

Igual que en las dos fases anteriores buscamos una progresión de más analítico a nado completo. Utilizamos siempre el movimiento en cadena (Cabeza-hombros-lomo-cadera-patada) que después utilizamos en el nado.

Remada/cabeza/hombro/patada.

Es el ejercicio más analítico para trabajar todo el ciclo en cadena. Empieza con una remada de principio de brazada, y a partir de aquí buscamos que toda la parte de los hombros espalda y lumbares rompan la superficie, para llevar a la cadera en su posición más alta, para poder lanzar la patada de “arriba abajo”. Es muy importante coordinar en forma de cadena todos los movimientos.

3 Ciclos (patada/brazos/nado completo).

Objetivo del ejercicio la coordinación de cabeza en las tres fases diferentes. Posición de la espalda y cadera, e introducción del nado.

Brazada/patada (todo subacuático y con snorkel).

El principal objetivo es buscar el tempo adecuado entre brazos/piernas. Es más fácil de coordinar, ya que el elemento cabeza/respiración lo eliminamos. Marcar bien el inicio de ciclo, con remada fuerte, y partir de aquí el resto. También destacar que el hecho de llevar snorkel, ayuda a que la posición de la cabeza sea todo el rato mirando al suelo de la piscina.

Nado a máxima eficiencia (streamline).

Nadar a máxima eficiencia, marcando mucho la posición “streamline”. Mínimas brazadas y aguantando la posición de la cadera y hombros arriba.

SESIÓN PRÁCTICA CON RAFAEL MUÑOZ: “EJERCICIOS PARA LA MEJORA DE LA VELOCIDAD EN MARIPOSA”

Manuel López¹, Rafael Muñoz²

¹Director técnico y Primer entrenador del Club Naval de Cordoba

²Deportista profesional

INTRODUCCIÓN

Me gustaría destacar la importancia de que todos podamos aprender de todos. Llevo muchos años en este mundo de la natación y he tenido el privilegio de aprender de grandes entrenadores y compañeros. Por lo que creo firmemente en poseer la humildad necesaria para aprender unos de otros. De alguna manera me gustaría poder plasmar brevemente lo que me ha hecho ser uno de los nadadores más rápidos de todos los tiempos. Y por supuesto que voy a mojarme para demostrar esto que digo, nunca mejor dicho...

Me acompaña mi amigo y compañero Manuel López, primer entrenador y director técnico de Naval, mi club de toda la vida, el club que me enseñó a nadar y que fue la lanzadera desde la que volé hacia el alto rendimiento. Pasando por la manos de Paulus Wildeboer, Joan Fortuny, Román Barnier y José Antonio del Castillo y en esta última etapa con Joan Giralt. En esta hora que tenemos por delante os daremos ejemplos prácticos sobre como nadar más rápido a mariposa.

Entendemos la velocidad de mariposa en cuatro bloques:

- La salida
- El viraje
- El nado
- La preparación física específica

La salida

¿Cómo colocarías los brazos?

Colocación de los brazos a la altura de los hombros los codos ligeramente flexionados hacia dentro (dedo pulgar escondido)

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

¿Cómo colocar las piernas en el poyete?

Posición de las piernas es bastante personal pero mi recomendación es que no estén ni muy estiradas (nos quedaríamos sin fuerza y explosividad) ni demasiado encogidas (penalizaríamos en la explosividad forzando mucho a la hora de salir/saltar)

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

¿Cómo realizar el salto?

Cabeza, en posición elevada, tendremos que pretender lanzar toda la fuerza ejercida por las piernas cadera y brazos hacia delante (donde vaya nuestra mirada a la hora de saltar, allí ira nuestra cabeza y cuerpo)

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Cosecha propia

Durante mis años de trabajo de la salida he ido incorporando detalles por propia intuición personal. Una de ellas es realizar justo en el momento del salto una contracción diafragmática. Para favorecer la tensión corporal en ese momento en el que es tan importante el rozamiento y el impacto.

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco.
- Tarea en agua.

El viraje.

¿Cómo tocar la pared?

A la hora de llegar a la pared para virar lo realizaremos con los brazos estirados sin flexionar propiciando así un rebote en la pared con todo nuestro cuerpo, si flexionamos debido a la inercia que llevamos, nos quedaremos muy cercanos a la pared dificultando de esa manera el viraje con más velocidad

Ejemplo práctico:

Rafa realizará varias aproximaciones.

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

¿Cómo realizar el giro?

Lo haremos agrupando las piernas y llevándolas hacia el pecho, en el momento en el que nuestros brazos realizan el bloqueo en la pared nuestras piernas deben de estar flexionándose con dirección al pecho.

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Nado de velocidad en mariposa

Brazada a máxima velocidad.

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Batido a máxima velocidad

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Coordinación del estilo a máxima velocidad

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Consejos y experiencias

Tarea específica de velocidad

- En preparación física en seco
- Tarea en agua

Mis ítems fundamentales para nadar rápido

- La preparación física específica del velocista. Ejercicios fundamentales en mi rutina de trabajo.
- El descanso y la recuperación. Pautas a tener en cuenta para un velocista.
- El feedback nadador entrenador. La técnica, el apoyo, el compromiso.
- El grupo de trabajo. Equipo técnico Compañeros de piscina. [Crear el ambiente ganador, trabajar siendo responsables de limar hasta el último detalle]

LA NATACIÓN ESPAÑOLA DE EDADES EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Albert Tubella

Responsable del Plan Nacional de tecnificación y Entrenador Responsable de Equipos Nacionales por Edades de Natación y Aguas Abiertas. Real Federación Española de Natación.

RESUMEN

La natación española de edades está progresando de manera correcta en los últimos tiempos, y nuestra consolidación en el contexto internacional empieza a ser un hecho.

Pero llegado a este momento, si queremos seguir mejorando nuestro rendimiento a nivel internacional, no solo en las competiciones por categorías ,sino sobre todo a nivel senior , debemos hacer una reflexión sobre el contexto de la natación internacional en el siglo XXI ,y de cómo hemos de trabajar para lograr mantener y mejorar esta consolidación no solo a nivel europeo ,sino también a nivel mundial.

Palabras clave: la “Universalidad” de la natación, la natación Mundial en categoría “junior”, nuestra preparación: “las tres velocidades de competición”, “Personal Best” vs rendimiento internacional, genética vs práctica, la natación por Edades en EEUU – El congreso ASCA 2014.

BALANCE TEMPORADA 2013-14. ¿QUÉ DETERMINA QUE UN PROGRAMA TENGA ÉXITO?

José Antonio Del Castillo

Director Alto Rendimiento Real Federación Española de Natación

RESUMEN

Como viene siendo habitual, desde la Dirección Técnica RFEN, utilizamos el marco del congreso AETN para hacer un breve balance de los resultados del Equipo Nacional, referidos a la competición más importante de la temporada anterior, en este caso el Europeo Berlin'14.

Además de ello, no quería dejar escapar la oportunidad de transmitir un punto de vista importante en el desarrollo de los programas.

Siempre estamos centrados en cómo ser capaces de conseguir un mejor resultado de nuestros deportistas, y con ese objetivo intentamos pensar en qué le falta a nuestro programa, que necesita nuestro nadador, e incluso muchas veces intentamos mejorar mirando hacia fuera, tratando de justificar que no tenemos lo que necesitamos.

En esta ocasión, lejos de los contenidos del entrenamiento, voy a tratar de dar un punto de vista sobre la importancia de la comunicación entre el entrenador y el grupo/deportista, e intentar una toma de consciencia que una buena comunicación influye en la motivación intrínseca del deportista, y directamente en aumentar el porcentaje de éxito de nuestro programa.

Palabras clave: Comunicación verbal, mensajes, feed-back, liderazgo, comunicación no verbal, confianza, implicación, influencia.

PRESENTACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE NATACIÓN: NADAR ES VIDA

Fernando Carpena* y José Luis Hidalgo**

***Presidente de la Real Federación Española de Natación**

**** Director del Plan Nacional de la Natación "Nadar es Vida"**

RESUMEN

El Plan Nacional de la Natación con su programa Nadar es Vida nace con el objetivo de homogeneizar y estandarizar el nivel de la enseñanza de la natación en España, desde las edades más tempranas hasta que un niño o niña puede estar preparado para entrar a formar parte de un club de competición. Para ello, inicialmente, se han estudiado de forma detallada los diferentes modelos de programas similares que se vienen utilizando en otros países con larga experiencia y éxito consolidado, como Reino Unido, Australia, Estados Unidos, Italia o Noruega. Con este programa la RFEN amplía su campo de actuación, pasando de trabajar para la élite de la natación española a trabajar con la base, interviniendo en el proceso de formación de niños y niñas a través de las escuelas y centros de enseñanza y de sus monitores.

Uno de los pilares fundamentales que conforman el proyecto Nadar es Vida tiene un componente técnico, como es la definición de las competencias que deben ir adquiriendo los niños y niñas a medida que progresan en su aprendizaje. De igual forma otro de los pilares fundamentales que sostienen este programa tiene un componente comercial y de marketing muy importante. La propia sostenibilidad económica del programa es uno de los objetivos a conseguir. Para ello se han incluido formas de generar ingresos económicos que permitan sostener la propia estructura de costes del programa para su mantenimiento, ampliación y desarrollo en el largo plazo.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la natación es una actividad formativa que abarca a un amplio conjunto de la sociedad, incluyendo a niños y niñas, a los padres y a los centros donde se imparten clases de natación con sus monitores. En el programa Nadar es Vida se han tenido en cuenta todos estos agentes participantes y se ha buscado la forma de aportar valor a cada uno de ellos. Al mismo tiempo se han considerado los grandes beneficios que aportan la práctica de esta actividad, más allá de la propia actividad deportiva o de competición, como es la mejora de la seguridad en el medio acuático, pudiendo evitar posibles accidentes graves., así como la adquisición de hábitos de vida saludables desde las edades más tempranas, como una forma de evitar un problema social de este país como es el sobrepeso.

De igual forma se ha considerado el proceso de enseñanza de la natación bajo un punto de vista global y holístico, considerándolo como parte fundamental de la educación de los niños y niñas, ampliando la formación no sólo a la propia parte técnica en si, con la adquisición de habilidades y destrezas, si no también teniendo muy en cuenta aspectos afectivo-cognitivos, como el aumento de la diversión en de los niños y niñas en sus clases de natación, mejorando su motivación y su autoestima. Del mismo modo se han buscado transmitir dentro de los diferentes

elementos que conforman el programa, valores humanos como son el respeto y cuidado por el medio ambiente y los diferentes ecosistemas. Para ello se incluye información referente a toda una serie de animales marinos amenazados o en peligro de extinción.

Una de las características que llama la atención después de un primer estudio de la situación actual en España en cuanto a la enseñanza de la natación, es la enorme disparidad existente en la actualidad en los criterios y formas de aplicar la enseñanza de la natación en los diferentes centros. Cada escuela o centro es un mundo y actúan bajo criterios propios. Este aspecto es el que hace plantear la necesidad de establecer un sistema de homologación que sirva de guía para todos aquellos centros, clubs o escuelas de natación con el fin de mejorar el nivel general de la enseñanza de la natación, ofreciendo una garantía de calidad para los padres en el proceso de formación de sus hijos. Y ofreciendo una ventaja competitiva para aquellas escuelas que quieran adherirse, contando con la garantía de calidad que ofrece un programa como Nadar es Vida, desarrollado por la RFEN y avalado por el Consejo Superior de Deportes.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Pasamos a continuación a detallar los principios fundamentales que se han tenido en cuenta y que son los que dan forma al programa Nadar es Vida:

Coherencia

Crear una uniformidad en la enseñanza de la natación que se aplica en las escuelas y centros en toda España. Aportando de esta forma a los padres y a los hijos la tranquilidad de saber que sus hijos están aprendiendo de manera correcta y adecuada, conforme a las recomendaciones de la Real Federación Española de Natación, convirtiéndose en una garantía de calidad de la enseñanza y estableciendo a la RFEN como máxima autoridad en este ámbito.

Seguridad

La segunda causa más frecuente de muerte accidental de niños en Europa es el ahogamiento. Nadar es Vida ha sido diseñado para aumentar la seguridad y autonomía de los niños más pequeños en el medio acuático.

Este programa puede ser promocionado también como un “Programa de Seguridad” para determinadas circunstancias o centros. Se puede recurrir al diseño de campañas de concienciación social, con presencia en los principales medios de comunicación, para subrayar la importancia de que los niños aprendan a nadar de forma correcta y segura y vinculándola a la promoción de este programa.

Motivación

El programa incluye toda una serie de premios, en forma de certificados, que los niños y niñas van adquiriendo a medida que progresan en su aprendizaje. Estos premios han sido diseñados para motivar a los niños para que aprendan las técnicas y competencias necesarias, así como para fomentar la práctica deportiva de la natación entre los más pequeños. El Programa representa una transición paulatina desde la natación de bebés, hasta el aprendizaje de las cuatro especialidades de competición para niños y la posterior participación en un club de natación.

Al mismo tiempo, este Programa ofrece elementos de ayuda y soporte para monitores, de forma que puedan mejorar la calidad de sus clases y puedan ser inspirados para enseñar a los niños de la mejor forma posible. Es importante que los monitores sean conscientes de la importancia de su papel. Que se vean a sí mismos como la persona que pone a los alumnos en el primer peldaño de la escalera que lleva hacia todas las vías posibles de la natación, desde un planteamiento saludable

(programas de salud) hasta una posible carrera deportiva que podría culminar en unos Juegos Olímpicos.

Comercial

Este programa ha sido pensado y desarrollado para crear un estímulo financiero y generar recursos económicos que se puedan destinar a clubes de natación, escuelas, federaciones territoriales, autonómicas y nacionales, de forma que dichos recursos puedan ser reinvertidos en la natación, tanto en las etapas de aprendizaje como en los nadadores de élite en España.

Patrocinadores

Este programa incluye la búsqueda e incorporación de un gran patrocinador a nivel nacional. Por todo el mundo existen proyectos similares que han atraído patrocinadores de gran renombre con grandes aportaciones en dinero y en especie. Los fondos así obtenidos pueden ser reinvertidos en el programa mismo, permitiendo la creación de una red de agentes de desarrollo del programa en cada comunidad autónoma, quienes se encargarían de promocionar el programa entre potenciales centros y piscinas en dicha región, así como de supervisar su buen funcionamiento y dar soporte a los centros adheridos, redundando en una mayor posibilidad de implantación en todo el territorio nacional y garantizando un mayor éxito del programa a largo plazo.

Responsabilidad Social

El ahogamiento es una de las causas de muerte accidental que se sitúa en los primeros lugares de las estadísticas (Organización Mundial de la Salud – 2002) y en algunos tramos de edad llega a situarse como la primera, por delante de los accidentes de tráfico. El número de personas fallecidas en España por ahogamiento en medio acuático, durante los meses de verano aumenta todos los años (186 muertes en 2012 entre los meses de Junio y Septiembre).

Por otro lado, la obesidad infantil en España está empezando a alcanzar cifras importantes. Según un estudio publicado por la Fundación Thao, el 28,3% de la población infantil, niños y niñas de edades entre 3 y 12 años, padecen exceso de peso.

Estos datos nos pueden dar una idea de la importancia y repercusión que puede llegar a tener la implantación de un programa del estilo del aquí propuesto, poniendo la seguridad de los niños y niñas en su intervención en el medio acuático en primer lugar y la adquisición de hábitos saludables como segundo valor de importancia. Es muy importante tener estos datos en cuenta a la hora de presentar el Programa a entidades públicas y privadas que puedan dar soporte y ayudar a alcanzar una implantación masiva de un programa de estas características.

Cuidado y respeto por el medio ambiente

Este programa pretende darle un enfoque holístico a lo que es la formación de los niños y niñas, no sólo asegurando y mejorando su seguridad en el medio acuático, y ayudándoles a adquirir hábitos de vida saludable, como se comentaba anteriormente, sino también hemos querido asociarle una serie de valores como el cuidado y respeto por el medio ambiente. La natación es una actividad que se desarrolla en un medio diferente al del ser humano, el agua. El mar y los océanos conforman un ecosistema de gran riqueza por su variedad de seres vivos, algunos de ellos viviendo en difíciles condiciones debido a diferentes motivos. A fin de crear conciencia sobre estas situaciones y lo importante que es aprender a respetar este medio se ha querido dotar al presente programa de una faceta relacionada con esta problemática. Así, cada uno de los premios que conforman este programa ha sido relacionado con un animal marino en peligro de extinción. Se incorpora información

referente a cada uno de ellos en los diferentes soportes y elementos del programa, como son los certificados, la página web, carteles, etc. Buscamos fomentar el cuidado y respeto por el medio ambiente como un principio fundamental en la educación de los niños y niñas de este país. Se amplía de esta forma el alcance educativo y formativo de las clases de natación, entendiéndolo como un proceso de formación integral de la persona.

Visión de mejora continua

Este Programa ha sido pensado y desarrollado bajo teniendo en cuenta el concepto de proceso de mejora continua, como una de las claves de su éxito a largo plazo. Para ello se han identificado y definido todos los procesos que intervienen desde la solicitud de adhesión por parte de los centros, su implantación, supervisión y desarrollo. Todo ello nos permitirá la necesaria identificación, análisis y consiguiente mejora en todos los pasos que se lleven a cabo, incluyendo el análisis de la satisfacción de los diferentes agentes intervinientes (escuelas, padres, monitores, patrocinadores...). Considerando esta la forma más eficaz de mejora de la calidad y eficiencia del Programa.

Padres, niños y niñas y usuarios finales del Programa

El esquema de premios de este Programa permite ofrecer información clara y precisa a todos los padres de la evolución de sus hijos durante el aprendizaje de la natación. Además, el esquema en su conjunto, les ofrece una visión del camino a recorrer en la progresión de sus hijos. Se incluyen elementos destinados a informar y orientar a los padres en cual es su papel dentro del programa, ofreciéndoles información especialmente dirigida a ellos y abriendo un canal de comunicación a través de la página web que da soporte al programa. De esta forma buscamos que se sientan partícipes del proceso de aprendizaje, mejorando la relación con la propia actividad de sus hijos.

Natación escolar

Nadar es Vida incluye también una serie de premios pensados principalmente para este entorno. La natación escolar y los clubes de deportes que ofrecen como actividad extraescolar la natación, son el entorno ideal para los “Premios de Supervivencia Personal” incluidos en la etapa “Aprendizaje” de este Programa, teniendo como principal objetivo la mejora de la autonomía y por consiguiente de la seguridad de los niños en el medio acuático.

En los Centros Escolares y Educativos, la natación está presente en la mayoría de los casos, bien dentro del diseño curricular a través del Departamento de Educación Física (Natación Escolar), como en programas extraescolares con planteamientos más utilitarios y deportivos. El programa de certificación Nadar es Vida de la RFEN aporta los contenidos ideales para ambos ámbitos en donde se pueden conseguir todos los objetivos propuestos, siendo de especial importancia aquellos relacionados con la supervivencia personal y la seguridad en el agua.

MÉTODO

Antes de entrar en detalle se hace necesario reseñar uno de los objetivos principales del programa Nadar es Vida, establecer unos criterios mínimos en la enseñanza de la natación que garanticen la calidad de la enseñanza en el conjunto del país. Esto implica que el programa tiene como objetivo poder implantarse en el mayor número posible de escuelas y centros donde se imparten clases de natación, independientemente de la metodología que se utilice en cada centro.

Hay que entender que el propósito es amplio y ambicioso. Es este un proyecto a medio/largo plazo en el que se pretenden ir introduciendo mejoras a lo largo del tiempo que permitan ir ajustando y mejorando esos criterios “mínimos”. Con estos

“mínimos” nos estamos refiriendo a los estándares en competencias y habilidades mínimos que debe adquirir un niño en su proceso de aprendizaje, de forma que se pueda garantizar que el resultado obtenido a través del proceso de formación cumple con unos objetivos en cuanto a calidad.

Un punto que conviene dejar claro es que con el programa Nadar es Vida no se evalúa el proceso de aprendizaje, la metodología empleada sino los resultados que se obtienen de la aplicación de esa metodología, según los objetivos que el niño va alcanzando en su progreso. Plantear este aspecto de otra forma hubiera resultado en un programa de implantación casi imposible, ya que obligaría a muchas escuelas a cambiar su metodología y forma de enseñar a nadar y no es este el objetivo del programa. Con Nadar es Vida se garantiza que los niños adquieren unas competencias y habilidades de calidad así como van progresando de su proceso de aprendizaje, dentro de una estructura definida y unificada, con unos criterios comunes en todos los centros y con unos objetivos dirigidos y avalados por la Real Federación Española de Natación.

Entrando ya en lo que es materia puramente técnica resaltar que **los objetivos que establece Nadar es Vida están diseñados según las etapas del proceso de enseñanza que ya están validadas y referenciadas en cualquier tratado de la enseñanza de la natación, y especialmente las reconocidas por la Escuela Nacional de Entrenadores.** Los criterios pedagógicos los debe de establecer el propio centro con sus técnicos según la metodología que apliquen y el contexto o ámbito donde se desarrolle el proceso, bien sea escolar, extraescolar, etc. Estas etapas son:

- Etapa 1 - APROXIMACIÓN - Orientada a la seguridad y supervivencia.
- Etapa 2 - APRENDIZAJE - Orientada al dominio del medio acuático.
- Etapa 3 - PERFECCIONAMIENTO - Orientada a la adquisición de las habilidades específicas deportivas.

A continuación se detallan las orientaciones metodológicas que describen los fundamentos de la actividad motriz en el agua utilizadas en el presente programa:

Orientaciones para la familiarización

Característica:

Toma de contacto del cuerpo con el agua y experimentación de sensaciones corporales.

Pautas:

- Garantizar la percepción de seguridad (ayudas).
- Anticipar las consecuencias de las acciones propuestas.
- Utilizar el juego como recurso metodológico básico.

Contenidos:

- Movimientos segmentarios / globales.
- Desplazamientos simples / complejos.
- Contactos parciales / combinados de zonas sensibles.
- Inmersión.

Progresión:

- Contacto segmentario con el agua (sólo piernas, sólo brazos).
- Contacto global con el agua con / sin apoyo plantar.
- Contacto parcial de zonas sensibles con el agua
- Contacto global de zonas sensibles con / sin apoyo plantar.

Orientaciones para la flotación

Característica:

- Pérdida de apoyos y re-equilibración corporal.

Pautas:

- Familiarización previa aconsejable.
- Insistencia en la relajación.
- Combinar con actividades de respiración.

Contenidos:

- Flotación segmentaria, global con, sin ayudas.
- Flotación sin / con variación de la posición corporal.
- Flotación sin / con variación de fases y ritmos respiratorios.

Progresión:

- Flotación parcial segmentaria con ayuda fija.
- Flotación global con ayuda móvil (material auxiliar).
- Flotación global sin ayuda.
- Cambios de posición en flotación global con y sin ayuda.

Orientaciones para la respiración

Característica:

- Modificación del patrón respiratorio habitual.

Pautas:

- Imprescindible familiarización previa.
- Trabajo combinado de fases y ritmos respiratorios.
- Combinar con actividades de flotación y propulsión.

Contenidos:

- Fases respiratorias fuera y dentro del agua.
- Ritmos respiratorios fuera y dentro del agua.
- Fases y ritmos respiratorios con variación de la posición corporal.
- Fases y ritmos respiratorios con movimiento segmentado y global.

Progresión:

- Respiración sin desplazamiento.
- Respiración con desplazamiento y ayudas.
- Respiración con desplazamiento sin ayudas.
- Respiración con desplazamiento y variación de la posición.

Orientaciones para la propulsión

Característica:

- Modificación de la posición y del patrón propulsivo habitual.

Pautas:

- Familiarización previa aconsejable.
- Control previo de la respiración aconsejable.
- Combinar con actividades de respiración.

Contenidos:

- Propulsión segmentaria / global con / sin ayudas.
- Propulsión sin / con variación de la posición corporal.
- Propulsión sin / con variación de fases y ritmos respiratorios.

Progresión:

- Propulsión parcial segmentaria con ayuda fija.
- Propulsión global con ayuda móvil (material auxiliar).
- Propulsión global sin ayuda.
- Propulsión global sin ayuda y variación de ritmos respiratorios.

Orientaciones para la zambullida

Característica:

- Cambio instantáneo del medio terrestre al acuático.

Pautas:

- Familiarización y control de la respiración imprescindible.
- Garantizar la seguridad (profundidad de la piscina).
- Combinar con propulsión en inmersión y superficie.

Contenidos:

- Zambullida con variación de la posición de partida.
- Zambullida con variación de la posición vuelo.
- Zambullida con variación de la posición de entrada en el agua.

Progresión:

- Entrada de pie, desde el borde con / sin ayuda.
- Entrada de pie, saltando sentado con / sin ayuda.
- Entrada de pie, saltando de pie con / sin ayuda.
- Entrada de cabeza con la misma progresión anterior.

Orientaciones para los desplazamientos

Característica:

- Desplazamientos no específicos de natación.

Pautas:

- Dominio previo de los fundamentos aconsejable.

Combinar con otras habilidades básicas.

Contenidos:

- Desplazamientos con y sin ayudas.
- Desplazamientos con movimientos segmentarios y globales.
- Desplazamientos con variación de superficies propulsivas.
- Desplazamientos con cambios de dirección y sentido.
- Desplazamientos con cambios de velocidad y profundidad.

Progresión:

- Desplazamientos en la superficie con ayuda fija.
- Desplazamientos en la superficie con ayuda móvil.
- Desplazamientos en la superficie sin ayuda.
- Desplazamientos en inmersión sin ayuda.

Orientaciones para los saltos

Característica:

- Cambio instantáneo del medio terrestre al acuático.

Pautas:

- Familiarización y control de la respiración imprescindibles.
- Garantizar la seguridad (profundidad de la piscina).
- Combinar con propulsión en inmersión y superficie.

Contenidos:

- Saltos con variación de la posición de partida.
- Saltos con variación de la posición de vuelo.
- Saltos con variación de la posición de entrada en el agua.
- Saltos combinando las variaciones anteriores.

Progresión:

- Variación de la posición de partida.
- Variación del impulso.
- Variación de la posición de vuelo.
- Variación de la posición de caída.

Orientaciones para los giros

Característica:

- Rotación alrededor de los ejes corporales.

Pautas:

- Dominio de la zambullida aconsejable.

- Trabajo combinado sobre varios ejes.
- Combinar con otras habilidades motrices básicas.

Contenidos:

- Giros alrededor del eje longitudinal.
- Giros alrededor del eje transversal.
- Giros alrededor del eje anteroposterior.
- Combinación de giros alrededor de varios ejes.

Progresión:

- En flotación con y sin ayuda fija y móvil.
- En desplazamiento en la superficie y en inmersión.
- En combinación son saltos, lanzamientos y recepciones.
- Combinación de giros en varios ejes con otras habilidades.

Orientaciones para los lanzamientos y recepciones

Características:

- Relación con el entorno mediante el manejo de objetos móviles.

Pautas:

- Coordinación óculo-manual determinante.
- Dominio previo de los fundamentos aconsejable.
- Combinar con otras habilidades básicas.

Contenidos:

- Lanzamientos y recepciones diferentes objetos fijos / móviles.
- Lanzamientos y recepciones con una / dos manos.
- Lanzamientos y recepciones en posición estática / dinámica.
- Lanzamientos y recepciones variando la distancia / velocidad.

Progresión:

- Lanzamientos y recepciones con una / dos manos.
- Lanzamientos y recepciones en posición estática / dinámica.
- Lanzamientos y recepciones con desplazamiento / salto / giro.
- Lanzamientos y recepciones con oposición.

A continuación describimos los aspectos curriculares para cada una de las fases indicadas anteriormente.

Aspectos curriculares - Aproximación

Categoría “Bebé y papis”

Destinatarios:

- Niños entre 4 y 18 meses.

Objetivos generales:

- Familiarización con el agua y adaptarse a las nuevas situaciones.
- Conocimiento básico del medio acuático.
- Experimentación de los fundamentos de la natación.

Competencias motrices:

- Zambullida en el agua.
- Expiración acuática en inmersión.
- Desplazamiento por acción de piernas, con material auxiliar.
- Sensaciones motrices globales con brazos y piernas con material.

Competencias cognitivas:

- Identificación de las características del medio acuático.
- Comprensión básica de las posibilidades de movimiento en el agua.

Competencias actitudinales:

- Ausencia de reacciones negativas frente al medio acuático.
- Relajación en el agua con ausencia de estados de tensión o ansiedad.
- Vivencia positiva de la actividad acuática.

Contenidos:

- Familiarización.
- Flotación.
- Respiración.
- Propulsión.
- Zambullida.

Orientaciones:

- Actividad basada en el juego y en la experimentación.
- Ejercicios y tareas sencillas que requieran poco esfuerzo físico.
- Evitar variaciones en la intensidad del esfuerzo.
- Fomentar la experimentación.
- Provocar situaciones donde el niño pueda responder con diversas alternativas.

Premios:

- Nivel 1 - Renacuajo.
- Nivel 2 - Rana Ojos Rojos.
- Nivel 3 - Nutria.

Aspectos curriculares – Aproximación

Categoría “Al agua”

Destinatarios:

- Personas familiarizadas con el medio acuático.

Objetivos generales:

- Dominio de los fundamentos de la natación.
- Iniciación a las habilidades motrices básicas en el agua.
- Iniciación a las habilidades motrices específicas de la natación.
- Zambullida con diferentes posiciones de entrada.

Competencias motrices:

- Desplazamiento ventral y dorsal sin material auxiliar con respiración acuática.
- Desplazamiento sumergido.
- Deslizamiento sin propulsión.

Competencias cognitivas:

- Comprensión de los efectos de las acciones motrices en el agua.
- Comprensión de los efectos de las acciones respiratorias en el agua.

Competencias actitudinales:

- Expresión de seguridad en los desplazamientos acuáticos.
- Sentimiento de autonomía en el medio acuático.
- Disfrute de las actividades en el agua.
- Reconocer los diferentes elementos de uso personal y su utilización (chanclas, albornoz o toalla, etc).
- Asimilar las normas básicas de organización (recogida de material).

Contenidos:

- Familiarización.
- Flotación.
- Respiración.
- Propulsión.
- Saltos.
- Giros.

Orientaciones:

- Juego y variedad como elementos importantes.
- Combinación de fundamentos y destrezas en las sesiones.
- Progresión en la dificultad y el esfuerzo de los ejercicios.
- Mayor exigencia en la parte central de la sesión.

Evaluación - Premios:

- Nivel 1 - Tortuga marina.
- Nivel 2 - Manatí.

- Nivel 3 - Morsa.
- Nivel 4 - Pingüino de Magallanes.
- Nivel 5 - Lobo marino.
- Nivel 6 - Vaquita marina.

Aspectos curriculares – Bloque aprendizaje

Categoría “Primeras brazadas”

Destinatarios:

- Personas autónomas en el medio acuático (saben nadar).

Objetivos generales:

- Aprendizaje de las habilidades motrices básicas en el agua.
- Aprendizaje de las habilidades motrices específicas de la natación.
- Conocimiento de la posición hidrodinámica.
- Perfeccionar el control del cuerpo en movimiento en el agua.
- Mejorar el batido alternativo en posición dorsal y ventral para una distancia determinada.

Competencias motrices:

- Nado ventral y dorsal coordinando brazos, piernas y respiración.
- Giros en el agua sobre diferentes ejes.
- Desplazamiento ventral en inmersión.
- Zambullida con diferentes posiciones de vuelo y entrada.

Competencias cognitivas:

- Identificación de los principios de la propulsión acuática.
- Comprensión de la técnica de las destrezas acuáticas.

Competencias actitudinales:

- Expresión de dominio del medio acuático.
- Interés hacia la práctica de actividades acuáticas.
- Motivación por el aprendizaje de la natación.

Contenidos:

- Crol, Espalda.
- Braza, Mariposa.
- Desplazamientos.
- Saltos.
- Giros.

Orientaciones:

- Sesiones estructuradas (calentamiento, parte principal, recuperación).
- Secuencia metodológica: explicación, demostración y ejecución.
- Utilización del reto como elemento de motivación.

Evaluación - premios:

- Nivel 1 - Mantarraya.
- Nivel 2 - Pez Napoleón.
- Nivel 3 - Atún Rojo.
- Nivel 4 - Beluga.

Aspectos curriculares – Bloque aprendizaje

Categoría “Dominado el estilo”

Destinatarios:

- Personas que dominan el medio acuático.

Objetivos generales:

- Dominio de las habilidades motrices básicas en el agua.
- Perfeccionamiento de las habilidades motrices específicas de la natación.
- Iniciación a los deportes característicos del medio acuático.
- Mejora del nivel de condición física general.
- Desarrollo de técnicas de posición hidrodinámica y remadas.
- Demostraciones de los 4 estilos de nado.

- Desarrollo del ritmo en la patada y la brazada.

Competencias motrices:

- Nadar los estilos de natación coordinando brazos, piernas y respiración.
- Conducción, pase y recepción de móviles en el agua.
- Desplazamiento en flotación con ayuda, por medio de remadas.
- Zambullida con diferentes posiciones de partida, vuelo y entrada.
- Alcanzar una distancia total de 800 m. durante las sesiones.

Competencias cognitivas:

- Comprensión de principios comunes a los 4 estilos de natación.
- Conocimiento de desplazamientos básicos de deportes acuáticos.
- Identificación de las destrezas básicas de los deportes acuáticos.

Competencias actitudinales:

- Persistencia en los hábitos de práctica deportiva en el agua.
- Interés hacia la natación deportiva.

Contenidos:

- Crol, Espalda.
- Braza, Mariposa.
- Desplazamientos globales.
- Saltos.
- Giros.

Orientaciones:

- Mayor importancia de los ejercicios de corrección técnica.
- Aumentar la información sobre la ejecución.
- Centrar la atención en el proceso más que en el resultado.

Evaluación - Premios:

- Nivel 5 - Delfín Listado.
- Nivel 6 - Delfín Mular.
- Nivel 7 - Delfín Cruzado.
- Nivel 8 - Calderón Gris.

Aspectos curriculares – Bloque perfeccionamiento

Categoría habilidades precompetición

Destinatarios:

- Personas que saben nadar los cuatro estilos de natación.

Objetivos generales:

- Dominio de las habilidades motrices específicas de la natación
- Perfeccionamiento de habilidades deportivas en el agua.
- Desarrollo de la condición física general.
- Correcta ejecución de los cuatro estilos de natación
- Adquirir conocimiento de técnicas y conceptos útiles para entrar en un club de competición.
- Desarrollo de técnicas simples de entrenamiento.

Competencias motrices:

- Nadar los 4 estilos con salida y virajes.
- Conducción, pase, recepción y lanzamiento de móviles en el agua.
- Desplazamiento en flotación por medio de remadas.
- Remolque de una persona en flotación con ayuda.
- Alcanzar una distancia total de 1000 m durante las sesiones.

Competencias cognitivas:

- Comprensión de la ejecución técnica de los 4 estilos, salidas y virajes.
- Comprensión de los aspectos técnicos de los deportes acuáticos.

Competencias actitudinales:

- Mejora del auto-concepto por el dominio del medio acuático.
- Consolidación del hábito de práctica de la natación.

- Motivación hacia la competición deportiva.

Contenidos:

- Crol, Espalda.
- Braza, Mariposa.
- Desplazamientos globales.
- Saltos y salidas.
- Giros y virajes.
- Lanzamientos, recepciones.

Orientaciones:

- Combinación de habilidades y destrezas deportivas en el agua.
- Plantear tareas competitivas.
- Incentivar la participación activa admitiendo propuestas de tareas.

Evaluación - premios:

- Nivel 1 - Tiburón Nodriza.
- Nivel 2 - Tiburón Martillo.
- Nivel 3 - Tiburón Ballena.
- Nivel 4- Tiburón Blanco.
- Salida Segura y Súper Salida.

Para cada uno de los premios descritos en cada categoría mencionada anteriormente le corresponden una serie de competencias y habilidades que están descritas en el Manual de estándares por categoría y premios del programa Nadar es Vida. Estos premios vienen a indicar lo que son los diferentes niveles de aprendizaje dentro de la estructura definida en el programa, que son los que los niños y niñas deben ir recorriendo en su proceso de aprendizaje.

Uno de los factores que más suele llamar la atención es el “elevado” número de niveles que conforman el programa. Este apartado tiene una explicación que va más allá de los elementos puramente técnicos y curriculares. Tiene que ver con mantener la motivación de los niños a lo largo de todo el proceso, estableciendo plazos más cortos en la consecución de los objetivos y de los premios, buscando de esta forma que puedan aprender más eficazmente y que permanezcan por más tiempo practicando y aprendiendo a nadar. Así conseguiremos tener más niños dispuestos a entrar en la natación competitiva y que lleguen mucho mejor formados a esa etapa.

Conseguir mantener a los niños motivados y contentos durante su etapa de aprendizaje es uno de los principales objetivos de este programa. De esta forma y teniendo en cuenta este factor es cómo se ha diseñado la estructura de premios/niveles, con los aspectos curriculares y las orientaciones descritas anteriormente.

CONCLUSIONES

Cometido de la Real Federación Española de Natación

Una de las funciones primordiales de la RFEN dentro del programa Nadar es Vida es la creación de demanda para que los clubes, centros y escuelas utilicen este programa en sus clases de natación. Para lograrlo, debe reiterarse que la RFEN sólo recomienda a los padres llevar a sus hijos a centros de enseñanza de la natación que estén adheridos y se rijan bajo las directrices que se mar

MODELO DE GESTIÓN DEL CLUB NAVAL

M^a José Cañete

Club deportivo Navial

INTRODUCCIÓN

En 1993 nace el Club Deportivo Natación Vista Alegre (NAVIAL) y comienza su andadura en el mundo de la natación con el objetivo a corto plazo de fomentar la natación en Córdoba, y con la ilusión de a largo plazo convertirse en un club de referencia en la natación de competición.

Para entender mejor el contexto de NAVIAL, es necesario explicar que Natación Vista Alegre desde sus inicios está ligado al Barrio de Vista Alegre, compartiendo sede, e incluso miembros de la Junta directiva de la Asociación de Vecinos de Vista Alegre (AVVA).

Nuestra sede está situada frente a la mayor instalación deportiva que tiene Córdoba, el Palacio Municipal de Deportes "Vista Alegre". Esta instalación es de carácter público y su gestión depende de IMDECOR (Instituto Municipal de Deportes de Córdoba), cuenta con una piscina de 6 calles y un vaso de enseñanza, además de espacios multideportivos donde entrenan clubes de otras modalidades deportivas y en la cual se ofertan multitud de actividades dirigidas a los usuarios de la instalación.

También es importante para entender el contexto histórico de NAVIAL, que en los años 90 los políticos "de todos los colores" responsables del deporte en Córdoba, apostaban por los clubes deportivos más representativos de la ciudad para gestionar no sólo programas de actividad física, sino incluso instalaciones deportivas, esto ha permitido sobre todo mejorar las estructuras deportivas de muchos clubes de la ciudad.

NAVIAL desde el principio tuvo claro que la gestión directa/indirecta de programas de actividades acuáticas era una vía que nos ayudaría a alcanzar nuestros objetivos, por ello, desde 1994 ha trabajado en proyectos que nos han llevado a gestionar directa o indirectamente programas de actividades acuáticas, tanto públicos como privados. Esto nos ha ayudado de una manera progresiva a crecer y fortalecer nuestra entidad.



MODELO DE GESTIÓN ⇔ MODELO DE CLUB

Durante estos 21 años nuestro rendimiento deportivo ha ido evolucionando al mismo tiempo que NAVIAL se ha ido haciendo un hueco en la Gestión de programas deportivos tanto en piscina como fuera de ella.

A continuación presento esquemáticamente los diferentes periodos que han marcado dicha evolución en la gestión de los programas deportivos, para que se entienda su incidencia en el proyecto deportivo, teniendo en cuenta el contexto deportivo, político y económico de Córdoba en cada momento.

Córdoba capital cuenta con una sólo piscina cubierta hasta 2004

Los espacios de entrenamiento y programas del PMD Vista Alegre son compartidos con otro club de natación



GESTIÓN DE PROGRAMAS DEPORTIVOS

- **IMDECOR**
 - [1994] Contrato Programa de arrendamiento en piscina con IMDECOR
 - [1994] Contrato de servicios Cursos de verano
 - [1999] Contrato prestación de servicios (compartido) Programa de Actividades acuáticas y seco del PMD "Vista Alegre"
- **OTROS**
 - [2000] Actividades extraescolares
 - [2001] Programa Natación escolar
 - **2004-2013** Natación verano entidades privadas

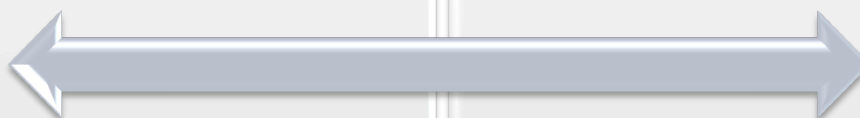
MODELO DE CLUB

- **RECURSOS:**
 - ESPACIO ENTRENAMIENTO: 45->67 h/sem
 - PERSONAL ALTRUISTA ->SEMI-PROFESIONAL
 - Captación de niños/as puntual
- **LICENCIAS**
 - Territoriales: De 68 a 117
 - Nacionales: De 4 a 18
- **FUENTES FINANCIACIÓN**
 - Cuotas nadadores
 - Gestión programas
 - Subvenciones públicas IMDECOR, DIPUTACIÓN y JUNTA ANDALUCÍA
 - Otros: Sorteos, ventas, ...

Córdoba inaugura su segunda piscina cubierta (8 calles) en otra zona de la ciudad

Cada club se establece en una piscina y firma un convenio con IMDECOR

Al final de este periodo las nuevas piscinas a excepción del PMD "Vista Alegre" están privatizadas



GESTIÓN DE PROGRAMAS DEPORTIVOS

- **IMDECOR**
 - [2004] Convenio con IMDECOR en el que se regula, la reserva de espacios para entrenamiento, así como, la gestión de programas deportivos desarrollados en el Palacio Municipal de Deportes "Vista Alegre" por parte de NAVAL, manteniendo el mismo modelo en la gestión de actividades.
- **OTROS**
 - Programa Natación escolar
 - Natación verano entidades privadas
 - Cursos formación SOS

MODELO DE CLUB

- **RECURSOS:**
 - ESPACIO ENTRENAMIENTO: 67 ->145 h/sem
 - PERSONAL PROFESIONAL
 - Diseño PLP NAVAL
 - Captación de niños/as planificada
- **LICENCIAS**
 - Territoriales: De 117 a 194
 - Nacionales: De 18 a 34
- **FUENTES FINANCIACIÓN**
 - Gestión programas
 - Cuotas nadadores
 - Subvenciones públicas IMDECOR, DIPUTACIÓN y JUNTA ANDALUCÍA
 - Patrocinios IMDECOR
 - Patrocinios FUNDACIÓN CORDOBA PARA EL DEPORTE
 - Otros: Sorteos, ventas, ...

2013-2014

Por factores económicos, IMDECOR rompe el convenio firmado desde 2004 y establece un nuevo modelo para los próximos años que contempla nuestros intereses deportivos

El nuevo modelo nos da más capacidad para gestionar las actividades acuáticas y distribuir los espacios de entrenamiento con ciertas limitaciones

MODELO DE GESTIÓN ACTUAL

Con este nuevo modelo NAVIAL lleva a cabo la dinamización de las piscinas del PMD “Vista Alegre”, con una oferta de actividades dirigidas a todos los sectores de la población, y donde **“EL AGUA”**, actúa de hilo conductor entre: **la recreación, la mejora de la condición física, la salud y la competición.**

En este proyecto, NAVIAL apuesta por las Actividades Acuáticas Dirigidas, en contra de otras piscinas de la ciudad que priorizan el uso libre en su oferta, eliminando costes, así como, la carga de trabajo generada por la coordinación y gestión de grupos.

Para que se entienda el volumen de gestión que tiene actualmente NAVIAL, en la siguiente tabla se relacionan los programas que estamos desarrollando en el PMD Vista Alegre y el número de usuarios participantes:

| PROGRAMA | EDAD | Inscritos |
|----------------------|-----------------|-------------|
| "ESCUELA DEL AGUA" | 1-17 años | 1140 |
| "AQUA-ABONADO" | Mayores 18 años | 731 |
| "AQUA-MAYOR" | Mayores 60 años | 362 |
| "NATACIÓN ESCOLAR" | 6-12 años | 420 |
| "NATACIÓN VERANO" | Todas | 375 |
| "NAVIAL COMPETICIÓN" | Escuela | 55 |
| | Federados | 194 |
| | | 3271 |

La filosofía de NAVIAL es que todo el mundo practique la natación y se beneficie de esta práctica durante toda su vida. Aunque perseguimos Campeones, nos gusta formar “nadadores-deportistas” que además de beneficiarse de los valores que les da la práctica de la natación de competición, sigan practicando la natación durante el resto de su vida.

Por otra parte, mientras que todas las piscinas que están privatizadas su único objetivo es el rendimiento económico de la instalación, NAVIAL en este nuevo modelo ha encontrado el equilibrio perfecto, entre los espacios ocupados para el desarrollo de actividades acuáticas y la distribución de calles para el entrenamiento de nuestros nadadores, lo que nos permite conjugar nuestros intereses deportivos con la **rentabilidad: económica, social y/o deportiva.**

MODELO DEPORTIVO ACTUAL

Con un total de 194 nadadores federados y 55 niños inscritos en nuestra Escuela, el principal problema que tenemos es que Vista Alegre se nos ha quedado pequeña, y aunque hacemos uso de otras instalaciones de la ciudad la ratio/calle en todas las categorías es muy elevada y nos dificulta realizar entrenamientos con mayor calidad. Además nos resulta difícil compaginar la preparación física en seco con los horarios de entrenamiento de los diferentes grupos por la falta de espacios disponibles en la instalación.

Actualmente NAVIAL cuenta con las condiciones mínimas necesarias para formar a nadadores en categorías inferiores y tener grupos competitivos a nivel territorial en todas las categorías, pero somos conscientes de nuestras limitaciones, por ello desde el club siempre hemos apostado por los centros de Alto rendimiento tanto de la FAN como de la RFEN para que nuestros nadadores de talento puedan seguir creciendo a nivel nacional e internacional.

Por otra parte, y que para mí es una de las claves del éxito deportivo de NAVIAL, es el gran potencial humano que durante todos estos años ha pasado por el club, ya que además de transmitir sus conocimientos, ha sido capaz de trabajar con ilusión en este proyecto temporada tras temporada, y ha demostrado una gran capacidad para superar las carencias de los recursos disponibles en cada momento.

En la temporada actual la estructura técnica de NAVIAL es la siguiente:

| CUERPO TÉCNICO | |
|---|---|
| MANUEL LOPEZ CONDE | DIRECTOR TÉCNICO ENTRENADOR CATEGORÍAS: Absolutos + Júniors + Infantiles |
| M^a DEL MAR GAMITO SERRANO | ENTRENADORA CATEGORÍA: Alevín Secretaria Deportiva |
| JUAN CARLOS MENDEZ CARMONA | ENTRENADOR CATEGORÍA: Alevín 1º + Benjamín |
| BELEN DOMENECH MIRANDA | ENTRENADORA CATEGORÍA: Benjamín + Grupos Escuela |
| M^a JOSE CAÑETE RODRÍGUEZ | ENTRENADORA + COORDINACIÓN Grupos Escuela |
| ALDIR FERNANDEZ CAÑETE | ENTRENADOR Grupos Escuela |
| JUAN M^a CRUZ ALFARO | ENTRENADOR Grupos Escuela |
| MOISES CARRILLO RODRÍGUEZ | PREPARADOR FÍSICO |

A continuación se muestra el mapa de horarios de entrenamiento de los diferentes grupos de entrenamiento:



CUADRANTE CLUB NAVAL 2014/2015 PMD "Vista Alegre"

| HORAS | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES | HORAS | SABADO |
|-------|-------|--------|-----------|--------|---------|-------|------------------------|
| 16:20 | ESC | | | | | 9:00 | INFANTILES + ALEV M 3º |
| 16:15 | ESC | | | | | 9:15 | |
| 16:30 | ESC | | | | | 9:30 | |
| 16:45 | | | | | | 9:45 | |
| 17:00 | | | | | | 10:00 | |
| 17:15 | | | | | | 10:15 | |
| 17:30 | | | | | | 10:30 | |
| 17:45 | | | | | | 10:45 | |
| 18:00 | | | | | | 11:00 | |
| 18:15 | | | | | | 11:15 | |
| 18:30 | | | | | | 11:30 | |
| 18:45 | | | | | | 11:45 | |
| 19:00 | | | | | | 12:00 | |
| 19:15 | | | | | | 12:15 | |
| 19:30 | | | | | | 12:30 | |
| 19:45 | | | | | | 12:45 | |
| 20:00 | | | | | | 13:00 | |
| 20:15 | | | | | | 13:15 | |
| 20:30 | | | | | | 13:30 | |
| 20:45 | | | | | | 13:45 | |
| 21:00 | | | | | | | |
| 21:15 | | | | | | | |
| 21:30 | | | | | | | |
| 21:45 | | | | | | | |
| 22:00 | | | | | | | |



CUADRANTE CLUB NAVAL 2014/2015 Piscina Poniente

| HORAS | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES | HORAS | SABADO |
|-------|-------|--------|-----------|--------|---------|-------|---------------------|
| 17:00 | | | | | | 9:00 | ABSOLUTOS + JUNIORS |
| 17:15 | | | | | | 9:15 | |
| 17:30 | | | | | | 9:30 | |
| 17:45 | | | | | | 9:45 | |
| 18:00 | | | | | | 10:00 | |
| 18:15 | | | | | | 10:15 | |
| 18:30 | | | | | | 10:30 | |
| 18:45 | | | | | | 10:45 | |
| 19:00 | | | | | | 11:00 | |
| | | | | | | | |



HORARIOS PREPARACIÓN FÍSICA EN SECO 2014/2015

| | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES |
|-------|-------|--------|-----------|--------|---------|
| 16:00 | | | | | |
| 16:15 | | | | | |
| 16:30 | | | | | |
| 16:45 | | | | | |
| 17:00 | | | | | |
| 17:15 | | | | | |
| 17:30 | | | | | |
| 17:45 | | | | | |
| 18:00 | | | | | |
| 18:15 | | | | | |
| 18:30 | | | | | |
| 18:45 | | | | | |
| 19:00 | | | | | |
| 19:15 | | | | | |
| 19:30 | | | | | |
| 19:45 | | | | | |
| 20:00 | | | | | |
| 20:15 | | | | | |

IMPORTANCIA DE LAS RELACIONES CON LAS INSTITUCIONES

Es difícil encontrar políticos que sean conscientes de las dificultades que tienen los clubes de natación para desarrollar nuestro deporte en condiciones medianamente dignas, de los costes económicos que conlleva movilizar a tantos niños cada vez que se celebra un campeonato fuera de la ciudad, así como, de la dificultad de ganar una medalla en un campeonato de Andalucía y/o España.

Para todos los clubes que no tienen instalaciones propias y dependen de las instituciones públicas para recibir ayudas económicas o tener espacios de entrenamiento, es de vital importancia mantener unas buenas relaciones con las instituciones municipales, hacerlas partícipes de nuestro proyecto deportivo y buscar el reconocimiento social y político.

Sin embargo desgraciadamente en nuestro deporte el reconocimiento político y social no llega sólo y tenemos que trabajarlo día a día y temporada tras temporada, por ello NAVIAL desde 1993 además de la actividad ordinaria de la competición ha ido sembrando semillas y en los momentos que más lo hemos necesitado hemos recogido los frutos. Actividades paralelas a la participación en competiciones:

- Organización de Actividades de Dinamización del Barrio de Vista Alegre junto con la AVVA, (fiestas deportivas para niños, Vive Tu barrio para los vecinos, Visita de los Reyes Magos, Recogidas de alimentos para los más necesitados, Concursos de dibujo y fotografía,...)
- Organización CAMPEONATOS TERRITORIALES
- XXI GALA NAVIAL , cada año premiamos a nuestros deportistas más destacados, reunimos a más de 700 personas y asisten todas las autoridades responsables del deporte en la ciudad.
- X CAMPUS NAVIAL en un albergue de la Excma. Diputación de Córdoba
- II TROFEO NAVIAL – Categoría Alevín-Benjamín
- Difusión a través de las nuevas tecnologías (web, facebook, twitter)



CONCLUSIONES

La clave del éxito deportivo de NAVIAL, es sin duda los convenios/contratos firmados con IMDECOR (Instituto Municipal de Deportes de Córdoba), ya que este modelo nos permite:

- Dirigir y coordinar el proceso de formación de todos los niños inscritos en el programa de actividades acuáticas del PMD Vista Alegre
- Acceder, detectar y formar a nadadores desde edades tempranas
- Dar estabilidad y continuidad a la estructura de personal del club
- Autofinanciar el proyecto deportivo con los beneficios económicos generados.

Por otra parte, el gran potencial humano de NAVIAL, ha hecho que aunque, los recursos económicos, materiales y humanos, han sido y son, insuficientes para desarrollar un trabajo en condiciones 100 % óptimas, hemos aprendido a optimizar al máximo todos nuestros recursos.

Por ello, si de algo siempre nos hemos sentido orgullosos, es de que con unas pésimas condiciones de entrenamiento y con mucha menos historia que otros clubes del territorio Andaluz y nacional, hemos sido capaces de sacar nadadores de la talla de BELEN DOMENECH, PAULA CAMINO y RAFA MUÑOZ, que se fue de Córdoba siendo ya Campeón de Europa Júnior. Estos nadadores se han convertido en un referente de muchos otros nadadores de NAVIAL, que son conscientes que llegar a la élite de la natación nacional e internacional es muy difícil, pero no imposible.

MESA REDONDA: MODELOS DE ÉXITO DEPORTIVO Y GESTION EN CLUBES ANDALUCES

Alejandro Mateos Ariza

Coordinador actividades acuáticas Ayuntamiento Churriana de la Vega. Primer entrenador C.N.Churriana

INTRODUCCIÓN

El C.N. Churriana nace de las inquietudes e imaginación de D. Vicente Valero, alcalde de Churriana de la Vega, al que en el momento tacharon como loco , pues era el primer regidor que pretendía tener una piscina cubierta en un municipio que no pasaba de los 6000 habitantes, hablamos del año 95. Después de luchar y buscar las ayudas necesarias, lo consiguió y ya en el año 1999 inaugura la instalación. El mismo día de ésta, en la reunión previa a la apertura de puertas, el alcalde y su nuevo concejal de deportes, D.Manuel Moreno comentan al grupo humano que iba a trabajar allí: “La piscina ya está hecha, pero creedme, éste es el trabajo fácil, ahora viene lo complicado, que funciones y haya una gran cantidad de vecinos que la utilicen, ¿y por qué no?, poder tener un gran club de natación”. Dos jovencísimos monitores escuchaban atentos, Francisco Luis Olmos y Alejandro Mateos, dos chicos de escasos 21 años y que no habían visto nunca la natación de cerca, aceptaron el reto y al año siguiente se formó el club. En Octubre de 2000, se forma el club y se une Miguel A. García Pozuelo, el resto de la historia ya la conocen.

DATOS DE LA POBLACION Y EL MUNICIPIO

Churriana de la Vega es una localidad de unos 7 Km² que se encuentra en el cinturón metropolitano de Granada. Con una situación envidiable a escasos 4 Km de la capital y rodeada de la vega del Genil. Como todos los pueblos del cinturón, ha crecido de sobremanera en los últimos 15 años. Actualmente cuenta con una población total de 13902 habitantes, siendo 6931 hombres y 6971 mujeres, el año de la inauguración de la piscina municipal, la localidad contaba con solo 7000 habitantes, en 15 años, la población se ha duplicado. Es un municipio que su base económica siempre estuvo ligada a la agricultura y en la actualidad ha alcanzado un notable protagonismo en el sector servicios debido a su espectacular crecimiento urbanístico y de población por las numerosas urbanizaciones surgidas en el término municipal, unas actuando a modo de ciudad-dormitorio y otras como segundas viviendas de familias residentes en la capital.

Como cualquier pueblo o ciudad del sur de España, la lacra del paro es patente, en la localidad se encuentran 1792 personas sin empleo. Este dato hay que tenerlo muy en cuenta a la hora de conocer la realidad social y económica del municipio. Por parte del ayuntamiento y del club, se realizan acciones dirigidas en parte para poder mitigar esa ausencia de ingresos de las familias churrianeras.

A nivel cultural podemos decir, que solo un 2,48% de la población total no tiene estudios, un 8,27 % tiene estudios primarios incompletos, el 25,88 tiene estudios primarios completos, el 53,61% tiene estudios secundarios y finalmente el 9,76% tiene estudios universitarios. Existen 4 centros de educación infantil, 2 centros de Educación Primaria, 1 centro de Eso y Bachillerato, 1 centro de formación de grado medio, 2 centros de formación de grado superior y finalmente 1 centro de Educación de adultos.

EDIFICIOS MUNICIPALES

Ayuntamiento

La casa consistorial se encuentra disponible para uso administrativo y para atención al público para atenderles en sus diferentes áreas administrativas. El Ayuntamiento actual, es una construcción de 1986 que se edificó en sustitución de otro anterior, volviendo a ubicar, de la forma más exacta posible algunos elementos del primer edificio, como el reloj y la estructura que lo conforma, que es del siglo XIX y fue realizado por la casa Canseco.

Casa de la cultura

Es un edificio de usos múltiples, con salón de actos y tres aulas para el desarrollo de cursos de FPO. En él se encuentra ubicada el área de servicios sociales del Ayuntamiento (trabajadora Social y Ayuda a Domicilio) y la Escuela de Música, así como la Asociación Municipal de Mujeres “La Morera”, la Biblioteca municipal, fonoteca municipal, cine club del lector, centro de educación de adultos, Escuela municipal de danza, de pintura y de teatro. También en el recinto se encuentra el Centro de Artes escénicas del Churriana de la Vega, un auditorio moderno con una capacidad para 700 espectadores. Así como el museo de pintura municipal.

Centro de Juventud (centro guadalinfo)

Es un centro con aulas que se encuentra disponible para la realización de cursos de informática, charlas, reuniones y cursos para los jóvenes del municipio, así como para su asesoramiento en temas de desempleo y orientación.

Hogar del Pensionista

Este edificio es de finales de los años 90, se encuentra en la misma plaza que el edificio de correos y juzgado de paz. Disponible para su uso por parte de los mayores del municipio, para reuniones, charlas, sesiones y actividades grupales.

Juzgado de Paz y Correos

Es un edificio relativamente moderno, inaugurado a principios de los años 90, está disponible para su uso administrativo propio como Juzgado de paz del municipio.

También la oficina local de correos se encuentra allí ubicada, en su origen fue la biblioteca municipal, hasta su mudanza al centro de cultura.

Consultorio Médico

Edificio inaugurado en el año 1999, en un principio para albergar las urgencias médicas de los pueblos colindantes, pero por problemas administrativos, su uso se ha visto únicamente al servicio de consultas médicas. Se encuentra ubicado junto al polideportivo municipal y la zona de colegios e instituto.

Polideportivo Municipal

Está situado en la parte Este del municipio y junto a los colegios de educación infantil, primaria e instituto.

El polideportivo municipal, en el cual se encuentra la piscina cubierta de 25x13 m. y 6 calles (actualmente y debido a la demanda de espacio, las 6 calles se van a transformar en 7), más un vaso terapéutico de 6x3. La peculiaridad de la instalación es su techo retráctil, que en invierno se cubre totalmente con una cubierta de metraquilato y en verano se superponen los módulos y se descubre parcialmente, por lo que está disponible todo el año para la realización de cursos de natación para todas las edades, natación terapéutica y demás actividades y ocio.



Imagen de la piscina cubierta con D. Vicente Valero. Imagen de la piscina descubierta y D. Manuel Moreno con componentes del club



Panorámica de la zonas verdes y el conjunto de piscinas

En éste recinto también se encuentra el pabellón cubierto, con una pista de 65x40 y un graderío para 700 espectadores, en el mismo recinto y aprovechando una de las paredes hay un rocódromo de 4 vías, existe una sala de musculación de 100 m² equipada con maquinas para el desarrollo cardiovascular y muscular. También existe una sala de usos múltiples y conferencias de 200 m².



Sala de usos múltiples



Sala de musculación



Panorámica del pabellón deportivo

En la parte inferior del polideportivo se encuentra el área de tenis y pádel, con 8 unidades deportivas, 3 pistas de tenis de diferentes superficies y 5 pistas de pádel. También existe un campo de fútbol-sala de césped artificial.



Pistas polideportivas exteriores



Pistas de pádel de reciente construcción

La última ampliación del polideportivo ha sido la creación de un campo de fútbol 7 de césped artificial con unas dimensiones de 60x45 metros.



Nuevo campo de futbol 7



Panorámica de la zona baja del polideportivo

El estadio municipal “Frascuero”, se encuentra fuera del recinto del polideportivo, en el centro del pueblo, es un campo de césped artificial con unas dimensiones de 96x50, y una grada cubierta para 500 espectadores, en un lateral del campo se encuentran ubicadas 3 pistas polideportivas dotadas de canastas, porterías o redes de tenis para su uso en el momento de ser requeridas por los vecinos del pueblo. Finalmente un área recreativa de petanca, con 10 campos.

Hacer mención también de las instalaciones deportivas creadas en urbanizaciones de reciente creación y se encuentran alejadas del centro de la localidad, para poder acercar aun más el deporte al ciudadano como ocurre en la pista multideportiva existente en el Plan Parcial 1, otra de similares características en el Plan Parcial 8 y una última instalación en la plaza Pinto Antonio López.

En estas instalaciones se realizan las siguientes actividades:

Escuelas deportivas municipales: fútbol, fútbol sala, natación, balonmano, baloncesto, defensa personal, gimnasia rítmica, ajedrez, tenis, mountain bike, ciclismo. En estas instalaciones también realizan su trabajo los clubes de fútbol, de natación, de baloncesto, y de petanca. Existe también una variada y extensa oferta de actividades para adultos, como son el senderismo, aeróbic (y todas sus modalidades más modernas), gimnasia de mantenimiento, yoga, natación adultos, natación terapéutica, taichí, tenis, pádel y club de running.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA Y PREVISIONES FUTURAS DE DESARROLLO

Desde el año 2006 que conseguimos ser 3º en el trofeo FAN (ranking de clubes que elabora la federación andaluza en base a los resultados obtenidos en los diferentes campeonatos territoriales), hemos conseguido estar en esa posición hasta la fecha, exceptuando el año 2009 que fuimos 4º. Para nosotros, “un club de pueblo” es muy importante mantenernos en es TOP 5 de los mejores clubes de Andalucía, para ello debemos ser competitivos en todas las categorías, por lo que es necesario un numero de nadadores suficiente y de calidad para poder ser competitivos en los diferentes campeonatos territoriales. El tener ese nivel de nadares hará posible en buena medida el tener deportistas que a nivel nacional destaquen como hasta ahora ha estado sucediendo.

La escuela municipal de natación deberá seguir siendo el germen básico de nuestro equipo benjamín-alevín, siendo fundamental que la coordinación de los objetivos y contenidos del programa de natación siga siendo coordinado por nosotros. El programa está orientado hacia el desarrollo de las diferentes habilidades acuáticas, y al finalizar el escolar la etapa de aprendizaje debe tener adquiridas más destrezas deportivas necesarias para poder acceder al grupo de entrenamiento de pre club.

Queremos seguir potenciando la natación a nivel absoluto, es muy importante para el club, que los nadadores más pequeños tengan su referencia en este grupo, no solo a nivel deportivo sino a nivel académico, pues el 90% de ellos consiguen conciliar la vida académica con la deportiva (11 componentes del equipo absoluto son universitarios). A parte, claro está, seguir apoyando al 100% de los nadadores del club que tienen beca con la federación española o andaluza.

Actualmente el club cuenta con 160 nadadores, con edades comprendidas entre los 7 años y los 28 años. El presupuesto total de la temporada 2013-2014 fue de 92600 euros. El número de socios ha aumentado este año en un 17%, mientras que el nº de nadadores ha aumentado en un 21%. Datos que nos congratulan, no podemos olvidar las limitaciones de la instalación, que imposibilitan el aumento de nº de nadadores sin que la actividad normal de las escuelas municipales y/o actividades para adultos se vean afectadas.

Nuestra metodología de trabajo está basada en el desarrollo de la técnica en las edades pre benjamín y benjamín, con alguna pincelada aeróbica, entrenan 5 días durante 1 hora y están dirigidos por Elena Aguilar. Ya en la edad alevín, los contenidos y objetivos se multiplican, se comienza a trabajar capacidades más complejas, sin disminuir el trabajo técnico, todo ello en 6 sesiones semanales de 1h30' y dos sesiones de trabajo en seco, aquí existen dos grupos, uno dirigido por Javier Olmos y otro de alevines de 2º año dirigidos por Andrés Hernández. En edad infantil, es similar, aumenta el volumen pero el trabajo de calidad o anaeróbico aun sigue siendo escaso, solo ritmos de prueba. El grupo infantil entrena de 6 a 8 sesiones semanales durante 1h45' y dos sesiones de seco, este grupo está dirigido por Francisco Olmos. Es ya en el grupo absoluto-junior donde se diferencia bastante en los contenidos de trabajo del resto de categorías, las capacidades anaeróbicas, el trabajo de ritmo, las series complejas, el trabajo de fuerza en seco, etc., toman protagonismo según el periodo de entrenamiento. El grupo absoluto-junior entrena de 6 a 11 sesiones semanales, y de 2 a 5 sesiones de trabajo de seco. El grupo absoluto-junior está coordinado y dirigido por Alejandro Mateos. El trabajo de seco

de todos los grupos está dirigido por Francisco Martín. Con esto lo que intentamos explicar es que nuestro método de trabajo es bastante tradicional, no nos gusta saltarnos etapas de desarrollo aeróbico, en el C.N. Churriana apostamos firmemente este trabajo por si en alguna debe darse la oportunidad de tener que enviar a algún deportista a entrenar a algún centro de entrenamiento dependiente de la federación andaluza o de la federación española, éstos deportistas tengan una suficiente base aeróbica de trabajo y las habilidades deportivas adecuadamente desarrolladas. En el club apostamos firmemente por el trabajo del CETD de Málaga y en particular de Xavi Casademont, desde el año 2002 que enviamos a nuestra primera nadadora, Jennifer Ortega, hemos continuado enviando a los nadadores que creíamos necesitaban de un trabajo más intenso y que nosotros pensamos no le podíamos ofrecer. Por el centro han pasado nadadores del nivel de Víctor Martín, actual plusmarquista nacional del 200 libres y miembro del relevo de 4x200 que finalizó en 7ª posición con record de España incluido, en los pasados campeonatos de Europa de Berlín; Elisa Sánchez, integrante de los diferentes equipos nacionales de edades y ganadora del bronce en el 4x200 libres de los pasados campeonatos de Europa junior; Marcos Rodríguez, subcampeón de España junior en 400 y 1500 libres, solo por nombrar a los más destacados.

A nivel nacional, el objetivo prioritario del club es el poder estar como mínimo en el TOP 10 de las diferentes clasificaciones por clubes de los campeonatos nacionales sea la categoría que sea, aunque esto ya se han conseguido en bastantes ocasiones, queremos que sea fruto del trabajo de base y no por la suerte de tener una generación buena de nadadores. Para ello debemos seguir trabajando la base y poder crear un grupo lo suficientemente amplio que posibilite la selección natural de nadadores con la calidad necesaria para tal empresa, y ahí es donde entra en juego el siguiente paso que el club quiere desarrollar, "la creación de filiales" en piscinas donde no exista algún club de natación o por características de la instalación sea complicado el desarrollo de un nadador desde la edad más temprana a la absoluta. Daremos asesoramiento profesional en el desarrollo de las escuelas además de crear grupos de entrenamiento. Controlar las piscinas privadas de gimnasios, urbanizaciones para la detección de talentos y su posterior explotación. Colaborar y coordinar a nadadores de otros municipios.

Se quiere crear un grupo de entrenamiento de nadadores universitarios, la cercanía de la instalación a los campus de la universidad de Granada, y la posibilidad de disponer de la piscina en horarios que los alumnos no tienen clase, nos hace pensar la viabilidad de este proyecto. Aparte crear convenio de colaboración o patrocinio con empresas de la zona para poder habilitar la estancia gratuita de estos nadadores.

MODELO DE GESTIÓN Y RELACIONES INSTITUCIONALES

El C.N.Churriana es un club con un marcado carácter municipal. El auge desarrollado ha sido en gran medida gracias a la colaboración del ente local. El ayuntamiento desde que inauguró la instalación en 1999 no ha escatimado en dotar de los recursos necesarios a los dirigentes, entrenadores y nadadores del club, siempre desde la humildad y posibilidades de una población de 14000 habitantes.

La buena disposición del ayuntamiento en el fomento del deporte de la natación en Churriana nos posibilita el acceso a la lámina de agua en los horarios y espacio que necesitamos, siempre intentando no interferir en demasía en el funcionamiento normal de los cursos de natación. También se manifiesta en la posibilidad del uso del gimnasio que se encuentra en el pabellón del polideportivo, en los horarios que sean necesarios, así como la sala de usos múltiples para la realización de charlas o visualización de videos. También nos dan la posibilidad del uso de la biblioteca y de las salas de estudio que se encuentran en el centro municipal de cultura, a unos escasos 300 metros del polideportivo, para que los nadadores que realizan doble sesión puedan aprovechar las horas libres en estudiar.

Una vez dicho todo esto podemos decir que el actual C.N.Churriana sería imposible sino es gracias al esfuerzo y generosidad del Excmo. Ayto. De Churriana de la Vega y su apuesta firme por nuestro deporte. En los últimos años y gracias a los acuerdos entre el ayuntamiento y la Diputación de Granada se está recibiendo una pequeña ayuda para los gastos que sobrevienen de la realización del trofeo de natación, que el año que viene será la XII edición. A nivel autonómico las relaciones son inexistentes, la junta de Andalucía no sabe que existimos. Por medio de la federación andaluza sabemos de la enconada disputa que mantiene con la junta para la inclusión en el programa Estrella del deporte (programa que subvenciona con una cantidad de 10000 euros a los equipos que militen en ligas o fases finales de torneos de categoría máxima o submáxima), en nuestro caso, la temporada 2012-2013 el equipo femenino disputó la copa de España en primera división, en la pasada 2013-2014 se disputó la categoría máxima, división de honor, teniendo el privilegio de ser el PRIMER CLUB ANDALUZ en disputar la categoría, y en esta temporada desgraciadamente, disputaremos la primera división. Razones de peso suficientes para recibir tal cantidad, que se nos sigue denegando aun a pesar de las luchas del presidente de la federación andaluza con la Junta de Andalucía. A nivel de becas o ayudas individuales la Junta dispone del programa de becas FAO, pero la cuantía depende mucho del estado económico de la autonomía, y no creo que sea necesario decir como estamos en Andalucía. Solo recibimos la declaración de deportistas de alto rendimiento andaluz para algunos de nuestros nadadores que consiguen los meritos necesarios.

Mantenemos un convenio de colaboración con el CARD de Sierra Nevada, por el cual y gracias a la gestión de su responsable de relaciones con los deportistas, José Ángel Espejo, utilizamos la piscina de 50, y ellos cuando alguno de los deportistas que se encuentran allí concentrados necesita bajar a entrenar a una altura normal, utilizan nuestras instalaciones (Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Alemania, Venezuela,...)

ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL C.N.CHURRIANA Y AYUNTAMIENTO

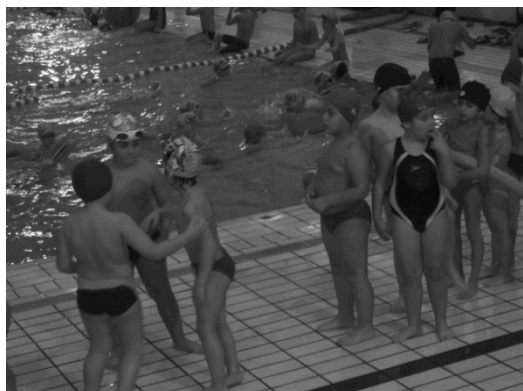
Escuela Municipal de Natación

Como ya hemos explicado anteriormente la escuela de natación se encuentra coordinada por los dos entrenadores principales del club. Esto hace posible que el trabajo entre la escuela y el club sea directo y sin fisuras. Actualmente el equipo de monitores está compuesto por 12 personas, que imparten su enseñanza a mas de 500 niños, entre clases de bebés, natación infantil (3 a 6 años) y natación para niños (7 a 14 años). Los grupos se dividen por edad y nivel, habiendo como mínimo en

cada turno 4 grupos de diferentes niveles para poder adaptar individualmente y poder tener grupos homogéneos de alumnos. Los cursos son mensuales, renovables toda la temporada, de dos días a la semana y 45' de duración. Existen franjas horarias en las que coinciden hasta 8 niveles de enseñanza, por lo que se da la posibilidad a los padres de que su hijo comience a las 17.30 en bebés con 1 año hasta tener 9 años de seguir en la misma hora sin tener que adaptar horarios de extraescolares a la natación. El grupo pre-benjamín o pre-club se encuentra ubicado a caballo entre las horas de máxima afluencia de los grupos de la escuela para que la introducción en este grupo se produzca sin prejuicio de otros horarios que ya tengan los escolares.

Los niveles de enseñanza están divididos en 6 niveles principalmente:

- Renacuajo: edades comprendidas entre los 1 y 3 años (acuden con los papas)
- Caballito de Mar: edades comprendidas entre los 3 y 4 años, en piscina profunda y sin padres.
- Pingüinos: edades comprendidas entre los 5 y 6 años
- Delfines: edades comprendidas entre los 6 y 8 años
- Pez espada: edades comprendidas entre los 8 y 10 años (la edad ya depende del nivel del infante, generalmente los escolares de 7-8 años con este nivel pasan al grupo de pre-club)
- Tiburón: edades de más de 12 años, o chicos menores que no han querido entrar en el club por una u otra razón y si mantienen un nivel alto.



Diferentes instantáneas de la escuela de natación

ACCIONES EDUCATIVAS RELACIONADAS CON EL MEDIO ACUÁTICO “ESCUELA INFANTIL ARCO IRIS”

Durante el curso escolar 2008-2009 se elabora un proyecto educativo muy ambicioso para edades comprendidas entre los 3 y 5 años. Durante el comienzo del curso escolar 2009-2010 se presenta al consejo escolar del centro para su puesta en marcha. El consiguiente fin posibilita llevar a cabo las acciones educativas necesarias para la consecución de nuestros objetivos. Desde ese año e

ininterrumpidamente se lleva a cabo con todos los cursos de educación infantil del colegio público Arco Iris.

Durante el curso escolar 2012-2013 tomaron parte del programa denominado:

“APRENDER A NADAR: UNA EXPERIENCIA INNOVADORA EN LA EDUCACIÓN INFANTIL “

En este curso escolar tomaron parte del programa un total de 375 escolares con edades comprendidas entre los 3 y 5 años, prácticamente toda la comunidad educativa del centro. Asistían una semana completa, repitiendo 3 veces a lo largo del curso, una vez por trimestre. La actividad estaba gestionada y coordinada por los directores del C.N.Churriana en colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Churriana de la vega. Los cursos estaban impartidos por monitores oficiales de la RFEN que pertenecían al C.N.Churriana en calidad de deportistas.



Imagen de la actividad

“COLEGIO PÚBLICO SAN ROQUE”

En el ámbito lúdico-festivo del medio acuático queda enmarcada esta acción educativa llevada a cabo por el C.N.Churriana con escolares del centro público “San Roque” de la localidad churrianera. A lo largo del curso escolar, siendo una sesión únicamente de juegos donde se trabajaban las diferentes habilidades acuáticas desde el punto de vista lúdico, acudían las diferentes clases del centro. Un total de 300 alumnos con edades comprendidas entre los 6 y 12 años pasaron por las instalaciones municipales de Churriana de la Vega y disfrutaron de estas jornadas festivas con el medio acuático como telón de fondo. Igualmente la actividad fue coordinada por los técnicos del C.N.Churriana y deportistas del club actuaron como monitores.



Imagen de la actividad

IES “FEDERICO GARCIA LORCA”

Durante el curso 2012-2013, 2013-2014 y en colaboración con el jefe del área de Educación Física del IES “Federico Garcia Lorca” se llevo a cabo la acción formativa: “INTRODUCCION A LAS ACTIVIDADES ACUATICAS: “LA PISCINA NO ES SOLO PARA EL VERANO”

Desde la dirección técnica del C.N.Churriana se realizo una unidad didáctica de actividades acuáticas donde cada una de las especialidades de la natación (natación, saltos, sincronizada, waterpolo y salvamento y socorrismo) eran objeto de estudio y practica. Cada una de estas especialidades comprendía 4 sesiones prácticas acompañadas de una pequeña parte teórica. Como unidad didáctica que era se englobo en el currículo de Educación física del centro para esa temporada, en esta temporada también se está llevando a cabo. Durante la temporada pasada un total de 6 clases de 1º, 2º, 3º y 4 º de Eso participaron en la actividad, siendo unos 180 alumnos los que disfrutaron de esta innovadora clase de educación física.

COLEGIO EDUCACION INFANTIL Y PRIMARIA “ALQUERIA”

Por 13ª temporada consecutiva el colegio de infantil y primaria “Alquería” junto con el C.N.Churriana y el Excmo. Ayuntamiento de Churriana de la vega realizara su actividad de fin de curso en las instalaciones de la piscina municipal de Churriana. Durante el pasado mes de junio del 2013, todas las unidades del colegio “Alquería” disfrutaron de una semana completa de cursos de natación impartidos por deportistas titulados del C.N.Churriana. Esta actividad se encuentra enmarcada dentro de las actividades de fin de curso que el colegio “Alquería” realiza todos los años. El colegio “Alquería” es un colegio público-concertado y tiene una estructura docente de 2 líneas por cursos. En la actividad toman parte todos los alumnos del centro, desde la edad infantil de 3 años hasta 6º de primaria con 12 años, siendo un total de unos 320 alumnos. Una vez se encuentran en la piscina, las dos líneas se dividen en grupos según su nivel y se imparten las clases.

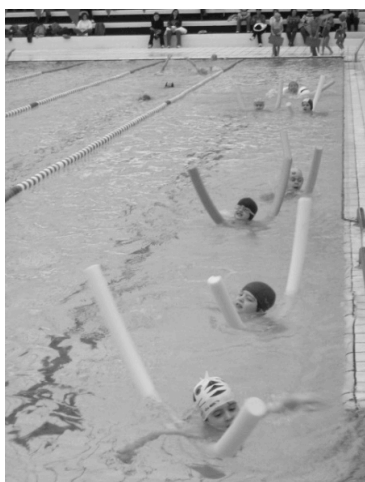


Imagen de la actividad

AUTOEVALUACIÓN

Somos un deporte minoritario en una provincia muy castigada por la crisis, aparte, Granada estuvo algo abandonada por lo que existe una ausencia total de

infraestructuras, tanto a nivel de vías de comunicación como de instalaciones deportivas de nivel. No existe una piscina de 50 en la ciudad o alrededores, en Andalucía solo existen 3 instalaciones para poder realizar actividad competitiva, es increíble pero cierto, con una población de más de 8 millones de habitantes.

Solo Málaga y Cádiz disponen de las instalaciones necesarias para poder desarrollar un programa de calidad que incluya la piscina de 50. Por lo que nos vemos en la necesidad de tener que mandar a los nadadores de nivel al CETD de Málaga, pero claro no todos tienen cabida en el programa por lo que se plantea un problema de cara a la evolución del deportista, pues es muy difícil poder tener un nadador de nivel mundial entrenando en piscina de 25.

Encontrar patrocinadores que puedan suponer una fuente de ingreso antes futuras ampliaciones de la plantilla o incluso de una menor aportación por parte del ayuntamiento, si ésta se produjera. Incluso con la cuota de prensa que tenemos (es bastante amplia, a nivel local) la empresa se hace hartamente difícil, en Granada hay pocas empresas que puedan disponer de líquido para patrocinar un deporte, aunque esté continuamente en prensa y radio, y con una base social de más de 300 personas.

Otro de las dificultades con las que se encuentra el club es el poder mantener a nadadores de edades absolutas nadando por “amor al arte”, el sólo poder dar unos premios por éste o aquel campeonato puede llegar a causar en estos nadadores el pensamiento del porque de tanto esfuerzo. Desgraciadamente este deporte es muy ingrato e incluso nadadores de nivel europeo o mundial no obtienen los recursos necesarios para poder medio vivir, cosa que no pasa por ejemplo en deportes que a nivel de subvenciones son inferiores a la natación, como por ejemplo balonmano, voleibol, y si ya comparamos con el fútbol..., las comparaciones son vergonzosas. Pero ahí la federación española debería poner algún medio, no tenemos más nadadores de primer nivel mundial porque no pueden comer de este deporte, sino otro gallo cantaría.

La importancia que el club ha alcanzado en toda la provincia, convertirse en el referente provincial de nuestro deporte, ser un referente a nivel andaluz y nacional, e incluso comenzar a sonar en el concierto internacional con Víctor Martín, Elisa Sánchez, Juan Durán y Alberto Esquitino, hace que muchos deportistas de la provincia y de otros clubes quieran nadar con nosotros, y como no, les abrimos las puertas.

Aparte de los posibles convenios con otros ayuntamientos o entidades privadas para la creación de filiales y así poder crecer desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Debemos aprovechar nuestra situación institucional con ayuntamiento, federación autonómica y nacional para afianzar el proyecto de futuro y poder crear una infraestructura adecuada y acorde a las exigencias del nivel de los nadadores granadinos, todo ello en consenso con el gobierno de la Diputación provincial, gobierno autonómico y CSD.

Ser uno de los referentes del deporte municipal (junto con el fútbol) hace que tengamos una total libertad de trabajo, el ser trabajadores municipales, coordinar las escuelas de natación y todas las actividades deportivas del municipio ayuda mucho a poder desarrollar cualquier programa deportivo. En este caso la natación, un proyecto que se inició hace 15 años con la actual corporación municipal, y con el cual se sienten muy identificados como modelo de gestión y éxito deportivo, del cual nos consta se enorgullecen. Todo esto hace que muchas veces yo piense: “deberíamos ser mejores, no hacemos todo lo que podemos, hay más”.

Una de las cosas que más nos sentimos orgullosos es algo que la gente puede considerar como una desventaja: “no hemos sido nadadores, y no procedemos de este mundo de la natación”, sí, es cierto, pero ese hándicap que lo es para algunos para nosotros es todo lo contrario, nos hace querer saber más, no nos deja mantenernos en la autocomplacencia, ser mejores, aprender, evolucionar, escuchar desde el que más sabe al que menos, al recién salido de los cursos de monitor hasta el mejor de los entrenadores de elite.

HUMILDAD, esa es la palabra clave de esta ponencia, jamás podremos pensar que somos los mejores en esto o aquello, o sabemos más que nadie porque hayamos sido nadador, o porque tenemos las mejores instalaciones, nada de eso es así, somos un club de pueblo dirigidos por dos personas que o no han nadado nunca (a nivel competitivo), pero que trabajan codo con codo con una ilusión desbordante y dispuestos a seguir aprendiendo de cualquier persona que quiera colaborar con ellos.

UNA APROXIMACIÓN HISTÓRICA AL FUTURO DE LA NATACIÓN ESPAÑOLA

Fernando Navarro Valdivielso

Profesor Máster Alto Rendimiento COES/UCAM.

RESUMEN

El desarrollo de esta ponencia se dirige desde el “De dónde vengo” (El “Pasado” planteado en primera persona a partir de mis hechos y experiencias y el “Adónde vamos”. (El “Futuro” que buscamos para ser mejores y, en consecuencia,, lograr la excelencia).

INTRODUCCIÓN

Ocurre con frecuencia que te encargan una ponencia con un título ya determinado y al que no puedes renunciar porque ya es demasiado tarde para rectificarlo. No soy historiador y, por tanto, el planteamiento histórico no puede ser mi guía. Soy un entrenador y un profesor universitario de Entrenamiento. Esto marca. También la experiencia sostenida a lo largo de mi vida. Si enlazamos estas señas identificativas quizás podríamos respetar el título si el desarrollo de esta ponencia se dirige desde el “De dónde vengo” (El “Pasado” planteado en primera persona a partir de mis hechos y experiencias y el “Adónde vamos”. (El “Futuro” que buscamos para ser mejores y, en consecuencia,, lograr la excelencia en nuestra Natación de Alta Competición).

Cuando decidí ser ENTRENADOR tuve bien claro desde el principio que tenía que tener siempre actualizados mis conocimientos teóricos y prácticos del ENTRENAMIENTO y aplicarlos a cada NADADOR, respetando sus características individuales y personales con el fin de lograr los RENDIMIENTOS mas elevados posibles. Así pues , pretendo desarrollar en esta ponencia como ha sido el entrenador y el nadador, que conocimientos de entrenamiento ha manejado y como se ha presentado frente al máximo rendimiento.

Y frente a lo que es ya pasado, intentaré dar mi opinión sobre la que podría ser un camino de futuro mas prometedor. ¿Demasiada osadía por mi parte?. ¡Seguro que sí!. Pero prefiero ser osado y utópico, seguir construyendo en vez de destruir, porque la polémica sin emitir propuestas es una intervención inútil.

EL ENTRENADOR: PASADO Y FUTURO

| ENTRENADOR | |
|--|--|
| DE DONDE VENGO | A DONDE VAMOS |
| <i>Formación académica y profesional</i> | |
| Formación fundamentalmente heredada a través de experiencia como entrenador pero con limitada formación académica y científica. Apoyo en el autodidactismo rechazo al intercambio de conocimientos | Más elevada y completa, con ampliación de contenidos relacionados con la implicación directa con la mejora del rendimiento en las especialidades sino también con las relaciones humanas y la gestión de recursos. Formación |

Swimming Science II

| | |
|--|---|
| | permanente continuada y eficaz. Cursos monográficos y masters especializados |
| <i>Relación e intercambio personal</i> | |
| Rechazo al intercambio de conocimientos y experiencias. Los que hemos sido contracorrente incluso hemos sido criticado por ello. | Aumentar los lazos de relación profesional. Intercambiar experiencias y conocimientos. La Red juega un importante papel pero la relación personal en Congresos fomenta el debate, la crítica y la discusión para facilitar nuevos cambios. |
| <i>Trabajo en equipo</i> | |
| “Cada entrenador se encarga de lo suyo” | El entrenador asume el papel de director del equipo de otros entrenadores y colaboradores de equipos de apoyo |
| <i>Mentalidad de entrenador de alto rendimiento</i> | |
| Lo importante es participar y “si se puede”, mejorar los resultados | Lo importante es ganar |
| <i>Especialización del entrenador</i> | |
| Pocas diferencias en el entrenamiento de velocistas y fondistas | Se debe ampliar el abanico del entrenamiento por especialidades en relación con cada prueba en particular. A más alta responsabilidad en la Alta competición, mayor necesidad de entrenadores especializados.. Abrir la posibilidad del entrenador personal. |
| <i>Pericia</i> | |
| Menos preocupación por alcanzar la pericia en su deporte | Ser mas experto o alcanzar la pericia Los factores principales asociados al desarrollo de la pericia de los entrenadores son: el conocimiento específico sobre su campo de actuación (técnico, teórico, práctico y comunicativo), el trabajo deliberado, el compromiso deportivo y la gestión y el liderazgo en las relaciones sociales con todas y cada una de las personas que intervienen en el equipo. |

EL ENTRENAMIENTO: PASADO Y FUTURO

| ENTRENAMIENTO | |
|---|--|
| DE DONDE VENGO | A DONDE VAMOS |
| <i>Centrarse en los objetivos</i> | |
| No hay objetivos claros de entrenamiento lo que hace que las diferencias sean mínimas en la orientación del trabajo del nadador | Objetivos de entrenamiento cada vez mas delimitados y enfocados a las necesidades de la especialidad y características individuales del nadador. |
| <i>Garantizar un proceso de entrenamiento adecuado a largo plazo</i> | |
| Demasiado entrenamiento en las fases iniciales del proceso y pronta estabilización afectando a la progresión | Planes a largo plazo con planteamientos mas racionales y equilibrando la presencia de la preparación física y |

Swimming Science II

| | |
|--|---|
| de la carga de trabajo y a los resultados en la edad adulta. Prima más la preparación física que técnica | técnica. |
| <i>Mejora de las condiciones de entrenamiento</i> | |
| El proceso de mejora de las condiciones de entrenamiento es muy lento o está estancado. | Aumentos de piscinas de 50 metros , salas de acondicionamiento específico, espacios y horarios suficientes para entrenar, descenso de la ratio entrenador/nadadores |
| <i>Uso de nuevas Tecnologías que mejoran el entrenamiento</i> | |
| Escasa utilización de las nuevas tecnologías y baja utilidad de las mismas. | Utilización de tecnologías cada vez mas precisas y eficaces para su uso en el entrenamiento con fines fundamentalmente de control y feedback del entrenamiento |
| <i>Intensificación del entrenamiento</i> | |
| Volumen total fundamentalmente aeróbico por debajo del MLEE. Lo importante es el volumen | Incremento significativo del volumen relacionado con contenidos de entrenamiento mas intensivos, por encima del MLEE.. Lo importante es la relación optima de volumen e intensidad de acuerdo con las necesidades de entrenamiento de la especialidad y las características particulares de los nadadores |
| <i>Técnicas de recuperación</i> | |
| Poco presentes en el entrenamiento diario | Absolutamente necesarias en el entrenamiento diario |
| <i>Organización del entrenamiento</i> | |
| Basada fundamentalmente en un único modelo de planificación del entrenamiento (Periodización de Matveyev) | Utilización de nuevos modelos de planificación del entrenamiento y nuevas posibilidades de opciones de planificación "a la carta" ante el escaso avance científico en este terreno. |
| <i>Control del entrenamiento</i> | |
| Se avanza lentamente en el control de la carga externa (volúmenes de trabajos realizados) con ayuda de soportes informáticos para facilitar la tarea | Mejora del control del entrenamiento de la carga externa e interna facilitado por herramientas informáticas y nuevas tecnologías mejor desarrolladas. |

EL NADADOR: PASADO Y FUTURO

| | |
|---|--|
| NADADOR | |
| DE DONDE VENGO | A DONDE VAMOS |
| <i>Profesionalidad</i> | |
| No aspira a la profesionalidad | Nadador centrado en su profesión |
| <i>Dedicación</i> | |
| Se dedica en la medida que puede | Antepone todo a la mayor dedicación posible |
| <i>Mentalidad competitiva</i> | |
| Lo importante es conseguir ir a unos JJOO | Lo importante es ganar medallas en unos JJOO |
| <i>Adaptabilidad a los cambios</i> | |

Swimming Science II

| | |
|---|--|
| Cuanto menos me mueva de mi lugar de entrenamiento, mejor | Se va entrenar donde sea necesario |
| <i>Capacidad técnica</i> | |
| Interesa pocos o no interesa | Es fundamental tratar de alcanzar el máximo provecho en el perfeccionamiento de las técnicas apropiadas en la prueba de la especialidad |
| <i>Asumir ser deportista de éxito</i> | |
| ¿Para qué?....Indiferencia | Actitud positiva, capacidad de concentración, inteligencia deportiva, elevado nivel de motivación, alto grado de compromiso, meticoloso, encontrarse cómodos trabajando bajo presión |

EL RENDIMIENTO: PASADO Y FUTURO

| RENDIMIENTO | |
|---|---|
| DE DONDE VENGO | A DONDE VAMOS |
| <i>Limitación de objetivos principales</i> | |
| Participación competitiva alta | Para estar y mantenerse en la élite hay que minimizar la participación en competiciones principales. Mas competiciones principales menos entrenamiento |
| <i>Técnicas de recuperación en competición</i> | |
| Escasa atención | Atención máxima a masaje, relajación psicológica, recuperación activa, medios y métodos ergo-nutricionales. |
| <i>Preparación psicológica para la competición</i> | |
| Los problemas de ansiedad y estrés se corrigen compitiendo | El nadador se expone a numerosos estímulos potencialmente estresantes que debe manejar de manera optima |
| <i>Recursos de comunicación e imagen</i> | |
| No se ha estimado la necesidad de ello. | Además de competir por la victoria y de intentar alcanzar la gloria deportiva, la imagen transmitida durante la competición resulta determinante no ya solo en la valoración, el recuerdo y, por tanto, en la carrera profesional de los deportistas, sino también en el reconocimiento y reputación del país representado. |
| <i>Régimen de vida</i> | |
| Pocos esfuerzos para modificar el régimen de vida y adaptarlo a los entrenamientos y las competiciones. | Condicionado a los entrenamientos y las competiciones |

TRABAJANDO EN EQUIPO

Serafín Calvo Rubio y Rafael Castellano

RESUMEN

Como en cualquier centro de tecnificación nacional, el día a día está marcado por el trabajo deportivo y académico, en Cáceres no es diferente, los entrenadores y tutores realizan una tarea que trata de coordinar de la mejor manera posible estas dos actividades tan importante para la formación de estos chicos. El objetivo de esta coordinación es formar a personas capaces y competentes, tanto en dicha parte académica como en la deportiva. Esta formación está sustentada en rutinas y en el proceso, es decir, en el trabajo diario.

Palabras clave: rutinas, proceso.

INTRODUCCIÓN

Pequeño centro de tecnificación con residencia estable (de lunes a viernes) situado en la ciudad de Cáceres, alberga cerca de 40 deportistas de distintas disciplinas. El grupo de nadadores lo componen 5 chicas y 9 chicos, con edades comprendidas entre los 13 y 17 años. Dentro de este bloque se cuenta con una triatleta y un nadador adaptado (visual). Todos los nadadores son extremeños.

Pese a la gran extensión que tiene Extremadura, está muy poco poblada, 1,5 millones en total y la única ciudad que sobrepasa escasamente los 100000 habitantes es Badajoz. Las distancias entre las grandes ciudades son muy grandes, esto dificulta la labor de captación y seguimiento de los chicos.

El equipo técnico está compuesto por dos entrenadores (uno de ellos responsable y que coordina todos los programas), dos tutores, un psicopedagogo, médico-fisiólogo y fisioterapeuta.

En la actualidad, desarrollamos tres programas de trabajo como modo de organizar el grupo, teniendo en cuenta la edad, el nivel deportivo y el bagaje como nadador.

Se entrena en piscina de 25 m con 6 calles en sesión de mañana (6 a 8 horas) y 5 calles en sesión de tarde (16.00 a 18.15 horas) además de un gimnasio equipado con material (pesos libres, máquinas, TRX, etc.)

CONCLUSIÓN

En la parte técnica de trabajo, los programas no introduce elementos novedosos para ningún entrenador que tengamos que mencionar, el planteamiento es sencillo. Estos programas en la actualidad los dividimos en tres, Absolutos y junior-infantil que los lleva directamente Serafín Calvo y el programa de adaptación compuesto por los nadadores más jóvenes dirigido por Rafael Castellano. Pese a ser un centro de tecnificación, por razones de distancias, estudios, etc. nos vimos obligados a tener un programa absoluto en el que lo forman sólo tres nadadores.

La diferencia entre los programas de la absoluta y las de grupo edad está marcada por la diferencia clara en el trabajo fuera del agua, y la orientación específica de los trabajos en el grupo absoluto respecto al grupo de edades, que en realidad es el grupo de tecnificación. Este grupo de tecnificación basa el programa en el trabajo

del 400 y 200 libres, y estilos como base formativa de estos nadadores, para ello el desarrollo de dicho trabajo incide sobre el desarrollo aeróbico, el bagaje técnico, el entrenamiento de las piernas y la preparación física de los nadadores (fuera del agua). De otro modo, la diferencia entre el programa de adaptación y el de tecnificación viene por el número de sesiones, es decir volumen, además de la complejidad y dureza de las tareas conforme van cubriendo etapas.

El desarrollo aeróbico de las distintas zonas de entrenamiento tanto en crol como en estilos, evolucionando los trabajos de lo fácil a lo difícil e incrementando los volúmenes de manera regular. El entrenamiento aeróbico tenemos en cuenta el control técnico y de brazadas, también como medio de conocer y que se conozca el nadador su estado de forma. Por otro lado y de manera fundamental del programa, los trabajos de ritmos sobre 200 y 400 como base competitiva tienen su importancia dentro del plan de trabajo.

De forma casera, se realizan filmaciones tanto subacuáticas de manera programada como in situ durante el entrenamiento, por la que se le proporciona una información valiosa que el nadador utiliza durante la sesión auto-regulándose e intentando modificar su estilo. La explicación de modelos dados (video, fotografías, redes sociales, etc.) es otra ayuda que al nadador le permite auto-regularse y comprender de manera significativa la adaptación técnica a sus posibilidades. Este apartado técnico es a diario pero de manera programada, introduciendo estas tareas tanto en calentamientos como en los set principales.

El trabajo de piernas en nuestros programas es fundamental, basado en un “test” que se realiza todas las semanas, en este caso 8x100 c/1.50 apuntando mejor media, y utilizando también estos tiempos como referencia para el entrenador como evaluación procesual del trabajo en piernas. El nadador, que generalmente detesta el trabajo en piernas, tiene la motivación de ir mejorando este apartado como parte fundamental de su preparación, asimilando su importancia en el contexto competitivo. Se está introduciendo la tuba y tabla-pull pequeña con el fin de que sea similar a las condiciones de nado completo.

El entrenamiento físico fuera del agua tiene como objeto la construcción de un atleta integral, que pueda correr, subir en bici incluso grandes repechos, que el CORE sea parte fundamental como equilibrio postural y fortalecimiento de la zona de la cadera, que el desarrollo de la fuerza sea integral tanto en circuitos como de la fuerza máxima y que sea ágil.

La fluida comunicación entre el equipo técnico y los nadadores es una parte importante en el desarrollo de programa. La estancia permanente de los entrenadores en la residencia estable, en cierta medida, es una ventaja como vehículo comunicativo entre todos, creándose vínculos que favorecen la confianza y la dinámica de trabajo.

La labor tutorial es una parte importante y fundamental para el desarrollo de la actividad integral, teniendo como objetivo formar personas íntegras y basadas en valores como disciplina, empatía, humildad, trabajo, etc. Sin esta base, creemos que la formación del deportista se hace más difícil y como consecuencia la del nadador, por el contrario tendremos nadadores comprometidos, metódicos y disciplinados. En esta labor también los entrenadores participan en este trabajo, proporcionando al nadador y a padres la tranquilidad de que todo el proceso está claramente controlado.

La inclusión del médico y el fisioterapeuta no sólo como facultativos, sino como parte del grupo de trabajo, enriquece y mejora el control del entrenamiento, de la higiene y de los hábitos saludables, además de aportar una valiosa herramienta del trabajo de campo. Ellos son los que diseñan los protocolos individualizados para el calentamiento, que sirve como prevención de lesiones. El control de las medidas ergogénicas, también de forma individualizada, es otro de los cometidos del equipo médico.

El psicopedagogo aporta control, regulando y atendiendo las necesidades de los chicos, e información a los padres de su convivencia dentro del centro así como una ayuda para la buena gestión de los tiempos y de la coordinación de los exámenes con la actividad deportiva (campeonatos, concentraciones, etc.).

Resumiendo, el trabajo en este centro siendo tan complejo, la interacción y comunicación de manera protocolizada y abierta entre todas las partes, hace sencillo el proceso de las dos actividades.

MY NEDALIA: SOFTWARE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN NADADOR

Joan Suñé, David Pifarré y Neus Moles

Nedalia, Balaguer, Lleida, España

RESUMEN

My Nedalia es un software *cloud* que ha sido diseñado y desarrollado específicamente para satisfacer las necesidades de un entrenador profesional de natación mediante la automatización de procesos y el análisis de la información. Su utilización le facilitará gran parte de su trabajo, aportándole un significativo ahorro de tiempo que le permitirá focalizar sus esfuerzos en el objetivo principal de todo entrenador: la optimización del rendimiento de sus nadadores. El entrenador accede a una aplicación web para gestionar sus sesiones de trabajo, ya sean entrenamientos o campeonatos, y los resultados de su equipo de nadadores. El entorno de trabajo ha sido optimizado para poder ser utilizado indistintamente en ordenador, tablet o *smartphone* e incluye las siguientes opciones: cronometraje inteligente para campeonatos, entrenamientos y tests; gestión integral de marcas y nadadores; planificación de entrenamientos; definición de marca objetivo y propuesta inteligente de la distribución del tiempo por parcial; mínimas, listados y gráficas de seguimiento; entre otras. El almacenamiento de los datos en la nube permite al entrenador acceder a toda la información en cualquier lugar y momento, desde cualquier dispositivo que disponga de conexión a Internet.

Palabras clave: software de natación, cronómetro inteligente, análisis de datos, planificación de entrenamientos, mejora de rendimiento

INTRODUCCIÓN

My Nedalia es un software que nace ante la escasa oferta existente hoy en día en el mundo de la natación de aplicaciones globales orientadas al entrenador profesional de natación para la gestión y control del trabajo de su equipo de nadadores.

La mayoría de soluciones informáticas disponibles aplicables a la natación que se han localizado únicamente tratan determinados aspectos de la gestión de nadadores. De ahí, surge la idea de desarrollar una aplicación que englobe todos aquellos aspectos relevantes para facilitar la labor diaria de un entrenador.

Durante el estudio previo realizado antes del diseño y desarrollo del software, se identificó el factor tiempo como uno de los principales problemas en el trabajo diario de un entrenador. Por una parte, un exceso de tiempo invertido en una serie de tareas debido a su falta de automatización, ocasionando una duplicidad del trabajo en la mayoría de casos. Por ejemplo, la introducción de las marcas registradas de forma manual con el cronómetro al ordenador para su posterior análisis, la elaboración y modificación de tablas de mejores marcas y récords, gestión de mínimas, etc. Y por otra parte, una falta de tiempo para realizar comparativos de marcas entre varios nadadores, analizar la progresión de velocidad entre parciales y calcular indicadores como la longitud de brazada, el índice de nado, la velocidad media de la prueba, etc., que aportarían una valiosa información al entrenador para

su posterior toma de decisiones a la hora de planificar las sesiones de entrenamiento de cada nadador.

El hecho de tratarse de un software *cloud* es una gran ventaja para el entrenador, puesto que la cambiante localización de su lugar de trabajo en función de la tarea que desempeñe (entrenamiento, campeonato, etc.) no supone ningún problema, ya que la aplicación puede ser utilizada indistintamente en distintos soportes: ordenador, tablet o *smartphone*.

El principal objetivo de My Nedalia es facilitar el quehacer diario del entrenador de natación paliando algunas de las carencias y dificultades con que se encuentra a la hora de gestionar algunas de las tareas más arduas de su trabajo. Su utilización le aportará un gran ahorro de tiempo que repercutirá directamente en la mejora del rendimiento de sus nadadores, ya que le permitirá focalizar su trabajo en aquello que realmente importa: el control exhaustivo de los resultados y progresión de sus nadadores para lograr optimizar su rendimiento.

Durante el desarrollo de My Nedalia, se ha tenido en cuenta en todo momento el usuario final a qué está destinada y que, en conjunto, la aplicación sea de fácil utilización y la información se proporcione de forma clara, rápida y sencilla.

MÉTODO

El diseño y desarrollo del software se ha realizado con la permanente colaboración y asesoramiento de un entrenador profesional de natación. Asimismo, entrenadores de varios clubs de natación han utilizado My Nedalia durante la temporada 2013/2014 con el fin de evaluar su usabilidad y funcionamiento. Sus aportaciones han sido de suma importancia para perfilar algunos aspectos relacionados con el funcionamiento de la aplicación y optimizar su utilización para tablet.

FUNCIONALIDADES

El entrenador es el actor principal en My Nedalia, puesto que es la persona que trabaja día a día con la aplicación para capturar marcas, crear entrenamientos, analizar la progresión de sus nadadores, etc. Por una parte, el entrenador es el encargado de introducir o registrar los datos y, por otra parte, recibe el *feedback* que le proporciona My Nedalia a partir del análisis de dicha información. El entrenador desempeña, por lo tanto, un doble rol actuando como emisor y receptor de información.

A continuación se describen algunas de las principales funcionalidades de My Nedalia. Se han estructurado en tres grandes apartados: introducción de datos, análisis de la información y generación de un plan de entrenamientos.

Introducción de datos

Existen dos modos de entrada de la información: captura de registros a través del cronómetro inteligente que incorpora My Nedalia e importación de datos desde documentos en formato pdf y formato excel.

Cronómetro inteligente

El cronómetro inteligente es el medio que utiliza el entrenador para registrar las marcas de sus nadadores. Permite la captura simultánea de hasta un máximo de ocho nadadores y puede utilizarse en modo campeonato, entrenamiento o test. A partir de los datos capturados por el cronómetro, My Nedalia generará en tiempo real una ficha de registro de marca.

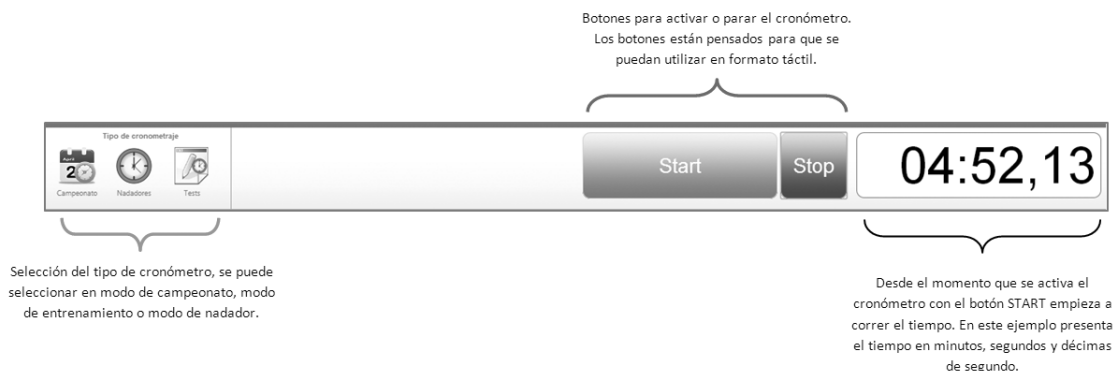


Imagen 1. Detalle del cronómetro y de los iconos para seleccionar entre los modos de funcionamiento disponibles: campeonato, entrenamiento o test

Modo campeonato

Tras realizar la importación de una hoja de salida en el formato de la Real Federación Española de Natación (de ahora en adelante RFEN), My Nedalia mostrará la relación de nadadores que realizarán cada prueba según su orden de participación en el campeonato. La pantalla principal del cronómetro presentará el nombre del campeonato, el número y nombre de la prueba, el número de serie, el nombre del nadador y el número de la calle por la que competirá. Esta visión general de la planificación del campeonato le permitirá realizar un seguimiento óptimo y saber en qué pruebas participarán sus nadadores.

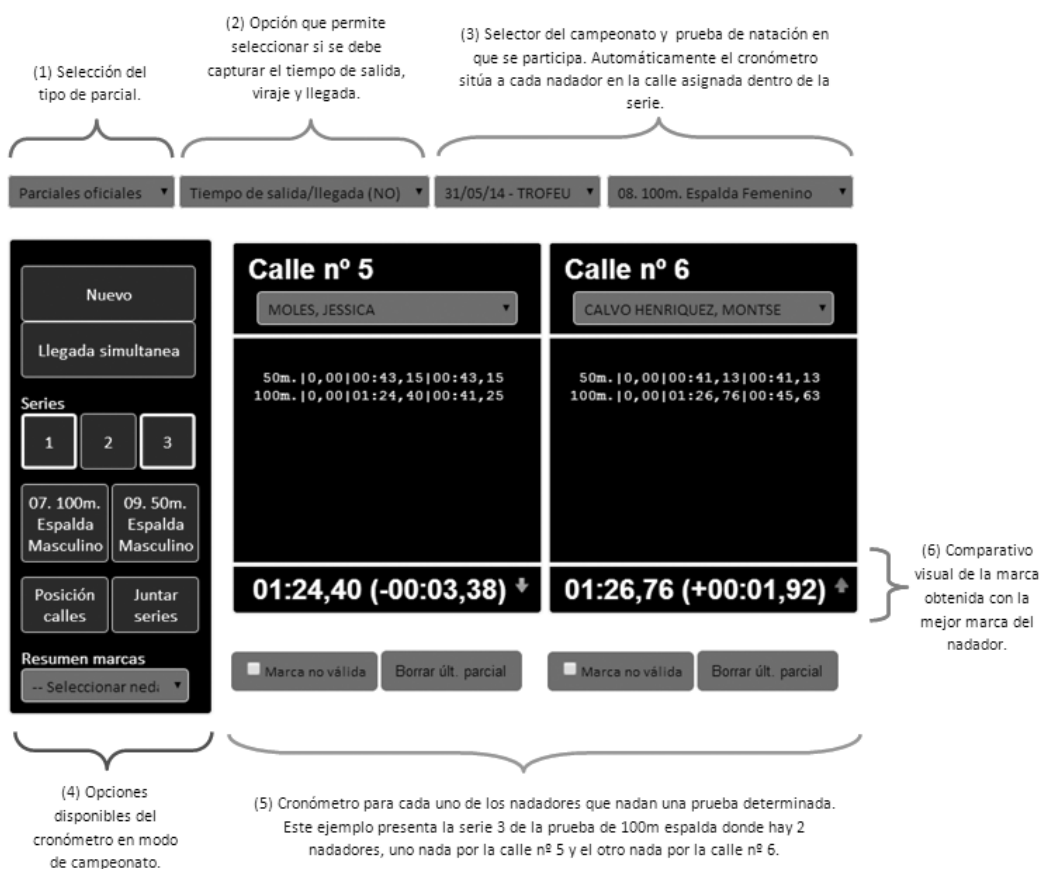


Imagen 2. Imagen del cronómetro en modo campeonato

El entrenador puede registrar tiempos parciales oficiales o no oficiales, cada 50 o 100 m, según convenga. A partir de esta información, My Nedalia presentará el tiempo total del parcial, el tiempo entre parciales y la marca objetivo de cada parcial (si se hubiera definido previamente). Mientras está capturando la marca de sus nadadores, también existe la opción de poder registrar la frecuencia de brazada de cada uno de los parciales. A partir de este valor, la aplicación calculará la longitud de brazada y el índice de ciclo. También puede activar la opción de capturar el tiempo de salida, el tiempo de viraje y el tiempo de llegada de cada prueba.

Al finalizar el cronometraje de la prueba de uno o varios nadadores, My Nedalia le indicará si la marca realizada es mejor, peor o igual que la mejor marca registrada con anterioridad para la misma prueba. Esta presentación de resultados *just in time* le permitirá disponer de los resultados provisionales del campeonato obtenidos por cada nadador en tiempo real.

Modo entrenamiento

El cronómetro también puede utilizarse en modo entrenamiento con la finalidad que el entrenador pueda capturar las marcas que desee en el momento que lo precise, al igual que venía haciendo hasta ahora con un cronómetro convencional.

(1) Selección del tipo de parcial

(2) Opción que permite seleccionar si se debe capturar el tiempo de salida, viraje y llegada

(3) Selección del estilo y prueba a cronometrar

(4) Selección de la categoría y sexo de los nadadores. Estos filtros ayudan a filtrar a los nadadores en cada una de las calles

(5) Selección del número de nadadores que se quieren cronometrar

(6) Opciones disponibles del cronómetro en modo de entrenamiento

(7) Cronómetro para cada uno de los nadadores donde el entrenador va capturando el tiempo en cada uno de los parciales. El cronómetro va informando de los metros del parcial, la frecuencia de brazada en caso que se haya capturado, el tiempo absoluto del parcial y la diferencia de tiempo entre los parciales.

Imagen 3. Imagen del cronómetro en modo entrenamiento

Modo test

El entrenador también tiene la posibilidad de utilizar el cronómetro para realizar tests a sus nadadores. El número máximo de nadadores a los que se les puede realizar un test al mismo tiempo está limitado a ocho. Deberá seleccionar la calle donde cada nadador realizará el test, pudiendo especificar hasta un máximo de ocho calles diferentes. En caso que varios nadadores realicen el test por una misma calle, será necesario configurar el orden de salida de cada nadador.

Si selecciona la categoría y el género de los nadadores que cronometrará, la aplicación sólo le mostrará los nadadores de la categoría y género seleccionados para ayudarle a posicionar cómodamente los nadadores en cada una de las calles. Deberá introducir el número de series que debe realizar cada nadador, los metros de cada serie y el tiempo máximo de que dispone el nadador para realizar una serie.

Esta herramienta le permite realizar cualquier test de n series x n metros x n minutos.

(1) Selección del tipo de parcial

(2) Opción que permite seleccionar si se debe capturar el tiempo de salida, viraje y llegada

(3) Selección del estilo

(4) Selección de la categoría y sexo de los nadadores. Estos filtros ayudan a filtrar a los nadadores en cada una de las calles

(5) Selección del número de nadadores que realizarán el test

(6) Opciones disponibles del cronómetro en modo de test

(7) Cronómetro para cada uno de los nadadores que realizan el test. Este ejemplo presenta 4 nadadores que realizan el test en 2 calles. En la primera calle hay como primer nadador CALVO HENRIQUEZ y al cabo de 10 segundos empezará el segundo nadador PIFARRÉ PLANES. En la segunda calle realizan el test como primer nadador SUÑÉ MOLES y al cabo de 10 segundos saldrá el nadador MOLES JESSICA

Imagen 4. Imagen del cronómetro en modo test

Importación de datos

La opción de importaciones de My Nedalia facilita todavía más el trabajo del entrenador. Es posible realizar las siguientes importaciones:

- *Fichas de nadadores a partir de una hoja excel*: posibilidad de incorporar las fichas con todos los datos de sus nadadores directamente desde una hoja en formato excel sin necesidad de introducir toda la información de forma manual. También se pueden incluir el peso, la talla y la envergadura.

- *Historial de marcas de los nadadores*: además de las marcas de la temporada actual, My Nedalia le permite consultar las marcas de temporadas anteriores siempre que se hayan importado. Con la opción de importaciones, puede importar las marcas de sus nadadores de las tres últimas temporadas desde una hoja excel o un fichero de base de datos generado por el programa Licencias.

- *Planificación de un campeonato a partir de una hoja de salida en formato pdf*: el entrenador puede importar una hoja de salida generada con el actual formato de la RFEN antes de realizar un campeonato. A partir del documento en pdf de la RFEN, la aplicación importará la siguiente información: nombre de los nadadores que participan en el campeonato, número y nombre de las pruebas en que participan, número de serie de cada prueba y número de calle por la que competirán. Los nadadores le aparecerán ordenados según el orden de la hoja de salida, que corresponde a su orden de participación en el campeonato.

Después de realizar la importación, el cronómetro en modo campeonato ya estará listo para iniciar el cronometraje de sus nadadores en cuanto empiece el campeonato.

- *Resultados de un campeonato a partir de una hoja de resultados en formato pdf*: una vez se publiquen los resultados oficiales de un campeonato, puede importarlos fácilmente desde la hoja de resultados en pdf generada en el formato de la RFEN. Tras unos sencillos pasos, los resultados que obtuvieron sus nadadores en ese campeonato quedarán incorporados en My Nedalia, permitiendo realizar el posterior seguimiento y análisis.

Análisis de la información

A partir de los datos y marcas introducidos en My Nedalia, la aplicación permite multitud de posibilidades para el análisis de toda esta información.

Gestión integral de marcas

Uno de los aspectos más interesantes es sin duda la completa gestión de marcas que se pueda llevar a cabo con My Nedalia, permitiendo una gestión diferenciada de nadadores y másters con menús independientes para un mejor control. El registro de marcas permite la visualización del tiempo en formato 25 m manual, 25 m electrónico, 50 m manual o 50 m electrónico.

Le permite almacenar y localizar de forma fácil todas las marcas de sus nadadores, presentando los principales indicadores de cada una de ellas: tiempo parcial, tiempo entre parciales, porcentaje de repartición del tiempo en cada parcial, frecuencia de brazada, longitud de brazada, índice de nado, velocidad de cada parcial y gráfica del ritmo de la prueba.

A partir de los tiempos parciales y finales de las marcas de sus nadadores, la aplicación calculará de forma automática los siguientes valores: tiempo entre parciales, porcentaje de repartición del tiempo en cada parcial y velocidad media de la prueba. A partir de la frecuencia de brazada, se obtienen automáticamente la longitud de brazada y el índice de nado. Los valores de la longitud de brazada e índice de nado únicamente se mostrarán en caso que el entrenador haya capturado la frecuencia de brazada.

Marcas

Nadador

Día

Registro de la marca

Estilo

Prueba de natación

Tiempo marca

Tipo piscina

Tipo crono

Marca provisional

Lugar de la marca

Tiempos parciales

| Parcial | Tiempo parcial | Tiempo entre parciales | % Repartición tiempo | Frecuencia brazada | Longitud brazada | Índice nado | Velocidad (m/s) | |
|---------|----------------|------------------------|----------------------|--------------------|------------------|-------------|-----------------|--|
| 50 | 00:36,88 | 00:36,88 | 11,32 | 32,40 | 2,52 | 3,43 | 1,36 | |
| 100 | 01:18,10 | 00:41,22 | 12,65 | 33,10 | 2,19 | 2,65 | 1,21 | |
| 200 | 02:42,13 | 01:24,03 | 25,80 | 31,70 | 2,25 | 2,68 | 1,19 | |
| 400 | 05:25,74 | 02:43,61 | 50,23 | 32,80 | 2,23 | 2,72 | 1,22 | |

Representación gráfica de los parciales

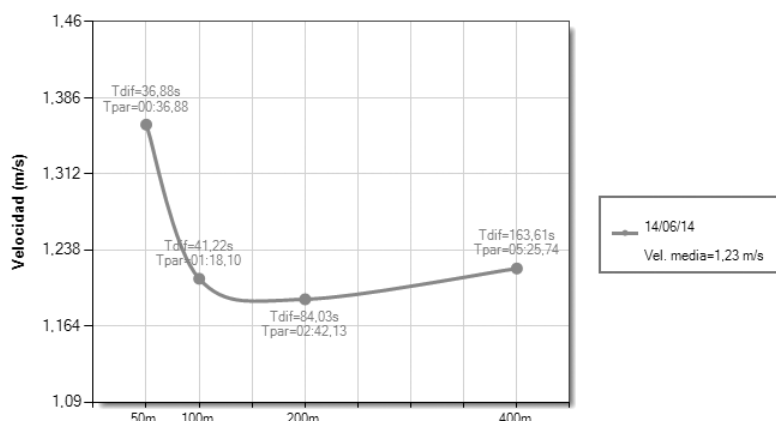


Imagen 5. Detalle de la ficha de registro de una marca

La posibilidad de aplicar diferentes filtros para restringir la búsqueda le permitirá encontrar rápidamente los registros que está buscando. Puede delimitar su búsqueda aplicando cualquiera de los siguientes filtros: fecha, categoría, género, nombre, estilo, prueba, tipo de piscina, lugar, marca o tipo de marca (entrenamiento o campeonato).

Marcas realizadas

| Apellidos | Nombre | Prueba | Fecha | Piscina | Marca | Tipo marca |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|----------|---------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | Todas ▼ | 00:00,00 | Todas ▼ |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 200m. Libres | 29/08/14 | 25 | 01:27,49 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 100m. Libres | 29/08/14 | 50 | 00:26,81 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 50m. Libres | 29/08/14 | 25 | 00:16,16 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 100m. Libres | 29/08/14 | 25 | 00:59,60 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 200m. Libres | 29/08/14 | 50 | 00:41,70 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 50m. Libres | 29/08/14 | 50 | 00:09,30 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 200m. Libres | 28/08/14 | 25 | 00:54,61 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 100m. Libres | 28/08/14 | 25 | 01:05,56 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 50m. Libres | 28/08/14 | 25 | 00:06,58 | Entrenamiento |
| CALLEJÓN PEREZ | PAULA | 100m. Libres | 28/08/14 | 25 | 00:42,52 | Entrenamiento |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ... >>

Imagen 6. Detalle de la pantalla de marcas realizadas

A través de la opción de importaciones, es posible importar las marcas de las tres últimas temporadas de sus nadadores. De esta forma, además de las marcas de la temporada actual, podrá consultar y comparar con marcas de temporadas anteriores.

Marca objetivo

Uno de los aspectos más interesantes de la aplicación es la posibilidad de definir una marca objetivo para los nadadores tanto para piscina de 25 m como de 50 m. A partir de la marca objetivo fijada por el entrenador, My Nedalia le presentará una propuesta inteligente del ritmo óptimo de nado que el nadador debería mantener en cada parcial de la prueba para lograr la marca objetivo, basándose en el patrón del ritmo de nado de dicho nadador en esa misma prueba.

Marcas objetivo

Datos de la prueba

Nadador:

Prueba:

Piscina:

Parciales:

| Parcial | Tiempo mejor marca | Tiempo objetivo | Tiempo entre parciales | % Parcial | Tiempo entre parciales objetivo | Velocidad (m/s) | Velocidad objetivo (m/s) | |
|---------|--------------------|-----------------|------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|--|
| 50 | 00:36,88 | 00:35,39 | 00:36,88 | 10,97 | 00:35,39 | 1,36 | 1,41 | |
| 100 | 01:18,10 | 01:16,05 | 00:41,22 | 12,61 | 00:40,66 | 1,21 | 1,23 | |
| 200 | 02:42,13 | 02:38,91 | 01:24,03 | 25,69 | 01:22,86 | 1,19 | 1,21 | |
| 400 | 05:25,74 | 05:22,50 | 02:43,61 | 50,72 | 02:43,59 | 1,22 | 1,22 | |

[Volver](#)

Imagen 7. Detalle de la pantalla marca objetivo

Mínimas

Mediante My Nedalia podrá saber qué nadadores han conseguido las mínimas exigidas para participar en un campeonato determinado. Sólo debe introducir las mínimas requeridas para participar en cada campeonato y My Nedalia le mostrará la relación de nadadores que han logrado dichas mínimas en el momento que lo necesite. Esta opción incluye conversiones automáticas entre piscinas de 25/50 m y cronómetro manual/electrónico.

Mínimas de campeonato

Datos principales

Campeonato:

Piscina:

Tipo de crono:

Período de validez de las marcas: -

Presentar en gráficas:

Registro de mínimas por pruebas

| Estilo | Prueba | Sexo | Edad | Mínima | Añadir |
|---------------|---------------|------------|----------------------|----------|--------|
| -- Estilos -- | -- Pruebas -- | -- Sexo -- | <input type="text"/> | 00:00,00 | |
| Libres | 50m. Libres | Femenino | 15 | 00:32.54 | |
| Libres | 50m. Libres | Masculino | 17 | 00:29.08 | |
| Libres | 50m. Libres | Masculino | 18 | 00:28.55 | |
| Libres | 100m. Libres | Femenino | 15 | 01:10.16 | |
| Libres | 100m. Libres | Masculino | 17 | 01:03.78 | |
| Libres | 100m. Libres | Masculino | 18 | 01:02.70 | |
| Libres | 200m. Libres | Femenino | 15 | 02:31.93 | |
| Libres | 200m. Libres | Masculino | 17 | 02:19.47 | |

Imagen 8. Pantalla del mantenimiento de mínimas

Swimming Science II

| | | |
|-------------|--|-----------|
| Campeonato: | CAMPIONAT DE CATALUNYA D'ESTIU JUNIOR "OPEN" ▼ | Refrescar |
| Categoría: | Totes ▼ Sexo: Tots ▼ Nadador: Tots ▼ | Pdf |
| Estilo: | Tots ▼ Prueba: Totes ▼ | Excel |

| Licencia | Nadador | Fecha | Estilo | Prueba | Piscina | Tipo marca | Minima | Marca | Tiempo * |
|------------|------------------------|----------|---------|-----------------|---------|------------|----------|----------|----------|
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 20/12/13 | Lliures | 50m. Llibres | 50 | Final | 00:33.13 | 00:31.70 | 00:31.70 |
| X120995PO | MORA RODRIGUEZ, CARLOS | 29/06/13 | Lliures | 50m. Llibres | 50 | Final | 00:29.74 | 00:28.48 | 00:28.48 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 22/12/13 | Lliures | 100m. Llibres | 50 | Final | 01:11.09 | 01:08.24 | 01:08.24 |
| X120995PO | MORA RODRIGUEZ, CARLOS | 25/05/13 | Lliures | 100m. Llibres * | 50 | Final | 01:05.11 | 01:03.51 | 01:03.70 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 08/06/13 | Lliures | 200m. Llibres * | 25 | Final | 02:35.13 | 02:25.31 | 02:27.90 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 29/06/13 | Lliures | 400m. Llibres | 50 | Final | 05:28.35 | 05:09.51 | 05:09.51 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 28/06/13 | Lliures | 800m. Llibres | 50 | Final | 11:18.07 | 10:39.06 | 10:39.06 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 09/03/14 | Estils | 200m. Estils * | 25 | Final | 02:56.05 | 02:50.30 | 02:53.59 |
| 19010YY013 | MARTINEZ SALAS, EMMA | 05/10/13 | Estils | 400m. Estils * | 25 | Final | 06:12.40 | 06:00.47 | 06:08.16 |

(*) tiempo de la marca convertida al tipo de crono y piscina del campeonato

Imagen 9. Relación de los nadadores que han conseguido mínimas para participar en un campeonato

Listados de seguimiento

My Nedalia incorpora una opción para obtener distintos listados de nadadores, marcas y récords: nadadores activos, nadadores inactivos, historial de marcas, mejores marcas por nadador, nadadores clasificados para campeonatos, mejores marcas por edad, mejores marcas por categoría y récords absolutos. Todos estos listados se pueden exportar a formato excel y pdf para poder imprimirlos o guardarlos en cualquiera de estos dos formatos.

Los listados de marcas incluyen una opción de conversión automática de los tiempos según el tipo de piscina (25 o 50 m) y de cronometraje (manual o electrónico).

Listado de marcas

| | | | | |
|----------------|------------|--------------|----------|----------------------------------|
| Fecha inicial: | 01/10/13 | Fecha final: | 31/07/14 | Refrescar |
| Categoría: | Todas ▼ | Sexo: | Todos ▼ | Nadador: |
| Estilo: | Mariposa ▼ | Prueba: | Todas ▼ | Piscina: |
| | | | | CALLEJÓN PEREZ, PAULA ▼ Pdf |
| | | | | 25 metros ▼ Lugar: Todos ▼ Excel |

| Categoría | Licencia | Nadador | Fecha | Estilo | Prueba | Piscina | Tipo | Tiempo |
|-----------|-----------|-----------------------|----------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 17/05/14 | Mariposa | 50m. Mariposa | 25 | Parcial | 00:37,31 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 17/05/14 | Mariposa | 100m. Mariposa | 25 | Final | 01:21,21 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 08/02/14 | Mariposa | 50m. Mariposa | 25 | Parcial | 00:39,80 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 08/02/14 | Mariposa | 100m. Mariposa | 25 | Final | 01:29,31 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 13/12/13 | Mariposa | 50m. Mariposa | 25 | Parcial | 00:38,66 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 15/11/13 | Mariposa | 50m. Mariposa | 25 | Parcial | 00:42,02 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 15/11/13 | Mariposa | 50m. Mariposa | 25 | Parcial | 00:42,02 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 15/11/13 | Mariposa | 100m. Mariposa | 25 | Parcial | 01:35,45 |
| Alevín | 041251211 | CALLEJÓN PEREZ, PAULA | 15/11/13 | Mariposa | 100m. Mariposa | 25 | Parcial | 01:35,45 |

Imagen 10. Ejemplo del listado de las marcas de un nadador en estilo mariposa

Swimming Science II

| Pruebas | Libres Masculino Piscina 25 m. | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|--|---|--|--|---|--|--|--|
| | Edades (años) | | | | | | | | | |
| | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | | | |
| 50m. Libres | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_CCH JUNIOR GRANOLLERS 02/02/08 00:24.43 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC MADRID 16/03/07 00:24.74 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR BALAGUER 02/12/06 00:24.44 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR HIVERN BALAGUER 17/12/05 00:25.65 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE CN SABADELL 17/12/11 00:27.76 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC TROFEU NADAL CE BALAGUER 20/12/03 00:29.11 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE BALAGUER 28/11/09 00:32.15 (M) | | | |
| 100m. Libres | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_CCH JUNIOR GRANOLLERS 03/02/08 00:54.17 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC MADRID 16/03/07 00:54.60 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR BALAGUER 02/12/06 00:54.63 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR HIVERN BALAGUER 17/12/05 00:56.56 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE 2LC BENU BALAGUER 03/12/11 01:00.37 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_LA BARCELONA 13/12/03 01:04.57 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE BALAGUER 28/11/09 01:09.03 (M) | | | |
| 200m. Libres | DEMARCHI GARCIA, ERIC TROFEU CLUB INEF LLEIDA 26/04/08 02:04.36 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_CCH JUNIOR MADRID 24/03/07 02:03.44 (E) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR CEN BALAGUER 29/04/06 02:06.19 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_LC ABS 1/4 CORNELLA 03/12/05 02:08.18 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE 3LC INF CERVERA 26/11/11 02:13.38 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE BALAGUER 27/11/10 02:18.74 (E) | BARBOSA BELMONTE, PERE LLEIDA 31/05/09 02:32.48 (M) | | | |
| 400m. Libres | DEMARCHI GARCIA, ERIC LLEIDA 27/10/08 04:37.59 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR MOLLERUSSA 28/04/07 04:24.92 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE BALAGUER 15/11/13 04:29.28 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR BALAGUER 12/06/05 04:31.81 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_TPR MOLLERUSSA 04/12/04 04:43.03 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC TROFEU NADAL CE BALAGUER 20/12/03 04:53.94 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE LLEIDA 12/12/09 05:27.02 (M) | | | |
| 800m. Libres | | PORTA VALLÈS, MARCEL LLEIDA 05/10/13 11:57.39 (M) | PROFITÓS PALLAS, NIL LLEIDA 05/10/13 09:37.90 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_FE G3-G4 LLEIDA 30/10/05 09:48.22 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE 1LC INF LLEIDA 08/10/11 10:12.30 (M) | PROFITÓS PALLAS, NIL LLEIDA 16/10/10 10:54.38 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE BALAGUER 25/04/09 11:39.09 (M) | | | |
| 1600m. Libres | | PORTA VALLÈS, MARCEL LLEIDA 05/10/13 22:46.55 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC LLEIDA 21/10/06 18:21.47 (M) | DEMARCHI GARCIA, ERIC A_FE G3-G4 LLEIDA 30/10/05 18:37.67 (M) | BARBOSA BELMONTE, PERE 1LC INF LLEIDA 08/10/11 19:25.33 (M) | PROFITÓS PALLAS, NIL LLEIDA 16/10/10 20:45.33 (M) | | | | |

Imagen 11. Ejemplo del listado de mejores marcas por edad (masculino, estilo libre)

Gráficas

Se pueden visualizar interesantes gráficas para poder comprobar visualmente la progresión de los nadadores: historial de marcas, análisis del ritmo de pruebas de natación y análisis de la frecuencia de brazada. De este modo, se puede ver la evolución de uno o varios nadadores en una prueba determinada e incluso comparar los resultados de varios nadadores para ver el progreso de cada uno de ellos en una misma prueba.

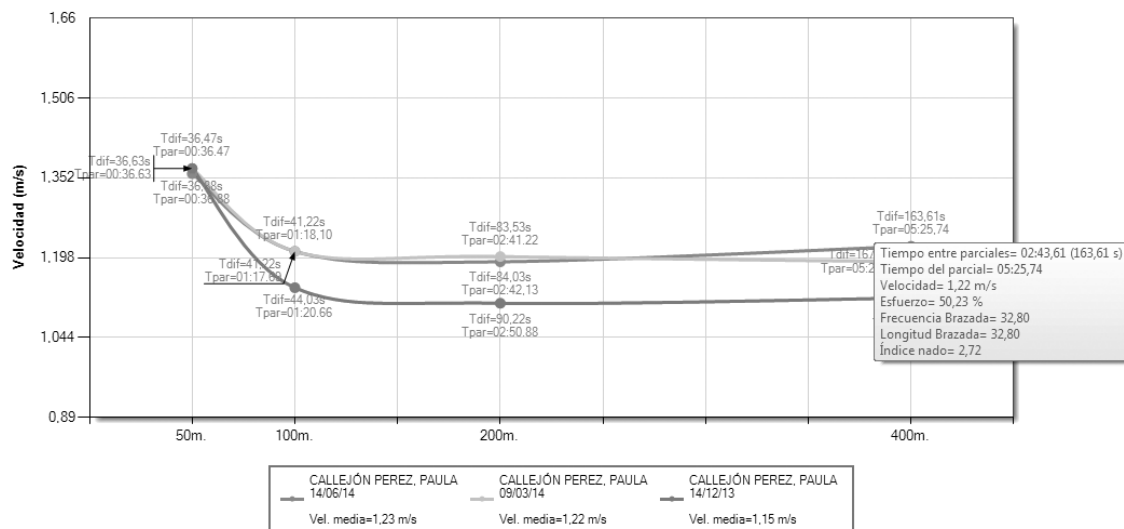


Imagen 12. Gráfica comparativa de la progresión de un mismo nadador en la prueba de 400 m libres y detalle del resumen de la información de una prueba

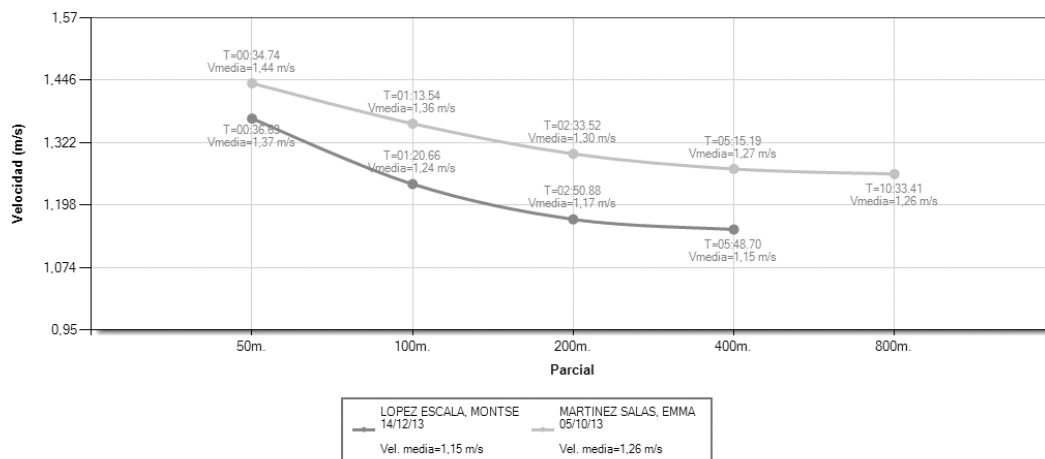


Imagen 13. Gráfica comparativa de dos nadadores detallando el tiempo y la velocidad media de cada parcial

Planificación de entrenamientos

My Nedalia incluye una opción para generar un plan de entrenamientos para un equipo de nadadores mediante la definición de ciclos, sesiones y bloques de entrenamiento, utilizando distintas plantillas agrupadas según objetivo, condicional y técnica. Existe la posibilidad de definir un plan de entrenamiento para una categoría o grupo de nadadores determinados. Asimismo, es posible especificar el volumen de cada bloque para un mejor control del entrenamiento. My Nedalia está optimizada para poder generar sesiones de entrenamiento directamente a través de la tablet u ordenador.

Sesiones

Nombre:

Fecha:

Ciclo:

Volumen total: (m)

| Orden | Objetivos | Volumen | Nº Rep. | Bloque de entrenamiento | | |
|-------|-------------------|---------|---------|--|--|--|
| 1 | Viratges>6 metres | 1150 | 1 | 300C progressius viratges 6m 4x150 peus c) 1.45 2x50 EP màxima velocitat c) 1.15 1x150 A1 C viratges 6m | | |
| 2 | Aeròbic Mig | 1500 | 2 | 4x200 A2 c) 2.50/2.55/3 2x50 EP A3 c) 1.10 4x150 A3 C regressiu | | |
| 3 | Suavitzar | 300 | 1 | 300C regressiu | | |

Imagen 14. Ejemplo de la creación de una sesión de entrenamiento

CONCLUSIONES

Se ha presentado una aplicación destinada al entrenador de natación para ayudarle a gestionar, controlar y analizar el trabajo de su equipo de nadadores. Le permitirá gestionar las principales tareas de su día a día, facilitándole gran parte de su trabajo y adaptándose al lugar en que esté en cada momento, al poder ser utilizada indistintamente en ordenador, tablet o *smartphone*.

Los principales beneficios que proporciona la utilización de My Nedalia al entrenador son el ahorro de tiempo, la simplificación de su trabajo y la disponibilidad de una mayor cantidad de información. A continuación, se resumen las ventajas que aportan las principales funcionalidades de My Nedalia.

El sistema de cronometraje inteligente está integrado en la aplicación y sólo se necesita una tablet para registrar las marcas de los nadadores, que quedarán almacenadas automáticamente en My Nedalia, evitando así la duplicidad de trabajo. Incluye novedosas características como la posibilidad de capturar hasta un máximo de ocho tiempos simultáneos, la presentación de la planificación de un campeonato a partir de la importación de una hoja de salida, la creación automática de una ficha de registro de marca, etc. A diferencia de un cronómetro convencional, el cronómetro de My Nedalia en modo campeonato/entrenamiento presenta una comparación en tiempo real de la marca de cada parcial *versus* la mejor marca registrada o marca objetivo fijada por el entrenador para esa prueba, de modo que el entrenador está visualizando en tiempo real cómo está siendo la progresión del nadador. Al finalizar la prueba, el entrenador puede comprobar al instante si el nadador ha mejorado su anterior registro y si ha cumplido o no el objetivo marcado.

El asistente de importaciones es otra atractiva opción que posibilita la importación de las planificaciones de campeonatos desde las hojas de salida directamente al cronómetro inteligente, dejándolo preparado para empezar el cronometraje de la competición. Del mismo modo, también se pueden importar los resultados de los nadadores gestionados con My Nedalia desde la hoja de resultados oficiales de forma que queden almacenados en la aplicación.

Otra funcionalidad que cabe destacar es la gestión integral de marcas. En un único entorno podrá almacenar y localizar todas las marcas de sus nadadores, permitiéndole tener un mayor control de sus resultados. Podrá analizar su progresión, realizar comparativos entre nadadores, evaluar su rendimiento, etc. sin necesidad de utilizar aplicaciones adicionales. Además, le posibilitará la obtención automática de indicadores que hasta ahora únicamente se podían conseguir de forma manual y que muchos entrenadores no llegaban a calcular por falta de tiempo.

Una interesante característica que incluye la gestión de marcas es la posibilidad de definir una marca objetivo para un nadador y la presentación de una propuesta inteligente del tiempo que debería realizar dicho nadador en cada parcial para poder alcanzar dicho objetivo, basándose en el patrón del ritmo de nado de cada nadador para esa misma prueba.

La automatización de la gestión de mínimas, mejores marcas por edad, por categoría y récords absolutos, así como la fácil generación de un plan de entrenamientos a través de una serie de plantillas, contribuyen aún más a agilizar la gestión de la labor del entrenador y ayudarle a llevar un control exhaustivo de su equipo de nadadores y una mejor evaluación del rendimiento de sus nadadores.

En definitiva, My Nedalia es una solución que nace para atender de manera global las necesidades del día a día de un entrenador de natación. Su utilización facilitará y automatizará la realización de muchas tareas que repercutirá en un considerable ahorro de tiempo. De esta forma, podrá concentrar su trabajo en el análisis de aquellos aspectos que debe mejorar cada nadador para poder planificar su entrenamiento de forma más específica e individualizada. Asimismo, con esta aplicación esperamos poner al alcance de entrenadores de clubs más modestos tecnología a la que probablemente sólo podrían aspirar entrenadores de clubs de mayor tamaño, beneficiando en primera instancia a los nadadores y, consecuentemente, favoreciendo al mundo de la natación en general.

Consideramos que nos hallamos ante una solución con un gran potencial y con un sinfín de posibilidades de ampliación a corto y medio plazo: creación de una aplicación paralela para que el nadador pueda consultar en tiempo real sus marcas, tests, mínimas, etc. (actualmente en desarrollo), composición del equipo óptimo de nadadores para un relevo, cronometraje de relevos, *dashboard* o panel informativo de cada nadador, comparativo de los resultados de un nadador a nivel de federación, utilización de inteligencia artificial para mejorar el rendimiento de un nadador (aplicación de algoritmos de redes neuronales) y un largo etcétera.

REFERENCIAS

- Arellano, R. (2010). "Análisis cinemático de la competición en natación. XI Campeonato de España Open Absoluto de Natación Primavera P50". Universidad de Granada.
- Cejuela, R. (2006). "Análisis de la natación. El índice de eficacia". *Sport Training Magazine*, nº 9, p. 24-27. Madrid.
- De Aymerich, J; Guibelalde, I. (2005). "Análisis de la competición en natación". *I Congreso Virtual de Investigación en la Actividad Física y el Deporte*. Vitoria-Gasteiz.
- Suñé, J. (2001). "Diseño y desarrollo de un sistema de gestión para la optimización del rendimiento de un nadador."

SISTEMA DE ANÁLISIS AVANZADO DE RESULTADOS EN NATACIÓN

Noel Alonso* y **Florian Ulrich

*Gerente del área de ventas en Kistler Ibérica

**Florian Ulrich, encargado campo empresarial de biomecánica en Kistler Instrumente AG



INTRODUCCIÓN

La natación es un deporte de suma complejidad, en el cual, la reducción en el tiempo global de carrera de unas centésimas de segundo, puede suponer la diferencia entre acceder o no al medallero de la competición.

Determinadas maniobras, como son:

- Salida
- Giro
- Relevos, en el caso de competición por equipos

Tienen vital importancia en la consecución de un tiempo de carrera global que da acceso a medallas o incluso a campeonatos.

Diversos estudios, han mostrado por ejemplo, los siguientes hechos:

- Salida: Los nadadores con mejor salida, suelen ser 0,5 segundos más rápidos en los primeros 15 m de carrera (hasta llegar a la fase estacionaria)
- Giros: En función del tipo de carrera, pueden producirse durante la misma multitud de giros (hasta 59 en una carrera de 1500 m en piscina corta). La diferencia total en tiempo invertido en el giro, entre nadadores, puede llegar a ser de décimas de segundo, lo cual, acumulado para la carrera total, supone una cantidad de tiempo incluso de varios segundos en el total de la carrera.

Analizando carreras en Juegos Olímpicos recientes, se encuentran casos muy llamativos, en los que ciertos nadadores, quedaron en segundo lugar aún siendo más rápidos en carrera que el nadador que ocupó el primer puesto. La razón en todos los casos, fue la excepcional capacidad en el giro del nadador que resultó vencedor.

- Relevos: En las carreras por equipos, este es quizá el momento clave de la misma, en el que la sincronización entre el nadador que llega y el que sale, debe ser perfecta. Un retardo excesivo entre la llegada y la salida, puede suponer una pérdida excesiva de tiempo, y una anticipación excesiva, provoca la descalificación.

SISTEMAS DE ANÁLISIS EN NATACIÓN

Un sistema de análisis en natación, debe cumplir con unos requerimientos mínimos para ser eficaz.

- Por una parte, debe ser capaz de analizar desde los puntos de vista cinemático y dinámico. En otras palabras, debe incorporar sistemas de filmación y análisis de

imagen, combinado con un sistema de medición de los esfuerzos principales que se producen en cada una de las fases analizadas.

La filmación por sí sola, permite visualizar con detalle cada una de las fases del proceso, tanto fuera como dentro del agua, pero no permite un análisis de los esfuerzos y la energía desarrollada en dichos eventos.

Una combinación de ambas medidas (imagen y video), facilita no solo la visualización de la maniobra sino la relación entre esfuerzo, energía y movimiento. El uso adecuado de esta información, permitirá establecer unas pautas de entrenamiento encaminadas a optimizar cada una de estas fases clave de la carrera.

- El sistema debe proporcionar resultados de forma rápida y sencilla. La intensidad y exigencia de los entrenamientos, hacen impensable un sistema que requiera de varias horas de post-procesado y análisis de resultados. El entrenador, necesita por lo general resultados rápidos que permitan modificar sobre la marcha las pautas del entrenamiento, evaluando así la eficacia de dichos cambios.

- Finalmente, es necesario que el sistema empleado, sea capaz de trabajar en condiciones adversas. Aún incluyendo componentes electrónicos, el sistema debe trabajar en presencia de humedad, posibles salpicaduras, etc.

Por otra parte, tal y como se ha avanzado anteriormente, será imprescindible disponer de un sistema de filmación tanto fuera como dentro del agua, En este último caso, la posibilidad de obtener una calidad y nitidez de las imágenes aceptables, se complica en determinadas zonas, como son la interfaz entre el agua y el aire, donde las salpicaduras y las burbujas, impiden en muchos casos, una grabación adecuada.

Sistema KISTLER de Análisis en Natación

Kistler ha desarrollado, un sistema completo basado en la medida de fuerza y en la grabación de imágenes, que permite analizar la evolución del proceso en los instantes de salida, giro y relevo, abarcando los primeros 15 metros de carrera.

Una vez recorrida esta distancia, el nadador puede retornar al punto de encuentro con el entrenador, quien le proporcionará, en un tiempo no superior a 2 minutos, un completo análisis de resultados así como comparativas con pruebas anteriores o en relación con otros nadadores.

El sistema está compuesto por:

Podium instrumentado.

Sistema formado por:

- Plataforma de fuerza frontal
- Plataforma de fuerza posterior
- Plataforma de fuerza de giros
- Agarraderas instrumentadas



Figura 1. Podium instrumentado.

Este elemento es resistente al agua, portable, y no requiere de obra civil para su instalación.

Permite obtener los esfuerzos en tres ejes, producidos durante el giro o durante la salida, en distintas posiciones y estilos (libre, espalda, etc.)

Cámaras de Análisis de Movimiento.

Conjunto de 5 cámaras, de alta velocidad (100 fps), y alta resolución, subacuáticas y por encima del nivel del agua.

Su instalación no requiere de trabajos específicos en la pared de la piscina.



Figura 2. Cámara de análisis de movimiento.

Software de Análisis y Comparación.

El software analiza, de un modo rápido y preciso, las señales procedentes de los distintos elementos instalados:

- Permite una mejora en las cualidades del nadador.
- Proporciona resultados de un modo rápido
- Asiste en el análisis y corrección de la técnica
- Permite comparar, en la misma pantalla, diferentes pruebas realizadas bien por el mismo nadador en distintos instantes o bien entre distintos nadadores.
- Efectúa un análisis biomecánico completo de: Fuerza, Potencia, Velocidad y Tiempos Parciales.

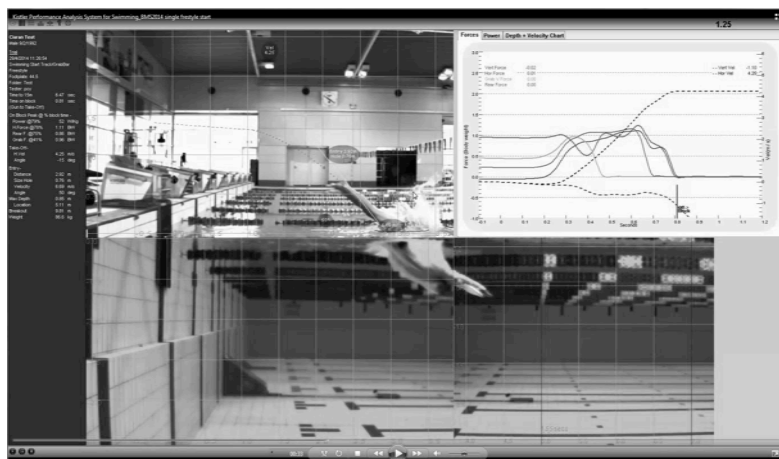


Figura 3. Software de análisis y comparación.

CONCLUSIONES

El análisis de rendimiento en pruebas de natación, es en general complicado por diversos factores:

- Se necesita un análisis rápido y detallado del proceso.
- Los detalles del movimiento son demasiado rápidos como para ser apreciados
- Se producen distintas acciones al mismo tiempo
- Mala visibilidad: Burbujas y refracción.

Kistler ofrece la respuesta a estas necesidades, con un sistema integral de análisis en natación, que cuenta con las siguientes ventajas:

- No requiere de reformas en la piscina para su instalación.
- Especialmente diseñado para trabajar en un entorno agresivo (humedad, salpicaduras, etc.)
- Análisis rápido y preciso de resultados.

Especialmente concebido para los momentos clave de la carrera: Salida, giro y relevo.

RELACIÓN ENTRE DIFERENTES VARIABLES DERIVADAS DE LA FASE DE IMPULSO Y EL RENDIMIENTO EN LA SALIDA DE NATACIÓN

Amador García-Ramos¹, Igor Štirn², Javier Argüelles-Cienfuegos³, Blanca De la Fuente³, Boro Štrumbelj², Paulino Padial¹, Vojko Strojnik², Katja Tomazin², Juan Bonitch-Góngora¹, Carmen Calderón y Belén Feriche¹.

¹ Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

² Facultad del Deporte, Universidad de Liubliana, Liubliana, Eslovenia.

³ Consejo Superior de Deportes, CAR Sierra Nevada, Granada, España.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue estudiar la relación existente entre determinadas variables registradas por una plataforma de fuerza durante la fase de impulso y los tiempos en 5m, 10m y 15m tras la realización de una salida de natación. Veintiuna nadadoras del equipo nacional esloveno realizaron una repetición de 25m a estilo libre, con salida desde un poyete al cuál se le implementó una plataforma de fuerza. La relación entre las variables registradas durante la fase de impulso y los tiempos en 5m, 10m y 15m se cuantificó a través del coeficiente de correlación de Pearson (r). Sólo cuatro de las variables analizadas correlacionaron significativamente ($p < 0.05$) con todos los tiempos: fuerza media horizontal ($r = -0.58$ a -0.70), aceleración media horizontal ($r = -0.58$ a -0.71), velocidad de despegue horizontal ($r = -0.56$ a -0.69) y velocidad de despegue resultante ($r = -0.53$ a -0.65). Debido a que considerar valores absolutos de fuerza puede sobreestimar el rendimiento de los nadadores más pesados y a que la velocidad de despegue resultante no discrimina si la velocidad vertical es positiva o negativa, recomendamos el uso de la velocidad de despegue horizontal o de la aceleración media horizontal como criterios para valorar el rendimiento de la fase de impulso en natación.

Palabras clave: salidas, velocidad de despegue, aceleración media horizontal, estilo libre.

INTRODUCCIÓN

La delgada línea entre el éxito y el fracaso en la natación de alto nivel (ej. 0.13 segundos separaron al primer y tercer clasificado en la prueba de 100–m de estilo libre masculino en el campeonato del mundo de Barcelona en 2013) refleja la necesidad de optimizar cada fase de la prueba con vistas a alcanzar el éxito deportivo (Bishop y col., 2009). Uno de los factores importantes, especialmente en pruebas de corta distancia, es la capacidad de realizar una buena salida. El rendimiento en la salida de natación suele definirse como el tiempo transcurrido desde la señal de salida hasta que la cabeza del nadador cruza la referencia de 15m (Barlow y col., 2014; Seifert y col., 2010). En este sentido, el tiempo en 15m se ha identificado como un buen predictor del tiempo total de la prueba en los cuatro estilos (Mason & Cossor, 2000). Sin embargo, otros estudios también han utilizado el tiempo en menores distancias (ej. 5m y 10m) como criterios para evaluar el rendimiento en la salida (Benjanuvatra y col., 2007; Beretić y col., 2013).

Según West y col. (2011) los puntos claves de una buena salida son el tiempo de reacción, la fuerza vertical y horizontal aplicada en el poyete de salida, y ofrecer

poca resistencia durante la fase subacuática. Entre estas variables, la aplicación de fuerza sobre el poyete de salida ha recibido atención en dos tipos de estudios. Por un lado, se ha tratado de comprobar si los nadadores que obtienen mejores resultados en test de fuerza y potencia realizados en seco son también los que tienen una fase de impulso más potente durante las salidas (Breed & Young, 2003; Benjanuvatra y col., 2007; West y col., 2011). Dado que se han obtenido correlaciones significativas entre los test en seco y el rendimiento en la salida de natación, otros estudios han sido diseñados con la expectativa de mejorar el rendimiento en la salida mediante el entrenamiento de fuerza/potencia (Breed & Young, 2003; Potdevin y col., 2011; Rebutini y col., 2014).

Un aspecto que llama nuestra atención es la gran cantidad de variables que han sido utilizadas para determinar el rendimiento del nadador durante la fase de impulso. La fuerza máxima horizontal (Kilduff y col., 2011; West y col., 2011), fuerza máxima vertical (Kilduff y col., 2011; West y col., 2011), velocidad de despegue resultante (Benjanuvatra y col., 2007; Breed & Young, 2003), velocidad de despegue horizontal (Slawson y col., 2014), ángulo de despegue (Barlow y col., 2014; Benjanuvatra y col., 2007; Breed & Young, 2003; Seifert y col., 2010), tiempo total en el poyete (Barlow y col., 2014; Benjanuvatra y col., 2007; Breed & Young, 2003; García-Hermoso y col., 2013; Seifert y col., 2010; Slawson y col., 2014), tiempo de movimiento (Barlow y col., 2014; Benjanuvatra y col., 2007), impulso vertical (Benjanuvatra y col., 2007; Breed & Young, 2003), impulso horizontal (Benjanuvatra y col., 2007; Breed & Young, 2003), aceleración media horizontal (Slawson y col., 2014), y aceleración máxima horizontal (Slawson y col., 2014), han sido utilizadas para este propósito.

Este hecho podría sugerir una falta de consenso acerca de que variables son las más apropiadas para determinar el rendimiento del nadador durante la fase de impulso. Desde un punto de vista práctico, parece lógico pensar que las variables elegidas deben ser las que presenten una mejor relación con el rendimiento global de la salida. Bajo nuestro conocimiento, pocos estudios han abordado esta problemática en nadadores experimentados. En un grupo de nueve nadadoras de élite, Benjanuvatra y col. (2007) no encontraron correlaciones significativas entre diferentes variables recogidas durante la fase de impulso (tiempo de reacción, tiempo de movimiento, tiempo total sobre el poyete, impulso horizontal, impulso vertical, velocidad de despegue resultante y ángulo de despegue) y el tiempo a 15 metros.

En la actualidad, hay escasa información acerca de la relación existente entre diferentes variables que pueden obtenerse durante la fase de impulso y el rendimiento en la salida de natación (ej. Tiempos en 5m, 10m y 15m). Este conocimiento podría guiar a futuras investigaciones acerca de qué variables son las más importantes para evaluar la fase de impulso de los nadadores. En este contexto, el objetivo principal del presente estudio fue determinar la relación entre diferentes variables registradas por una plataforma de fuerza durante la fase de impulso y los tiempos en 5m, 10m y 15m en nadadoras experimentadas.

MÉTODO

Participantes

Veintiuna nadadoras del equipo nacional esloveno (edad 16.1 ± 2.8 años, altura 167.0 ± 5.7 cm, masa corporal 57.9 ± 7.4 kg) participaron voluntariamente en el estudio. Para cuantificar el nivel competitivo de los participantes se utilizaron los puntos FINA (FPS) (FINA, 2012). Los FPS de la muestra de estudio fue de 742.9 ± 96.4 . Todos los participantes fueron informados de los procedimientos que iban a utilizarse, y firmaron un consentimiento informado previamente a su participación en

el estudio. Para los nadadores menores de edad, el consentimiento se obtuvo por parte de sus tutores legales. El estudio estuvo adherido a los principios de la declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética de la universidad correspondiente.

Diseño experimental

Se diseñó un estudio correlacional para examinar la relación entre diferentes variables obtenidas por una plataforma de fuerza durante la fase de impulso y el rendimiento global de la salida (tiempos en 5m, 10m y 15m) en nadadoras experimentadas. Las participantes realizaron una salida a estilo libre desde un poyete de salida al cuál se le había implementado una plataforma de fuerza. Las nadadoras debían llevar a cabo la salida a máxima velocidad hasta los 25m, para a posteriori tener en cuenta los tiempos en 5m, 10m y 15m.

Protocolo de evaluación

Los nadadores acudieron a la evaluación tras abstenerse de realizar ejercicio intenso durante un mínimo de 48 horas. Nada más llegar, su altura (Seca 202, Seca Ltd., Hamburg, Germany) y masa corporal (InBody 720, Biospace, Seoul, Korea) fueron evaluadas. A continuación completaron un calentamiento estandarizado basado en ejercicios de movilidad articular y estiramientos, seguido de una serie de sprints con desplazamientos específicos propios de las salidas. Una vez finalizado el calentamiento, los nadadores fueron instruidos para realizar una salida a estilo libre (crol) a máxima velocidad hasta los 25m para asegurar tiempos representativos de 15 metros (Barlow y col., 2014). El procedimiento de salida fue estandarizado. Los nadadores esperaban de pie sobre el poyete de salida hasta que un miembro del equipo investigador daba la señal "a sus marcas", y luego daba la salida mediante una claqueta sincronizada con un evento luminoso así como con la plataforma de fuerza.

Instrumentos de medida y adquisición de datos

Las salidas se llevaron a cabo sobre una plataforma de fuerza (Kistler 9253A11, Winterthur, Switzerland) colocada a priori sobre el poyete de salida con un ángulo de 7° respecto a la horizontal. La frecuencia de muestro de la plataforma de fuerza fue de 1000 Hz. La señal de salida y la plataforma de fuerza se sincronizaron a través de una señal TTL procedente del dispositivo de salida, lo que permitió la obtención de parámetros temporales relativos a la señal de salida.

Dos cámaras subacuáticas (GoPro Hero 3) se situaron a una distancia de 5 y 10m respectivamente, perpendicularmente al desplazamiento del nadador. Otra cámara adicional (Casio Exilim Pro EX-F1) se situó fuera del agua a una distancia de 15m del borde anterior del poyete, también perpendicularmente al desplazamiento. Todas ellas se emplearon para la obtención de las variables temporales. Las tres cámaras fueron sincronizadas con la señal de salida. El evento de salida consistió en una claqueta que emitía una señal acústica y al mismo tiempo y de forma sincronizada encendía un sistema de luces "led" subacuático, que permitía determinar el tiempo cero en los registros de vídeo. Para la determinación de las distancias parciales, se construyó un sistema de referencia 2D con cuerdas lastradas no elásticas, que pendían de una pasarela área (existente en la piscina) en cada una de las distancias sometidas a estudio.

Análisis de datos

Un software personalizado fue utilizado para calcular las variables derivadas de la plataforma de fuerza a través del teorema del impulso mecánico: tiempo de reacción, tiempo de movimiento, tiempo total sobre el poyete, ángulo de despegue, fuerza media horizontal, fuerza media vertical, fuerza máxima horizontal, fuerza máxima

vertical, impulso horizontal, impulso vertical, impulso resultante, velocidad de despegue horizontal, velocidad de despegue vertical, velocidad de despegue resultante, aceleración media horizontal, aceleración media vertical, aceleración máxima horizontal, y aceleración máxima vertical.

Las variables temporales sometidas a estudio fueron los tiempos a 5m, 10m y 15m. Cada una de ellas se definió como el tiempo transcurrido desde el tiempo cero o evento de salida hasta que la cabeza del nadador cruza la referencia situada a 5m, 10m y 15m, respectivamente, del borde frontal de la piscina. La obtención de los tiempos se llevó a cabo con el software Ultimate Pen, que permite representar las referencias espaciales determinadas a partir del sistema 2D y al mismo tiempo reproducir el vídeo para su estudio.

La ejecución de una rutina (Script) en el software Filemaker Pro v.12 permite extraer el código de tiempo del vídeo reproducido con el QuickTime Player v7 e introducirlo en el campo específico de esta base de datos para su posterior tratamiento.

Análisis estadístico

Los datos se presentan como media \pm desviación estándar (DS). La distribución normal de los datos fue confirmada por el test de Shapiro-Wilk. Las correlaciones entre las variables derivadas de la plataforma de fuerza durante la fase de impulso y los tiempos en 5m, 10m y 15m fueron cuantificadas a través del coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). La interpretación cualitativa de los coeficientes r aportada por Hopkins (2002) fueron dadas para todas las correlaciones significativas: 0–0.09 trivial; 0.1–0.29 pequeña; 0.3–0.49 moderada; 0.5–0.69 grande; 0.7–0.89 muy grande; 0.9–0.99 casi perfecta; 1 perfecta.

Además, el análisis de regresión lineal múltiple se utilizó para identificar las variables derivadas de la fase de impulso no dependiente de la masa corporal con un efecto sobre el rendimiento en la salida. El mejor modelo de regresión generado a través del método de pasos sucesivos para cada distancia se presenta. El coeficiente de determinación ajustado (adj. r^2), el error estándar de la regresión (EER) y los coeficientes estandarizados también son reportados. El nivel de significación se fijó en $p < 0.05$. El análisis estadístico fue realizado mediante la versión 20 del paquete estadístico SPSS (SPSS, Chicago, Illinois).

RESULTADOS

Los datos descriptivos de la salida a estilo libre realizada se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos descriptivos de las variables analizadas.

| Variables fase de impulso | |
|---|-------------------|
| Tiempo de reacción (ms) | 148.8 \pm 25.6 |
| Tiempo de movimiento (ms) | 614.1 \pm 46.6 |
| Tiempo total (ms) | 762.9 \pm 57.4 |
| Ángulo de despegue (°) | -0.40 \pm 7.73 |
| Fuerza media horizontal (N) | 385.3 \pm 48.8 |
| Fuerza media vertical (N) | -2.0 \pm 50.3 |
| Fuerza máxima horizontal (N) | 619.4 \pm 87.4 |
| Fuerza máxima vertical (N) | 850.4 \pm 167.9 |
| Impulso horizontal (N·s) | 231.0 \pm 28.2 |
| Impulso vertical (N·s) | 346.4 \pm 77.4 |
| Impulso resultante (N·s) | 417.6 \pm 75.4 |
| Velocidad de despegue horizontal (m·s ⁻¹) | 4.00 \pm 0.30 |
| Velocidad de despegue vertical (m·s ⁻¹) | -0.05 \pm 0.54 |

| | |
|---|--------------|
| Velocidad de despegue resultante ($m \cdot s^{-1}$) | 4.03 ± 0.30 |
| Aceleración media horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | 6.70 ± 0.75 |
| Aceleración media vertical ($m \cdot s^{-2}$) | -0.09 ± 0.89 |
| Aceleración máxima horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | 10.77 ± 1.46 |
| Aceleración máxima vertical ($m \cdot s^{-2}$) | 4.83 ± 2.03 |
| Variabes Temporales | |
| Tiempo en 5m (s) | 1.77 ± 0.12 |
| Tiempo en 10m (s) | 4.81 ± 0.25 |
| Tiempo en 15m (s) | 8.07 ± 0.39 |

La correlación entre las variables de la fase de impulso y los tiempos en 5, 10 y 15 metros se muestran en el Tabla 2. Sólo cuatro variables presentaron correlaciones significativas ($p < 0.05$) con todos los tiempos analizados: fuerza media horizontal ($r = -0.58$ a -0.70), aceleración media horizontal ($r = -0.58$ a -0.71), velocidad de despegue horizontal ($r = -0.56$ a -0.69) y velocidad de despegue resultante ($r = -0.53$ a -0.65).

Tabla 2. Relación entre las variables de la fase de impulso y los tiempos analizados.

| | Tiempo analizados | | |
|---|-------------------|---------|---------|
| | T5 | T10 | T15 |
| Tiempo de reacción (ms) | 0.30 | 0.04 | 0.14 |
| Tiempo de movimiento (ms) | 0.54* | 0.37 | 0.36 |
| Tiempo total (ms) | 0.57** | 0.32 | 0.35 |
| Ángulo de despegue (°) | -0.04 | -0.01 | 0.00 |
| Fuerza media horizontal (N) | -0.58** | -0.70** | -0.62** |
| Fuerza media vertical (N) | -0.07 | -0.03 | -0.04 |
| Fuerza máxima horizontal (N) | -0.20 | -0.30 | -0.22 |
| Fuerza máxima vertical (N) | 0.03 | -0.11 | -0.11 |
| Impulso horizontal (N·s) | -0.32 | -0.52* | -0.43 |
| Impulso vertical (N·s) | 0.27 | 0.14 | 0.15 |
| Impulso resultante (N·s) | 0.18 | 0.03 | 0.05 |
| Velocidad de despegue horizontal ($m \cdot s^{-1}$) | -0.65** | -0.69** | -0.56** |
| Velocidad de despegue vertical ($m \cdot s^{-1}$) | -0.07 | -0.04 | -0.03 |
| Velocidad de despegue resultante ($m \cdot s^{-1}$) | -0.61** | -0.65** | -0.53* |
| Aceleración media horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | -0.71** | -0.65** | -0.58** |
| Aceleración media vertical ($m \cdot s^{-2}$) | -0.09 | -0.07 | -0.06 |
| Aceleración máxima horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | -0.27 | -0.22 | -0.14 |
| Aceleración máxima vertical ($m \cdot s^{-2}$) | -0.09 | -0.14 | -0.13 |

T5, tiempo en 5m; T10, tiempo en 10m; T15, tiempo en 15m. Correlaciones significativas: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Los modelos de regresión lineal múltiple obtenidos para predecir el rendimiento (tiempos en 5, 10 y 15 metros) a partir de las variables derivadas de la fase de impulso se presentan en la Tabla 3. Las correlaciones entre la velocidad de despegue horizontal y la aceleración media horizontal, que fueron dos de las principales variables predictoras (Tabla 2), fueron muy grandes ($r = 0.79$; $p < 0.001$). En consonancia, la correlación entre la velocidad de despegue vertical y la aceleración media vertical fue perfecta ($r = 1$; $p < 0.001$).

Tabla 3. Parámetros de los modelos de regresión lineal múltiple generados con los tiempos a 5, 10 y 15 metros como variables predichas.

| | Variables predichas | | |
|---|---------------------|-------------|-----------|
| | T5 | T10 | T15 |
| Constante (a) | 2.595 | 7.706 | 9.953 |
| Aceleración media horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | -0.208 | (- Excluida | -0.617 (- |

Swimming Science II

| | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1.285) | | 1.130) |
| Aceleración máxima horizontal ($m \cdot s^{-2}$) | 0.052 (0.629) | Excluida | 0.203 (0.723) |
| Aceleración media vertical ($m \cdot s^{-2}$) | -0.043 0.310) | (- -0.128 0.450) | (- Excluida |
| Velocidad de despegue horizontal ($m \cdot s^{-1}$) | Excluida | -0.727 0.878) | (- Excluida |
| Adj. r^2 (EER) | 0.735 (0.063) | 0.593 (0.161) | 0.503 (0.290) |
| ANOVA valor-p | [< 0.001] | [< 0.001] | [0.001] |

Coeficientes no estandarizados y coeficientes estandarizados (coeficientes Beta, en paréntesis) de los modelos de regresión lineal múltiple obtenidos. Las variables predichas son: T5, tiempo en 5m; T10, tiempo en 10m; T15, tiempo en 15m. Adj. r^2 , coeficiente de determinación ajustado de Pearson; EER, error estándar de la regresión (seg). Excluida: variable que no entró en el modelo de regresión lineal múltiple de pasos sucesivos.

DISCUSIÓN

Este estudio pretendió identificar, entre la gran cantidad de variables que pueden recogerse a través de una plataforma de fuerza durante la fase de impulso, aquellas que presentan una mayor relación con el rendimiento en las salidas, evaluado como el tiempo en 5m, 10m y 15m tras el impulso en el poyete. La fuerza media horizontal, la aceleración media horizontal (calculada como la fuerza media horizontal dividido por la masa corporal del sujeto), la velocidad de despegue horizontal y la velocidad de despegue resultante, fueron las únicas variables que mostraron estar significativamente correlacionadas con todos los tiempos analizados.

La varianza explicada por los modelos de regresión lineal múltiple disminuyó con el incremento de las distancias (Tabla 3). Este resultado, en concordancia con los menores valores del coeficiente de Pearson en 15m (Tabla 2), parece indicar que otros factores (menor resistencia durante el deslizamiento subacuático, nado ondulatorio, etc.) tienen una contribución relevante en el rendimiento de la salida de natación. Sin embargo, la gran cantidad de varianza que puede explicarse exclusivamente por las variables de la fase de impulso (> 70% en 5m, y > 50% en 10m y 15m) confirman la enorme importancia de esta fase.

La velocidad de despegue horizontal y la aceleración media horizontal fueron dos de las mejores variables predictoras del rendimiento en las tres distancias analizadas. Estas dos variables estuvieron fuertemente correlacionadas ($r = 0.79$, $p < 0.001$). Probablemente, dado que ambas variables son capaces de explicar la misma varianza (velocidad de despegue horizontal fue calculada integrando los datos de la aceleración media horizontal), sólo la variable que presenta el mayor coeficiente de Pearson entró en el modelo de regresión. Por otro lado, la aceleración media vertical sólo entró en los modelos de predicción del tiempo en 5m y 10m. Estos modelos de regresión sugieren que para una misma velocidad de despegue horizontal (o aceleración media horizontal), un nadador con una mayor velocidad de despegue vertical (o aceleración media vertical) será más rápido a estas distancias. Sin embargo, ni la aceleración media vertical ni la velocidad de despegue vertical alcanzó la significación estadística para predecir el tiempo en 15m.

A pesar de que la velocidad de despegue resultante ha sido utilizada asiduamente para determinar el rendimiento del nadador durante la fase de impulso (Benjanuvatva y col., 2007; Breed & Young, 2003), la velocidad de despegue horizontal podría ser más apropiada teniendo en cuenta el cambio de normativa en cuanto a la utilización de los nuevos poyetes de salida (ver la regla FINA del 2011). El procedimiento de

cálculo de la velocidad de despegue resultante, implica que para una misma velocidad de despegue horizontal, dos velocidades de despegue verticales de la misma magnitud pero diferente signo (positivo o negativo), producirían velocidades de despegue resultantes de la misma magnitud. En este contexto, si dos nadadores presentan una misma velocidad de despegue resultante, el nadador que tenga una mayor velocidad de despegue vertical podría disponer de una ventaja, ya que podrá avanzar más tiempo por fuera del agua, y por tanto con menos resistencia.

La fuerza media horizontal parece ser una variable apropiada para determinar el rendimiento del nadador durante la fase de impulso (Tabla 2). Sin embargo, aportar valores absolutos de fuerza podría sobreestimar el rendimiento de los nadadores más pesados, ya que estos necesitarían aplicar más fuerza para despegar del poyete a la misma velocidad. En este sentido, el uso de valores de fuerza media horizontal relativa (es decir, aceleración media horizontal) o de la velocidad de despegue horizontal, podría ser más apropiado ya que ambos tienen en cuenta la masa del nadador.

Otros parámetros que han sido reportados como criterios de una óptima fase de impulso son la fuerza máxima horizontal (Kilduff y col., 2011; West y col., 2011) y la aceleración máxima horizontal (Slawson y col., 2014). Sin embargo, en nuestro estudio ninguna de estas dos variables presentó correlaciones significativas ($p > 0.05$) con el rendimiento (Tabla 2). Otro aspecto que llamó nuestra atención es que ninguna de las variables derivadas de la aplicación de fuerza vertical estuvo correlacionada con el rendimiento en la salida. Estos resultados podrían sugerir que es preferible que los nadadores enfoquen su entrenamiento en mejorar la aplicación de fuerza horizontal. En este contexto, Rebutini y col. (2014) obtuvieron mejoras en la fase de impulso a través del entrenamiento pliométrico horizontal, y sugirieron que este tipo de entrenamiento debe ser preferido en lugar de saltos verticales cuando se quiera mejorar el rendimiento específico en natación.

Finalmente, el tiempo total empleado sobre el poyete de salida mostró una gran correlación con el tiempo en 5m, pero no obtuvo correlaciones significativas a mayores distancias. A pesar de que un tiempo más corto sobre el poyete podría ser preferido, los nadadores deben estar precavidos de que si este es demasiado corto no podrán producir grandes fuerzas sobre el poyete, y por tanto la velocidad de despegue también será pequeña. De este modo, se debe procurar encontrar una relación óptima entre el tiempo total en el poyete y una óptima velocidad de despegue (Barlow, 2014).

CONCLUSIONES

La fuerza media horizontal, aceleración media horizontal, velocidad de despegue horizontal y velocidad de despegue resultante fueron las variables más relacionadas con el rendimiento en la salida de natación. La limitación de la fuerza media horizontal es que puede sobreestimar el rendimiento de los nadadores más pesados, ya que estos deben producir más fuerza para despegar del poyete a la misma velocidad que nadadores más ligeros. Por otro lado, el procedimiento de cálculo de la velocidad de despegue resultante (no discrimina si la velocidad vertical es positiva o negativa) puede condicionar la validez de esta variable. Por tanto, bajo criterio de los autores, las dos variables más adecuadas para valorar la fase de impulso podrían ser la velocidad de despegue horizontal y la aceleración media horizontal. Las variables derivadas de la aplicación de fuerza vertical no correlacionaron significativamente con el rendimiento, sugiriendo que un incremento en la aplicación de fuerza vertical no tiene porque mejorar el rendimiento de la salida. La gran cantidad de varianza que se puede explicar exclusivamente por las variables

derivadas de la fase de impulso refleja la gran importancia de esta fase en el rendimiento de la salida de natación.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo aquí presentado forma parte de un estudio de mayor magnitud "Hi-Force" financiado con el Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada del Plan Nacional I+D+i (Ministerio de Ciencia e Innovación de España; DEP2012-35774) y a una beca del Programa de Formación de Profesorado Universitario (FPU12/00360) concedida por el ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Los autores también agradecen a los entrenadores y nadadores de la Selección Eslovena de Natación su colaboración en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Barlow, H., Halaki, M., Stuelcken, M., Greene, A., & Sinclair, P. J. (2014). The effect of different kick start positions on OMEGA OSB11 blocks on free swimming tiempo a 15m in developmental level swimmers. *Human Movement Science*, 34, 178-186.
- Beretić, I., Durović, M., Okičić, T., & Dopsaj, M. (2013). Relations between lower body isometric muscle force characteristics and start performance in elite male sprint swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12, 639-645.
- Bishop, D. C., Smith, R. J., Smith, M. F., & Rigby, H. E. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2137-2143.
- Breed, R. V., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21, 213-220.
- Benjanuvatra, N., Edmunds, K., & Blanksby, B. (2007). Jumping Ability and Swimming Grab-Start Performance in Elite and Recreational Swimmers. *International Journal of Aquatic Research and Education* 1, 231-241.
- García-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Domínguez, A. M., & Saavedra, J. M. (2013). Relationship between final performance and tiempo total en el poyetes with the traditional and the new starting platforms with a back plate in international swimming championship 50-m and 100-m estilo libre events. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12, 698-706.
- Hopkins, W. G. (2002). A scale of magnitudes for effect statistics. A new view of statistics Retrieved August 22, 2014, from <http://sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>
- Kilduff, L. P., Cunningham, D. J., Owen, N. J., West, D. J., Bracken, R. M., & Cook, C. J. (2011). Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2418-2423.
- Mason, B., & Cossor, J. (2000). What Can We Learn from Competition Analysis at the 1999 Pan Pacific Swimming Championships? In Sanders, R. and Hong, Y. (ed.) Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports – Applied Program. Hong Kong: Chinese University Press, 75-82.
- Potdevin, F. J., Alberty, M. E., Chevutschi, A., Pelayo, P., & Sidney, M. C. (2011). Effects of a 6-week plyometric training program on performances in pubescent swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 80-86.
- Rebutini, V. Z., Pereira, G., Bohrer, R. C., Ugrinowitsch, C., Rodacki, A. L. (2014). Plyometric long jump training with progressive loading improves kinetic and kinematic swimming start parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [Epub ahead of print].
- Seifert, L., Vantorre, J., Lemaitre, F., Chollet, D., Toussaint, H. M., & Vilas-Boas, J. P. (2010). Different profiles of the aerial start phase in front crawl. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 507-516.

- Slawson, S. E., Conway, P. P., Cossor, J., Chakravorti, N., West, A. A. (2013). The categorisation of swimming start performance with reference to force generation on the main block and footrest components of the Omega OSB11 start blocks. *Journal of Sports Sciences*, 31, 468-478.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 950-955.

VALORACIÓN DE POTENCIA EN NADADORES ADOLESCENTES DE ALTO NIVEL

Daniel Juárez Santos-García, José María González-Ravé, Francisco de Asís Fernández Martínez.

Laboratorio de Entrenamiento Deportivo, Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Universidad de Castilla-La Mancha, España.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron valorar la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua y un test en el agua en nadadores adolescentes de alto nivel, analizar las diferencias en la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua en función del sexo, y analizar las relaciones entre las distintas variables. 24 nadadores de alto nivel (12 hombres; 1.77 ± 0.08 m; 66.7 ± 7.8 kg; y 12 mujeres; 1.68 ± 0.05 m; 56.6 ± 4.9 kg) con una edad media de 14.54 ± 1.10 años, fueron evaluados. Los tests de potencia que llevaron a cabo fueron los siguientes: tests de salto vertical desde parado, con las manos en la cintura y partiendo con un ángulo de flexión de rodillas de 90° (SJ), con contramovimiento (CMJ), y con contramovimiento y con la ayuda del movimiento de los brazos (Abalakov); test de potencia de brazos en banco isocinético, y un test de nado resistido. Los valores obtenidos por los chicos fueron en todos los casos superiores a los obtenidos por las chicas, y se encontraron moderadas-altas correlaciones entre la altura de salto y la potencia manifestada en el test de nado resistido. Los valores obtenidos permiten a través de tests indirectos simples estimar y comparar normativamente, valores de poblaciones élite españolas con otros tipos de población.

Palabras clave: natación, evaluación, nado resistido, fuerza explosiva.

INTRODUCCIÓN

La potencia (producto de la fuerza por la velocidad) desarrollada durante el nado es un aspecto que incide sobre el rendimiento, fundamentalmente en las especialidades cortas, ya que está directamente relacionada con la velocidad de nado (D'Acquisto y Costill 1998; Hawley y Williams, 1991; Sharp, 1986; Toussaint y Vervoorn, 1990). De esta manera, el incremento de potencia puede provocar una mejora en el rendimiento del nadador. Por este motivo, tanto el trabajo como la evaluación de esta capacidad resultan fundamentales. En esta valoración, se deberían considerar aspectos como la edad y el sexo, ya que existen diferencias en la fuerza entre hombres y mujeres. Sin embargo, parece ser que si se analizan los valores de fuerza relativos en función del peso, las diferencias existentes entre ambos sexos disminuye hasta en algunos casos desaparecer (Bosco, 2000).

Resulta también fundamental, a la hora de interpretar los datos obtenidos, tener en cuenta otros condicionantes, como el instrumento de medición y el test llevado a cabo. Son diversos los estudios que han valorado la potencia de los nadadores, tanto fuera del agua, con acciones específicas (Swaine, 2000), o inespecíficas (Garrido y col., 2010; Trinity y col., 2006), como en el propio gesto de competición dentro del agua (Arija y col., 2005; Seifert y col., 2010, González-Ravé y col., 2011, Juárez y col., 2013). Aunque la valoración en natación resulta más específica en el propio medio acuático, el rendimiento en natación también se ha relacionado con

medidas isocinéticas, fuerza isométrica y potencia de brazos registrada en ejercicios fuera del agua (Costa y col., 2009; Rohrs y col., 1990; Silva y col., 2007). En este sentido, no se encuentran muchos datos en la literatura sobre valores de potencia en nadadores adolescentes (Garrido y col., 2010; Hawley y col., 1992). En un estudio con 28 nadadores (16 chicos y 12 chicas) de 12.01 ± 0.56 años, y nivel nacional, se valoró la potencia de los miembros superiores a través de un test de lanzamiento de balón medicinal, y la potencia de los miembros inferiores a través de un test de salto con contramovimiento (CMJ – Counter Movement Jump). Por su parte, Hawley y col. (1992), valoraron la potencia de brazos de 22 nadadores (12 hombres y 10 mujeres), de 13.6 ± 1.2 años, usando el test de Wingate para brazos.

Por todo esto, el objetivo general del presente estudio fue valorar la potencia de nadadores adolescentes de alto nivel. Los objetivos específicos fueron: 1) valorar la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua y un test en el agua en nadadores adolescentes de alto nivel. 2) Analizar las diferencias en la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua en función del sexo. 3) Analizar las relaciones entre las distintas variables.

MÉTODO

Sujetos

En el presente estudio participaron 24 nadadores (12 hombres; 1.77 ± 0.08 m; 66.7 ± 7.8 kg; y 12 mujeres; 1.68 ± 0.05 m; 56.6 ± 4.9 kg) con una edad media de 14.54 ± 1.10 años. Dichos nadadores habían sido seleccionados por el responsable de las categorías inferiores de la Real Federación Española de Natación para participar en una concentración con el objetivo de realizar una evaluación del rendimiento deportivo.

Procedimiento

Los tests de potencia que llevaron a cabo en el mismo día fueron los siguientes:

-Tests de salto: se calculó, mediante una plataforma de contactos Ergojump Bosco System, la máxima altura (cm) de salto vertical desde parado, con las manos en la cintura y partiendo con un ángulo de flexión de rodillas de 90° (SJ), con contramovimiento (CMJ) (Bosco, 1994), y con contramovimiento y con la ayuda del movimiento de los brazos (Abalakov). Se llevaron a cabo tres intentos de cada tipo de salto, eligiendo para el estudio el mejor intento de cada uno de los tests.

-Test de potencia de brazos en banco isocinético: el sujeto se colocará en posición decúbito prono con los brazos extendidos y las manos en las palas del dispositivo "biometer isokinetic trainer". El test consiste en la realización de una brazada máxima. Se realizarán dos intentos con 1 minuto de recuperación entre ambos.

-Test de nado resistido: en primer lugar, los nadadores realizaron un calentamiento en piscina de 25 m que consistía en 200 m de nado suave y siete repeticiones de 25 m de nado incremental seguido de cinco minutos de recuperación. A continuación realizaron de tres a cinco intentos previos con una carga de arrastre ligera en piscina de 12 m hasta comprobar el dominio en la ejecución del test. El test consistía en lo siguiente: el nadador se coloca un cinturón de sujeción en la cintura, con un mosquetón al que se engancha un cable del dispositivo de cargas Aquaforce (Telju, S.A - Toledo, España) similar al dispositivo Power Rack (Maglischo, 2003). Sistemas de poleas se han utilizado también en otros estudios con nadadores (Domínguez-Castells y Arellano, 2012).

El test realizado en este estudio consistía en lo siguiente: a la voz de "preparados", el nadador adopta una posición ventral o dorsal, según el estilo de nado, a la voz de "ya", inicia los movimientos de nado en su estilo principal, evitando impulsos desde pared, desplazándose 12 m a la máxima velocidad en línea recta. Mediante dos fotocélulas Newtest (Oulu, Finlandia) ubicadas en el Aquaforce, fijas en el soporte

donde se ubica la carga de arrastre, se calcula el tiempo que la carga tarda en recorrer un metro mientras el nadador avanza, que equivalen a los siete metros centrales sobre cada intento de 12 metros, ya que las fotocélulas marcan el tiempo establecido en esta distancia. El nadador realiza el primer intento con una carga de 10 kilos. Los siguientes intentos se hacen con incrementos entre 0.125 y 20 kilos, en función de la percepción del nadador y del evaluador, de modo que se garanticen un mínimo de cinco y un máximo de 10 intentos hasta llegar la carga máxima que se es capaz de movilizar en este test. Hasta. Hay un descanso de cuatro a cinco minutos entre repeticiones. De cada repetición realizada se calculó la potencia en función de la carga de arrastre y el tiempo empleado en recorrer los siete metros. El mejor resultado de potencia obtenido entre todas las repeticiones realizadas por cada nadador se consideró como la potencia máxima específica para cada nadador. El cálculo de la potencia para cada repetición se realizaba de la siguiente manera: si utilizamos un ejemplo de un nadador que realiza una repetición determinada con 25 kilos en siete segundos;

a) Fuerza (N) = masa (carga en kg) x aceleración (9.81 m/s²) = N

Donde 25 kg x 9.81 m/s² = 245.25 N;

b) Velocidad = espacio / tiempo

Donde 1 metro entre fotocélulas equivale a 7 metros de nado: 1 metro / 7 Segundos = 0.14 m/s.

c) Potencia (W) = Fuerza x Velocidad

Donde 245.25 N x 0.14 m/s = 34.34 W; este es el resultado de potencia específica para esta repetición.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 19.0 para Windows, calculándose las medias y desviaciones estándar de las variables de estudio. Para analizar las diferencias en la altura de salto y la potencia en el Biometer en función del sexo se aplicó la prueba T para muestras independientes. Para analizar la relación entre las diversas variables se aplicó la prueba de correlación de Pearson. El nivel de significación se estableció en p<0.05.

RESULTADOS

Los valores de la altura de salto en SJ, CMJ y Abalakov, y la potencia registrada en el Biometer, separados por sexo, aparecen reflejados en la tabla 1.

Tabla 1. Media ± DS de las alturas de salto y de la potencia en el Biometer.

| | SJ (cm) | CMJ (cm) | Abalakov (cm) | Potencia máxima Biometer (W) |
|------------------|--------------|--------------|---------------|------------------------------|
| Hombres (n = 12) | 32.0 ± 3.6 | 36.6 ± 3.9 | 42.6 ± 4.0 | 491.67 ± 70.54 |
| Mujeres (n = 12) | 26.8 ± 2.5** | 29.8 ± 3.4** | 35.8 ± 4.6** | 280.64 ± 44.89** |

**Valores inferiores (p<0.01) a los obtenidos por los hombres

En cuanto a los valores obtenidos en el Aquaforce, aparecen separados tanto por sexo como por estilo de nado, ya que como se ha indicado anteriormente, cada nadador realizó esta prueba empleando su estilo de nado principal (tabla 2).

La correlación hallada entre la máxima potencia registrada con el Biometer y el valor de potencia calculado con el Aquaforce fue muy alta (r = 0.89; p<0.01).

En cuanto a la relación entre la potencia calculada en el Aquaforce y la altura de salto, se obtuvieron coeficientes de correlación altos tanto para SJ (0.71; p<0.01) como para CMJ (0,82; p<0.01) y Abalakov (0.76; p<0.01).

Tabla 2. Media \pm DS de la potencia (W) en el Aquaforce.

| ESTILO | Hombres | Mujeres |
|----------|------------------|-------------------|
| Libre | 343,5 \pm 62,2 | 180,1 \pm 23,27 |
| Espalda | 337,7 \pm 10,9 | 152,1 |
| Braza | 300,2 \pm 16,5 | 186,6 \pm 24,6 |
| Mariposa | 300,9 \pm 55,9 | 160,8 |

DISCUSIÓN

Este estudio descriptivo tenía como finalidad por una parte, valorar la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua y un test en el agua en nadadores adolescentes de alto nivel. Por otro lado pretendía analizar las diferencias en la altura de salto y la potencia en un test fuera del agua en función del sexo.

En cuanto a la altura de salto en CMJ, la media obtenida por los chicos es similar a la registrada en otro estudio con nadadores también de nivel nacional y de aproximadamente la misma edad (Morouço y col., 2011). Por su parte, Garrido y col. (2010) hallaron una altura media de salto en el CMJ de 26 ± 7 cm en 28 nadadores (16 chicos y 12 chicas; 12.01 ± 0.56 años) de nivel nacional. Este valor fue inferior al registrado en nuestro estudio, posiblemente por la menor edad media de los participantes en el trabajo de Garrido et al. (2010) en relación con la edad media de los nadadores del presente estudio. En los tres tipos de salto, los chicos obtienen valores superiores ($p < 0,01$) a los obtenidos por las chicas.

Esto también pasa en la potencia registrada en el Biometer, y en la potencia calculada con los datos del aquaforce. En cualquier caso, hay que considerar que en los tests de salto, el trabajo fundamental es de los miembros inferiores, mientras que con el Biometer el trabajo es de miembros superiores, y con el Aquaforce, de miembros inferiores y superiores.

En lo que se refiere a la relación observada entre la potencia manifestada en el biometer y la obtenida con el aquaforce, hay que tener en cuenta en cualquier caso, que en el primero el test se realiza únicamente con movimiento de brazos, mientras que en el segundo interviene el cuerpo entero.

Por otro lado, como muestran los resultados, existe una correlación alta para SJ, CMJ y Abalakov y la potencia calculada en el aquaforce. En algunos estudios se ha observado una relación entre el CMJ y el rendimiento en pruebas cortas de natación, lo que puede sugerir la inclusión de este test en la evaluación llevada a cabo en los nadadores (Strzala y Tyka, 2009). También se ha encontrado relación ($r = 0.69$) entre el tiempo de salida y el CMJ (West y col., 2011). Morouço y col. (2011), aunque observaron una alta correlación entre el trabajo calculado en el CMJ (masa corporal \times aceleración de la gravedad \times elevación del centro de gravedad) y la fuerza manifestada tanto por el cuerpo entero como por la fuerza sólo de las piernas en un test de nado resistido, no encontraron relación entre la altura de salto en CMJ y la fuerza manifestada en el test de nado resistido ni por el cuerpo entero, ni considerando sólo las piernas o sólo los brazos. Sin embargo, a diferencia de nuestro estudio, en dicho trabajo, se calculaba la fuerza media durante 30 segundos, tanto del cuerpo entero, como por separado, de piernas y de brazos, en lugar de la potencia, siendo además en nuestro caso los esfuerzos de duraciones inferiores. Tampoco en este estudio se encontró relación entre la altura de salto en CMJ y la velocidad en 50 m libres. En cualquier caso, los propios autores de este estudio señalan que la importancia de la fuerza de piernas en el nado se vio reducida debido a la realización del test de 50 m con una salida desde el agua, en lugar de hacerla desde un poyete, lo que supone la ejecución de un gesto que requiere la aplicación de una fuerza explosiva de miembros inferiores. De igual manera, dicho test se

realizó en una piscina de 50 m, con lo que de nuevo, la aplicación de un gesto explosivo de miembros inferiores en el viraje no fue realizada.

En este sentido, considerando nuestros resultados, y pese a la limitación de sujetos en este estudio propia de las investigaciones con deportistas de élite, parece interesante, eliminando la especificidad biomecánica existente en el deporte de la natación, ser capaz de evaluar a través de pruebas más simples la fuerza y potencia en los miembros inferiores en nadadores. González-Rave y col. (2011) encontraron que el test de fuerza específica de nado es un potente discriminador entre diferentes niveles de rendimiento en natación ya que se comparó a diferentes sujetos con niveles de prestación deportiva diferente, siendo las diferencias más acusadas entre deportistas de élite y niveles medios y bajos de competición.

Por ello, desde un punto de vista aplicativo, tener valores normativos que a su vez correlacionen positivamente con tests de salto que sean fáciles de aplicar, sirve para el control de nadadores que en sus clubs no dispongan de sistemas como power rack o aquaforce y puedan ser evaluados de forma rápida y simple sabiendo que estos datos disponen de una alta correlación con la potencia manifestada en el agua, aunque siempre son más válidos y proporcionan más información para el rendimiento del nadador los test específicos.

CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en este estudio en los tests de salto, y en los tests de potencia tanto en seco como en el agua, por parte de nadadores masculinos fueron en todos los casos superiores a los obtenidos por las nadadoras. Se encontraron moderadas-altas correlaciones entre la altura de salto y la potencia manifestada en el test de nado resistido.

Los valores obtenidos permiten a través de tests indirectos simples estimar y comparar normativamente valores de poblaciones élite españolas con otros tipos de población.

BIBLIOGRAFÍA

- Arija, A., Muñoz, V. E., Judez, J. L., Juárez, D., Díaz, G., González, J. M., Llop, F. & Navarro, F. (2005). Relationship of swimming power to sprint performance in swimming strokes. En, N. Fikic, S. Zivanic, S. Ostojic y Z. Tornjansk (eds. págs. 16-127): *10th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Belgrado (Serbia y Montenegro).
- Bosco, C. (2000). La fuerza muscular. Barcelona: Inde.
- Costa, A. M., Silva, A. J., Louro, H., Reis, V. M., Garrido, N. D., Marques, M. C. & Marinho, D. A. (2009). Can the curriculum be used to estimate critical velocity in young competitive swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 8,17-23.
- D'Acquisto, L. J. & Costill, D. L. (1998). Relationship between intracyclic linear body velocity fluctuations, power, and sprint breaststroke performance. *Journal of Swimming Research*, 13, 8-14.
- Domínguez-Castells, R. & Arellano, R. (2012). Effect of different loads on stroke and coordination parameters during freestyle semi-tethered swimming. *Journal of Human Kinetics*, 32, 33-41.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Silva, A. J., Pérez-Turpin, J. A., y col. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5, 240-249.

- González, J. M.; Juárez, D., Clemente, V. J., Muñoz, V. E., Díaz, G., Carrasco, M. & Navarro, F. (2011) Análisis de la potencia máxima específica en nadadores de diferente nivel. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 25, 11-15.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 1-5.
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M.M. & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26, 151-155.
- Juárez, D., González, J. M., Legaz, A., Portillo, L. J., Clemente, V. J., Suárez, L. & Newton, R. U. (2013). Acute effects of two resisted exercises on 25 m swimming performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 21, 29-35.
- Maglischo, E.W. (2003) *Swimming fastest*. Champaign: Human Kinetics.
- Rohrs, D., Mayhew, J. L., Arabas, C & Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic test and swim performance. *The journal of swimming research*, 6, 15-23.
- Sharp, R. L. (1986). Muscle Strength and Power Related to Competitive Swimming. *The Journal of Swimming Research*, 2, 5-10.
- Seifert, L., Toussaint, H. M., Alberty, M., Schnitzler, C., & Chollet, D. (2010). Arm coordination, power, and swim efficiency in national and regional front crawl swimmers. *Human Movement Science*, 29, 426-439.
- Silva, A.J., Costa, A.M, Oliveira, P.M., Reis, V.M., Saavedra, J., Perl, J., Rouboa, A. y Marinho, D.A. (2007). The use of neural network technology to model swimming performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6:117-125.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of Human Kinetics*, special issue, 105-112.
- Strzala, M. and Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Medicina Sportiva*, 13, 99-107.
- Swaine, I. L. (2000). Arm and leg power output in swimmers during simulated swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1288-1292.
- Toussaint, H. M. & Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 228-233.
- Trinity, J. D., Pahnke, M. D., Reese, E. C. & Coyle, E. F. (2006). Maximal mechanical power during a taper in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1643-1649.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 95

ÚLTIMA CLASE DEL CURSO, PAPÁ Y MAMÁ LA VIVEN CONMIGO

M^a de la Esperanza Pericet

Club Fidias de Natación Integral, Córdoba, España. Federación Andaluza de Deportes para Discapacitados Físicos, Córdoba, España.

RESUMEN

La imposibilidad de que los padres y madres de nuestros/as alumnos/as pudieran observar las clases de natación junto con las quejas que de esto se derivaban, nos llevó a realizar un experimento. Para la última semana del curso, invitamos a los familiares de nuestros niños/as a que “viviesen” una clase con ellos/as. De esta forma quisimos demostrar cómo habíamos trabajado a lo largo de la temporada y los logros conseguidos por el alumnado. Un segundo objetivo era el convertir a los padres y madres en agentes responsables del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como hacerles entender de qué manera pueden seguir trabajando con ellos/as durante los meses de verano. La experiencia fue sensacional y todos los implicados disfrutaron y aprendieron mucho de ella.

Palabras clave: experiencia, demostración, involucrar, familia, actividades acuáticas

INTRODUCCIÓN

El Club Fidias de Natación Integral es una entidad deportiva cordobesa que lleva organizando, junto con la Federación Andaluza de Deportes para Discapacitados Físicos, la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Andalucía y el Instituto Municipal de Deportes de Córdoba, el Programa de Actividades Acuáticas para personas con discapacidad desde la temporada 2004/05. Éste se ha desarrollado en distintas instalaciones de la ciudad, ninguna de ellas gestionadas por nuestro Club.

El programa tiene como objetivo principal la promoción de la salud a través de la práctica deportiva en el medio acuático de personas con discapacidad, por lo que el rango de edad así como el tipo de actividades que engloba es muy amplio. Por tanto, podemos encontrar desde los grupos de matronatación y estimulación precoz (con niños/as desde los 8 meses) hasta de natación deportiva o escuela de espalda de adultos (con personas de hasta 70 años).

Una de las actividades que más demanda presenta son los grupos de iniciación al medio acuático y la hidroterapia infantil, ya que están compuestos por niños/as de entre 3 y 8 años con diferentes discapacidades (principalmente autismo y espectro autista, retrasos madurativos y síndrome de Down). Una de las características principales de este alumnado es la falta o los problemas de comunicación, por lo que no podemos contar con la ventaja de que nuestros niños/as hablen con sus familiares de lo que han aprendido y trabajado en clase, de cómo se lo han pasado, de lo que ya son capaces de hacer o de cómo se han portado. Si a esto le sumamos el hecho de que la instalación en la que trabajamos no permite el acceso de los familiares a las gradas para que puedan ver las clases, nos hemos encontrado cierta desconfianza en la velocidad de progresión de los niños/as en algunos casos e incredulidad, en otros, sobre lo que sus hijos/as ya eran capaces de hacer.

Todas estas cuestiones nos derivaban en diferentes quejas y continuos comentarios sobre si sus hijos/as estaban “*trabajando o bañándose*”. Otro de los inconvenientes es tratar de hacerles entender a los padres y madres, que no están formados en cuestiones sobre el desarrollo psicomotriz y la enseñanza de la natación, todo lo que sus hijos/as han conseguido y de que, aunque no parezca mucho o importante, sí que lo es en estos casos. Por ejemplo, una madre que es la que siempre lleva a su hija a las clases nos contaba que su marido no se podía creer que su hija, autista de 4 años, ya supiese nadar sola en una piscina profunda o saltar sola al agua.

Todas estas cuestiones nos llevaron a buscar una solución privada, es decir, por parte del Club ya que la instalación no iba a modificar su política. Lo que se nos ocurrió fue ofrecer a los padres y madres de estos alumnos la opción de entrar con ellos a una de las últimas clases durante la última semana, a modo de fiesta de fin de curso. Y ésta es la experiencia que queremos presentar con esta comunicación.

EXPERIENCIA

Nuestro experimento consistía en ofrecer a los padres y madres de los niños/as de los grupos infantiles (independientemente del tipo de discapacidad de los alumnos/as) la posibilidad de vivir una clase con ellos, durante la última semana de clase. La gran mayoría se mostraron entusiasmados e, incluso, padres o madres que no habían ido a llevar nunca a sus hijos/as a la piscina, se apuntaron a esta actividad.

Con esta iniciativa pretendíamos contentar y demostrar a los familiares de nuestro alumnado que existía una evolución en el aprendizaje de sus hijos/as y asegurarles que habíamos hecho un buen trabajo por nuestra parte. Sin embargo, también pensamos en un segundo objetivo, más importante quizás, para nuestros alumnos/as: enseñar a los padres y madres cómo y qué actividades seguir trabajando con ellos durante los meses de verano para que la evolución de los niños/as prosiguiese y que los retrasos que se dan habitualmente, tras tres meses de vacaciones, no se produjeran. De esta forma, además, podíamos hacer partícipes activos en el proceso de enseñanza-aprendizaje a los familiares de nuestros alumnos/as y convertirlos en agentes responsables de los logros de sus hijos/as.

Unas semanas antes del final del curso, cada profesor/a transmitió a “sus padres y madres” la invitación a participar en una de las clases finales así como la necesidad de que nos indicaran el día de clase elegido. Las condiciones que les exigimos fueron la participación activa obligatoria en las actividades de la clase y la necesidad de ir debidamente equipados (bañador, gorro, chanclas).

Aunque cada profesor seleccionó las tareas que iba a realizar y los objetivos principales de sus clases, todos seguimos una estructura similar de sesión:

- Recepción de los padres/madres y niños/as.
- Información inicial: Dinámica de la clase.
- Simulación de una sesión tipo: Demostración de la dinámica de las sesiones desarrolladas durante el curso, de la forma de explicarnos y comunicarnos con los niños/as, proponer las tareas que demuestren los logros conseguidos, etc. En esta parte la interacción será de los alumnos/as con el profesor, para que los padres y madres puedan observar y animar.

Papis y mamis al agua

En esta parte de la sesión, el profesor se quedará fuera para orientar e informar a los familiares de las tareas que tienen que trabajar con sus hijos/as. El profesor/a aprovechará estas situaciones para encaminar las tareas para el verano, es decir, en qué deben concentrarse más o menos, qué no se les puede olvidar, cómo deben

realizar las ayudas (tanto verbales como táctiles), etc. Los últimos minutos se dejarán unos minutos de “recreo” para que interactúen libremente.

Reflexión final y cuestionario

Al final de la sesión, se dejarán unos minutos para charlar con los padres y madres sobre la experiencia que han vivido, opiniones, etc. Se les pasará un breve cuestionario verbal a cada uno, para poder recoger cierta información que utilizaremos en el futuro. Las preguntas que se les harán serán:

- ¿Qué progresos han observado en sus hijos/as? ¿Esperabais encontraros este nivel en vuestro hijo?
- ¿Cómo se han sentido ellos durante la sesión?
- ¿Qué nivel de satisfacción les ha producido la experiencia?
- ¿Qué opinan sobre la forma de trabajar con los niños/as?

CONCLUSIONES

Los resultados generales de la encuesta que les pasamos a los padres y madres que participaron en la experiencia se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La mayoría de ellos se encontraban gratamente sorprendidos por la gran evolución que sus hijos/as mostraron.
- Todos se mostraron animados y entusiasmados con las “tareas para el verano” que les enseñamos a practicar con sus hijos/as.
- Algunos de ellos nos comentaron que habían comprendido por qué no deben comparar lo que sus hijos/as hacen o no hacen con los demás niños/as.
- En relación con la última pregunta, todos nos felicitaron porque las sesiones tipo les parecieron muy variadas, dinámicas y completas.

En cuanto a las conclusiones que el equipo docente obtuvo de esta experiencia, encontramos a dos grupos de beneficiarios: por un lado, los familiares por todo lo que ellos/as nos dicen que han aprendido y, por otro lado, el alumnado por la actitud de querer demostrar todo lo que son capaces de hacer y la gran satisfacción (y motivación) que sintieron al compartir estos momentos con sus padres y madres.

Debido al gran éxito de dicha experiencia, este año nos hemos planteado repetirla a final de cada trimestre y elaborar un cuestionario más completo en papel, tanto para padres/madres como para los niños/as, que rellenen en casa sobre diferentes cuestiones relacionadas con la experiencia y que nos sirva para recabar información sobre el proceso de aprendizaje desde otro punto de vista.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer su colaboración a los técnicos del Club Fidas de Natación Integral que colaboraron en llevar a cabo la experiencia que hemos presentado en este trabajo.

LA CARGA DE ENTRENAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE ESTRÉS-RECUPERACIÓN EN NADADORES DURANTE UN PERIODO DE TAPERING

Miguel Aranzana, Alfonso Salguero, Olga Molinero, Xabel García, Sara Márquez

Unidad de Investigación “Ejercicio, Salud y Calidad de Vida” del Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León. España.

RESUMEN

La preparación de un deportista requiere una planificación exhaustiva, controlando al máximo su estado físico y psicológico, siendo los niveles de estrés-recuperación uno de los factores a tener en cuenta. Por lo tanto, parece imprescindible plantearnos como objetivo el análisis del comportamiento de la carga de entrenamiento y su influencia en el estado del deportista. Para ello, hemos realizado un estudio con 51 nadadores de la Comunidad de Castilla y León, con edades comprendidas entre 13 y 20 años (media = $14,67 \pm 1,87$). Dichos deportistas fueron evaluados a través de dos administraciones, una al principio del *tapering* y una segunda tras la competición objetivo de la temporada. Los instrumentos utilizados para llevar a cabo la evaluación fueron los siguientes: *RESTQ Sport* y *Escala Modificada de Percepción Subjetiva de Borg*, que permite acabar obteniendo la carga de entrenamiento (Foster et al. 2001). Se ha observado un descenso significativo de la carga de entrenamiento en el periodo de *tapering*, pero no se ha detectado una influencia de dicha carga de entrenamiento en los niveles de estrés-recuperación, debido posiblemente a falta de sensibilidad del *RESTQ Sport* y el aumento de la presión psicológica a medida que se acerca la competición objetivo.

Palabras clave: natación, RESTQ Sport, percepción subjetiva esfuerzo

INTRODUCCIÓN

El *sobre-entrenamiento* se ha convertido en un aspecto importante dentro del ámbito del ejercicio físico, pero principalmente en el rendimiento deportivo, tomando un papel muy relevante en los programas de entrenamiento y en el ámbito de la planificación deportiva. El deporte de alto nivel supone unos niveles de exigencia máximos y prolongados debido al calendario competitivo que les obliga indirectamente a mantener unos niveles forma física óptima de manera continuada. Según Cervantes, Florit, Parrado, Rodas y Capdevila (2009) uno de los objetivos de la planificación del entrenamiento y de la competición es centrarse en determinar los estímulos estresantes y los estímulos facilitadores de la recuperación o de la supercompensación. Según Harre (1987) solamente cuando estos estímulos se aplican de tal forma que tienen un efecto de entrenamiento, es decir, contribuyen a desarrollar, consolidar o conservar el estado de rendimiento, es cuando podemos hablar de *carga de entrenamiento*.

La recuperación física y mental en el deporte recibe una atención creciente, sin embargo, el conocimiento de los métodos y herramientas sigue siendo limitado en las diferentes esferas deportivas, favoreciendo el escepticismo de la monitorización del proceso de preparación y de los niveles de estrés-recuperación por parte de los cuerpos técnicos. Este campo de conocimiento es importante para controlar el

sobreentrenamiento, Lehmann y cols. (1997) ya observaron que el 21% de los nadadores del equipo australiano se encontraban en un estado de sobreentrenamiento. Aunque según Willians y Kendall (2007), las investigaciones recientes apuntan a un aumento de la preocupación por parte de entrenadores de elite, pero que desde nuestro punto de vista se debería extender a niveles competitivos inferiores.

El *síndrome de sobreentrenamiento*, según Mc-Cann, Molé y Canton (1995) podemos considerarlo como una respuesta poco adaptativa al estrés del entrenamiento y la competición, habitualmente debido a niveles de carga de entrenamiento, con pocos periodos de descanso y una gran variedad de sintomatología biológica y psicológica. Para poder entender mejor el concepto es necesario apoyarnos en el *modelo "tijeras"* (Kellmann, 2002, 2010) que interrelaciona las situaciones de estrés, las necesidades de recuperación a partir de ellas, la capacidad individual para soportar el estrés y los recursos personales orientados a la recuperación (ver Figura 1).

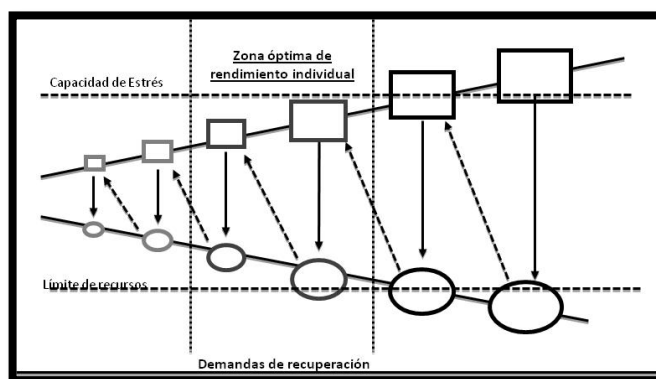


Figura 1. Versión adaptada del modelo "tijeras", que relacionan los niveles de estrés-recuperación. Fuente: Kellmann (2010).

Como herramienta específicamente diseñada para evaluar el sobreentrenamiento, podemos señalar El RESTQ-Sport (Kellmann y Kallus, 2001), cuestionario capaz de detectar desequilibrios en los niveles de estrés-recuperación de los deportistas, ya que sus escalas se muestran sensibles a los entrenamientos que conducen a estados de sobreentrenamiento (Moliner, Salguero y Márquez, 2011). Creemos que este tipo de cuestionarios psicológicos son necesarios para favorecer el estudio del síndrome desde diferentes perspectivas, ya que diversas investigaciones han sido incapaces de establecer una relación entre las cargas de entrenamiento y la utilización de biomarcadores para el diagnóstico del estado del deportista (Bresciani y cols., 2011). La propia perspectiva y valoración personal del sujeto podrá darnos más información que nos permita realizar un diagnóstico y prevención adecuados (González-Boto, Turo y Márquez, 2006).

Si nos centramos en la *cuantificación de la carga de entrenamiento*, actualmente los métodos de priorización y planificación de los periodos de entrenamiento y competición se han vuelto muy complejos y precisos, con el objetivo principal de conseguir un estado óptimo en el deportista y rendir al máximo en determinados momentos de la temporada. Pero llegando a estos niveles de exigencia, hay un dato a tener en cuenta, pocos entrenadores y preparadores cuantifican la carga de entrenamiento, haciendo inservible cualquier programación que hayan elaborado por muy ajustada que este.

La monitorización y cuantificación del entrenamiento permite conocer los efectos que genera el entrenamiento en el deportista de manera individual, teniendo en cuenta aquellos aspectos que condicionan el rendimiento deportivo. En este punto, aparece el método utilizado en este estudio que intenta solventar dichas limitaciones y poder cuantificar de manera correcta y ajustada a cada sujeto. Es la *Escala de Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE)*. Esta es definida como la percepción del esfuerzo que tiene el individuo del estímulo que ha realizado durante cada tarea de entrenamiento o durante toda la sesión (Borg, 1973). Pero esta escala por sí sola no cuantifican la carga, por eso es necesario multiplicarlo por el tiempo como han utilizado diferentes autores (Foster y cols., 2001). Dentro de la natación sean utilizado métodos de frecuencia cardiaca para la cuantificación del esfuerzo pero estos tienen numerosos problemas, por lo que en los últimos años se ha extendido la utilización del *RPE*, además de haber sido validada como un método práctico y no invasivo para cuantificar la carga interna en nadadores competitivos (Psyckarakis, 2011).

Con sistemas de valoración personal (psicológicos y físicos) y de cuantificación se pueden reducir desajustes y conseguir un mayor control del grupo de entrenamiento, atendiendo a sus individualidades. Es necesario para prevenir el sobreentrenamiento, que puede llegar a poner en verdadero peligro el rendimiento del deportista.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Describir el comportamiento de la carga de entrenamiento durante el periodo de *tapering* (puesta a punto) y su relación con los niveles de estrés-recuperación.

MÉTODO

La muestra

La muestra de nuestro estudio está compuesta por 51 sujetos (49% hombres y 51% mujeres). La edad de la muestra se encuentra comprendida entre 13 años y 20 años (media= 14.67 ± 1.87 años) nadadores federados de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, agrupados principalmente en la provincial de León (82.7%) y Burgos (17.3%). Con respecto al nivel competitivo podemos diferenciar tres grupos: local (5.9%), regional (58.8%) y nacional (35.3%), también por categorías: infantil (56.9%), junior (31.4%) y absoluto (11.8%).

Por otro lado, en lo que se refiere a las características del entrenamiento se describen los días de entrenamiento y las horas del entrenamiento (ver Tabla 1):

Tabla 1. Porcentajes de los nadadores en función de los días y horas de entrenamiento.

| Días de entrenamiento (sem.) | | Horas de entrenamiento (sem.) | |
|------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| Entre 1 y 4 | 22 (43.1%) | Entre 1 y 2 | 33 (64.7%) |
| Entre 5 y 6 | 29 (56.9%) | Entre 3 y 4 | 18 (35.3%) |

Procedimiento

El primer paso que realizamos fue el contacto con los clubs participantes y sus entrenadores, para analizar el calendario deportivo y establecer dos tomas de administración de los cuestionarios y la hoja de consentimiento. La primera toma se realizó inmediatamente después de la competición que inicia el periodo de *tapering* y la segunda inmediatamente después de la competición objetivo. Con respecto a la carga de entrenamiento, los grupos de entrenamiento participantes realizaron aproximadamente tres semanas de familiarización con la *Escala Modificada de*

Percepción Subjetiva del Esfuerzo de Borg y se les proporcionó unas fichas de registro para las puntuaciones individuales, utilizadas en el periodo del estudio.

Instrumentos de evaluación

Datos sociodemográficos

Lo primero que debemos recoger son los datos personales y deportivos de los nadadores, junto con información adicional referente al contexto y a las relaciones interpersonales, que creemos que puede ser interesante y enriquecedor. Dentro de estos datos podemos encontrar la edad, sexo, categoría, horas de entrenamiento hasta la relación que tiene con el entorno.

Cuestionario de estrés-recuperación para deportistas (RESTQ-Sport)

El RESTQ-Sport es una traducción del *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* en su versión de 76 ítems (Kellmann y Kallus, 2001). El cuestionario evalúa eventos potencialmente estresantes y sus consecuencias, así como la frecuencia con que se llevan a cabo diversas actividades de recuperación asociadas y sus efectos a nivel subjetivo, que hayan tenido lugar en los tres últimos días y tres noches. De ahí la importancia del momento de administración, para ajustarse al máximo dentro del contexto que se ha precisado. Los 76 ítems de que consta el cuestionario (28 específicos y 48 no específicos a la actividad deportiva) se distribuyen en 19 escalas, más un ítem introductorio no incluido en el análisis que sirve como introducción para el sujeto evaluado. La versión española demuestra validez interna y la fiabilidad necesarias (González-Boto, Salguero, Tuero, Márquez y Kellmann, 2008; González-Boto, Salguero, Tuero y Márquez, 2009).

Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)

El método para cuantificar la carga de entrenamiento por parte del deportista ha sido utilizado por otros autores (Foster y cols., 2001), que se basa en el concepto de la percepción subjetiva del esfuerzo de Borg (1973), explicado en el inicio del trabajo. Utilizamos la *Escala Modificada de Percepción Subjetiva del Esfuerzo de Borg*, en su versión reducida de 10 puntos, denominada *CR-10*. Con la puntuación obtenida, a los 30 minutos de finalizar la sesión, debemos realizar una multiplicación por la duración del esfuerzo en minutos. Tras realizar ese proceso obtenemos un número que nos indica la carga que ha supuesto el esfuerzo, la cual utilizamos para cuantificar el entrenamiento del deportista.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una estadística descriptiva para mostrar los resultados generales de la investigación. Seguidamente, se analizó las posibles diferencias significativas entre distintas variables, recogidas a través de los cuestionarios y el registro de la carga, *análisis de varianza de una vía (ANOVA)*. Para observar las modulaciones de las categorías y nivel competitivo aplicamos el *posthoc* de Bonferroni. En todo momento se utilizó $p \leq 0.05$ como nivel de significación. Para el análisis estadístico utilizamos el paquete estadístico SPSS 21.0 (*Statistical Package for Social Sciences*).

RESULTADOS

En este apartado vamos a mostrar las modificaciones de las diferentes variables con respecto a la toma y si existen diferencias significativas. Las variables serán niveles de estrés-recuperación y carga de entrenamiento.

En primer lugar, hacemos referencia a los cambios que se producen a nivel de estrés (*ENED*, *EED* y *ET*) y a nivel de recuperación (*RNED*, *RED* y *RT*), sin dejar de lado *RT-ET* (recuperación total-estrés total. No hemos encontrado diferencias significativas en los valores promedio de ninguno de los factores, tanto a nivel de estrés como de recuperación (ver Tabla 2).

Tabla 2. Cambios en los parámetros de estrés-recuperación según las tomas.

| | | ENED | EED | ET | RNED | RED | RT | RT - ET |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TOMA 1 | Media | 1.71 ± 0.84 | 1.61 ± 0.88 | 1.68 ± 0.81 | 3.87 ± 0.85 | 3.42 ± 1.24 | 3.66 ± 0.9 | 1.98 ± 1.37 |
| TOMA 2 | Media | 1.55 ± 0.83 | 1.55 ± 0.97 | 1.55 ± 0.81 | 3.82 ± 0.8 | 3.65 ± 1.16 | 3.74 ± 0.89 | 2.19 ± 1.42 |
| | Sig. (p) | 0.348 | 0.777 | 0.436 | 0.748 | 0.335 | 0.668 | 0.464 |

(ENED, Estrés no Específico al deporte; EED, Estrés Específico al Deporte; ET, Estrés Total; RNED, Recuperación no Específica al Deporte; RED, Recuperación Específico al deporte; RT, Recuperación total; RE – ET, Recuperación Total – Estrés Total.* $p \leq 0.05$)

A modo descriptivo en la Tabla 3 tenemos la carga de entrenamiento total y el promedio de los nadadores a lo largo del estudio. Así podemos aproximarnos al volumen de carga que soportan y las desviaciones dentro del grupo.

Tabla 3. Estadístico descriptivo de la carga total de la muestra

| | N | Mínimo | Máximo | Media |
|--------------------|----|--------|--------|-------------------|
| Carga Total | 51 | 1200 | 13520 | 5694.02 ± 3031.05 |

En relación a variable sexo, no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres con respecto a la carga de entrenamiento, representado en la Tabla 4. Aunque se puede observar que los datos de las mujeres son ligeramente mayores.

Tabla 4. Diferencias en la carga de entrenamiento de la toma y del total en función del sexo

| | Carga T1 | Carga T2 | Carga Total |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Hombre | 1415.40 ± 1038.9 | 747.6 ± 532.69 | 5594.20 ± 2876.39 |
| Mujer | 1565.38 ± 1178.24 | 802.88 ± 530.28 | 5790 ± 3226.79 |
| Media | 1491.86 ± 1103.60 | 775.78 ± 526.86 | 5694 ± 3031.04 |
| Sig. (p) | n.s | n.s | n.s |

(Carga T1, puntuación de la carga tres días antes de la toma 1; Carga T2, puntuación de la carga tres días antes de la toma2. Carga Total, puntuación total del periodo competitivo)

A continuación hacemos referencia a la variación de la carga de entrenamiento semanal, puntuación del RPE, durante el mesociclo competitivo Figura 2. Se puede observar el descenso continuado de la carga de entrenamiento a lo largo del mesociclo. Además, existen diferencias significativas ($p=0.000^{***}$) en la carga (promedio) de tres días anterior a la T1 y T2 (Figura 3).

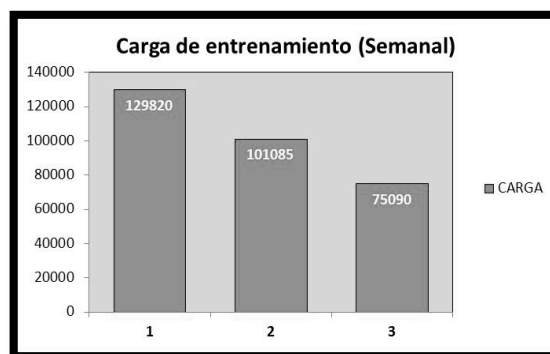


Figura 2. Variación de la carga de entrenamiento grupal durante el mesociclo competitivo.

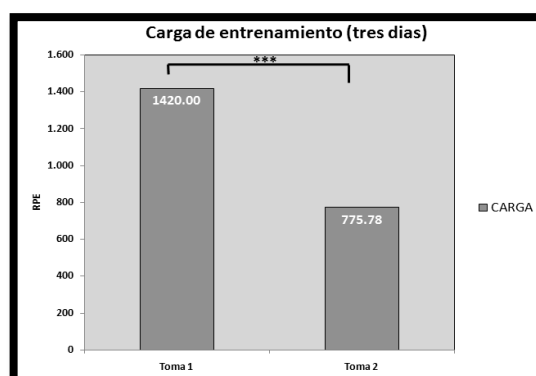


Figura 3. Diferencias significativas del promedio de carga de entrenamiento en relación a las tomas.

(*RPE*, Puntuación de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo. *** $p = 0.000$)

La Figura 2 y 3, reflejan el descenso significativo de la carga de entrenamiento como condición preparatoria de una competición objetivo, es decir, forma parte de los objetivos de una puesta a punto (*Tapering*). Sin embargo, si nos fijamos en los resultados obtenidos en la Tabla 2, los factores de estrés-recuperación según las tomas no varía significativamente.

DISCUSIÓN

En este punto, vamos a intentar analizar la influencia que tienen la carga de entrenamiento, calculada con *RPE*, en las diferentes variables y si existe alguna relación entre ellas. Para empezar, tenemos que decir que no existen diferencias entre hombres y mujeres, posiblemente porque los entrenamientos son muy controlados y en gran medida individualizados. Por otro lado, tenemos que decir que no hemos encontrado diferencias significativas en ninguno de los *parámetros de estrés-recuperación* (Tabla 2), generando la incertidumbre de si algún aspecto metodológico puede ser mejorado. Kellmann (2010) indica que el *RESTQ-Sport* es sensible a periodos de tiempo cortos, y por lo tanto, según nuestro planteamiento deberíamos encontrar diferencias significativas entre la T1, competición preparatoria, y la T2, competición objetivo y transcendental. Existe una ligera tendencia a reducir los niveles de estrés y aumentar la recuperación, pero con valores no significativos.

El periodo competitivo en natación se caracteriza por la disminución prolongada del volumen de trabajo a baja intensidad, para dar lugar, a un trabajo de mayor calidad aumentando la capacidad de recuperación. O' Connor (2007) sugiere que la reducción de la carga de entrenamiento disminuye constantemente la fatiga, así como aumentan las sensaciones de energía. El diseño de nuestro estudio buscaba ese cambio en la orientación del entrenamiento, y por lo tanto, la disminución

progresiva de la carga frente a la competición objetivo (Figuras 2 y 3). Sin embargo, si nos fijamos de nuevo en los resultados obtenidos en la Tabla 2 no existe modificación significativa, aunque sí ligera, en ninguno de los niveles de estrés-recuperación. Varios autores han escrito sobre la influencia de la carga de entrenamiento en el estrés y la capacidad de recuperación encontrando una evidente relación. González-Boto y cols. (2008) encontraron que varios componentes del estrés se redujeron significativamente durante las sesiones de aumento de volumen y se invirtió el valor después de una reducción de la carga de entrenamiento. Por lo tanto, tiene bastante soporte el *RESTQ-Sport* para percibir cambios significativos en las escalas debido a la carga de entrenamiento (Jurimae, Maestu, Purge y Jurimae, 2004; Kellmann, 2010) y en nadadores (Nagle, 2011).

CONCLUSIONES

Por lo tanto, en primer lugar nuestros resultados no han sido capaces de refrendar las investigaciones que detectan una influencia de la carga de entrenamiento en los niveles de estrés-recuperación; también hay que decir, que todos los trabajos citados anteriormente cuantificaban la carga de entrenamiento en volumen basado en distancia o tiempo, en cambio, nosotros utilizamos la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (*RPE*). Sería interesante introducir el *RPE* en otros trabajos de la misma índole. En segundo lugar, hay que añadir la falta de sensibilidad entre tomas por parte del *RESTQ-Sport*. Y por último, el aumento de la presión psicológica conforme se acerca la competición objetivo, tanto por factores internos como externos, pueden influir indirectamente en los niveles de estrés-recuperación, generando una sensación de cansancio mayor y una menor capacidad de recuperación. De aquí la importancia de la faceta psicológica, siendo importante un control de las sensaciones generadas durante el periodo competitivo y del entorno del deportista, donde debemos incluir la carga de entrenamiento.

En el plano técnico-práctico, es imprescindible la creación de un perfil psicológico del deportista. Este perfil nos facilitará la adecuación de las cargas de entrenamiento y ajustes en el calendario competitivo. Maximizaremos el proceso de adaptación, controlando a través del *RPE* la carga individual y la capacidad que tiene el deportista para hacerle frente. Además, se puede desarrollar un registro del *RPE* competitivo y del *RPE* de entrenamiento, permitiendo la comparación entre los diferentes integrantes del grupo y obteniendo información individualizada de los picos de carga y situaciones más estresantes. En la elite deportiva también existen diferencias en la percepción de los entrenamientos y las competiciones, por lo que aumentar el conocimiento en este campo nos ayudará para mejorar los puntos débiles y potenciar los fuertes.

BIBLIOGRAFÍA

- Borg, G. (1973). Perceived exertion: a note on" history" and methods. *Medicine Science in Sport and Exercise*, 5, 90-93.
- Bresciani, G., Cuevas, M. J., Molinero, O., Almar, M., Suay, F., Salvador, A., y Gonzalez-Gallego, J. (2011). Signs of overload after an intensified training. *International journal of sports medicine*, 32(5), 338.
- Cervantes, J. C., Florit, D., Parrado, E., Rodas, G., y Capdevila, L. (2009). Evaluación fisiológica y cognitiva del proceso de estrés-recuperación en la preparación pre-olímpica de deportistas de elite. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 4 (11), 111-117.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P., y Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 109–115.

- González-Boto, R., Tuero, C. y Márquez, S. (2006). El sobreentrenamiento en el deporte de competición: implicaciones psicológicas del desequilibrio entre estrés y recuperación. *Ansiedad y Estrés*, 12, 99-115.
- González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., Márquez, S. y Kellmann, M. (2008). Spanish adaptation and analysis by structural equation modeling of an instrument for monitoring overtraining: the recovery-stress questionnaire (RESTQ-SPORT). *Social Behavior and Personality*, 36(5), 635-650.
- González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C. y Márquez, S. (2009). Validez concurrente de la versión española del Cuestionario de Recuperación-Estrés para Deportistas (RESTQ-Sport). *Revista de Psicología del Deporte*, 18, 53-72.
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.
- Jurimae, J., Maestu, J., Purge, P. and Jurimae, T. (2004): Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7, 335-339.
- Kellmann, M. y Kallus, K. W. (2001). *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: user manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kellmann, M. (2002). Underrecovery and overtraining: Different concepts-similar impact?. En M. Kellmann (ed.), *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*, (pp. 3-24). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(2), 95-102.
- Lehmann, M., Lormes, W., Opitz-Gress, A., Steinacker, J.M., Netzer, N., Foster, C. y Gastmann, U. (1997). Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37, 7-17.
- Molinero, O., Salguero, A. y Márquez, S. (2011). Análisis de la recuperación-estrés en deportistas y relación con los estados de ánimo: un estudio descriptivo. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 47-55.
- McCann, D.J., Molé, P.A. y Caton, J.R. (1995). Phosphocreatine kinetics in humans during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 378-387.
- Nagle, Jacquelyn A., (2011). The Influence of Training Load on Performance and Psychological Variables in Female Collegiate Swimmers. *Electronic Theses & Dissertations*. Paper 114.
- O'Connor, P.J. (2007). Monitoring and tiring symptoms: A science based approach to using your brain to optimise marathon running performance. *Sports Medicine*, 37 (4-5), 408-411.
- Psycharakis, S. G. (2011). A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 420-426.
- Williams, S. J. y Kendall, L. (2007). Perceptions of elite coaches and sports scientists of the research needs for elite coaching practice. *Journal of Sports Sciences*, 25(14), 1577-1586.

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO CONCENTRADO EN LA VELOCIDAD INTRA-CICLO DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO SUBACUÁTICO

Tatiana Obregón, Raúl Arellano

Universidad de Granada, España

RESUMEN

Esta investigación analizó el efecto de la práctica concentrada del Movimiento Ondulatorio Subacuático (MOS) en 27 Estudiantes de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada. Tanto Grupo Control (GC) como Experimental (GE), realizaron pre-test y post-test del gesto técnico. Fueron analizadas las variables de: velocidad intra-ciclo, tiempo, técnica y deslizamiento. El GE recibió 10 sesiones de 30 minutos durante dos semanas. La ANOVA de dos factores con medidas repetidas, mostro significación de $p = 0.015$ entre el pre-test y pos-test para tiempo de ejecución de 3 ciclos, sin embargo el efecto causado en el GE se manifiesta con un $p = 0.53$ que muestra indicios de significación, pero no alcanza los indicadores. Por otro lado una alta significación en la variable de velocidad promedio de 3 ciclos muestra el efecto del plan en el GE con una $p = 0.004$, llevándonos a la conclusión de las mejoras en velocidad y tiempo de 3 ciclos de MOS por el tratamiento de intervención. En conclusión, el plan concentrado se recomienda para nadadores que intenten mejorar su MOS en recorridos de 3 ciclos, se recomienda realizar más estudios.

Palabras claves: Deslizamiento, rendimiento, salida natación, oscilatorio, habilidad motora, práctica repetida.

INTRODUCCIÓN

El objetivo final de la natación de competición es recorrer un espacio delimitado por el reglamento en el menor tiempo posible. Para conseguir esto es necesario minimizar la resistencia hidrodinámica y maximizar la propulsión (Counsilman, 1982). Desde los años 80 el MOS se utilizó tras las salidas y virajes como una forma de aprovechar el efecto de la disminución de la resistencia de oleaje, consiguiendo en algunos casos velocidades superiores a las obtenidas con las técnicas formales de natación en superficie (crol, espalda y mariposa). Esta circunstancia obligó a la Federación Internacional de Natación a limitar la distancia recorrida subacuáticamente a tan solo 15 mts, con el fin de no reducir la visibilidad del evento. Este gesto técnico se ha conocido como quinto estilo de la natación clásica (Júnior, Días, Nogueira, & Mansoldo, 2011) y a pesar de su actual limitación reglamentaria, permite que determinados deportistas consigan ventajas significativas en los primeros 15 metros de la prueba o en los virajes. Su movimiento ascendente y descendente de manera simultánea de la cadera hacia los pies, induce a considerar esta acción como oscilatoria y/u ondulatoria. El final del batido, tanto en la fase ascendente como en la descendente toma gran importancia porque proporciona un impulso óptimo, gracias a complejas interacciones hidrodinámicas con el fluido de su entorno (Arellano, 1999) y si además se acompaña de una correcta alineación corporal como brazos extendidos horizontalmente hacia adelante, permite que el nadador avance de manera más eficiente y rápida.

Otra acción técnica importante y previa al MOS es el deslizamiento, que puede ser evaluado con las técnicas descritas por (Arellano, 2010) y que según (Naemi, Easson, & Sanders, 2010) han logrado confirmar que la eficiencia hidrodinámica en natación es fundamental para que el cuerpo logre minimizar la desaceleración.

Las características para realizar el MOS de manera adecuada se muestran en diferentes estudios: Un planteamiento interesante surge de las comparaciones con animales como delfines y peces cetáceos (Von Loebbecke, Mittal, Mark, & Hahn, 2009), que ejecutan el gesto parecido a la patada ondulatoria del ser humano, hallando fundamentaciones de las características del movimiento; como la importancia de llevar los brazos extendidos y firmes en el desplazamiento, ya que estos funcionan como amortiguadores o sustento de la acción propulsiva (C. Connaboy, Coleman, S., McCabe, C., Naemi, R., Psycharakis, S. & Sanders, R., 2007). También se ha hecho evidente tras estudiar en peces el número Strouhal (frecuencia por amplitud / velocidad) y compararlo con humanos (Arellano R, 2003), que los valores son mucho más altos en los animales (Rohr & Fish, 2004), esto se debe a su alto índice de velocidad de ejecución del gesto y a la relación del tamaño o longitud total de su cuerpo.

Por otro lado estudios descriptivos con nadadores de rendimiento resaltan la importancia de la posición lineal del cuerpo con fines de obtener mayores velocidades (Vilas-Boas, 2011), se demostró que la energía del movimiento se transmite de manera céfalo caudal con énfasis en la cadera. Otras investigaciones confirman que la mayor parte de la fuerza es producida por el batido de los pies (Cohen, 2011) y especialmente por la zona anterior del tobillo al finalizar el batido. Frente a la fase ascendente y preparación para su continuación se conoce que un exceso de flexión de rodilla propicia una resistencia de desplazamiento que concluye entonces con la disminución de la velocidad (Tokic & Yue, 2012).

Frente a las publicaciones sobre adquisición de habilidades motoras por repetición de ejercicios, en intervenciones a corto plazo, pero de manera intensa (Blitvich, McElroy, Blanksby, & Parker, 2003a, 2003b) (Blitvich et al., 2003b), se muestran diferencias significativas, especialmente en la retención de la habilidad a largo plazo (en estos casos; entrada al agua). Otro estudio muestra que el feed-back utilizado como recurso metodológico y prácticas repetidas de la misma habilidad, manifiestan diferencias significativas de mejoras en el deslizamiento (Thow, Naemi, & Sanders, 2012). Mostrando una tendencia al desarrollo de planes concentrados para mejorar una habilidad determinada.

Por otro lado (Breed & Young, 2003), los planes de entrenamiento a mediano plazo de habilidades de salto vertical en la salida de natación no mostraron diferencias significativas. Una revisión sistemática de (C. Connaboy, Coleman, & Sanders, 2009) recomendaba la necesidad de más investigaciones para apreciar la complejidad de MOS y examinar cómo los seres humanos podrían optimizar aún más el rendimiento, puesto que los estudios presentes en esta área suelen ser más descriptivos y poco experimentales.

Establecemos entonces el siguiente objetivo del estudio: Comprobar el efecto del entrenamiento concentrado en el rendimiento del MOS expresado en velocidad intra-ciclo y otras variables cinemáticas asociadas.

MÉTODO

Diseño

Estudio experimental con GC, pre-test y post-test. La composición de los grupos se estableció aleatoriamente con el fin de garantizar la validez interna. El tratamiento asignado al GE, fue un plan concentrado de entrenamiento del MOS, distribuido en 10 sesiones, de media hora cada una, durante dos semanas.

Participantes

27 estudiantes de Licenciatura de Ciencias de la Actividad Física y Deporte, perteneciente a la Universidad de Granada, participaron voluntariamente en el estudio. De estos, 16 hombres y 11 mujeres quienes en adelante serán referenciados igualmente como participantes.

Todos cumplieron con los requerimientos de realización del pre-test, del pos-test y la mitad asignada aleatoriamente al GE asistió a las sesiones de intervención. La edad promedio 22.8 ± 1.4 años, talla 172 ± 0.09 cm, y peso de 66.9 ± 10.2 kg, longitud total corporal 216 ± 0.12 cm, y envergadura 166 ± 0.09 cm. Los participantes firmaron un consentimiento informado y se solicitó la aprobación al Comité de ética de la Universidad de Granada.

Variables

Variable independiente: El tratamiento proporcionado al GE. 10 sesiones de media hora, aplicando ejercicios con la intención de mejorar el rendimiento del MOS. La intervención se consideró concentrada al agruparse las sesiones durante dos semanas.

Variables dependientes: Se organizaron en cuatro grupos:

- (i) **Variables temporales:** Se utilizó ($TT = TF - TI$), Siendo Tiempo Total (TT), Tiempo Final (TF) y el tiempo inicial (TI).
 - Tiempo de recorrido de la pared a 10 mts; TI es el momento de despegue de los pies con la pared y TF cuando la cabeza pasa por la referencia de 10 mts.
 - Tiempo de recorrido de cinco a 10 mts; TI es el momento cuando la cabeza pasa por la referencia de cinco mts y TF cuando esta pasa por la referencia de 10 mts. Esta es una fase donde el empuje de la pared ya no mantiene ningún efecto y el MOS se observa con claridad en el registro. Ver Figura 1.
 - Tiempo total en tres ciclos (entre 7 y 10 mts); TI es cuando se evidencia la fase de descenso del batido en el primer ciclo y TF cuando finaliza la fase tres del ciclo tres. Ver Figura 2.
- (ii) **Variables cinemáticas (velocidades) y técnicas:** Determinada por el registro sofisticado del Encoder a 200 (Hz), según las siguientes características:
 - Velocidad Promedio de cinco a 10 mts; Se inicia la marcación en el registro del Encoder cuando la cabeza pasa por la referencia de cinco mts y finaliza cuando esta pasa por la referencia de 10 mts.
 - Velocidad promedio intra-ciclo de tres MOS (7 y 10 mts); se inicia la marcación en el registro del Encoder cuando empieza la fase de descenso del batido en el primer ciclo y se finaliza en el punto preciso de culminación del tercer ciclo. Este análisis intra-ciclos, consiste en medir la velocidad promedio durante tres ciclos, detectando los picos de velocidad máxima y mínima. Se entiende por un ciclo la división en tres fases; su inicio corresponde a la iniciación de un movimiento hacia abajo (en el plano XY) *del metatarso perineal asumiendo simetría corporal. La fase 2 inicia cuando el metatarso perineal empieza su ascenso y las rodillas se flexionan y la fase 3 es desde la flexión de rodillas hasta el inicio del nuevo ciclo.* Ver Figura 3.
 - Frecuencia promedio en 3 Ciclos (Hz); $3(\text{ciclos}) / \text{tiempo total (3 ciclos)}$.
 - Longitud de Ciclo (promedio en 3 Ciclos); $\text{Velocidad promedio (3 ciclos) / frecuencia de ciclo}$.
- (iii) **Variables temporales / cinemáticas relacionadas con el deslizamiento**
 - Pico de velocidad inicial de deslizamiento; El valor mas alto registrado por el Encoder al momento de iniciar el despegue de los pies de la pared.
 - Tiempo 1; Recorrido del cuerpo hasta el momento en que el Encoder obtiene la velocidad de $1 \text{ m} \cdot \text{sg}^{-1}$, tras el impulso de la pared.
 - Tiempo 2; Recorrido del cuerpo hasta el momento en que el Encoder obtiene la velocidad de $0.5 \text{ m} \cdot \text{sg}^{-1}$, tras el impulso de la pared.

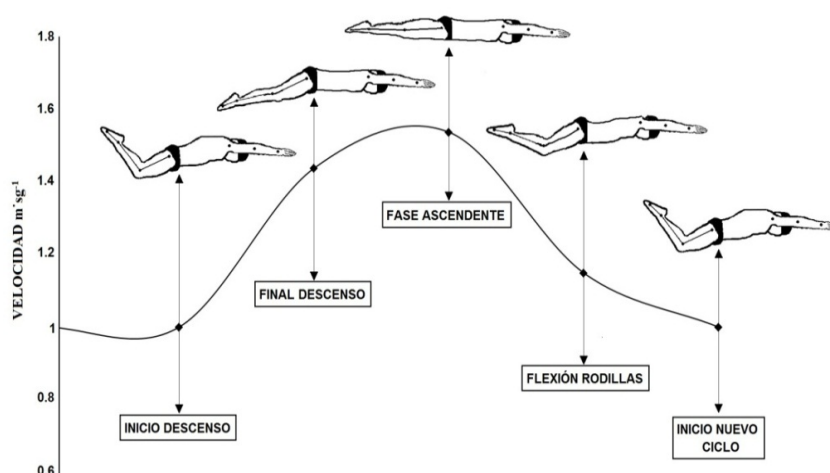


Figura 2. Relación de una curva de velocidad con las fases de un ciclo de MOS.

Instrumental

Promedio de velocidad; A cada participante tenía puesto un cinturón al nivel de la cadera, sujetado con un cable al velocímetro (Encoder lineal por cable), el cual ofrece el registro de velocidad instantáneo y detallado. Esta señal pasa por un codificador hasta el magnetoscopio o video grabador. Ver Figura 1.

Sistema de referencias 2D; Cámaras y su ubicación

Previamente a los test, se identificaron diferentes referencias de recorrido con el uso de bolas estáticas en el fondo de la piscina, diferenciando desde la pared a los 2.5, 5 y 10 mts respectivamente.

La cámara subacuática 01; ubicada en plano sagital a la salida de la pared. Cámara subacuática 02; ubicada a 5 mts de la pared, en plano sagital a la referencia correspondiente. Cámara subacuática 03; ubicada a 10 mts de la pared, en el plano sagital a la referencia correspondiente. De esta manera la investigación complementa no solo el análisis de las distancias y tiempos del recorrido, sino la velocidad detallada.

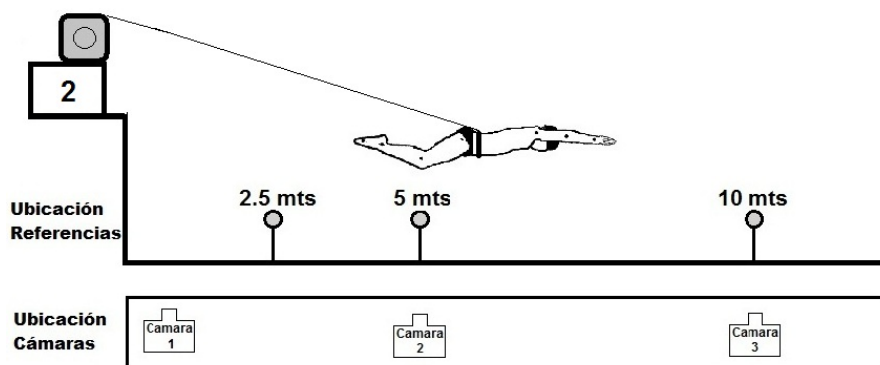


Figura 1. Sistema de referencias y ubicación de cámaras utilizado en el pre-test y pos-test.

Descripción del Protocolo Experimental

Se asignó un número de referencia para cada participante con fines de evitar confusiones en los procesos de obtención de resultados, este fue marcado en el muslo lateral derecho con un tamaño visible y claro. Posteriormente se realizó la toma de datos con registro fotográfico de las características antropométricas; talla, peso, longitud total y envergadura.

En el pre-test y pos-test, todos los participantes realizaron un calentamiento de 15 minutos previos al test, este constaba de; movilidad articular, estiramientos generales, 200 mts crol, empujes de la pared en deslizamientos y empujes de la pared con ondulaciones en velocidad.

Se les solicito en un primer intento que ejecutaran un deslizamiento de su cuerpo partiendo de un empuje de la pared de carácter simultaneo y a máximo un metro de profundidad, para evitar el efecto del oleaje (Vennell, Pease, & Wilson, 2006). Esto incluía además que se ubicaran en posición horizontal - ventral extendida de brazos y piernas sin ayuda de movimientos ondulatorios ni alternancias de piernas "flecha" hasta que emergieran a la superficie, al hundirse sus piernas finalizaría la prueba, desarrollo similar al protocolo de (Naemi et al., 2010).

La segunda prueba; especifica de MOS, constaba de 2 intentos. Se parte de la pared de igual manera que el intento de deslizamiento, pero se realizaban movimientos ondulatorios rápidos y continuos, similares a los ejecutables en competencia.

El tiempo de descanso entre intento uno y dos fue regulado por el investigador quien esperaba el regreso del participante a la pared y se percataba de la buena colocación del cinturón para la siguiente repetición, aproximadamente uno o dos minutos. Los participantes no recibieron retroalimentación de su ejecución durante el test, a menos de que no cumplieran con los requisitos mínimos (profundidad y/o distancia), esto con fines de no modificar la situación experimental.

Intervención

El propósito del plan de entrenamiento concentrado era mejorar el rendimiento del MOS. Las 10 sesiones con una duración de 30 minutos, fueron diseñadas por el grupo de investigadores que cuenta con entrenadores de experiencia. Diferentes ejercicios entre los cuales se incluyeron posición hidrodinámica, propulsiones, respiración, estímulos de propiocepción, ajuste postural, control corporal y cambios de posición, formaron parte de la intervención. Fue aplicado por una entrenadora de natación al GE, y la metodóloga incluyó asignación de tareas descriptivas, conocimiento de ejecución y explicaciones claras con continuo feed back.

Análisis estadístico

Para comprobar el efecto de las diferencias entre las mediciones se uso ANOVA de dos factores con medidas repetidas, esto determina la variación inter-sujetos e intra-sujetos del estudio. Se asume esfericidad entre las varianzas de las diferencias entre las mediciones. El nivel de significación fue establecido a partir de $p < 0.05$.

Para evaluar la magnitud de las diferencias se aplica el tamaño del efecto ES; Pequeña <0.5 ; Moderada <0.8 ; Grande >0.8 . (J. Cohen, 1988) y finalmente se incluyen los estadísticos descriptivos; medias y desviación estándar (SD) para hacer análisis de porcentajes. Todos los análisis se realizaron por medio del paquete estadístico SPSS versión 20.

RESULTADOS

Los Estadísticos descriptivos; (medias y SD) del GC y GE de cada variable dependiente en el pre-test y post-test se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos; GC y GE (medias y SD) en cada variable analizada en el pre-test y post-test.

| VARIABLES DEPENDIENTES | PRE-TEST | | | | POST-TEST | | | |
|---|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | GC n=14 | SD | GE n=13 | SD | GC n=14 | SD | GE n=13 | SD |
| Tiempo de 0 a 10 mts (seg) | 8.97 | 2.11 | 8.66 | 2.36 | 8.68 | 1.60 | 7.84 | 1.77 |
| Tiempo 5 a 10 mts (seg) | 6.55 | 1.83 | 6.33 | 1.92 | 6.94 | 1.81 | 5.63* | 1.41 |
| Tiempo total en 3 ciclos (seg) | 1.96 | 0.41 | 1.98 | 0.36 | 1.92 | 0.43 | 1.70* | 0.33 |
| Velocidad Promedio de 5 a 10 mts ($m \cdot sg^{-1}$) | 0.68 | 0.18 | 0.70 | 0.25 | 0.66 | 0.19 | 0.82 | 0.25 |
| Velocidad Promedio de 3 ciclos ($m \cdot sg^{-1}$) | 0.70 | 0.13 | 0.71 | 0.20 | 0.66 | 0.15 | 0.77* | 0.20 |
| Frecuencia de 3 Ciclo (Hz) | 1.59 | 0.29 | 1.56 | 0.28 | 1.63 | 0.35 | 1.81 | 0.32 |
| Longitud de Ciclo (mts / ciclo) | 0.44 | 0.08 | 0.46 | 0.12 | 0.41 | 0.08 | 0.43 | 0.11 |
| Deslizamiento | | | | | | | | |
| Pico de Velocidad Inicial ($m \cdot sg^{-1}$) | 2.03 | 0.37 | 2.19 | 0.39 | 2.15 | 0.34 | 2.28 | 0.31 |
| T1: Recorrido hasta la velocidad de $1m \cdot sg^{-1}$ | 1.17 | 0.24 | 1.29 | 0.38 | 1.21 | 0.30 | 1.36 | 0.26 |
| T2: Recorrido hasta la Velocidad de $0.5 m \cdot sg^{-1}$ | 1.83 | 0.29 | 1.99 | 0.25 | 1.85 | 0.39 | 2.06 | 0.25 |

Variables temporales

Se hallaron diferencias significativas ($p = 0.015$; ES: 1) entre el pre-test y pos-test en el tiempo de ejecución de tres ciclos. Sin embargo el efecto causado por el GE no muestra significación ($p = 0.53$; ES: 0.54). Los promedios evidencian reducción de tiempo en el recorrido de 0 a 10 mts por parte del GE, pero no se observan diferencias significativas ($p = 0.082$; ES: 0.85). Ver Figura 4.

Variables cinemáticas (velocidades) y técnicas

La variable de velocidad promedio de 3 ciclos muestra el efecto de la intervención en el GE con una ($p = 0.004$ ES: 0.54). Otra significación encontrada desde el efecto de la intervención al GE se evidencio en la velocidad promedio de 5 a 10 mts con significación ($p = 0.006$; ES: 0.68). Ver Figura 5.

De las variables técnicas; La Frecuencia en los 3 Ciclos analizados mostró diferencias significativas ($p = 0.013$; ES: 1.9) entre el pre-test y pos-test, sin embargo el efecto causado por el GE no muestra significación ($p = 0.61$; ES: 0.54). La Longitud de ciclo también mostro diferencias significativas ($p = 0.014$; ES: 0.72) entre el pre-test y pos-test y esa disminución no mantiene relación con el GE. Ver Figura 6.

Variables temporales / cinemáticas relacionadas con el deslizamiento

No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables de pico de velocidad inicial de deslizamiento ($\%0.129$; ES: 0.44), el T1: Recorrido hasta la velocidad de $1 m \cdot sg^{-1}$ ($\%0.286$; ES: 0.30) y el T2: Recorrido hasta la velocidad de $0.5 m \cdot sg^{-1}$ ($\%0.252$; ES: 0.33).

DISCUSIÓN

En el análisis de 3 ciclos (7 y 10 mts), partiendo de la aleatorización y de asumir esfericidad de datos en el pre-test. El plan concentrado en el pos-test, muestra que el GE manifiesta incremento de la velocidad en un 116% con respecto al GC. Así mismo el GC tarda más tiempo en realizar los 3 ciclos en promedio un 112% con respecto al GE. Sumando la reducción del tiempo en el recorrido de 5 a 10 mts en el GE, se puede mostrar que el plan manifiesta mejoras en el rendimiento de tramos cortos y en momentos donde el efecto de la pared no afecta. Así mismo al observar las curvas de velocidad en los picos bajos y máximos se comprueba lo dicho por diferentes autores (Tokic & Yue, 2012) (Arellano, 2010), donde se mostraba que la velocidad se reduce enormemente en la fase de flexión de rodillas.

Por otro lado, los datos muestran que el plan concentrado no genera efectos de disminución del tiempo, ni aumento de velocidad promedio del MOS en la distancia total de 0 a 10 mts, sin embargo hay indicios de significación y un tamaño del efecto grande, que puede inducir orientaciones de nuevos estudios con planes concentrados. Así mismo deben aclararse las diferencias en el tipo de muestra, puesto que los estudios de diferente autores (Cohen, 2011; Vilas-Boas, 2011), muestran la evaluación del MOS en nadadores elite, que como es sabido han pasado por varios años de entrenamiento y experiencia en el agua y por ende sus posiciones corporales lineales son adecuadas y se supone que su consciencia de posición en el agua es dominada, referenciando diferencias con este estudio que a pesar de contar con participantes con experiencia acuática, practicantes regulares, monitores de natación, estos no pueden compararse con nadadores elite, considerándoles entonces nadadores adultos recreativos o ex nadadores por la similitud de datos ofrecidos en las velocidades promedios y longitudes de ciclo halladas en otros estudios (Gavilán, 2002), donde para esta población se referían a velocidades próximas a $1 \text{ m} \cdot \text{sg}^{-1}$ en los ex nadadores adultos que concuerdan con las halladas en nuestro estudio.

La mayoría de estos estudios sin duda alguna nos han permitido conocer el fundamento y principios del gesto técnico del MOS la fiabilidad del registro (C. Connaboy, Coleman, Moir, & Sanders, 2010) y toda la descriptiva del gesto técnico, pero no la manera de adecuarlo a diferentes grupos de nadadores, sumando que los estudios experimentales no han manejado grupos control para evidenciar la validez externa.

Este hecho de validez externa plantea una reflexión científica frente a otros estudios previos (Alves, 2006) (Connaboy et al., 2009) (Naemi et al., 2010), donde se mostraba que posiciones hidrodinámicas adecuadas, brazos fijos y evitar el exceso de flexión de rodillas reducirían la resistencia del agua y por ende permitirían una velocidad mayor para el nadador, no han sido del todo explícitos en cuanto al posible porcentaje de mejora que se manifieste, posiblemente porque las investigaciones han sido descriptivas o experimentales sin grupo control y esto no muestra una comparación objetiva ni ver el verdadero grado de significación de la posición lineal y las descripciones del MOS.

Así mismo, se analizaron los intentos de deslizamiento y a pesar de la reducen del tiempo para llegar a las velocidades establecidas de $1 \text{ m} \cdot \text{sg}^{-1}$ y $0.5 \text{ m} \cdot \text{sg}^{-1}$, no muestran cambios significativos, a diferencia de otros estudios (Blitvich et al., 2003b) donde se hallaron mejoras en el rendimiento del deslizamiento con metodología tipo feed back y auto observación de videos. Esto puede deberse a que el plan de intervención se centro más en las ejecuciones técnicas del MOS y la entrenadora pudo descuidar este aspecto de potencia en el empuje de la pared para incrementar

la velocidad y su relación con el tiempo en las pruebas de deslizamiento. Sin embargo nosotros incluimos la estrategia del Feed back en nuestro entrenamiento sobre todo para el gesto técnico del MOS y según los resultados podemos inducir que aporto a la significación estadística del GE pero desconocemos en que porcentaje.

Entonces en acuerdo al objetivo y además al hecho de evidenciar ausencia de planes de entrenamiento concentrados del MOS, nuestro estudio plantea posibles ideas y rutas de entrenamiento de este importante gesto al mostrar mejoras en distancias cortas. Siendo conscientes de la necesidad de ser más específicos y entrar a profundidad en análisis más concretos como las mínimas y máximas de velocidad en diferentes intra-ciclos, asumimos las limitaciones de nuestro estudio, en las que incluimos ausencias de los participantes en algunas sesiones programadas, por motivos personales. Así mismo al definir “plan concentrado” su estructura fue desarrollada en 2 semanas, es decir se aplicaron 3 sesiones, se descansaron 2 días (fin de semana), se aplicaron 5 sesiones, se descansaron 2 días (fin de semana) y finalmente 2 intervenciones más, diferente a una concentración de 10 sesiones de entrenamiento continuo. Estas limitaciones podrían ser más controladas a futuro y así manifestar mayor certeza de los resultados.

CONCLUSIONES

El objetivo del estudio era comprobar el efecto del entrenamiento concentrado en el rendimiento del MOS expresado en velocidad intra-ciclo y otras variables cinemáticas asociadas.

Al analizar 3 ciclos de patadas continuas entre 7 y 10 mts, se hallaron diferencias significativas en el GE desde el pre-test al pos-test en el aumento de la velocidad y su frecuencia, así mismo una reducción del tiempo. Por lo que este plan puede ser una herramienta para entrenadores, nadadores, ex nadadores y/o nadadores recreativos, que lleve a mejorar el rendimiento del MOS, especialmente en pruebas cortas, ya que incrementa la velocidad y por ende reduce el tiempo en recorridos de 5 mts, sin efectos de la pared.

Sin embargo no se observaron mejoras significativas en el aumento de la velocidad y del tiempo desde 0 a 10 mts, por lo que parece ser que el plan concentrado no es del todo completo para nadadores de rendimiento, pues estos requieren recorrer tramos más largos como los 15 mts.

Así mismo el plan no se puede descartar del todo para esta población, pues pocos nadadores a nivel mundial realizan esas ejecuciones tan largas con total eficacia y eficiencia del MOS y por ende, por cortas que sean estas mejoras cualquier posibilidad recortar tiempo y avanzar más rápido en este gesto técnico es muy importante en el resultado de la competición.

Finalmente, consideramos que investigaciones futuras pueden determinar la duración del efecto de la mejoría de rendimiento de MOS desde este tipo de planes, planteándolo como un re-test para descartar o comprobar la asimilación motriz de la intervención en los participantes ya que en este estudio no se pudo desarrollar por cuestiones de tiempo.

REFERENCIAS

Alves, F. L., P. Veloso, A. & Martins-Silva, A. (2006). *Influence of body position on dolphin kick kinematics*. Paper presented at the XXIV international society of sports biomechanics symposium.

- Arellano, R. (1999). *Vortices and Propulsion*. Paper presented at the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports: SWIMMING.
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento Técnico De Natación*. Madrid.
- Arellano R, P. S. G., A. (2003). *Usefulness of the Strouhal number in evaluating human under-water undulatory swimming*. Paper presented at the IX Biomechanics and medicine in swimming
- Blitvich, J. D., McElroy, G. K., Blanksby, B. A., & Parker, H. E. (2003a). Long term retention of safe diving skills. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(3), 348-354.
- Blitvich, J. D., McElroy, G. K., Blanksby, B. A., & Parker, H. E. (2003b). Retention of safe diving skills. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2), 155-165.
- Breed, R. V. P., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21(3), 213-220. doi: Doi 10.1080/0264041031000071047
- Cohen, R., Cleary, P., & Mason, B. (2011). *Improving Understanding of Human Swimming Using Smoothed Particle Hydrodynamics*, XI World Congress of Biomechanics.
- Connaboy, C., Coleman, S., Moir, G., & Sanders, R. (2010). Measures of reliability in the kinematics of maximal undulatory underwater swimming. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Med Sci Sports Exerc*, 42(4), 762-770. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181badc68
- Connaboy, C., Coleman, S., & Sanders, R. H. (2009). Hydrodynamics of undulatory underwater swimming: a review. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Sports Biomech*, 8(4), 360-380. doi: 10.1080/14763140903464321
- Connaboy, C., Coleman, S., McCabe, C., Naemi, R., Psycharakis, S. & Sanders, R. . (2007). *Tadpole, trout or tuna: The equivalence of animal and human aquatic undulatory locomotion*. Paper presented at the XXV ISBS Symposium 2007, Ouro Preto – Brazil.
- Counsilman, J. E. H. (1982). *La Natación: Ciencia Y Técnica*.
- Gavilán, Á., García, F., Pardillo, S., Arellano, R. (2002). Colección ICD: Investigación en ciencias del deporte. In C. S. d. Deportes (Ed.), *Análisis de los factores del movimiento ondulatorio subacuático*.
- Naemi, R., Easson, W. J., & Sanders, R. H. (2010). Hydrodynamic glide efficiency in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(4), 444-451. doi: DOI 10.1016/j.jsams.2009.04.009
- Rohr, J. J., & Fish, F. E. (2004). Strouhal numbers and optimization of swimming by odontocete cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 207(10), 1633-1642. doi: Doi 10.1242/Jeb.00948
- Thow, J. L., Naemi, R., & Sanders, R. H. (2012). Comparison of modes of feedback on glide performance in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 43-52. doi: Doi 10.1080/02640414.2011.624537
- Tokic, G., & Yue, D. K. (2012). Optimal shape and motion of undulatory swimming organisms. *Proc Biol Sci*. doi: 10.1098/rspb.2012.0057
- Vennell, R., Pease, D., & Wilson, B. (2006). Wave drag on human swimmers. *J Biomech*, 39(4), 664-671. doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.01.023
- Vilas-Boas, J. P., Machado, L., Soares, S., Fernandes, R. J., Lima, A. B., & Correia, M. V. . (2011). Swimming Biophysical relevant parameters extracted from velocimetry and accelerometry. *Journal of Sport Sciences*, 11.
- Von Loebbecke, A., Mittal, R., Mark, R., & Hahn, J. (2009). A computational method for analysis of underwater dolphin kick hydrodynamics in human swimming. *Sports Biomech*, 8(1), 60-77. doi: 10.1080/14763140802629982

AGRADECIMIENTOS

Swimming Science II

Al grupo de investigación de actividad física y deportiva en el medio acuático CTS-527 de la Universidad de Granada – España y todos sus colaboradores, estudiantes de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada

COMPARACIÓN DE LA ECONOMÍA DE NADO (VO_2) CON LA UTILIZACIÓN O NO DEL TRAJE DE NEOPRENO

Roberto Cejuela¹, Nelson Jesús Molina¹, Luis De Frutos¹, Ángel Gil-Izquierdo², Sonia Medina² y Sergio Selles¹

¹Área Educación Física y Deportiva. Universidad de Alicante. España

²Departamento de ciencia y tecnología de los alimentos. CEBAS-CSIC. Murcia. España

RESUMEN

La medición de la economía de nado representa un aspecto a considerar en el rendimiento deportivo en natación de larga distancia y triatlón. El objetivo de este estudio es analizar la relación entre las variables fisiológicas (VO_2 , cociente respiratorio, frecuencia cardíaca y lactato) y técnicas en el nado con y sin neopreno. Se realizaron 3 test de 400m a velocidad constante a dos triatletas (elite nacional) con y sin la utilización de neopreno, en tres zonas fisiológicas previamente determinadas (<Umbral Aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbrales UAe-UAN). Las relaciones encontradas demuestran un menor consumo de VO_2 , menor frecuencia cardíaca, menor concentración de lactato en sangre, cociente respiratorio, menos frecuencia de ciclo y mayor longitud en el nado con neopreno a la misma velocidad. La utilización del traje de neopreno en triatletas elite parece ser que provoca una mejora en la economía de nado y por lo tanto en el rendimiento frente a la no utilización del mismo.

Palabras clave: capacidad Aeróbica, Umbral Anaeróbico, Flotabilidad, Frecuencia cardíaca, neopreno, consumo de VO_2 , Equivalentes Respiratorios.

INTRODUCCIÓN

La economía o eficiencia energética representa la habilidad para gastar la menor energía a una determinada velocidad o potencia. A diferencia del ciclismo, en natación y carrera a pie la potencia mecánica no se puede medir directamente, de manera que el concepto de eficiencia suele reemplazarse por el de economía. Esta se define como el VO_2 (ml/Kg/min) necesario para correr o nadar a una velocidad determinada (Esteve, 2007).

La Medición de VO_2 durante actividades deportivas empezó a finales del siglo XIX y fue conducida por simple curiosidad (Sousa y col. 2014). Esta, nos permite conocer la cantidad de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. En el ciclismo la economía de pedaleo y la eficiencia mecánica, son factores determinantes del rendimiento en las modalidades ciclistas de media y larga duración, Coyle y col. (2005). En carrera a pie, Ogueta y col. (2014), observaron que en un grupo homogéneo de corredores populares, presentaban mejores valores de economía de carrera a velocidades submáximas, aquellos que pisaban de retropié, frente a los que tenían una técnica de carrera de medio pie, según sus conclusiones los corredores de retropié mostraron mayor tiempo en la fase de contacto y menor tiempo en la fase vuelo, por lo tanto menor exposición a la resistencia aerodinámica.

La valoración del VO_2 en natación es algo novedoso. Destacamos la propuesta de Vilas-Boas y col. 2007 sobre la determinación del $VO_{2m\acute{a}x}$ de forma directa y la de Fernández y col. 2008 y 2012 sobre la determinación del $VO_{2m\acute{a}x}$ también de forma directa. Por tanto, el análisis y valoración de la economía de nado ha sido escasa en la literatura puesto que todos van encaminados a determinar el $VO_{2m\acute{a}x}$.

Toussaint y col. (1989), observaron una disminución de la fricción y fuerza de arrastre y un incremento de la fuerza de sustentación al utilizar el traje de neopreno. El estudio de Chatard y col. (1995) concluyó que el efecto del traje de neopreno mejora el rendimiento más en nadadores ineficientes con baja flotabilidad, nadando a bajas velocidades. Tomikawa y col. (2008) estudiaron a 13 triatletas y observaron mejoras significativas en la eficiencia energética, frecuencia y longitud de ciclo y rendimiento usando traje de neopreno durante diferentes velocidades submáximas. Nuestro objetivo es analizar la eficiencia energética o economía de nado en triatletas comparando el nado con y sin traje de neopreno a diferentes velocidades aeróbicas constantes.

MÉTODO

La muestra fueron 2 triatletas de nivel elite nacional (edad 21 ± 0.3 ; altura $176,5\pm 0.2$ cm; peso $68,2\pm 0.7$ Kg; grasa $9,5\pm 0.3\%$) quienes accedieron voluntariamente a participar en dicho estudio. Estos deportistas entrenan entre 20 y 30h semanales.

Los test se realizaron en la piscina de la Universidad de Alicante (25 metros, temperatura del agua era de $26^{\circ}C$, la temperatura exterior de $19^{\circ}C$ y una humedad relativa de 69%). Se realizaron 3 test de 400m con neopreno (CN) a cada deportista con 7 minutos de descanso entre cada test. La intensidad de cada test fue constante y se incremento en cada uno (\downarrow Umbral aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbral aeróbico y anaeróbico). Dos semanas después, se realizaron las mismas valoraciones, sin el uso del neopreno (SN) y a las mismas intensidades (Ogueta-Alday y cols. 2014). Durante la realización de todas las pruebas, el intercambio de gases fue registrado continuamente con un analizador de gases (COSMED K4 b²) sujeto al nadador mediante un acople Aqua Trainer en una pértiga, que fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante. La muestra de lactato (Lactate Scout, fabricado por Senslab GmbH Leipzig, Alemania) después 1 minuto y 30 segundos de haber finalizado cada 400, además de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) en el mismo momento. Con la finalidad de asegurar la exactitud de los ritmos de nado, se utilizó el trasmisor de radio U Coach, que permitió hablar con el nadador de forma real y continua durante todas las pruebas.

Los ritmos de nado fueron determinados de forma individual mediante la realización de un test incremental de 7x200 metros cada 5 minutos para la determinación de las zonas de entrenamiento (Sweetenham & Atkinson, 2003). Además, se incrementó en 2" el ritmo de nado cada 100 metros, por el uso del analizador de gases que impide la realización del viraje e incrementa la resistencia de forma al avance.

El neopreno utilizado fue un Aquasphere Phantom Black / Green Man 2014/2015, construido con un material Super Yamamoto 39, SCS Coated, y de 5mm de grosor en tronco y extremidades inferiores y 1,5mm en los miembros superiores, siendo un traje estándar completo.

RESULTADOS

En la tabla 1 y 2 se muestran los resultados de VO_2 relativo, absoluto, cociente respiratorio, frecuencia cardiaca, lactato, frecuencia de ciclo y longitud de ciclo de ambos sujetos durante las diferentes velocidades de nado con y sin neopreno.

Tabla 1. VO_2 relativo (ml/Kg/min), absoluto (L/min) y cociente respiratorio (R) relación entre el volumen producido de CO_2 y el volumen consumido de oxígeno (VCO_2/VO_2), del sujeto A y B a diferentes velocidades de nado constantes (\downarrow Umbral aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbral aeróbico y anaeróbico) con y sin neopreno.

| | V (m/s) | VO_2 (ml/Kg/min) SUJ. A | VO_2 (ml/Kg/min) SUJ. B | VO_2 (L/min) SUJ. A | VO_2 (L/min) SUJ. B | R (VCO_2/VO_2) SUJ. A | R (VCO_2/VO_2) SUJ. B |
|----|---------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| CN | 1,26 | 41±5 | 44,8±6 | 2748,6±33 5 | 2982,9±402 | 0,90±0,08 | 0,81±0,08 |
| SN | | 48,8±5,1 | 50,1±5,4 | 3269,7±34 1 | 3332,1±362 | 0,89±0,08 | 0,96±0,1 |
| CN | 1,3 | 43,4±4,3 | 49±7,7 | 2910±293, 8 | 3262,6±510 | 0,92±0,07 | 0,82±0,07 |
| SN | | 48,3±6,4 | 51,8±6,6 | 3236,2±43 3 | 3449,5±444 | 0,92±0,09 | 0,94±0,12 |
| CN | 1,34 | 44,9±4,9 | 52,7±8,2 | 3012,1±33 3 | 3504±546 | 0,95±0,07 | 0,84±0,07 |
| SN | | 49,6±3 | 51±5,5 | 3323,5±20 1 | 3389,8±368 | 0,99±0,09 | 0,95±0,1 |

Tabla 2. Frecuencia cardiaca (FC) (lat/min), lactato (mmol/L), frecuencia de ciclo (Fc) (ciclos/min) y longitud de ciclo (Lc) (m/ciclos) del sujeto A y B a diferentes velocidades de nado constantes (\downarrow Umbral aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbral aeróbico y anaeróbico) con y sin neopreno.

| | V (m/s) | FC SUJ. A | FC SUJ. B | Lactato (mmol/L) SUJ. A | Lactato (mmol/L) SUJ. B | Fc (ciclos/m in) SUJ. A | Fc (ciclos/mi n) SUJ. B | Lc (m/ciclo) SUJ. A | Lc (m/ciclo) SUJ. B |
|----|---------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| CN | 1,26 | 147±6 | 129±5 | 3,1 | 3,8 | 36,3 | 37,3 | 2,69 | 2,28 |
| SN | | 165±8 | 150±9 | 7,7 | 7 | 41,4 | 39,4 | 2,14 | 2,02 |
| CN | 1,3 | 158±6 | 146±9 | 3,5 | 4,2 | 38,3 | 38,5 | 2,57 | 2,25 |
| SN | | 166±6 | 163±11 | 8 | 9,3 | 43,5 | 42,3 | 2,08 | 2 |
| CN | 1,34 | 166±9 | 161±10 | 4,5 | 4,3 | 40,8 | 39,9 | 2,52 | 2,24 |
| SN | | 175±5 | 167±9 | 8 | 8,5 | 44,06 | 43,3 | 2,07 | 1,94 |

Tabla 3. Valores porcentuales de ahorro energético de los diferentes parámetros fisiológicos evaluados (test con neopreno vs sin neopreno) del sujeto A y B a diferentes velocidades de nado constantes (\downarrow Umbral aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbral aeróbico y anaeróbico) con y sin neopreno.

| Sujeto A | \downarrow Umbral aeróbico | Umbral Aeróbico | Entre UA y UAN | % total de ahorro |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| VO ₂ (L/min) | 19,0% | 11,2% | 10,3% | 13,50% |
| VO ₂ (mL/kg/min) | 19,0% | 11,2% | 10,3% | 13,50% |
| R(VCO ₂ /VO ₂) | -1,3% | 0,5% | 3,6% | 0,94% |
| FC (L/m) | 11,9% | 5,1% | 5,2% | 7,42% |
| Lactato mmol/L | 148,4% | 128,6% | 77,8% | 118,25% |
| Sujeto B | \downarrow Umbral aeróbico | Umbral Aeróbico | Entre UA y UAN | % total de ahorro |
| VO ₂ (L/min) | 11,7% | 5,7% | -3,3% | 4,72% |
| VO ₂ (mL/kg/min) | 11,7% | 5,7% | -3,3% | 4,72% |
| R(VCO ₂ /VO ₂) | 18,5% | 14,7% | 13,4% | 15,54% |
| FC (L/m) | 16,5% | 11,0% | 3,9% | 10,46% |
| Lactato mmol/L | 84,2% | 121,4% | 97,7% | 101,10% |

En la tabla 3 encontramos los datos de mejora de los parámetros fisiológicos evaluados en cada triatleta a velocidades constantes.

En la figura 1, se representa la disminución que se produce en cada sujeto nadando a la misma velocidad usando el traje de neopreno a cuando no lo usa.

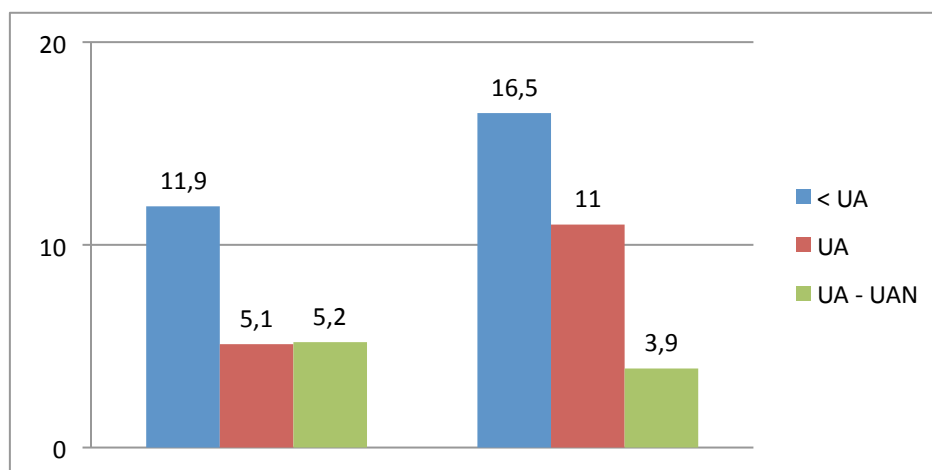


Figura 1. % de disminución de la frecuencia cardíaca nadando con neopreno frente a sin neopreno en el sujeto A y B, a diferentes velocidades de nado constantes (\downarrow Umbral aeróbico, Umbral Aeróbico y entre umbral aeróbico y anaeróbico).

DISCUSIÓN

Hemos observado que los triatletas presentaron mejoras en la economía de nado, en todos los test realizados con neopreno, a iguales ritmos y zonas fisiológicas. Los valores encontrados son similares a estudios previos (Toussaint y col. 1989; Chatard y cols. 1995; Tomikawa y col. 2008). Sin embargo resulta interesante destacar el

hecho que los valores de consumo de VO_2 (L/min), VO_2 (mL/kg/min), y FC (L/m), aumentan porcentualmente más con el traje de neopreno al cambiar de una intensidad de nado a otra, mientras que los valores de lactato y el $R_{(VCO_2/VO_2)}$ demuestran un porcentaje menor al usar el traje de neopreno.

Un ahorro energético en los valores medios de, VO_2 , Frecuencia cardiaca, cociente respiratorio y lactato, obtenidos al comparar los diferentes test, nos permite coincidir con algunas de las conclusiones de Tomikawa y cols (2008), quienes demostraron los efectos ventajosos al usar traje de neopreno, en test realizados a velocidades de nado estático de 60% y 80% de sus respectivos V_{O_2max} , siendo el coste energético con neopreno inferior en V(60%) en un 14,4% y 7,5% en el V(80%), mientras que no encontraron diferencias en los valores de lactato en sangre, RPE y longitud de brazada, al contrario que nosotros.

Sin embargo, esto discrepa en el estudio de Perrier y Monteil (2004) sobre el uso de neopreno en triatletas y sus parámetros técnicos, donde se observó un incremento significativo de la frecuencia de ciclo con el uso de un neopreno de alta gama, y un incremento ligero con un traje estándar. Por otra parte, De Lucas y col. (2000), indicaron que el uso de neopreno producía una disminución en la fuerza de arrastre, lo que puede justificar el aumento de la eficiencia técnica en nuestro estudio. En el estudio de Chatard y col. (1995) sobre el efecto del traje de neopreno, se concluye que el efecto del traje de neopreno mejora el rendimiento más en nadadores ineficientes con baja flotabilidad nadando a bajas velocidades, lo que difiere de nuestro estudio, ya que se realiza sobre triatletas élite y la mejora es significativa.

Una de las causas que puede producir la mejora de los parámetros técnicos mediante el uso del neopreno, es la que tratan Starling y col. (1995) en su estudio sobre las demandas de energía en la natación, donde demuestran que la reducción de dicha demanda viene producida por una reducción de la resistencia de fricción gracias al neopreno, lo que también explica la reducción de las RPE, frecuencia de ciclo y número de ciclo de nuestros deportistas. En línea con esto último, Toussaint y col. (1989) en su estudio sobre el efecto del traje de neopreno en triatlón, demostraron que además de una reducción de la fricción, produce una reducción de la resistencia frontal debido a un aumento de la flotabilidad, lo que puede causar la mejora técnica en nuestro estudio.

Igualmente, se ha demostrado que mediante el uso del neopreno, aumenta la flotabilidad y disminuye la resistencia al avance del agua, existiendo un detrimento de la técnica (Bentley y col. 2002.), que no compartimos, ya que los trajes actuales han conseguido grandes avances en cuanto a movilidad. También se observó que utilizando traje de neopreno se disminuye la fuerza de arrastre un 14 %, a una velocidad de 1,25 m/seg y un 12% a una velocidad de 1,5 m/seg, debido también al aumento de la flotabilidad que reduce la resistencia de forma (Toussaint y col. 1990). En cuanto a porcentajes, se ha comprobado que llegan a mejorar un 7% el rendimiento con el uso del neopreno y se han encontrado disminuciones en las concentraciones de lactato y aumentos en la longitud de brazada (Chatard y col. 1995), corroborando aún más los resultados de nuestro estudio.

CONCLUSIONES

Los principales hallazgos del presente estudio han sido: 1- Encontrar relaciones entre los parámetros fisiológicos (consumo de VO_2 (L/min), VO_2 (mL/kg/min), $R_{(VCO_2/VO_2)}$, lactato (mmol/L) y FC (L/m)), con y sin el uso de neopreno. 2- Comprobar la mejora en la economía de nado, debido a un menor coste energético, por el uso de neopreno. Aunque consideramos que la muestra es pequeña y carece de un resultado estadísticamente significativo podemos afirmar que el uso de traje de neopreno en el

presente estudio mejora la economía en triatletas de élite nacional a una velocidad similar de natación. Futuros trabajos deberían aplicarse en un mayor número de triatletas, con el objetivo de aceptar/rechazar parte de los resultados y conclusiones comentadas.

REFERENCIAS

- Bentley DJ, Millet GP, Vleck VE, Mcnaughton LR. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports medicine*. 32(6):345-59
- Chatard JC, Xénégas X, Selles M, Dréano P, Geysant, A. (1995). Wet suit effect: a comparison between competitive swimmers and triathletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 27 (4): 580-586.
- Coyle E. F. (2005). Improved muscular efficiency displayed as Tour de France championship matures. *Journal Applied Physiology*. 98:2191 – 2196.
- De Lucas RD, Balikian P, Neiva CM, Greco CC, Denadai BS. (2000). The Effects of wet Suits on Physiological and Biomechanical Indices During Swimming. *Journal Science of medicine sport*. 3(1): 1-8.
- Esteve, L.J. (2007). Periodización y Control del Entrenamiento en Corredores de Fondo. Tesis doctoral, *Universidad Europea de Madrid*, Madrid.
- Fernandes RJ, Keskinen KL, Colaço P, Querido AJ, Machado LJ, Morais PA, Novais DG, Marinho DA, Vilas Boas JP. (2008). Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *International Journal Sports Medicine*. 29: 145–150.
- Fernandes RJ, De Jesus K, Baldari C, Sousa AC, Vilas Boas JP, Guidetti L. (2012). Different VO₂max Time-Averaging intervals in Swimming. *International Journal of Sports Medicine*. 33:1010-1015.
- Ogueta-Alday A, Rodríguez-Marroyo JA, García-López J. (2014). Rearfoot Striking Runners Are More Economical Than Midfoot Strikers. *Medicine Science Sports Exercise*. 46, 3:580–585.
- Perrier D, Monteil K. (2004). Triathlon Wet Suit and Technical parameters at the Start and End of a 1500-m Swim. *Human Kinetics Publishers*. 20:3-13.
- Sousa A, Figueiredo P, Keskinen KL, Rodríguez FA, Machado L, Vilas-Boas P, Fernandes RP. (2011). VO₂ Off Transient Kinetics in Extreme Intensity Swimming. *International Journal of Sports Medicine*; 10: 546-552.
- Starling RD, Costill DL, Trappe TA, Jozsi AC, Trappe SW, Goodpaster BH. Effect of swimming suit design on the energy demands of swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 27, 1086-1089.
- Sweetenham B, Atkinson J. (2003). Championship swim training. Champaign: Human Kinetics.
- Tomikawa M, Shimoyama Y, Nomura T. (2008) Factors related to the advantageous effects of using a wetsuit during swimming at different submaximal velocity in triathletes. *Journal of Science and medicine in sport*. 11(4):417-423.
- Toussaint HM, Bruinink L, Coste R, De Looze M, Van Rossem B, Van Veenen R, De Groot G. (1989). Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 21(3): 325-8.
- Vilas-Boas JP, Fernandes R, Barbosa T, Keskinen KL. (2007). Swimming bioenergetics: integrating biomechanical and physiological data into a coherent biophysical model for performance and training. *Swimming Science I*: 7-18.

VARIABILIDAD EN EL RITMO DE NADO UTILIZANDO TRES SISTEMAS DIFERENTES DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

Roberto Cejuela¹, Alejandro Javaloyes¹, Hector Ferrer¹, Sergio Selles¹, Cesare Altavilla¹.

¹Área Educación Física y Deportiva. Universidad de Alicante. España

RESUMEN

El ritmo de nado en natación es un parámetro muy importante a utilizar en el control de entrenamiento y para tener un mejor rendimiento en competición. El control del mismo por parte del entrenador y la transmisión de esa información al nadador una tarea compleja debido a las complicaciones que presenta el medio acuático. El objetivo de este estudio es comparar tres situaciones diferentes de dar información al nadador y observar cual es la más efectiva. Estas situaciones son: "Sin información al nadador", "Con información visual" y "Con información sonora". La muestra que formó parte del estudio fue de dieciocho (18) nadadores o triatletas de nivel nacional de sexo masculino (Edad $19,11 \pm 1,83$; Altura $175,83 \pm 4,55$; Peso $69,04 \pm 6,68$). Se dividieron en 2 grupos, uno expertos y otros inexpertos. Realizaron tres test de 400 metros a ritmo medio (Zona entre los umbrales aeróbico y anaeróbico) con una semana de diferencia entre test. No encontramos diferencias significativas entre las tres situaciones entre grupos e informaciones. Existen diferencias significativas en inexpertos entre información visual y sonora. La situación en la que se apreció menos diferencia fue "Con información visual". Existen diferencias temporales entre los tres test, importantes a nivel de entrenamiento en natación. El nivel de experiencia es importante para poder mantener un ritmo constante de nado. La transmisión de información tiene un efecto positivo en el mantenimiento del ritmo de nado, con mayor importancia en nadadores inexpertos. Palabras clave: Ritmo; natación; información; visual; sonora; control

INTRODUCCIÓN

El ritmo de nado en natación es un parámetro muy importante a utilizar en el control de entrenamiento y para tener un mejor rendimiento en competición. Podemos definir el ritmo de nado como la velocidad a la que un determinado nadador realiza una distancia (Pérez y col. 2009; Hagemá y col. 2012).

Conocer la velocidad de nado que nuestro deportista desarrolla en cada una de las zonas fisiológicas es indispensable para poder planificar y realizar correctamente las tareas dentro de una sesión de entrenamiento. Uno de los más importantes detalles a tener en cuenta es el mantenimiento de esa velocidad de nado para que la tarea sea lo más eficaz posible. Además, ser capaz de reproducir un ritmo constante en diferentes situaciones e intensidades es una cualidad de nadadores con experiencia y competitivos. (Skorski y col. 2013).

Existen varios estudios que han investigado como afecta la información al ritmo de nado como, por ejemplo, el estudio de Pérez y col. (2009) sugieren que el control del ritmo de nado es afectado por el tipo de feedback: sin información, con información del entrenador de forma visual o con información de un cronómetro colocado en el fondo de la piscina en el cual el nadador podía controlar su paso y ritmo de nado.

Turner, y col. (2008) utilizó un dispositivo denominado “Aquapacer” para dar información sonora a los nadadores sobre la intensidad del ejercicio, ritmo, etc. Y observó mejoras significativas en velocidad pico y concentración de lactato cuando se usaba el aparato.

Hagem y col. (2012) implantaron un sistema de luces LED (para dar feedback visual al nadador) en las mismas gafas, que daba información en tiempo real al nadador del parcial (ritmo) y otros parámetros como la frecuencia de brazada y longitud de la misma entre otros. Demostraron que este dispositivo mejoraba el control del ritmo de nado y la eficacia del mismo en cualquier nadador y en los cuatro estilos de la natación.

Nuestro objetivo es la comparación de tres tipos diferentes de formas de dar información a dos grupos de nadadores, uno experto y otro inexperto: sin ningún tipo de información, con información visual por parte del entrenador y con información sonora, a través de un nuevo dispositivo que permite la emisión de información al nadador.

MÉTODO

Se seleccionaron dos grupos de nadadores. Uno expertos (EXP) que fueron nueve (9) nadadores o triatletas de nivel nacional de sexo masculino (Edad $19,11 \pm 1,83$ años; Altura $175,83 \pm 4,55$ cm; Peso $69,04 \pm 6,68$ kg), todos ellos tenían más de 6 años de experiencia deportiva, se entrenaban con regularidad y realizaban competiciones de forma regular a nivel nacional, como criterio de inclusión en la muestra los nadadores deberían haber participado en finales autonómicas el año 2013 y los triatletas en Campeonato de España Elite. Todos eran fondistas pero no especialistas en la misma prueba ni distancia. Y otro, inexpertos (INEXP) que fueron ocho (8) nadadores de sexo masculino, con una experiencia promedio de entrenamiento de $2 \pm 0,6$ años (edad $20 \pm 2,45$ años; Altura de $1,77 \pm 5,28$ cm; Peso $71,5 \pm 5,26$ kg).

Se desestimaron nadadores con problemas en los oídos. Todos ellos firmando un impreso de consentimiento, donde eran informados de manera general del estudio y de las pruebas a las que iban a ser sometidos.

Se realizaron 3 test de 400 a una intensidad del 80% de su Velocidad crítica individual, que se puede definir como la mayor velocidad de nado sostenible en el tiempo (Ginn, 1993; Touretski, 1993). Decidimos utilizar esta intensidad de nado porque a una intensidad más elevada, cercana a la máxima, es más fácil controlar un ritmo constante en nadadores con experiencia, en cambio, en intensidades inferiores, puede haber más variaciones entre los parciales y una complicación mayor de control del ritmo. Además esta intensidad no supone una fatiga elevada.

La información (Información visual y sonora) se la proporcionaba cada 100m, una vez completado el parcial, entre los 5 y 7 metros del siguiente parcial. Para la situación con información sonora se le informaba a través del U-COACH. Se le informaba de cuantos segundos por encima o por debajo del parcial establecido había hecho ese parcial. Para la información visual, el nadador debía mirar al “cronometrador” a la salida del viraje de cada nuevo parcial de 100m, y este le informaba mediante señas si iba en el tiempo correcto o si iba por encima del tiempo parcial o por debajo y sus correspondientes señales. Este código, era ya conocido por el deportista, puesto que antes de iniciar la prueba se le indicaba el significado de cada seña.

Realizamos cada toma de datos con una semana de separación, comenzando por la toma sin información, la segunda fue con información visual y la tercera y última con información sonora. Se realizó el test de Ginn (1993), para determinar la velocidad crítica de cada nadador.

Para llevar a cabo el análisis estadístico, se utilizaron el software estadístico SPSS versión 15.0 para Windows, realizamos un test T (t de Student) para la comparación de medias con datos apareados. Además, para la realización de otros cálculos como promedios y desviación estándar utilizamos la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010.

RESULTADOS

Mediante el análisis de los resultados obtenidos de la comparación estadística de las tres situaciones de nado y grupos, no hemos encontrado diferencias significativas entre ellas. Solo en nadadores inexpertos existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la situación de información visual y auditiva en el tercer tiempo parcial del test.

Si que existen diferencias temporales en todos los resultados.

En nadadores expertos, encontramos una diferencia del 0,5% respecto del tiempo teórico a realizar (TT RITMO) en la situación "Sin información" (TTSI), un 0,1% en la situación "Con información visual" (TTINFVIS) y un 0,8% en la situación "Con información sonora" (TTUCOACH) (Figura 1).

En nadadores inexpertos, la variación en cada una de las tres situaciones sin información (SIN), con información visual (INFVISUAL) y con información auditiva (UCOACH) con respecto al tiempo teórico objetivo total fue de 4,04 % para la situación de SIN, un 3,4 % en la situación INFVISUAL, mientras que en la situación UCOACH resultó un 1,73 % (figura 2). Para realizar estas variaciones se tomaron los datos en valor absoluto.

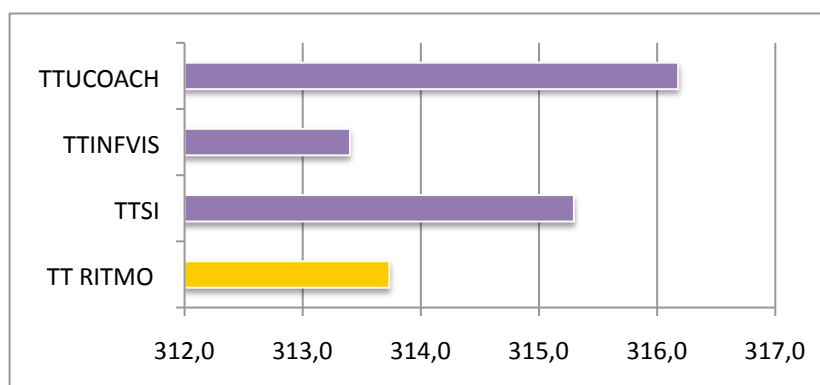


Figura 1. Comparación del tiempo promedio realizado en cada una de las situaciones respecto del tiempo teórico a realizar (TT RITMO) en nadadores expertos. Eje X: Tiempo realizado en segundos (s); Eje Y: Situación de feedback.

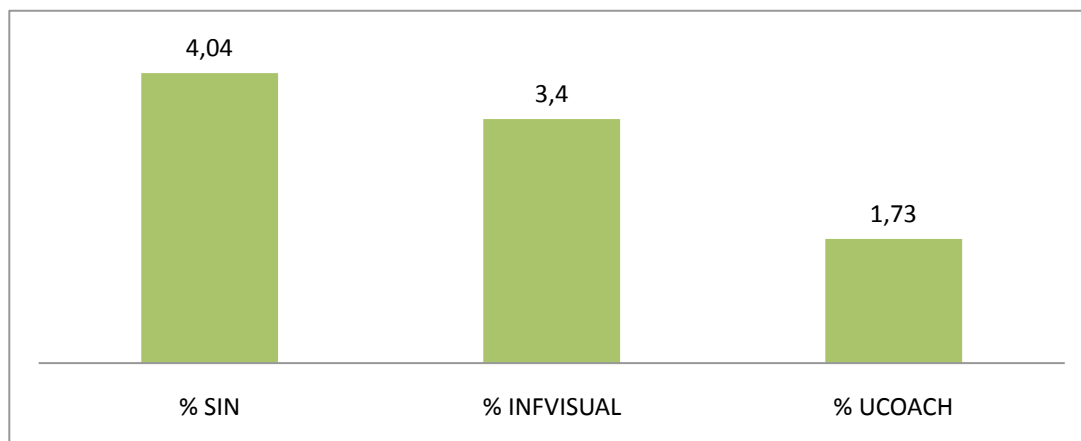


Figura 2. Variación expresada en porcentaje del tiempo en cada una de las tres situaciones (SIN, INFVISUAL y UCOACH) con respecto al tiempo objetivo total en nadadores inexpertos.

En la figura 3 podemos observar el promedio de la variación de cada parcial (P1, P2, P3, P4) en las diferentes situaciones en los nadadores expertos, respecto del parcial correcto (PCRITMO) para que se cumpla el tiempo establecido al que debería de ir el nadador. Se puede observar las notables diferencias, sobre todo en el primer parcial (P1) y en el último (P4).

En nadadores inexpertos, los resultados de los parciales fueron los siguientes: para el primer parcial (P1) 7.64 %, para el segundo parcial (P2) 2.81 %, el tercero (P3) 2.3 %, y el cuarto (P4) 2.35 %.

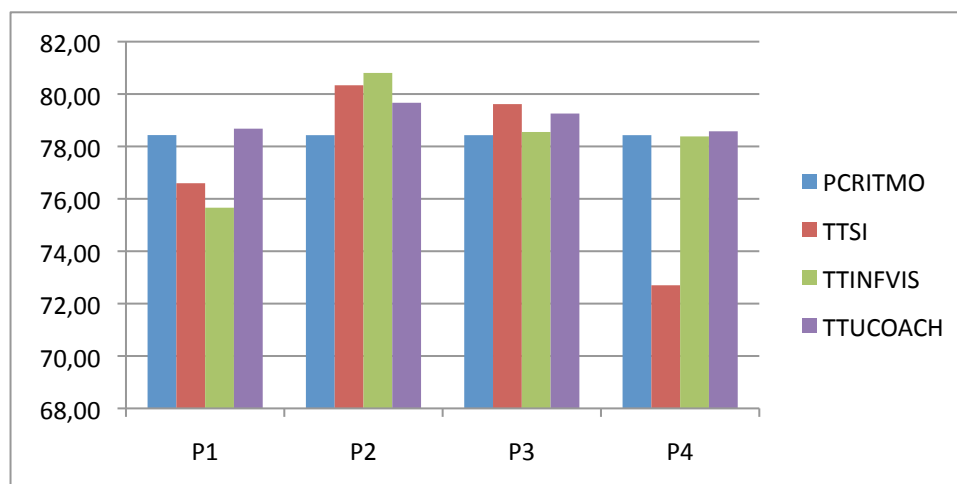


Figura 3. Variación de cada parcial (P1, P2, P3, P4) en las diferentes situaciones, respecto del parcial correcto (PCRITMO) en nadadores expertos.

DISCUSIÓN

Pese a no existir diferencias significativas entre grupos ni situaciones, nuestros resultados presentan un interesante análisis puesto que presentan notables diferencias temporales importantes para su aplicación en el entrenamiento deportivo en natación. Recordamos que en las situaciones en las que dábamos información sobre su ritmo de nado, esta se les proporcionaba en la salida del viraje una vez hubieran completado ese parcial de 100m. De los tiempos de paso en cada parcial podemos deducir que el paso del primer parcial (P1) es casi siempre más rápido que el tiempo a realizar en el parcial (PCRITMO). Puede ser debido a que el primer parcial se hace sin una información subjetiva previa de la velocidad que el nadador manifiesta.

Tras conocer esta información, el nadador experto ajusta esa velocidad para asemejarla a PCRITMO. Esto ocurre en los casos en los que se da información, en la situación sin información (TTSI) las diferencias son mayores, sobre todo en el último parcial (P4) situándose en un promedio más rápido.

Diversos estudios han tratado de revelar la influencia del ritmo para mejorar el rendimiento deportivo. Phillips y Jin (2013) diseñaron una aplicación donde se pretendía adaptar el ritmo de zancada al ritmo cardiovascular, dándoles resultados positivos de mejoras de tiempo - . Diez de doce sujetos mejoraron su tiempo utilizando estimulación adaptativa, con el sistema UCOACH 5 de 8 nadadores inexpertos realizaron su mejor registro de control del ritmo de nado con este sistema, existiendo diferencia significativa en el P3 con la situación de información visual. Además algunos de los sujetos informaron de una mayor facilidad a la hora de sostener un ritmo estable con la aplicación.

En nadadores expertos la información visual tiene más relación con la aproximación al ritmo de nado objetivo, puede ser debido a que esta se utiliza de manera habitual por sus entrenadores para dar la información durante los entrenamientos.

La relación que establece el sistema óptico con la retroalimentación al deportista en natación fue estudiada por Hagem y cols (2012) y Pérez y col. (2009) resultando diferencias en la información proporcionada por el entrenador y el sistema a ninguna información, al igual que en nuestro estudio aunque nuestros resultados resaltan una menor variabilidad con el sistema UCOACH. Nuestros resultados muestran que el ritmo de nado se ve influenciado por el tipo de información proporcionada, esta información sirve para controlar su ritmo de nado y poder así dirigir de mejor forma su entrenamiento.

CONCLUSIONES

Proporcionar un feedback a nadadores inexpertos sobre su ritmo de nado ayuda a que éstos controlen su ritmo, ya que resulta difícil mantener un ritmo constante.

En nadadores inexpertos existe una diferencia principalmente en la situación sin información con respecto a la situación de información visual y auditiva, siendo esta última la que mejor porcentaje de variación obtiene. Puede ser que un aumento de sujetos puede proporcionar unos resultados más significativos.

En nadadores expertos la información visual tiene más relación con la aproximación al ritmo de nado objetivo.

La información auditiva puede ser un sistema de entrenamiento muy válido para nadadores inexpertos, todos los sujetos mostraron su motivación al realizar estas pruebas con este sistema, por lo que el factor motivación a la hora de entrenar, y alejarse un poco de la monotonía y rutina de sus entrenamientos, debe estar presente.

REFERENCIAS

- Fainna y cols (1988). Validity of a test for anaerobic threshold assessment in swimming. Proc. Olympic Scientific Congress: 46
- Ginn, E. (1993). Critical Speed and Training Intensities for Swimming. National Sports Research Centre.
- Hagem RM, Thiel DV, O'Keefe SG, Dahm N, Stamm A. (2012). *Smart Optical Wireless Sensor for Real Time Swimmers Feedback*.

- Kjendlie, P.L. and Stallman, R.K. (2006). The validity of a non-paced lactate profile test for swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences Vol 6, Suppl 2, Porto*, pp. 140-142.
- Pérez P, Llana S, Brizuela G y Encarnación A. *Effects of three feedback conditions on aerobic swim speed*. *Journal of Sports Science and Medicine* (2009) 8, 30-36.
- Skorski S, Faude O, Cavaiezel, S, Meyer T. (2014). Reproducibility of pacing profiles in elite swimmers. *International journal of sports physiology and performance*. 9, 217-225.
- Thompson KG, McLaren DPM, Lees A, Atkinson G. (2004). The effects of changing pace on metabolism and stroke characteristics during high-speed breaststroke swimming. *Journal of sports sciences*, 22(2), 149-157.
- Touretski, G (1993). Footprints to success. *ASCA newsletter*. 10(6): 5-14
- Turner, A ET AL (2008). Use of an Audio-Paced Incremental Swimming Test in Young National-Level Swimmers. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(1).
- Wakayoshi y cols. (1992a). A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *Int.J.Sports Med*. 13(5): 367-371

VELOCIDAD DE LA PATADA SUBACUÁTICA CON DIFERENTES TIPOS DE ALETAS

Abraldes, J. A.^{1,2}, Borgonovo-Santos, M.^{2,3}, Fernandes, R. J.^{2,3}

¹ Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia, Murcia, Spain.

² Centro de investigación, Educación, Innovación e Intervención en Deporte. Faculdade do Desporto. Universidade do Porto, Porto, Portugal.

³ Laboratorio de Biomecánica do Porto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el nado subacuático con diferentes tipos de aletas y patadas. Siendo un estudio de caso, se evaluó una deportista internacional de salvamento, con dominio y técnica del nado con aletas. Se realizó un test de 25 m subacuáticos con tres tipos de aletas diferentes. Se desarrolló la misma prueba ejecutando la propulsión con patada de crol y de mariposa para cada tipo de aleta. El test se realizó a la máxima velocidad, con miembros superiores inmóviles y en posición hidrodinámica. Se registró la velocidad cada 0.02s a través de un velocímetro. Se analizaron las variables de estudio referidas a los primeros 10s de la prueba. Para comparar la variable aletas se realizó una ANOVA para medidas repetidas. La variable patada se analizó con el Test t-Student para muestras relacionadas. Los resultados nos demostraron una mayor velocidad para las aletas de mayor dureza en el crol ($2.098 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ & $2.199 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ & $2.371 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y también en la patada de mariposa ($1.959 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ & $2.197 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ & $2.316 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La comparación entre la patada utilizada, para una misma situación, parece indicar un mejor comportamiento para el crol. La aleta más eficaz resultó ser la aleta más dura (Tipo 3), bajo la técnica de crol ($2.371 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Palabras clave: rendimiento, performance, natación, aletas.

INTRODUCCIÓN

La utilización de las aletas en las actividades acuáticas cada vez es más habitual, siendo muchos los deportes que las utilizan como implemento de nado. Es indudable que la utilización de aletas aumenta la velocidad, propiciando un desplazamiento más rápido (Abraldes et al., 2007 y 2009; Abraldes y Ferragut, 2010; Rejman et al., 2003), además de aportar un menor gasto energético (Rejman, 1999; Toussaint et al., 2002; Zamparo et al., 2006).

Se han encontrado diferentes estudios sobre las aletas, dividiéndose en monoaletas y aletas individuales o sencillas. Estudios entre diferentes tipos de aletas sencillas, analizan su comportamiento en relación a la velocidad en pruebas de nado (Abraldes y Ferragut, 2010) y de remolque (Abraldes et al., 2007, 2009 y 2014; Paredes et al., 1996; Villar et al., 2003), otros estudian la economía y eficiencia (Zamparo et al., 2002 y 2006). En términos generales, los datos existentes sobre la energía que las aletas grandes y rígidas exigen, mejoran el empuje máximo por patada, mientras que las aletas flexibles y más pequeñas mejoran la economía de la natación en velocidades "de crucero" submáximas (Pendergast et al., 1996 y 2003).

Existe una relación directa entre la longitud de la pala y la velocidad de propulsión y por el contrario, se observa una relación indirecta entre la longitud de pala y el gasto

energético del deportista (Pelizzari y Tovaglieri, 2005; Zamparo et al., 2006). En relación a la dureza de la aleta, se encuentran los mismos argumentos que para la longitud, a mayor dureza, mayor velocidad y mayor gasto energético (Zamparo et al., 2006). Otro aspecto a tener en cuenta es la superficie de la pala, cuyos datos coinciden con lo hallado para la longitud y la dureza (Rejman, 1999; Rejman et al., 2003). También sabemos que un mayor número de patadas propulsivas propiciará una velocidad más constante, repercutiendo negativamente en el consume energético y en la fatiga muscular (Rejman et al, 2014).

El nado con aletas tiene una especial relevancia en las pruebas de salvamento acuático deportivo, donde se realizan trayectos subacuáticos, de nado y de remolque. El reglamento no limita el tipo de patada utilizada con las aletas y, los diferentes estudios que analizan el nado y el remolque, valoran la velocidad con patada de crol. Abraldes et al, (2014) demuestran la existencia de diferentes velocidades para una misma prueba de remolque utilizando diferentes tipos de patada, en este caso sin aletas. Suponemos que este tipo de situación también se produce con la intervención con aletas. Por ello, nos vemos en la necesidad de analizar el comportamiento de las aletas y nos proponemos dos objetivos: 1) analizar la velocidad de nado subacuático con diferentes tipos de aletas y 2) determinar el tipo de patada más eficaz en relación a la velocidad con aletas.

MÉTODO

Muestra

La muestra del estudio fue de una mujer de 18 años de edad, con un peso de 63kg, 169.5cm de altura y un IMC de 21.9 kg/m². El sujeto forma parte de la Selección Española de Salvamento y Socorrismo, y es especialista en pruebas con aletas.

Protocolo

El estudio se llevó a cabo en una piscina cerrada de 25m de longitud, con una profundidad de 190cm en todo su vaso. La piscina presentaba un poyete en el lateral de cada calle con una asidera a 45cm de altura del agua. La temperatura del agua en el momento del estudio era de 27.5°C. La prueba consistía en realizar 25m subacuáticos utilizando únicamente la propulsión de los miembros inferiores. La velocidad instantánea de nado se registró a través de un velocímetro (ver instrumental). El sujeto permanecía dentro del agua, agarrado a la asidera del poyete y, a la voz de ya, se soltaba y comenzaba el trayecto subacuático hasta tocar la pared a los 25m de distancia. El sujeto se impulsaba en la pared para iniciar la prueba, y los miembros superiores se colocaban estirados e inmóviles a continuación del cuerpo, durante el trayecto subacuático, adoptando una posición hidrodinámica. Fueron realizadas dos repeticiones a la máxima velocidad con tres tipos diferentes de aletas (ver instrumental). Entre cada test se realizó un descanso de 10 min para garantizar una recuperación total del esfuerzo. Se realizó una aleatorización de los test (random) para disipar la fatiga entre las diferentes pruebas.

Instrumental

El material utilizado para el estudio fue el siguiente:

Aletas Tipo 1 (Fig. 1, panel a), de goma de la marca CRESSI-SUB, con una longitud máxima de 59cm y una anchura de 20cm. Su peso es de 0.480Kg. Su rigidez viene dada por dos nervios que determinan una oblicuidad inicial y, posteriormente, adoptan una forma paralela. El cajetín para el pie es cerrado, con un orificio para los dedos de los pies, con un área de 1180cm².

Aletas Tipo 2 (Fig. 1, panel b), de fibra de la marca SPECIAL FILMS. Modelo Sebak Saber 140 Hard M. Con una longitud máxima de 65cm y una anchura de 30cm. Su peso es de 0.560kg. Su rigidez viene dada por dos nervios que fijan el cajetín a la

pala y un pequeño nervio lateral que refuerza el borde de la aleta. La estructura de la pala es rectangular. El cajetín para el pie es abierto con forma de cinta, con un área de 1950cm^2 .

Aletas Tipo 3 (Fig. 1, panel c), de fibra de la marca SPEED FINS. Con una longitud máxima de 65cm y una anchura de 25cm. Su peso es de 0.740kg. Su rigidez viene dada por la fibra de la pala recubierta por una hoja de neopreno en su parte proximal dándole dureza en posición hidrodinámica. El cajetín está elevado sobre la pala y unido a ella a través del recubrimiento de neopreno. Presenta dos nervios laterales que fijan el cajetín a la pala y un pequeño nervio lateral que refuerza el borde de la aleta. La estructura de la pala es rectangular. El cajetín para el pie es abierto, sujeto por una cinta elástica, con un área de 1625cm^2 .

Velocímetro (Fig. 1, panel d). Swim Sensor (Lima, 2006) que registra la velocidad instantánea a través de un cable, obteniendo 500 puntos de resolución por revolución. El velocímetro se enganchaba a la cintura del sujeto a través de una pinza y un cinturón. El Swim Sensor registra la velocidad instantánea a medida que el hilo sale, contando el número de vueltas que dan los rodillos internos y descifrando la velocidad actual del nadador.

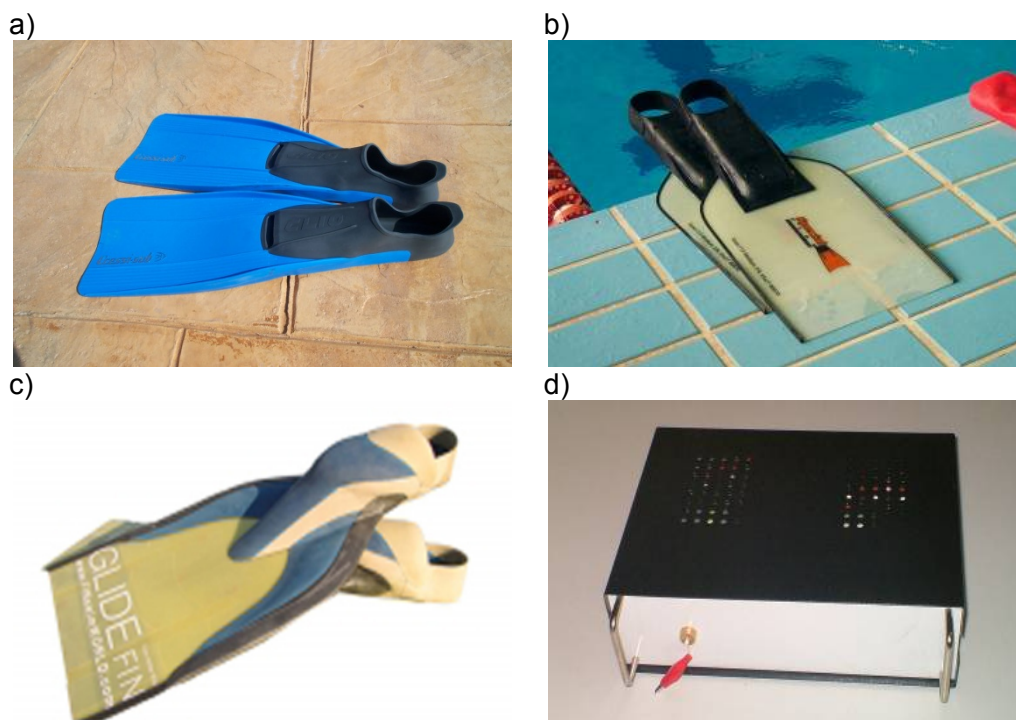


Figura 1. Instrumental utilizado para el estudio. Aletas de plástico (Tipo 1, panel a), Aletas fibra (Tipo 2, panel b), Aletas fibra (Tipo 3, panel c) y Velocímetro (panel d).

Estadística

Los datos de velocidad fueron registrados por el Swim Sensor y exportados en formato texto para depurarlos en una base de datos de *Microsoft Excel 2013* y posteriormente realizar el análisis estadístico con el software *Statistica 12* (StatSoft, inc).

De entre las dos tentativas realizadas para cada aleta y tipo de patada, se seleccionó la de menor tiempo. Para homogeneizar el tiempo de la prueba en las distintas condiciones, se seleccionaron los primeros 10s de la prueba. En la situación de menor velocidad esto representó el 75% de la distancia de la piscina de 25m, lo facilita la comparación entre todos los factores sin sufrir el efecto de la media

alterada por el tiempo total de la prueba. Para comparar la variable aletas se realizó una ANOVA para medidas repetidas. La variable patada fue analizada con el Test t-Student para muestras relacionadas. Los demás resultados fueron presentados por medio de la estadística descriptiva (media, desviación típica, pico de velocidad) respectando los 10s. La significación estadística quedó fijada en el 95%.

RESULTADOS

Los resultados nos muestran que existen diferencias ($p < 0.001$) entre las velocidades medias de los test realizados con patada crol ($2.222 \pm 0.628 \text{ m.s}^{-1}$) y mariposa ($2.157 \pm 0.613 \text{ m.s}^{-1}$). Los resultados se muestran en la Tabla 1, y demuestran que para los dos tipos de patada evaluadas la aleta tipo 3 ha tenido mejor rendimiento, tanto en velocidades de pico y velocidades medias.

Tabla 1. Datos de velocidad máxima y media en función del tipo de patada y aleta utilizada. Diferencias estadísticas encontradas ($p < 0.001$): a) Con respecto al tipo 1, b) con respecto al tipo 2, c) con respecto al tipo 3, *) Entre el mismo tipo de aletas, y **) Entre el mismo tipo de aletas ($p < 0.05$).

| Patada | Aleta | Pico de Velocidad | Velocidad Media | Desviación Típica |
|----------|--------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Crol | Tipo 1 | 3.233 m.s^{-1} | 2.098 m.s^{-1} **b,c | 0.629 |
| | Tipo 2 | 3.383 m.s^{-1} | 2.199 m.s^{-1} a,c | 0.620 |
| | Tipo 3 | 3.566 m.s^{-1} | 2.371 m.s^{-1} **a,b | 0.636 |
| Mariposa | Tipo 1 | 2.950 m.s^{-1} | 1.959 m.s^{-1} **b,c | 0.572 |
| | Tipo 2 | 3.133 m.s^{-1} | 2.197 m.s^{-1} a,c | 0.618 |
| | Tipo 3 | 3.466 m.s^{-1} | 2.316 m.s^{-1} **a,b | 0.650 |

En los siguientes gráficos (1 y 2) podemos ver la representación de la curva de velocidades respectiva para cada tipo de aleta y patada, así como sus líneas de tendencia (polinomios de 4ª orden).

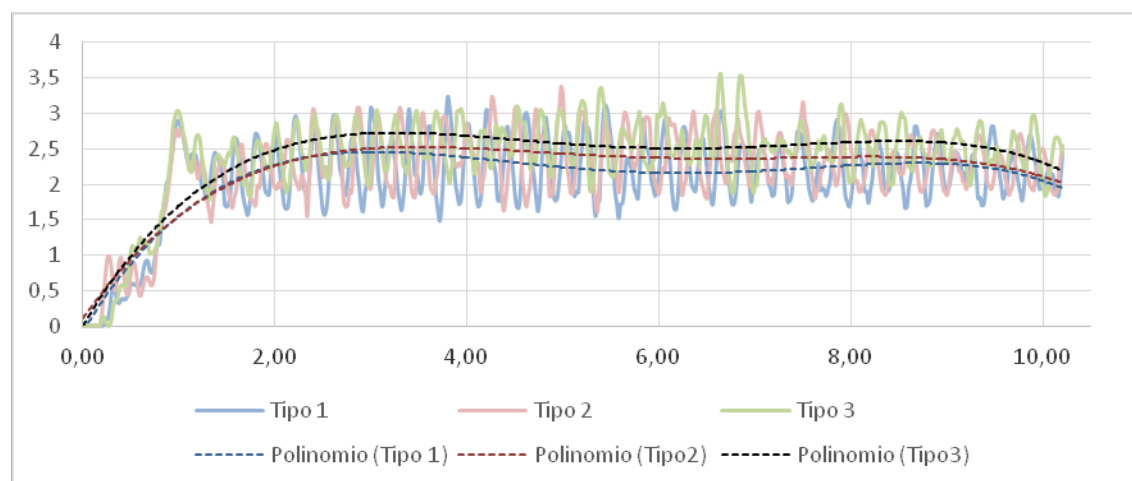


Gráfico 1. Curva de velocidad instantánea de los diferentes tipos de aleta con patada de crol y respectiva línea de tendencia.

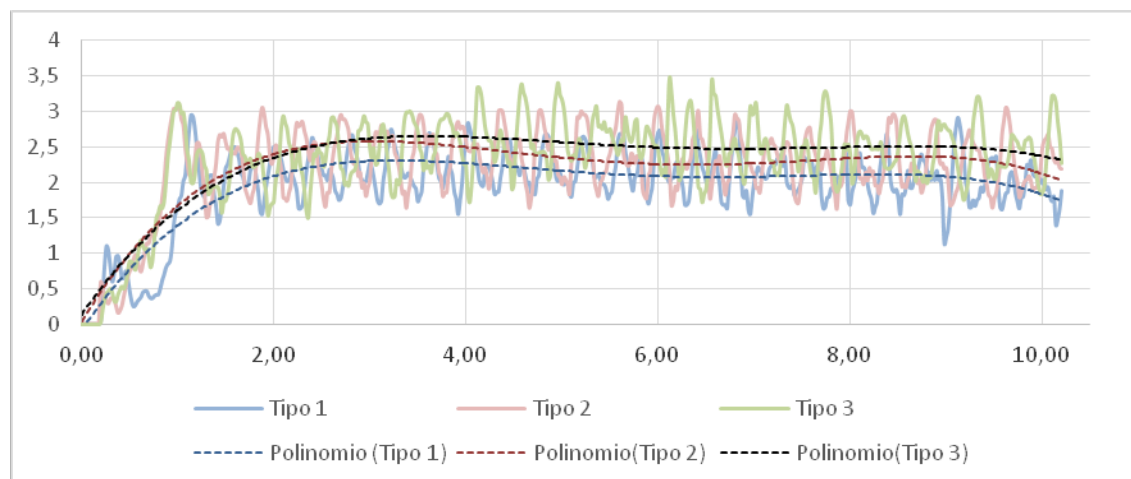


Gráfico 2. Curva de velocidad instantánea de los diferentes tipos de aleta con patada de mariposa y respectiva línea de tendencia.

Cuando comparamos la misma aleta analizando los dos tipos de patada diferentes, se observaron diferencias para la aleta Tipo 1 ($p < 0.001$) y de Tipo 3 ($p = 0.005$). Las medias de la tabla 1 confirman que el crol fue más rápido que la mariposa, inclusive para la aleta de tipo 2 que no ha tenido diferencias significativas ($p = 0.934$).

DISCUSIÓN

En relación a la patada de crol, los datos obtenidos nos muestran como las aletas tipo 3 son las que consiguen un mayor pico de velocidad y una velocidad media más alta que los otros modelos. La mayor dureza de la aleta parece influir positivamente en una mayor velocidad. Zamparo et al. (2002 y 2006) ya apuntaban este aspecto así como un mayor gasto energético para las aletas de mayor dureza. Estos mismos resultados, entre aletas tipo 2 y tipo 1, también fueron hallados en diferentes tipos de trayecto, en favor de las aletas de mayor dureza (Abralde y Ferragut, 2010 y Abralde et al., 2007 y 2009). Lo que nos reafirma en una mayor velocidad a favor de las aletas de mayor dureza.

El aprendizaje del estilo crol es más natural que el estilo mariposa, por lo que el mayor gasto energético en el nado está condicionado a la ejecución técnica (Arellano, 2010, Chollet, 2003). La ejecución técnica del movimiento de mariposa es más difícil de realizar (Rejman, 1999) que para el estilo crol (Rejman, et al., 2003; Toussaint et al, 2002). Para minimizar este efecto, el contar con una muestra especialista en aletas, hace que los datos se centren en la propulsión de la patada de nado. Así, el análisis de la velocidad con patada de mariposa nos muestra los mismos resultados que para la ejecución estilo crol. Una mayor velocidad para las aletas tipo 3, así como un mejor comportamiento (velocidad media), para las aletas de mayor dureza, frente a las otras de menor dureza.

El área de la pala de la aleta puede condicionar la velocidad de nado (Zamparo et al., 2002 y 2006), e influir en el gasto energético de forma proporcional. Sin embargo, en este estudio, las áreas de las aletas tipo 2 y 3 apenas se diferencian por 325cm^2 , siendo mayor la aleta Tipo 2. Nuestros resultados, que analizan aletas muy similares en cuanto al área de la pala, refuerzan la idea de que la dureza de la aleta es un elemento determinante para conseguir una mayor velocidad. Situación principalmente en test de corta duración, pues a mayor dureza se consume más energía y la fatiga se manifestará antes.

Observando los gráficos (1 y 2), se destacan tres grandes zonas, la primera de ellas consistente en la aceleración (los dos primeros segundos), después una meseta o

mantenimiento de la velocidad (los seis siguientes) y finalmente (a partir del octavo) la pérdida de velocidad o fatiga. Así mismo, también encontramos una mayor frecuencia de patada para el nado estilo crol frente al nado mariposa. Este aspecto puede condicionar un mayor consumo de gasto energético o una aparición más rápida de la fatiga. Sin embargo, los datos medios de velocidad para la misma aleta, nos indican medias más altas en el crol para todo tipo de aletas.

La comparación de las diferentes patadas utilizadas para una misma aleta nos indica una mejor velocidad media, en estilo crol, para las aletas tipo1 y tipo 3. Datos que nos demuestran una mayor velocidad en patada de crol frente a la mariposa. Estudios de nado con monoaleta indican altas velocidades (Rejman et al., 2006 y 2014) que posiblemente mejoren la eficacia técnica al utilizar una sola aleta frente a la combinación de dos aletas sencillas en un movimiento ondulatorio simétrico. El mayor gasto energético (Arellano, 2010; Zamparo et al., 2006) y el mayor dominio técnico (Pendergast et al, 2003; Rejman, 1999) que exige el estilo mariposa quizás supongan, para nuestra muestra, un menor rendimiento frente a una mejor adecuación técnica del estilo crol.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones a las que hemos llegado en este estudio son: 1) Una mayor velocidad para las aletas de mayor dureza independientemente del tipo de patada utilizada, 2) Un mejor comportamiento para el estilo crol independientemente de la aleta utilizada y 3) mejor eficacia para la aleta más dura (Tipo 3), bajo la técnica de crol.

REFERENCIAS

- Abraldes, JA. y Ferragut, C. (2010). Valoración de la velocidad de nado con diferentes aletas. *Revista Kronos*, 9(18), 77-84.
- Abraldes, JA. (2007). Análisis de la eficacia de diferentes aletas en función del tiempo registrado en una prueba de remolque. En M^a. J. Martínez, J. L. García y V. Arufe. *III Congreso Nacional de Ciencias del Deporte. Colección Congresos nº 3*. 1-8. Pontevedra: Acuga y Alto Rendimiento.
- Abraldes, J.A., Soares, S., Lima, A.B., Fernandes, R. y Vilas-Boas, J.P. (2007). The effect of fin use on the speed of lifesaving rescues. *IJARE. International Journal Aquatic Research and Education*, 1 (4), 329-340.
- Abraldes, J.A., Fernandes, R.J., Soares, S., Lima, A.B. y Vilas-Boas, J.P. (2009). Assessment of a lifesaver's instantaneous velocity in mannequin carry using different types of fins. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(3), 10-12.
- Abraldes, JA., Stallman, RK., Soares, S., Queiroga, AC. (2014). The velocity and fatigue index of various leg kicks in rescue towing. In B. Mason (Ed.). *Book of proceedings of the XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 65-70. Canberra: Australian Institute of Sport
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento técnico de natación*. Sevilla: Cultiva Libros SL.
- Chollet, D. (2003). *Natación deportiva*. Barcelona: Inde.
- Lima, A.B. (2006). *Concepção, desenvolvimento de resultados e eficiência no treino da técnica em natação*. Tesis doctoral. Universidad de Oporto: Portugal.
- Matsuuchi, K., Tadayuki, H., Nakazawa, Y., Nomura, T., Shintani, H. y Miwa, T. (2006). Flow visualization of unsteady flow field around a monofin using piv. In: J.P. Vilas-Boas, F. Alves y A. Marques (Eds.), *Xth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming. Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6 (Suppl. 2): 60-62.
- Paredes, L., Losada, E. y Gesteiro, J. (1996). Estudio de las aletas como medio propulsivo y su aplicación al Salvamento Acuático. *Boletín Informativo «Licencia de Oro»* (1), 10-15.
- Pelizzari, U. y Tovaglieri, S. (2005). *Curso de apnea*. Paidotribo: Barcelona.

- Pendergast, D.R., Tudesco, M., Nawrocki, D.M. y Fischer, N.M. (1996). Energetics of underwater swimming with SCUBA. *Med Sci Sports Exerc*, 28, 573-580.
- Pendergast, D., Mollendorf, J., Logue, C., Samimy, S., (2003). Evaluation of fins used in underwater swimming. *Undersea and Hyperbaric Medical Society*, 30(1), 55-71.
- Rejman, M. (1999). Dynamic criteria for description of single fin technique. In: K.L. Keskinen, P.V. Komi y A.P. Hollander. *Biomechanics and medicine in swimming VIII*, 171-176. Finland: University of Jyväskylä.
- Rejman, M. (2006). Influence of timing delay on monofin intracycle swimming velocity. In: J.P. Vilas-Boas, F. Alves y A. Marques (Eds.), *Xth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming. Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6 (Suppl. 2): 85-88.
- Rejman, M. Colman, V. y Persyn, U. (2003). The method of assessment the kinematics and dynamics of single fins movements. *The Human Movements*, 2 (8): 54-60.
- Rejman, M., Siermontowski, P., Ogrodnik, B. (2014). The evaluation of efficiency in the various leg-kicking techniques in scuba diving. In B. Mason (Ed.). *Book of proceedings of the XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 210-218. Canberra: Australian Institute of Sport
- Toussaint, H.M., Van den Berg, C. y Beek, W.J. (2002). "Pumped-up propulsion" during front crawl swimming. *Medicine Sciences Sports Exercise*, 34 (2), 314-319.
- Villar, J.M., Agulló, F, Cotarelo, R., Gil, R. Iglesias, F., López, F. y Palacios, J. (2003). Elección del tipo de aletas más apropiado en salvamento acuático. *Fegui. Revista de salvamento acuático y primeros auxilios*, 25, 10-11.
- Zamparo, P.; Pendergast, D.R.; Termin, B. y Minetti, A.E. (2002). How fins affect the economy and efficiency of human swimming. *The Journal of Experimental Biology*, 205, 2665-2676.
- Zamparo, P.; Pendergast, D.R.; Termin, B. y Minetti, A.E. (2006). Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. *Eur J Appl Physiol*, 96, 459-470.

HACIA UN NUEVO CONCEPTO PEDAGÓGICO DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN LA TERCERA INFANCIA (7 A 11 AÑOS) Y EN LA FASE PREPUBEDRAL DE LA ADOLESCENCIA (12 A 14 AÑOS)

Gaspar Delgado de Molina Acevedo

Signo de Vida Tenerife: Deportistas por la Vida. Santa Cruz de Tenerife. España.

RESUMEN

La dicotomía entre dos formas de educación corporal, una para el desarrollo integral de la persona y otra para el rendimiento deportivo, para nosotros no tiene sentido, y ha perjudicado claramente tanto la integridad total de la persona como su rendimiento deportivo posterior. No puede haber una verdadera educación corporal integral si los objetivos de *“Acrecentamiento de la eficiencia”* (Langlade, 1963) o *“Logro de resultados”* (Dallo y López, en Giráldez, 1976) o lo que es lo mismo el rendimiento deportivo, no están contemplados en su justa medida. Todo debe partir de la consideración de la persona y sus necesidades, por encima de objetivos simplemente biológicos que sólo tienden al logro de un rendimiento superior de máquina por encima de los demás. Estamos plenamente convencidos, que sólo el hombre adulto formado integralmente en todos los aspectos de la persona: afectivos, anatomo-posturales, cognitivos, emocionales, fisiológicos, motrices y sociales, es el que podrá superar en el futuro los altos rendimientos deportivos de hoy.

Palabra clave: motricidad integral.

Si no partimos de que lo primero es la persona -más aún si se trata de niños- y todo se hace en función de lo que ese niño necesita para evolucionar integral y totalmente, con la actividad motriz, y más aún con el rendimiento deportivo, podemos ocasionar algunas perturbaciones que difícilmente podrán subsanarse.

Para nosotros, los aspectos educativos y de rendimiento deportivo deben ser una sola cosa, pues de lo contrario la actividad deportiva puede perder todo su valor y, al mismo tiempo, los rendimientos futuros pueden ser comprometidos.

El deporte entre los 7 y los 14 años, debe partir del hecho de que la sensación de éxito es necesaria para la evolución y de que todo niño la necesita. Con tareas individuales, con una formación premeditada de grupos de trabajo, con amplia dispersión de las tareas de rendimiento y con grupos de rendimiento similar en las competencias, pueden satisfacerse hasta las necesidades de los niños de menor rendimiento y conservarles el optimismo que necesitan para desarrollarse sanamente.

Si no logramos despertar en nuestros niños una necesidad de movimiento corporal por medio del deporte que se mantenga a lo largo de toda su vida, la educación en la edad escolar habrá sido un rotundo fracaso, y los grandes rendimientos futuros no podrán lograrse, ya que la falta de motivación intrínseca afectará a la dedicación que se necesita para mejorar los rendimientos actuales.

Es así, que al menos durante los 8 primeros años escolares (6 a 14 años de edad), desde el punto de vista humano, social, democrático y técnico-pedagógico, el alumno tiene que adquirir la base más completa posible con una motricidad integral, en la que intervengan diferentes deportes, para permitir al alumno una opción posterior libre y voluntaria, nunca impuesta, basada en un conocimiento amplio de opciones que han de conocerse bien, porque lo que no se conoce y no se ha experimentado no se puede elegir.

Debemos tener muy presente, el máximo aprovechamiento de las “*fases sensibles*” (Grosser y Neumaier, 1983) para las diferentes capacidades motrices (tanto coordinativas como de la condición física), lo que permitirá su adecuada eclosión en el futuro. Asimismo, la etapa de tercera infancia es la mejor para todo tipo de aprendizajes técnico-motrices. Es la “*edad de oro de la técnica*” (Cagigal, 1968) o “*edad de destrezas*”. (Diem, Carl, citado por Koch), 1973). Existiendo un momento álgido o “*fase muy sensible*” a los 9-10 años. Según Grosser y otros (1989), *podemos afirmar que estamos en una fase sensible para:*

- La capacidad de coordinación (condición previa al aprendizaje motor/entrenamiento de la técnica) entre 7 y 11/12 años.
- El aprendizaje motor/entrenamiento de la técnica entre 9/10 y 13 años.

Son de destacar los resultados de diferentes investigaciones señalados por Cometti (2008) referentes a la fase sensible para el desarrollo de las “*diferentes velocidades*”, que nos resume en el siguiente cuadro:

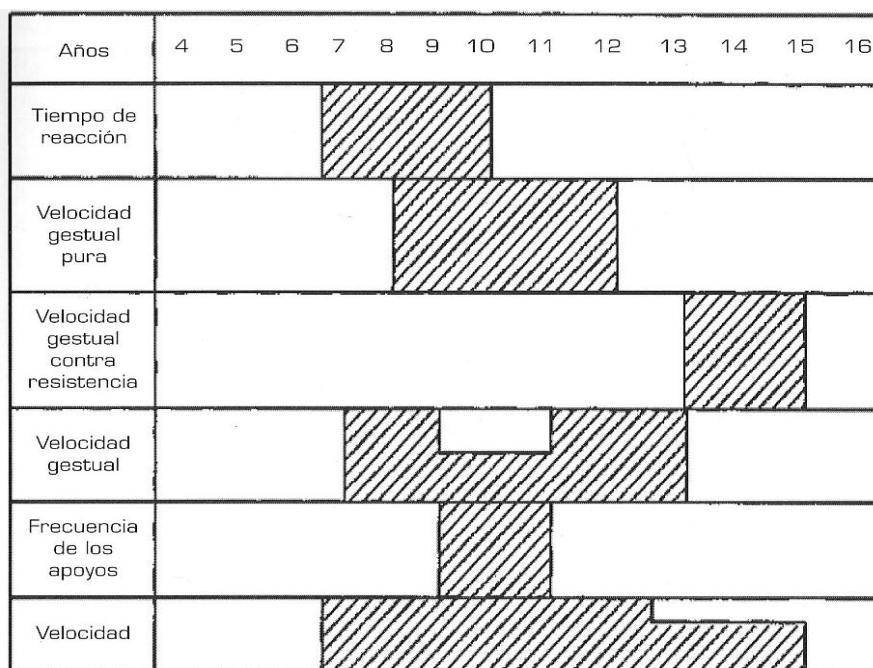


Figura 1. Fases sensibles para el desarrollo de la velocidad (Cometti 2008).

No obstante, todavía, en la actualidad, podemos encontrarnos con planteamientos tales como:

- Afán desmesurado por rendimientos anticipados en los niños.
- Se olvida el desarrollo de la capacidad de juego.
- Se fomenta la competición específica de un solo deporte.
- El sensacionalismo (de los medios de comunicación) y los premios a los vencedores (incluso en metálico) está destruyendo el placer primario hacia el movimiento (motivación intrínseca individual).

Consecuencias más notorias:

- Perturbaciones en el aparato locomotor.

- Carencias e inadaptaciones psicosociales.
- Retirada prematura de la competición deportiva por pérdida de la motivación intrínseca.

No debemos olvidar que la competición deportiva es un medio que puede ser de un gran valor pedagógico o, por el contrario, un factor que destruya totalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Todo depende de la utilización que hagamos de la misma. Tan es así, que la competición deportiva, considerada como una única finalidad en edades de hasta 14 años y con una periodización semejante a la de los adultos, donde la clasificación a ultranza esté por encima de los objetivos de placer, de autoafirmación y multilateralidad, puede ser un elemento perturbador de la personalidad infantil y adolescente.

Rauch (1969) citado por Blázquez (1986) compara a la supervaloración de la competición como una *“escuela de cretinización racional”*. En sus observaciones a este respecto nos habla de:

- Favorecer las cualidades adquiridas en detrimento de las cualidades a desarrollar, por lo que la competición niega las posibilidades de aprendizaje, utilizando el adiestramiento más que la creatividad, limitando las posibilidades de desarrollo, de expresión y manifestación de la inteligencia en el interior del grupo.

No obstante, estamos convencidos de las posibilidades educativas que puede tener la competición, siempre que para ella elaboremos un cuidadoso proceso pedagógico-evolutivo.

La competición siempre debe ser para el niño un juego, una verdadera actividad *“agonal”* que corresponde a una cierta necesidad del yo de afirmarse. Y sin embargo puede conducir a una rivalidad malsana si se inspira en los modelos propuestos para el adulto.

Wallon, recalca este peligro de competición mal utilizada: *“Creo que es incorrecto aprovechar esta edad del niño para desarrollar en él espíritu de competencia y antagonismo colectivo. De esa manera, se suscita tan solo un espíritu de cooperación pobre y las premisas de un sentimiento que lejos de ser de solidaridad, es de dominación respecto de otro grupo.”*

Debemos partir del hecho de que lo importante es el niño, no el deporte, por lo que las competiciones nunca se basarán en grupos de niños escogidos o seleccionados para las mismas, sino que estarán organizadas de tal forma que puedan participar TODOS los niños que regularmente asisten a una actividad planificada y continuada a lo largo del año.

Las competiciones para niños deben evitar, a toda costa, el sensacionalismo, especialmente el relacionado con los medios de comunicación- y, sobre todo, los premios, que hacen diferencias muy marcadas entre unos y otros y, preferiblemente, se realizarán en el marco de las instalaciones habituales. Deben ser competiciones variadas, donde se sucedan e intercalen diferentes disciplinas (otros deportes), al tiempo que servirían como medición de múltiples parámetros de las capacidades motrices (coordinativas y de la condición física) sin ningún criterio de periodización comparado a los adultos y con una frecuencia bastante menor.

Las competiciones para menores de 15 años que pretenden una clasificación o una selección para poder acceder a actuaciones competitivas posteriores, se acercan a lo que Hans Lenk (1975) llama *“política de rendimiento total”*, con lo que es muy difícil no caer en la explotación del niño por el hombre, contraria a los derechos humanos y a los más elementales principios democráticos. Este tipo de competiciones selectivas, aparte de que producen una excesiva tensión en el niño y,

en muchos casos, frustraciones insoportables, son consecuencia de intentar que el niño se adapte al deporte -tremendo error- y no de que el deporte se adapte al niño -sabia decisión-.

Los niños deben realizar el número de competiciones necesarias y convenientes para ellos, sin la existencia de selección alguna que se lo impida, compitiendo entre sí grupos lo más homogéneos posible en cuanto a su rendimiento.

Es así, que la competición deportiva para niños y adolescentes -al menos hasta 14-15 años- presentará las siguientes características:

-Evitar presión excesiva para resultados "a toda costa". Antes al contrario, el que se entrega siempre se le elogia, independiente del resultado final medible.

-Hay que intentar fomentar y que prevalezca el "placer de competir", minimizando la angustia por tener que rendir y el miedo a hacer el ridículo.

-Variabilidad, con diferentes pruebaS y deporteS, para hacer realidad el principio de multilateralidad y evitar la pérdida de la motivación, al tiempo que se llega a obtener una buena formación motriz general.

-No existirán competiciones selectivas para acceder a otras.

-Nos regiremos por lemas de solidaridad y compañerismo y no de confrontación. Por ejemplo "Vamos a competir con...", en vez de "Vamos a competir contra..." Es decir, que no hay contrarios sino otros deportistas compañeros que nos permiten competir.

¿Con quién íbamos a hacerlo si no fuese por ellos?

-Aparte de la estricta competición, se puede aprovechar esta para realizar alguna actividad cultural y social (espectáculo, fiesta, comida, baile, etc.) que fomente el conocimiento mutuo, la relación, el compañerismo, y la solidaridad entre los competidores.

Con esta educación para la competición, podríamos ir facilitando, paulatinamente, la mejora de las actuaciones competitivas a lo largo de toda la vida deportiva, ya que la motivación intrínseca seguirá intacta, aparte de la óptima base multilateral y polivalente alcanzada.

CONCLUSIONES

Como orientación de una motricidad integral para los niños y adolescentes del siglo XXI:

-Es de fundamental importancia lo que nosotros llamamos educación del movimiento deportivo, a base de diferenteS deporteS -con una iniciación técnica rigurosa (a partir de 8 años)- entre los que, por supuesto, se encontraría, para TODOS los niños, natación, saltos de trampolín, water polo, natación sincronizada y halterofilia. Este último deporte, a partir de 9 años, como intento de asimilar la técnica de los ejercicios olímpicos (fuerza, arrancada, dos tiempos), para evitar los inconvenientes que surgirían en el futuro, cuando sea preciso el entrenamiento de la fuerza, *"no olvidando que el estancamiento técnico que se manifiesta en años posteriores es debido muchas veces a una base demasiado estrecha de coordinaciones específicas de un solo deporte."* (Hahn, 1988).

No obstante, aparte de esa multiplicidad deportiva, es necesario impartir juegos deportivos-deportes colectivos, destreza gimnástica y expresión corporal-danza, para el óptimo desarrollo de las capacidades coordinativas en su fase sensible.

Por lo que no estamos de acuerdo con las escuelas deportivas de un solo deporte concreto y específico para los menores de 15 años. Es como si a un niño de 10 años, por poner un ejemplo, lo enviáramos a una escuela de matemáticas y no, simplemente, a una escuela donde las matemáticas serían una asignatura más dentro de la formación académica integral.

"Por motivos psicopedagógicos y biológicos es de mucho más valor un rendimiento promedio para ejercicios múltiples y diferentes deportes que un rendimiento de

cúspide en un solo deporte como consecuencia de la especialización prematura.” (Feig, Karl, 1982).

-El niño puede y debe ser estimulado para que en momentos puntuales rinda al máximo a través de un adecuado y bien adaptado programa de competiciones, no olvidando que el rendimiento deportivo unilateral sólo pone de manifiesto una parte muy limitada de las capacidades motrices, y en los niños no se debe atender solamente esa limitada parte que pone de manifiesto un solo deporte.

-Hasta los 15 años, en términos generales, no se adentrará el niño en una especialización. Es decir, que en la edad escolar debe huirse de la especialización, contraria a la iniciación temprana que nosotros propugnamos.

-El entrenamiento de niños y adolescentes debe permitir y asegurar un normal desarrollo previniendo los trastornos ortopédicos por malas posturas o debilidades de algunos grupos musculares y, por otro lado, realizando una preparación a largo plazo, sin limitar el rendimiento futuro como consecuencia de la obtención, a toda costa, de un máximo en cada etapa del desarrollo.

-La especialización prematura, pues, produce un agotamiento anticipado de la capacidad de rendimiento corporal por falta de una base sólida y amplia y, sobre todo, un agotamiento psíquico. *“En el plano puramente físico-motriz, la especialización prematura tiende a la adquisición de automatismos motores tan rígidos que hacen difícil la consecución de movimientos nuevos y, por tanto, la mayor habilidad en un ámbito reduce la disponibilidad motriz general.”* (B. Vázquez, 1989). Aunque los rendimientos se consigan antes, éstos nunca llegan a ser tan altos como los que se lograrían en el momento justo y con la adecuada preparación a largo plazo.

-Los planteamientos psicopedagógicos adecuados a los niños deben hacer un gran énfasis en el desarrollo de la motivación (especialmente motivación intrínseca o satisfacción experimentada por la persona al realizar el acto motriz) incluso por delante de los aspectos puramente biológicos, teniendo en cuenta que el tedio o aburrimiento, como consecuencia de la monotonía de una especialización deportiva prematura, es algo que va contra las necesidades psicológicas de variabilidad que necesita el niño, siendo una de las principales causas de pérdida de la motivación para el rendimiento. Si el niño no participa con entusiasmo, especialmente cuando se trata de materializar rendimientos (competiciones) es porque ha perdido la motivación intrínseca como consecuencia, la mayoría de las veces, de programas poco atractivos y de la presión psicológica a que es sometido -tal suele ser el ambiente que muchas veces rodea a la competición deportiva infantil- lo que no permite al niño encontrarse a gusto en la actividad y perderá el placer en la acción deportiva. Antes de llegar a la formación total ya estará saciado de esa “deportivización” mal entendida y abandonará toda práctica deportiva, tal vez con algunas secuelas notorias en su personalidad.

-Más que una búsqueda sistemática del rendimiento, en la edad escolar se deben sentar las bases para que, en el futuro, el sujeto, si lo desea de forma consciente, pueda adentrarse en una especialidad deportiva para continuar el proceso de mejora, logrando llegar a su más alto rendimiento deportivo individual, después de una óptima preparación físico-motriz y psicosocial durante al menos ocho años.

-El deporte, en sí mismo, no tiene valores morales y sociales. Es la forma de utilizarlo lo que puede convertir al deporte en promotor de ciertos valores: cooperación, ayuda mutua, identificación con las normas; o de los contrarios: agresividad, engaño, protagonismo exacerbado, *“neurosis de campeonismo”* (Cagigal, 1967). Todo depende, en palabras de Benilde Vázquez (1989) *“de las condiciones de realización, de la previa asignación de adecuados objetivos por parte del profesor y de las conductas deseables y no deseables durante la ejecución. Será el modelo de intervención pedagógica, y las interrelaciones entre profesor y alumno, lo que determine la consecución de dichos valores. No se trata de conseguir una*

“selección deportiva”, sino de la “formación deportiva” que nosotros resumiremos en la expresión “buscar un deporte para un niño y no un niño para un deporte.”

-En la práctica hemos de intentar, a toda costa, -aunque sabemos que se precisa un gran esfuerzo, y sólo podamos lograrlo en parte- hacer realidad la máxima pedagógica del Dr. Hans Lenk (1975): “Poder rendir sin tener que rendir”, como término que debería ser idea directriz para el deporte. Teniendo en cuenta, especialmente, en el campo de los niños y adolescentes -aunque no sólo de ellos- que se plantea con mayor agudeza el problema de “distinguir entre una vigilancia pedagógicamente justificada y una manipulación inadmisibles.”

Lo que podría lograrse, de forma satisfactoria, tratándose de un trabajo lento pero seguro y continuado a largo plazo, que generaría a su vez, como consecuencia, una respetada imagen del “Deportista emancipado: instruido, capaz de crítica constructiva, auto-responsable y partícipe”, contrario a la imagen del productor de plusmarcas (oprimido), con lo que aportaríamos nuestro esfuerzo a la consecución de un “Entrenamiento democrático”, logrando aprovechar, de manera útil y humana, desde el punto de vista pedagógico, no sólo las oportunidades de desarrollo personal individual, sino también las de formación y emancipación que pueden ofrecerse al rendimiento deportivo, y la aspiración al mismo sin coacción.

-“El éxito en deporte competitivo de alto nivel se debe no solamente a lo que se hace en el momento sino a lo que se hizo en el pasado.” (Navarro, 2001).

REFERENCIAS

- Langlade, Alberto (1970). *Teoría General de la Gimnasia*.
- Cagigal, José María (1967,1968). *Apuntes de clase*.
- Feig, Karl. *Cuadernos de Atletismo de la RFEA. Tomo 07, Iniciación Atlética*.
- Vázquez Gomez, Benilde (1989). *La Educación Física en la Educación Básica*.
- Ruíz Pérez, Luis Miguel (2001). *Desarrollo, Comportamiento Motor y Deporte*.
- Hahn, Erwin(1988). *Entrenamiento con Niños*.
- Lenk, Hans (1975). *Prolegómenos a una Filosofía Social del Rendimiento*.
- Wallon, Henri (1987). *Psicología y Educación del Niño: Una Comprensión Dialéctica del Desarrollo y la Educación Infantil*.
- Blázquez Sánchez, Domingo (1986). *Iniciación a los Deportes de Equipo*.
- Blázquez Sánchez, Domingo (1986). *La Iniciación Deportiva y el Deporte Escolar*.
- Ruíz Pérez, Luis Miguel (1987). *Desarrollo Motor y Actividades Físicas*.
- Meinel, Kurt-Schnabel, Gunter. *Teoría del Movimiento. Motricidad Deportiva*.
- Cometti, Gilles (2008). *Entrenamiento de la Velocidad*.
- Grosser, Starischka, Zimmermann (1988). *Principios del Entrenamiento Deportivo*.
- Koch, Karl (1973). *Condicionamiento Físico para la Juventud*.
- Koch, Karl (1979). *Carrera, Salto y Lanzamiento en la Escuela Elemental*.
- Koch, Karl (1981). *Hacia una Ciencia del Deporte*.
- Grosser, Neumaier. *Técnicas de Entrenamiento*.
- Seybold, Annemarie (1976). *Principios Didácticos de la Educación Física*.
- Seybold, Annemarie (1974). *Principios Pedagógicos en la Educación Física*.
- Giraldes, Mariano (1984). *Metodología de la Educación Física*.
- Schmolinsky, Gerhardt (1981). *Atletismo*.

ESTRÉS OXIDATIVO EN NADADORES TRAS UN ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD

Aragón J¹, Casals C¹, Barranco Y¹, Gomes SN¹, Rosillo S¹, López-Contreras G², Huertas JR¹

¹ Departamento de Fisiología, Facultad de Ciencias del Deporte. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad de Granada.

² Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada.

INTRODUCCIÓN

El Estrés oxidativo fue definido por (Sies, 1985) como la condición de desequilibrio existente entre la acción de prooxidantes (radicales libres) y la de los sistema de defensa antioxidantes, prevaleciendo la acción de los primeros.

En nuestro organismo se producen radicales libres (RL), agentes del estrés oxidativo, de forma natural, procedentes mayoritariamente del proceso de obtención de energía a través de la cadena respiratoria. Es un proceso necesario y continuado, porque vivimos en ambiente oxigenado y oxidante en el que el oxígeno representa el 20% de la atmosfera y es esencial para la vida.

Los efectos beneficiosos y la importancia de la actividad física son conocidos, aceptables y muy divulgados de forma general, como agente de la prevención de enfermedades clásicas (cardiovasculares, tensión arterial, diabetes y otros) y parte de hábitos saludables de vida. También es conocida la relación directa del ejercicio en la producción de RL. Se estima que entre el 2 y el 5% del total del oxígeno consumido se reduciría monovalentemente e implantaría la acción de los ERO. Sin embargo, durante el ejercicio físico, con el aumento de la demanda energética y del consumo de oxígeno, esta tasa podría aumentar entre 15 y 20 veces con respecto a la condición de reposo.

La oxidación de los lípidos lleva a la ruptura de lípidos y formación de una gama de productos oxidativos primarios como, dienos conjugados, hidroperóxidos lipídicos y secundarios como productos de oxidación incluyendo MDA (malonildialdehídos), F2-isopropano o pentanos, etanos o hexanos expirados.

Un aumento de la fosforilación de lípidos crea una reducción en el flujo mediante la reducción de la resistencia eléctrica. Esto, a su vez, provoca una disminución en la movilidad de las proteínas de membrana y se pone en peligro la función de los canales iónicos, receptores y los complejos de enzimas y transportadores de moléculas (Cheeseman & Slater, 1993).

Sin embargo, un proceso de entrenamiento habitual como puede ser la práctica de la natación, parece producir ciertas adaptaciones que mejoran la actividad de los antioxidantes enzimáticos con una consecuente reducción de la peroxidación lipídica o el daño del ADN inducido por el ejercicio (referencias 1-8). No obstante, el estatus oxidativo tras la realización de una actividad física extenuante en deportistas bien

entrenados sigue actualmente ante debate. Así podemos encontrar estudios previos que describen un aumento de las especies reactivas del oxígeno (referencias 9-11) o por el contrario un descenso de la peroxidación lipídica (ref 12-15).

Un reciente trabajo de investigación (18) concluye que los ejercicios de resistencia y alta intensidad empleados en este experimento indujo daño oxidativo transitoriamente al ADN y a los lípidos y en cuanto a la regulación del equilibrio redox por los antioxidantes continuó al menos 24 horas pos-ejercicio. El daño oxidativo fue mayor después del entrenamiento de alta intensidad en comparación con los de resistencia. Pero teniendo en cuenta las adaptaciones para el ejercicio regular, se llega a la conclusión de que los ejercicios de natación perturban la homeostasis redox de los adolescentes tanto en hombres como en mujeres, pero no es perjudicial para su estado redox a largo plazo.

Así, el objetivo de nuestro estudio fue el de analizar la peroxidación lipídica y la actividad antioxidante enzimática que produce una sesión de entrenamiento de alta intensidad en nadadores bien entrenados. De esta forma podría establecerse si los nadadores estaban preparados para dicha intensidad o si podría producir un exceso de especies reactivas del oxígeno sin una suficiente actividad antioxidante que podría producir una disminución del rendimiento deportivo de nuestros atletas.

MÉTODO

Participantes en el experimento.

La muestra estuvo formada por doce nadadores, pertenecientes a dos equipos diferentes de natación de Granada (seis hombres y seis mujeres) de 21 ± 2.12 años de edad, con más de doce años de práctica de la natación competitiva. Todos ellos realizan una media de 2.8 horas diarias de entrenamiento, 5 días a la semana. Estos nadadores se prestaron como voluntarios para participar en este experimento. Se obtuvo el consentimiento escrito de cada sujeto después de explicar los requisitos y el riesgo involucrado en el estudio. El protocolo se siguió de acuerdo con la Declaración de Helsinki y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Granada.

Diseño Experimental.

Todo el procedimiento experimental se realizó en una piscina de 50 metros de longitud (Instalaciones deportivas de la Universidad de Granada, Granada, España). Todos los sujetos realizaron una sesión de entrenamiento de intensidad submáxima. La sesión de natación se dividió en tres fases: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. Cada sesión tuvo una duración de treinta minutos. El calentamiento y la vuelta a la calma fueron especialmente centrados en ejercicios técnicos. En el estilo de natación que predominó en el experimento fue el estilo libre (crol).

Las sesiones de formación se establecen en función de los niveles de intensidad descritas por Mujika et al., en 1995. En nuestro estudio, la intensidad se corresponde aproximadamente al ritmo de carrera de 200 m estilo libre. Las repeticiones de 50 metros con veinte segundos de descanso, se realizaron en tres períodos diferentes de nueve minutos, cada uno con dos minutos de recuperación activa. En este caso, el tiempo para cada repetición se calculó dividiendo por cuatro PBT de la temporada en 200 m estilo libre y sumando dos segundos. La intensidad, de acuerdo con Mujika et al. (1995), correspondía a la natación altamente láctico, alrededor de 10 mmol/l (intensidad 4, en referencia a Mujika et al., 1995).

Durante la sesión de la natación, la frecuencia cardíaca fue grabada con monitor de frecuencia cardíaca Polar (Polar Team 2, Finlandia). Durante la parte principal del experimento, el promedio de velocidad también se registró, tomando nota del uso del

tiempo para cubrir cada vuelta. El lactato se analizó antes del comienzo del calentamiento, durante la parte principal y en la vuelta a la calma, con el analizador portátil Lactato Pro (Sistema Pro KDK Corporación lactato, Kyoto, Japón) a través de muestras de sangre obtenidas de la vena cubital.

Análisis bioquímicos.

Se extrajo sangre de la vena antecubital en antes e inmediatamente después de la sesión de entrenamiento de 90 minutos de duración. Las muestras se centrifugaron y congelaron a -80°C hasta su posterior análisis. Como marcadores de peroxidación lipídica se determinaron las concentraciones plasmáticas de TBARS e hidroperóxidos, y como capacidad antioxidante enzimática se determinó la actividad de la catalasa a partir de eritrocitos.

Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Se ha empleado el método descrito por Orrenius y cols. (1977), que se basa en la medición espectrofotométrica de las sustancias que reaccionan con el ácido Tiobarbitúrico (TBA). Es un método aunque antiguo y de baja especificidad, de alta sensibilidad y actualmente se sigue utilizando como un indicador aproximativo de los niveles de malondialdehido (MDA) presentes en las muestras y por lo tanto de los niveles de peroxidación lipídica de las mismas.

El protocolo consistió en añadir en microplacas, 50μ de muestra (plasma), 75μ de ácido acético al 20% y 75μ de TBA. El TBA reacciona con el MDA dando lugar a un pigmento de color rosa. Se incubó durante una hora a 60°C y con una agitación mantenida de 100rpm. Tras enfriar se lee en espectrofotómetro a una absorbancia a 532nm.

Hidroperóxidos.

Los hidroperóxidos han sido cuantificados en plasma por el método xilenol-orange en fase acuosa y lipídica, basado en el principio de que los hidroperóxidos oxidan hierro II a hierro III, el cual reaccionan con el xilenol orange, produciendo un cromóforo de absorción máxima a 560nm. El protocolo consistió en añadir en microplacas 15μ de muestras (plasma), 35μ de agua bidestilada y 200μ de reactivo de color y en la curva patrón peróxido de hidrogeno al 30% y solución de trabajo. Tras ser incubado a temperatura ambiente y con agitación mantenida de 250-270rpm durante 30 minutos se leyó en espectrofotómetro la absorbancia a 560nm.

Catalasa.

La técnica utilizada sigue el método descrito por Hugo Aebi (Aebi H, 1984). Este método se basa en un seguimiento de la descomposición de H_2O_2 y O_2 mediante espectrofotometría a 240 nm como consecuencia de la actividad catalítica de la catalasa. Para ello utilizamos microplacas con pocillos de 200 μ . Se añadieron a cada pocillo 90μ de buffer fosfato (ph 7.0), 10μ de muestras de citosol (diluido 1:100) y 50μ de peróxido de hidrógeno. Se agitaron las placas a temperatura ambiente durante 4min a 250rpm y se monitorizó el descenso de absorbencia a 240nm, durante 40s con intervalos de 5seg. Para los cálculos de la actividad tuvimos en cuenta los mg de proteína por ml en la muestra y el volumen final de muestra.

Análisis Estadístico.

El paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 18.0 para Windows Inc., Chicago, Illinois) fue el empleado para las comparaciones estadísticas. La distribución normal de las variables se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las diferencias existente entre en los datos hematológicos del reposo y del post-ejercicio, se analizó con una T de Student. Los resultados fueron considerados estadísticamente significativos con valores menores de $p < 0,05$. Los valores

presentados en el texto y las tablas, representan la medias \pm su error estándar de la media (SEM).

RESULTADOS

Los parámetros que indican la intensidad de la sesión de entrenamiento de alta intensidad y 90 minutos de duración se presentan en la tabla 1.

El estrés oxidativo de los nadadores no se vio afectado de manera estadísticamente significativa por la sesión de entrenamiento. Los valores de peroxidación lipídica y la actividad antioxidante de origen enzimático en reposo e inmediatamente después de la sesión de entrenamiento se muestran en la tabla 2.

DISCUSIÓN

En cuanto a la liberación del lactato, como era de esperar se obtiene diferencias significativas cuando comparamos las medias de reposo con las de esfuerzo, debido al trabajo realizado en la parte principal del entrenamiento, en la que hay un gran incremento de movilización de fibras muscular y un mayor predominio de la obtención de energía por la vía anaeróbica más que por la vía aeróbica. Sin embargo no existe diferencias significativas tanto en reposo como en esfuerzo, cuando comparamos ambos sexos, pensamos que puede ser debido a que estos nadadores realizan diariamente un correcto entrenamiento con los periodos de descanso adecuado para cada uno y debido a la liberación media obtenida podrían existir indicios de tener un mayor predominio de fibras lentas sobre rápidas ya que dicha liberación de lactato se asemeja más al perfil de un fondista más que a un velocista.

Por otra parte en cuanto a la velocidad de media de ambos sexos se puede apreciar como los hombres obtuvieron una velocidad media mayor con respecto a las mujeres, debido a que los sujetos del sexo masculino tenían una mayor envergadura que los sujetos del sexo femenino, siendo de esta forma su recorrido de brazada mucho mayor.

Los datos de la frecuencia cardiaca muestra como existe diferencias significativas cuando comparamos los datos de reposo con los datos de esfuerzo, aspecto que ya se esperaba debido a la intensidad del entrenamiento que la muestra fue sometida. Y si comparamos las medias de esfuerzo que obtiene ambos sexos, tampoco se obtienen diferencias significativas, pero obtuvieron un valor medio mayor las mujeres, pudiendo ser debido a que las mujeres como normal general tienen una frecuencia cardiaca más elevado que el hombre.

En cuanto al estrés oxidativo y a la síntesis endógena de antioxidantes enzimáticos como la catalasa, se observa como no existen diferencias significativas cuando comparamos las medias del reposo con el esfuerzo tanto en hombres como en mujeres. Estos resultados pueden ser debido a que dicho entrenamiento no genera un desequilibrio oxidativo entre radicales libre y antioxidantes alarmante, y a su vez el cuerpo es capaz de adaptarse de forma correcta al estrés oxidativo inducido por este tipo de entrenamiento de natación. De la misma forma otros estudios previos (8) no encuentran diferencias significativas sino que concluyen que a largo plazo la práctica regular y moderada de actividad física aeróbica aumenta la defensa de los sistemas antioxidantes y reduce la regulación inmediata de la focalización del estrés oxidativo hacia los lípidos, en respuesta a un ejercicio de alta intensidad. Además otros autores (16) concluyen que ejercicios exhaustivos de corta duración incrementan la liberación del lactato deshidrogenasa, pero no cambian los niveles de peroxidación lipídica. A su vez la actividad enzimática de la glutatión peroxidasa y la catalasa pos-ejercicio extenuante disminuyen, pero no llega a ser una disminución significativa.

Sin embargo, diversos estudios (15) si observan cambios en el estrés oxidativo inducido por el ejercicio el cual concluye que los triatletas después de realizar un Ironman, aumenta su peroxidación lipídica, ocurriendo significativamente en hombres y no en mujeres. Por otro lado otros autores (19) dicen que no se observó alteraciones en marcadores de estrés oxidativo (TBARs) ni en la capacidad antioxidante en pruebas de natación ultraduración. Siendo esto debido a que sujetos bien entrenados y bien adaptados son capaces de regular su redox homeostático durante pruebas de esta característica. Y a su vez los mecanismos de defensa antioxidantes de sujetos bien entrenados pueden haber sido ampliados para satisfacer las demandas del estrés oxidativo inducido por el ejercicio. También debemos tener en cuenta que deportistas bien entrenados parecen incrementar el estrés oxidativo tras realizar un esfuerzo exhaustivo pero no tras un esfuerzo submáximo como sería nuestra sesión de entrenamiento de natación (17).

Otros autores en su trabajo de investigación (20) nos muestran como un entrenamiento a una intensidad alta en nadadores, induce un aumento en los biomarcadores de estrés oxidativos y en los marcadores de daño muscular a nivel celular.

CONCLUSIONES

La sesión de entrenamiento de alta intensidad no supuso un aumento de la peroxidación lipídica, por lo que podemos asumir que los nadadores estaban preparados para realizar este nivel de esfuerzo y su mecanismo antioxidante era capaz de prevenir los posibles riesgos.

REFERENCIAS

- Balci SS, Okudan N, Pepe H, et al. Changes in lipid peroxidation and antioxidant capacity during walking and running of the same and different intensities. *J Strength Cond Res* 2010;**24**:2545-50.
- Niess AM, Hartmann A, Grunert-Fuchs M, et al. DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men. *Int J Sports Med* 1996;**17**:397-403.
- Gozal D, Nair D, Goldbart AD. Physical activity attenuates intermittent hypoxia-induced spatial learning deficits and oxidative stress. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;**182**:104-12.
- Miranda-Vilela AL, Alves PCZ, Akimoto AK, et al. The effect of hydrogen peroxide-induced oxidative stress on leukocytes depends on age and physical training in healthy human subjects carrying the same genotypes of antioxidant enzymes" gene polymorphisms. *Am J Hum Biol* 2010;**22**:807-12.
- Elosua R, Molina L, Fito M, et al. Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women [published correction appears in *Atherosclerosis* 2008;**197**:967]. *Atherosclerosis* 2003;**167**:327-34.
- Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, et al. Effect of gender differences and voluntary exercise on antioxidant capacity in rats. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol* 2002; **132**:437-44.
- Miyazaki H, Oh-Ishi S, Ookawara T, et al. Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *Eur J Appl Physiol* 2001;**84**:1-6.
- Falone S, Mirabilio A, Pennelli A, et al. Differential impact of acute bout of exercise on redox- and oxidative damage-related profiles between untrained subjects and amateur runners. *Physiol Res* 2010;**59**:953-61.
- Branth S, Hambraeus L, Piehl-Aulin K, et al. Metabolic stress-like condition can be induced by prolonged strenuous exercise in athletes. *Ups J Med Sci*

- 2009;**114**:12-25.
- Sahlin K, Shabalina IG, Mattsson M, et al. Ultraendurance exercise increases the production of reactive oxygen species in isolated mitochondria from human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2010;**108**:780-7.
- Sureda A, Tauler P, Aguiló A, et al. Relation between oxidative stress markers and antioxidant endogenous defences during exhaustive exercise. *Free Radic Res* 2005; **39**:1317-24.
- Saritas N, Uyanik F, Hamurcu Z, et al. Effects of acute twelve minute run test on oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *Afr J Pharm Pharmacol* 2011;**5**:1218-22.
- Schneider CD, Barp J, Ribeiro JL, et al. Oxidative stress after three different intensities of running. *Can J Appl Physiol* 2005;**30**:723-34.
- Kawai Y, Iwane H, Takanami Y, et al. Mechanism of the increase in serum vitamin E level through strenuous endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1995;**27**:S9.
- Ginsburg GS, O'Toole M, Rimm E, et al. Gender differences in exercise-induced changes in sex hormone levels and lipid peroxidation in athletes participating in the Hawaii Ironman triathlon. *Clin Chim Acta* 2001;**305**:131-9.
- Revan S, Balci SS, Pepe H, et al. Short duration exhaustive running exercise does not modify lipid hydroperoxide, glutathione peroxidase and catalase. *J Sports Med Phys Fitness* 2010;**41**:691-3.
- Berzosa C, Gómez-Trullén EM, Piedrafita E, et al. Erythrocyte membrane fluidity and indices of plasmatic oxidative damage after acute physical exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 2011;**111**:1127-33.
- Athanasios Kabasakalisa, George Tsalisa, Ekaterini Zafranab, Demetrios Louposa & Vassilis Mougiosa. Effects of endurance and high-intensity swimming exercise on the redox status of adolescent male and female swimmers. *Journal of Sports Sciences* 2014; 32:8, 747-756
- Athanasios Kabasakalis, Antonios Kyparos, Georgios Tsalis, Dimitrios Loupos, Anastasia Pavlidou, Dimitrios Kouretas. Blood Oxidative stress markers after ultramarathon swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2011; 25(3)/805–811.
- R. Deminicie, C. Santan Trindade, G. Carvalho Degiovanni, M. Ribeiro Garlip, G. Vannucchi portatri, M. Teixwira, A. A. Jordao. Oxidative stress biomarkers response to high intensity interval training and relation to performarncce in competitive swimmers. *J Sports med Phys Fitness* 2010; 50:356-62

ANEXOS, TABLAS

Tabla 1.- Lactato, frecuencia cardiaca y velocidad de nado en la sesión entrenamiento de alta intensidad. EEM = error estandar de la media. np = no procede.

| Parámetros | Hombres | | | | Mujeres | | | |
|------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | Reposo | | Esfuerzo | | Reposo | | Esfuerzo | |
| | Media | EEM | Media | EEM | Media | EEM | Media | EEM |
| Lactato (mol/ml) | 1,65 | ± 0,29 | 9,41 | ± 1,73 | 1,45 | ± 0,30 | 9,97 | ± 1,24 |
| FC (Lpm) | 69,60 | ± 17,04 | 169,67 | ± 10,10 | 67,60 | ± 10,67 | 174,13 | ± 9,06 |
| Velocidad (m/s) | np | | 1,494 | ± 0,148 | np | | 1,30 | ± 0,04 |
| "n" | 6 | | | | 6 | | | |

Tabla 2.- Marcadores de peroxidación lipídica y antioxidante enzimático de los nadadores en la sesión de entrenamiento. EEM= error estandar de la media.

| Parámetro | Hombres | | | | Mujeres | | | |
|--------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|--------|----------|---------|
| | Reposo | | Esfuerzo | | Reposo | | Esfuerzo | |
| | Media | EEM | Media | EEM | Media | EEM | Media | EEM |
| TBARs (nmol/ml) | 48,39 | ± 25,74 | 40,80 | ± 33,82 | 23,32 | ± 9,19 | 29,76 | ± 15,94 |
| Hidroperóxidos (nmol/ml) | 4,96 | ± 1,82 | 4,11 | ± 1,50 | 3,85 | ± 0,33 | 3,02 | ± 1,27 |
| Catalasa (seg1/1mg1) | 0,07 | ± 0,02 | 0,06 | ± 0,01 | 0,07 | ± 0,01 | 0,06 | ± 0,02 |
| "n" | 6 | | | | 6 | | | |

EFFECTO DE LA EDAD RELATIVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS EN DEPORTISTAS TECNIFICADOS

Ana Arazo¹, Miguel Ángel Gómez¹, Santiago Veiga^{1,2}

¹INEF-Universidad Politécnica de Madrid, España, ²Federación Madrileña de Natación.

RESUMEN

Las diferencias derivadas del desarrollo físico, cognitivo, emocional y motivacional de los deportistas que son agrupados por categorías de edad, y que generan desigualdades en el rendimiento, se denomina Efecto de la Edad Relativa (EER) (Musch y Grondin, 2001). El objetivo principal del estudio fue comprobar si este efecto influye en las características psicológicas, medidas con el cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD, Gimeno y Buceta, 1999), de los deportistas tecnificados.

Fueron analizados 678 casos de deportistas de las disciplinas de natación (n=301), saltos (n=41), waterpolo (n=112), y natación sincronizada (n=224). Se establecieron cuatro cuartiles de nacimiento para distribuir la muestra: Q1: Enero-Marzo. Q2: Abril-Junio. Q3: Julio-Septiembre. Q4: Octubre-Diciembre y se realizaron dos MANCOVA en función del género para el análisis de las características psicológicas.

Los resultados mostraron que EER en la muestra de deportistas tiene influencia significativa ($p < 0.05$) sobre el control del estrés y la evaluación del rendimiento de los saltadores y jugadores/as de waterpolo, así como sobre la cohesión de equipo de las nadadoras. Como conclusión, hay características psicológicas que se diferencian en los deportistas que nacen en diferente momento del año competitivo y que podrían marcar desigualdades en su rendimiento.

Palabras clave: selección de talentos, cuartil de nacimiento, control del estrés, psicología.

INTRODUCCIÓN

Tanto en deporte como en el ámbito académico, se organizan a los deportistas por grupos de edad. Esto hace que aquellos que nacen relativamente antes (enero-abril) tengan más posibilidades de obtener mejores resultados deportivos en comparación con los que nacen a finales del año (octubre-diciembre). Tal como relata Delorme Boiché, y Raspaud (2010b): *“Dos niños compitiendo en la misma categoría pueden tener 23 meses de diferencia si no han nacido en el mismo año y aquellos nacidos en el mismo año pueden tener 11 meses de diferencia”* (página 91). Estudios como el de Grossmann y Lames (2013) o el de Till, Copley, Wattie, O’Hara, Cooke y Chapman (2010) muestran que el Efecto de la Edad Relativa (EER) es más fuerte en población púber y adolescente, y donde los cambios físicos y psicológicos que se pueden producir en un mismo año pueden ser significativos (Baxter-Jones y Helms, 1994). Musch y Grondin (2001) aseveran que este efecto es *“resultado de la mezcla de factores físicos, cognitivos, emocionales y motivacionales”* (página 159).

Debido a la edad, los/as niños/as difieren tanto en la madurez física como en la psicológica (Musch y Grondin, 2001). Se ha visto que existen factores psicológicos importantes para el desempeño en el deporte, y que, al igual que el físico

proporciona una ventaja inicial en niños/as, la maduración psicológica también proporciona esta ventaja (Pankhurst y Collins, 2013). En la literatura, se nombran algunos factores psicológicos que han sido asociados con la edad relativa y el deporte. Ellos son la percepción de competencia, el autoconcepto y la autoestima (Martin, Clanton, y Moon, 2004, Delorme, Boiché y Raspaud, 2010b, Weiss, Bhalla y Price, 2008). Si un deportista tiene recursos físicos y cognitivos para solventar las demandas de un entrenamiento o de una competición se percibirá más capaz, mostrará más motivación intrínseca e implicación en el deporte (Smith, 1986, Arruza, Arribas, Otaegi, González, Irazustra y Ruiz, 2011). Estudios en esta línea, evidencian que deportistas nacidos al final del año competitivo, se encuentran con más situaciones de inferioridad que podrían reducir el sentimiento de competencia y provocar abandono con respecto a deportistas que madurativamente son superiores (Delorme, Boiché y Raspaud, 2010b). Así, ser capaz de hacer frente al estrés de las demandas de un entorno exigente como puede ser una competición importante, o un entrenamiento de alto nivel, estar motivado durante una temporada, o confiar en los propios recursos personales, puede favorecer el rendimiento y el éxito deportivo (Arruza et al., 2011). El conocimiento y el entrenamiento de los deportistas en habilidades psicológicas específicas como el control del estrés, la atención, la autoconfianza, el nivel de activación y el establecimiento de objetivos, podría aumentar las posibilidades de obtener mejores resultados y favorecer muy especialmente la proyección de posibles talentos deportivos (Gimeno, Buceta y Pérez-Llantada, 2007).

El efecto de la edad relativa influye en la selección de deportistas con talento ya que muchos son identificados en base a los resultados o en base a su maduración física en edades tempranas (Pankhurst y Collins, 2013, Grossmann y Lames, 2013). Los deportistas nacidos en los primeros meses siguientes a la fecha de corte que son seleccionados, generalmente por entrenadores, suelen recibir más cantidad de feedback positivo y de calidad, tener mejores recursos disponibles para entrenar y más oportunidades de competir a niveles superiores (Dixon, Horton y Weir (2011). Esta circunstancia refuerza positivamente la autoconfianza del deportista, manteniéndolo motivado en el deporte y creando una ventaja acumulada que puede persistir perpetuando las diferencias de la edad relativa (Pierson, Addona y Yates, 2014). De acuerdo con este argumento, los deportistas más jóvenes tienen menos probabilidad de ser seleccionados y por tanto, tienen menos oportunidades de acceso a entrenamientos con entrenadores de alto nivel, menos recursos médicos (Helsen et al., 1998) o menos experiencias en competiciones de más nivel que sus compañeros (Schorer, Baker, Büsch, Wilhelm y Pabst, 2009).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue *comprobar si el EER influye en características psicológicas relacionadas con el rendimiento de deportistas en tecnificación.*

MÉTODO

Muestra

La muestra estuvo compuesta por 678 casos de deportistas (n=362 de género femenino y n=316 de género masculino), nacidos/as entre 1982 y 2001 (media de edad actual de $17,9 \pm 3,1$), de los deportes de natación (n=301), saltos de trampolín (n=41), natación sincronizada (n=112) y waterpolo (n=224) pertenecientes al Centro de Tecnificación Deportiva de Natación M-86 de la Federación Madrileña de Natación (Tabla 1).

Tabla 1. Muestra de casos de deportistas del estudio por deporte y género.

| Femenino | | Masculino | | N |
|-----------------|----------|------------------|----------|----------|
| <i>n</i> | <i>%</i> | <i>n</i> | <i>%</i> | |

Swimming Science II

| | | | | | |
|---------------------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Natación | 134 | 37% | 167 | 52,80% | 301 |
| Saltos | 21 | 5,80% | 20 | 6,30% | 41 |
| Sincronizada | 112 | 30,90% | -- | -- | 112 |
| Waterpolo | 95 | 26,20% | 129 | 40,80% | 224 |
| Total | 362 | | 316 | | 678 |

La distribución de la muestra se realizó en base a los cuartiles de nacimiento, de esta manera, la fecha de nacimiento fue codificada siguiendo los cuatro cuartiles del calendario:

- Cuartil 1 (Q1): 1 de enero al 31 de marzo.
- Cuartil 2 (Q2): 1 de abril al 30 de junio.
- Cuartil 3 (Q3): 1 de julio al 30 de septiembre.
- Cuartil 4 (Q4): 1 de octubre al 31 de diciembre.

Datos

Los datos que se han recogido de los deportistas han sido día, mes de nacimiento y año, así como los resultados obtenidos del test CPRD correspondientes a las temporadas 2006-07 hasta 2013-14 pertenecientes al Área de Psicología del Deporte del CTDN M86 de la Federación Madrileña de Natación. Tanto el acceso a los datos psicológicos, apertura a los informes y la elaboración de la base de datos del estudio han estado amparados bajo la Ley de Protección de Datos Personales, Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre y Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

Procedimiento

Se contactó con los responsables del Centro de Tecnificación Deportiva de Natación y del Área de Psicología de la Federación Madrileña para pedir la autorización y acceder a los datos personales de los deportistas. Debido a la Ley de Protección de Datos, se firmó un contrato de tratamiento y confidencialidad de los datos que se recogieron. Obtenido el permiso, se realizó la base de datos para el estudio entre octubre y noviembre de 2013.

Los datos de nacimiento fueron obtenidos de los archivos de administración de la Federación Madrileña de Natación. Los datos psicológicos obtenidos mediante el CPRD son el resultado de la administración y corrección de este cuestionario al inicio de cada temporada deportiva por el Área de Psicología del CTDN. Para la administración se agrupan a los deportistas por disciplina y categoría, y se les pide que rellenen el cuestionario siguiendo las instrucciones. Se explican las mismas y se pide que ante cualquier duda pregunten, así como sinceridad en las respuestas.

Instrumento

Cuestionario de Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo. (CPRD) de Gimeno, F. y Buceta, J.M., 1999.

El cuestionario está compuesto por 55 ítems, de respuesta tipo likert (0-4). Contiene 5 Factores: Control del Estrés, Influencia de la Evaluación del Rendimiento, Motivación, Habilidades Mentales y Cohesión de Equipo. La consistencia interna del conjunto total de ítems (coeficiente alfa de Cronbach = 0,85) permiten considerar este instrumento útil para evaluar las características implicadas en el rendimiento de los deportistas. En el deporte concreto de la natación, el cuestionario está validado y baremado para una población de edades comprendidas entre 12 y 24 años.

Variables

Tabla 2. Variables utilizadas en el estudio.

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Variables Dependientes | Variables Independientes |
|-------------------------------|---------------------------------|

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Control del estrés. - Influencia de la evaluación del rendimiento - Motivación - Habilidades mentales - Cohesión de equipo | <ul style="list-style-type: none"> - Cuartiles de nacimiento - Deporte - Género - Experiencia: Número de Temporadas en el centro (Covariable) |
|--|---|

Análisis estadístico

Para comprobar las diferencias de las características psicológicas en función del cuartil de nacimiento, el género y el deporte, se realizaron dos análisis del modelo general multivariante (MANCOVA) en función del género (uno para hombres y otro para mujeres), siendo las características psicológicas variables dependientes (CE, EVR, MOTV, HHMM, CHEQ), y el cuartil de nacimiento y el deporte como variables independientes. Se tuvo en cuenta el número de Temporadas en el CTDN (TEMPCTN) como covariable dentro del modelo. Las pruebas *post hoc* de *Scheffé* se utilizaron para establecer las comparaciones entre los grupos dentro de cada factor. Además, para analizar el tamaño del efecto se utilizó η_p^2 parcial al cuadrado (η_p^2). El tamaño del efecto (TE) se interpretó de acuerdo con los siguientes rangos de valores: 0.1379 = efecto importante; 0.0588 = efecto medio; y 0.0099= pequeño efecto (Cohen, 1988). Para el análisis de datos se ha utilizado el programa PASW Statistics en su versión 20.0. (IBM SPSS Statistics, Chicago, US). El nivel de significación fue establecido en el nivel $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los resultados del análisis multivariante realizado en *género masculino* (Tabla 3) mostraron que nacer en diferente cuartil del año influye en cómo los deportistas responden al estrés ($F_{3, 300} = 8,93$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,082$) y en cómo evalúan su propio rendimiento ($F_{3, 300} = 4,78$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,046$). En las comparaciones múltiples a posteriori se observó que los deportistas nacidos durante el Q1 y el Q2 obtuvieron mayores puntuaciones en control del estrés ($p < 0,001$ y $p < 0,001$, respectivamente) que aquellos nacidos en Q4. Del mismo modo, los nacidos en el Q1 obtuvieron valores superiores en la evaluación de su propio rendimiento ($p < 0,05$) que los deportistas nacidos en el Q4.

El análisis multivariante de la interacción cuartil x deporte reveló que el control del estrés ($F_{6, 300} = 5,39$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,097$) y la evaluación del rendimiento ($F_{6, 300} = 5,01$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,091$) difieren significativamente en función del cuartil en el que nazcan los deportistas y del deporte que practiquen. Los saltadores de trampolín nacidos en Q1 ($p < 0,001$), Q2 ($p < 0,01$) y Q3 ($p < 0,05$) obtuvieron mayores puntuaciones en control del estrés que sus compañeros nacidos en Q4. Igualmente, los saltadores nacidos en el Q1 ($p < 0,05$) y Q2 ($p < 0,05$) puntuaron más en evaluación de rendimiento que aquellos que nacieron en el Q4. Por último, los jugadores de waterpolo no mostraron diferencias en control del estrés entre cuartiles de nacimiento ($p > 0,05$), sin embargo, aquellos que nacieron en el Q1 sí obtuvieron mayores puntuaciones en evaluación de rendimiento que los deportistas nacidos en el Q4 ($p < 0,05$).

Tabla 3. Resultados de los efectos del número de temporadas en el CTDN, cuartil, y deporte en las características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CE, EVR, MOTV, HHMM, CHEQ) para el género masculino.

| | | <i>GI</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | h_p^2 |
|----------------|-----|-----------|----------|----------|---------|
| Cuartil | CE | 3 | 8,93 | 0,001** | 0,082 |
| | EVR | 3 | 4,78 | 0,003* | 0,046 |

Swimming Science II

| | | | | | |
|------------------------|-------|---|------|---------|-------|
| | MOTV | 3 | 0,38 | 0,76 | --- |
| | HH MM | 3 | 1,5 | 0,21 | --- |
| | CHEQ | 3 | 0,67 | 0,56 | --- |
| Cuartil*Deporte | CE | 6 | 5,39 | 0,001** | 0,097 |
| | EV R | 6 | 5,01 | 0,001** | 0,091 |
| | MOTV | 6 | 1,87 | 0,08 | --- |
| | HH MM | 6 | 0,88 | 0,50 | --- |
| | CHEQ | 6 | 1,15 | 0,33 | --- |

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$. Nota. Características Psicológicas: CE= Control del Estrés; EVR= Evaluación del Rendimiento; MOTV= Motivación; HHMM=Habilidades Mentales; CHEQ= Cohesión de Equipo.

La interacción de cuartil \times deporte también resultó significativa para el *género femenino* (Tabla 4) en el control del estrés ($F_{8, 300}=2,59$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,057$) y la cohesión de equipo ($F_{8, 300}=3,49$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,075$). Se ha observado mayor control del estrés ($F_{3, 342}=4,99$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,042$) en jugadoras de waterpolo nacidas durante Q1 que en nacidas en Q2 y Q3 ($p < 0,05$, para ambos respectivamente). En natación femenina se observaron datos significativos en cohesión de equipo ($F_{3, 342}=5,33$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,045$) Las nadadoras nacidas en Q1 ($p < 0,05$) y Q3 ($p < 0,001$) mostraron más cohesión que nadadoras nacidas en Q4. En natación sincronizada se vieron diferencias significativas en esta misma característica psicológica ($F_{3, 342}=2,89$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,025$). Las comparaciones múltiples a posteriori revelaron que las nadadoras de natación sincronizada nacidas en el Q4 ($p < 0,05$) obtuvieron mejores puntuaciones en cohesión que sus compañeras nacidas durante el Q2.

Tabla 4. Resultados de los efectos del número de temporadas en el CTDN, cuartil, y deporte en las características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CE, EVR, MOTV, HHMM, CHEQ) para el género femenino.

| | | <i>gl</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>h_p²</i> |
|------------------------|-------|-----------|----------|----------|----------------------------------|
| Cuartil | CE | 3 | 0,5 | 0,68 | --- |
| | EV R | 3 | 1,66 | 0,17 | --- |
| | MOTV | 3 | 3,02 | 0,03* | 0,026 |
| | HH MM | 3 | 3,35 | 0,01* | 0,029 |
| | CH EQ | 3 | 3,30 | 0,02* | 0,028 |
| Cuartil*Deporte | CE | 8 | 2,59 | 0,009* | 0,057 |
| | EV R | 8 | 1,06 | 0,39 | --- |
| | MOTV | 8 | 1,65 | 0,10 | --- |
| | HH MM | 8 | 1,58 | 0,12 | --- |
| | CH EQ | 8 | 3,49 | 0,001** | 0,075 |

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$. Nota. Características Psicológicas: CE= Control del Estrés; EVR= Evaluación del Rendimiento; MOTV= Motivación; HHMM=Habilidades Mentales; CHEQ= Cohesión de Equipo.

Por último, el número de temporadas que permanecen los deportistas de ambos géneros en el CTN influye significativamente en las puntuaciones que obtienen en las características psicológicas de motivación (chicos: $F_{1,300}=20,75$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,065$ y chicas: $F_{1,342}= 8,59$; $p < 0,01$; $\eta_p^2 = 0,065$) y cohesión de equipo (chicos: $F_{1,300}=5,05$; $p < 0,05$; $\eta_p^2 = 0,017$ y chicas : $F_{1,342}=11,23$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,032$). Estos

resultados indican que a mayor número de temporadas en el CTN mayores valores en ambas variables psicológicas.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que nacer en los primeros cuartiles del año influye en las características psicológicas de los deportistas del CTDN, aunque el tamaño del efecto del EER generalmente fue pequeño. Los deportistas de género masculino nacidos en estos meses, mostraron significativamente mayor control del estrés y evaluación del rendimiento, una variable que se considera específica de control del estrés (Gimeno et al., 2007). Por otro lado, las deportistas nacidas en los primeros meses del año tuvieron mayores puntuaciones en cohesión de equipo y control del estrés. El modelo de Bar-On de Inteligencia Emocional –Social, revela que, aunque en general no hay diferencias significativas, hay competencias emocionales en los que los géneros difieren. Los hombres desarrollan altos índices de control del estrés frente a las mujeres pero éstas obtienen mejores resultados en competencias interpersonales (Bar-On, 2006).

También las características psicológicas variaron en los diferentes deportes. En las disciplinas de saltos y waterpolo se observó que los deportistas nacidos en los primeros meses del año tenían mayor control del estrés que los deportistas nacidos a finales de año. Copley et al., (2009) afirmó que niños que nacen antes desarrollan alta percepción de competencia y autoeficacia, lo que correlaciona positivamente con el hecho de que los deportistas tengan más habilidades para controlar el estrés. Si se reducen las sensaciones negativas generadoras del estrés, aumenta el sentimiento de competencia y la autoeficacia (Arruza et al., 2011; Brustad, 1988; Smith, 1986). Por último, las nadadoras del primer cuartil se sintieron más integradas en su grupo de entrenamiento que las nacidas en el último cuartil.

Por último, en los datos se observó que la motivación y la cohesión de equipo, para los deportistas de ambos géneros, incrementa a medida que pasan más temporadas en el CTDN. Dichos datos sugieren que el tiempo que permanecen los deportistas en el centro de tecnificación contribuye a que éstos desarrollen estrategias que les mantenga motivados, que sepan evaluar coste/beneficio de su comportamiento deportivo o cómo hacer para superarse día a día. Estos datos corroboran que tener mayores experiencias relacionadas con el deporte de calidad, o más exigente, influye psicológicamente debido al refuerzo positivo por su esfuerzo (motivación extrínseca) o porque los resultados obtenidos les llevan a marcarse objetivos más altos (motivación intrínseca) (Barnsley et al, 1985). Esta circunstancia refuerza positivamente la autoconfianza y la percepción de competencia de los deportistas, manteniéndolos motivados e involucrados en su deporte (Pierson, Addona y Yates, 2013; Musch y Grondin, 2001, Arruza et al., 2011). Como se comentó anteriormente, Gimeno et al. (2007) afirma que el entrenamiento en habilidades psicológicas específicas como el control del estrés, la atención, la autoconfianza, el nivel de activación y el establecimiento de objetivos podrían favorecer la proyección de posibles talentos deportivos.

El tamaño de la muestra en natación sincronizada y en saltos de trampolín debe de ser considerado una limitación, y, por tanto, los resultados derivados de esos deportes deberían de ser interpretados con cautela.

Para finalizar, resaltar la importancia de que desde los clubs y federaciones se tenga en cuenta este fenómeno y que se aporten soluciones para reducir el impacto de este efecto en deportes donde su incidencia es mayor, ya que disminuiría el número de abandono o retirada deportiva de deportistas jóvenes.

CONCLUSIONES

- El EER tiene una influencia significativa sobre algunas características psicológicas que se relacionan con el deporte: El control del estrés, la evaluación del rendimiento y la cohesión de equipo.
- La influencia del ERR sobre las características psicológicas depende del género y del deporte
- La experiencia de permanecer a lo largo de diferentes temporadas en el CTDN influye en la motivación y la cohesión de equipo de los deportistas.

REFERENCIAS

- Arruza, J. A., Arribas, S., Otaegi, O., González, O., Irazusta, S., y Ruiz, L. M. (2011). Percepción de competencia, estado de ánimo y tolerancia al estrés en jóvenes deportistas de alto rendimiento. *Anales de Psicología*, 27 (2), 536-543.
- Bar-On, R. (2006). The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI) 1. *Psicothema*, 18, supl, 13-25.
- Barnsley, R. H., Thompson, A. H., y Barnsley, P. E. (1985). Hockey success and birthdate: The relative age effect. *Journal of the Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation*. 51, 23–28.
- Baxter-Jones, A. y Helms, P. (1994) Born too late to win? *Nature*, 370, 186.
- Brustad, R.J. (1988) Affective Outcomes in competitive youth sport: The influence of intrapersonal and socialization factors. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10, 307-321.
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., y McKenna, J. (2009). [Annual age-grouping and athlete development: A Meta-Analytical Review of Relative Age Effects in Sport](#). *Sports Medicine*, 39 (3), 235-256.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale. NJ: Erlbaum.
- Delorme, N., Boiché, J., y Raspaud, M. (2010b). [Relative Age Effect in Elite Sports: Methodological Bias or Real Discrimination?](#) *European Journal of Sports Science* 10, 91-96.
- Dixon J, Horton S, y Weir P. (2011) Relative Age Effects: Implications for leadership development. *International Journal of Sport & Society*, 2(2), 1-15.
- Gimeno, F., Buceta, J.M. y Pérez-Llantada, M.D.C. (1999). El cuestionario de «Características psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo» (C.P.R.D.): Características psicométricas. En A. López de la Llave, M.C. Pérez-Llantada y J.M. Buceta (eds.): *Investigaciones breves en Psicología del Deporte* (pp.65-76). Madrid: Dykinson.
- Gimeno, F., Buceta, J. M. y Pérez-Llantada, M.D.C. (2007) Influencia de las variables psicológicas en el deporte de competición: Evaluación mediante el cuestionario Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo. *Psicothema*, 4 (19), 667-672.
- Grossmann, B., y Lames, M. (2013). Relative Age Effect in football talents: The Role of youth academies in transition to professional status in Germany. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 120-134.
- Helsen, W. F., Starkes, J.L., y Van Winckel, J. (1998). The influence of relative age on success and dropout in male soccer players. *American Journal of Human Biology*, 10 (6), 791-798.
- Musch, J., y Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21, 147–167.
- Pankhurst, A., y Collins, D. (2013). Talent Identification and Development: The Need for Coherence Between Research, System, and Process. *Quest*. 65 (1), 83-97.
- Pierson, K., Addona, V. y Yates, P. (2014). A behavioural dynamic model of the relative age effect. *Journal of Sports Sciences*, 32 (8), 776-784.

- Schorer, J., Baker, J., Büsch, D., Wilhelm, A., & Pabst, J. (2009). Relative age, talent identification and youth skill development: Do relatively younger athletes have superior technical skills. *Talent Development and Excellence*, 1 (1), 45-56.
- Smith, R. (1986). Toward a cognitive-affective model of athletic burnout. *Journal of Sport Psychology*, 8, 36-50.
- Till, K., Cobley, S., Wattie, N., O'Hara, J., Cooke C., y Chapman, C. (2008). [The prevalence, influential factors and mechanisms of the relative age effects in UK Rugby League](#). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 320-329.
- Weiss, M.R., Bhalla, J.A., y Price, M.S. (2008). Developing positive self-perceptions through youth sport participation. In O. Bar-Or & H. Hebestreit (Eds.), *The Encyclopaedia of Sports Medicine, Vol. X: The young athlete* (pp. 302-318). Oxford, UK: Blackwell Science, Ltd.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias de manera especial en este trabajo a Sandra Tabasco Carretero por apoyar esta investigación desde sus inicios y por ceder de manera desinteresada los resultados de los tests psicológicos que dan sentido al estudio.

EFFECTO DE LA EDAD RELATIVA EN DEPORTISTAS TECNIFICADOS.

Ana Arazo¹, Miguel Ángel Gómez¹, Santiago Veiga^{1,2}

¹INEF-Universidad Politécnica de Madrid, España, ²Federación Madrileña de Natación.

RESUMEN

El “Efecto de la Edad Relativa” (EER) en el deporte se refiere a las diferencias físicas, cognitivas, emocionales y motivacionales que pueden manifestarse entre deportistas al ser agrupados por edad cronológica (Musch y Grondin, 2001) y que generan desigualdades en el rendimiento. El objetivo principal del presente estudio es observar si existe efecto de la edad relativa en una muestra de deportistas tecnificados en deportes acuáticos. La muestra fue de 678 casos de deportistas correspondientes a las disciplinas de natación (n=301), saltos (n=41), waterpolo (n=112), y natación sincronizada (n=224) del Centro de Tecnificación Deportiva de Natación –M 86 de la Federación Madrileña de Natación. Se dividieron por cuartiles de nacimiento: Q1: Enero-Marzo. Q2: Abril-Junio. Q3: Julio-Septiembre. Q4: Octubre-Diciembre. Los resultados mostraron EER en la muestra de deportistas dependiente del género (género femenino: $\chi_9^2=47,87$; p= 0,0001; CC= 0,210; género masculino: $\chi_6^2=14,64$; p= 0,023; CC= 0,342) y del deporte de manera que existen más deportistas de natación y waterpolo nacidos en los primeros meses del año y más deportistas de saltos y sincronizada nacidos en los últimos meses del año. Por tanto, el ERR parece ser una variable a controlar en los procesos de selección de talentos en los deportes acuáticos.

Palabras clave: selección de talentos, frecuencia de nacimientos, tecnificación.

INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios apoyan la existencia del Efecto de la Edad Relativa en el deporte (Musch y Grondin, 2001) desde los años 80 hasta la actualidad. Su efecto se ha estudiado en deportes como hockey sobre hielo (Grondin, 1984, Barnsley et al., 1985), fútbol (Helsen, Starkes, y Van Winckel, 1998), baloncesto (Delorme et al., 2011), baseball (Thompson et al. 1991), rugby (Abementhy y Farrow, 2005), cricket (O’Donoghue, Edgar y McLaughlin, 2004), golf (Cotê, Macdonald, Baker y Abernethy, 2006), tenis, natación (Baxter- Jones, 1995, Costa et al., 2013) o gimnasia (Baxter- Jones y Helms, 1994, Baxter- Jones, Helms y Maffuli et. al., 1995) y a lo largo de diferentes países. Las diferencias en edad relativa se deben a que en deporte, como en el ámbito académico, se organizan a los deportistas por grupos de edad, que hace que aquellos que nacen relativamente antes (enero-abril) tengan más posibilidades de obtener mejores resultados deportivos en comparación con los que nacen a finales del año (octubre-diciembre). Tal como relata Delorme Boiché, y Raspaud (2010b): “*Dos niños compitiendo en la misma categoría pueden tener 23 meses de diferencia si no han nacido en el mismo año y aquellos nacidos en el mismo año pueden tener 11 meses de diferencia*” (página 91). Estudios como el de Grossmann y Lames (2013) o el de Till, Cobley, Wattie, O’Hara, Cooke y Chapman (2010) muestran que el EER es más fuerte en población púber y adolescente, donde los cambios físicos y psicológicos que se pueden producir en un mismo año pueden ser significativos (Baxter-Jones y Helms, 1994).

En hockey hielo, Barnsley et al. (1985) observaron que los jugadores que competían en la liga nacional habían nacido en la primera mitad del año y con más probabilidad de nacer en el primer trimestre respecto a los que competían en otro tipo de ligas. Esta tendencia se repetía en edades inferiores (10-20 años) donde el 74% de los jugadores habían nacido en el primer cuartil del año (Barnsley y Thompson, 1988). El mismo efecto se observó en fútbol, donde el 40% de jugadores internacionales en categorías inferiores nacía en el primer trimestre del año (Williams, 2010). Sin embargo, las diferencias en edad relativa no son un fenómeno que responda igual en todos los deportes, ya que algunos como el golf *no están condicionados por el sistema de agrupamiento por edad u otros criterios de selección de deportistas que favorezca la aparición del efecto de la edad relativa* (Cobley, Baker, Wattie, y McKenna, 2009). En el caso de la natación, la precocidad de la entrada a la competición provoca diferencias en edad relativa (Baxter-Jones, 1995; Del Campo, 2013) en las categorías de edades más jóvenes.

La filosofía de los procesos de selección y desarrollo del talento es potenciar el rendimiento de los deportistas con el fin de que compitan en la élite del deporte (Schorer, Baker, Büsch, Wilhelm y Pabst, 2009). El efecto de la edad relativa influye a la hora de seleccionar a deportistas con talento ya que muchos son identificados en base a los resultados o en base a su maduración física en edades tempranas (Pankhurst y Collins, 2013, Grossmann y Lames, 2013). Se ha observado que aquellos nacidos en los primeros meses siguientes a la fecha de corte que son seleccionados, generalmente por entrenadores, suelen recibir más cantidad de feedback positivo y de calidad, tener mejores recursos disponibles para entrenar y más oportunidades de competir a niveles superiores (Dixon, Horton y Weir (2011).

Esta circunstancia refuerza positivamente la autoconfianza del deportista, manteniéndolo motivado en el deporte y creando una ventaja acumulada que puede persistir perpetuando las diferencias de la edad relativa (Pierson, Addona y Yates, 2014). De acuerdo con este argumento, deportistas más jóvenes tienen menos probabilidad de ser seleccionados y por tanto, tienen menos oportunidades de acceso a entrenamientos con entrenadores de alto nivel o menos recursos médicos (Helsen et al., 1998) o a tener experiencias en competiciones de más nivel que sus compañeros (Schorer, et al., 2009).

Por todo lo anteriormente expuesto, el EER es un fenómeno que podría influir en el proceso de selección de talentos del CTDN . Y, por tanto, en el presente estudio el objetivo se centrará en identificar si existe efecto de la edad relativa en la población deportistas tecnificados del Centro de Tecnificación Deportiva de Natación de Madrid.

MÉTODO

Muestra

La muestra del estudio está formada por 678 casos de deportistas (n=362 de género femenino y n=316 de género masculino), nacidos/as entre 1982 y 2001 (media de edad de $17,9 \pm 3,1$), de los deportes de natación (n=301), saltos de trampolín (n=41), natación sincronizada (n=112) y waterpolo (n=224) pertenecientes al Centro de Tecnificación Deportiva de Natación M-86 de la Federación Madrileña de Natación (Tabla 1).

En el Centro de Tecnificación Deportiva de Natación se integra el Programa de Tecnificación Deportiva que desarrolla en la actualidad la Federación Madrileña de Natación, junto con la Dirección General de Deportes de la Comunidad de Madrid, engloba objetivos y acciones integradas en los programas Nacionales de

Tecnificación Deportiva promovidos por el Consejo Superior de Deportes y la Real Federación Española de Natación. En este programa se facilita a los deportistas con talento la preparación adecuada para la competición de alto nivel, sin menoscabo de su formación escolar y académica. Generalmente, los deportistas acceden en 1º de ESO hasta completar los estudios de Bachillerato y pruebas de acceso a la universidad.

Anualmente, los deportistas solicitan entrar al centro y aquellos que podrían ser seleccionados son evaluados, por los profesionales del centro, a nivel técnico y a nivel psicológico.

Tabla 1. Muestra de casos de deportistas del estudio por deporte y género.

| | <i>Femenino</i> | | <i>Masculino</i> | | <i>N</i> |
|---------------------|-----------------|----------|------------------|----------|------------|
| | <i>n</i> | <i>%</i> | <i>n</i> | <i>%</i> | |
| Natación | 134 | 37% | 167 | 52,80% | 301 |
| Saltos | 21 | 5,80% | 20 | 6,30% | 41 |
| Sincronizada | 112 | 30,90% | -- | -- | 112 |
| Waterpolo | 95 | 26,20% | 129 | 40,80% | 224 |
| Total | 362 | | 316 | | 678 |

Para la organización de los datos, la **muestra** se dividió por cuartil de nacimiento:

- Cuartil 1 (Q1): nacidos entre 1 de enero al 31 de marzo, incluido.
- Cuartil 2 (Q2): nacidos entre 1 de abril al 30 de junio, incluido.
- Cuartil 3 (Q3): nacidos entre 1 de julio al 30 de septiembre, incluido.
- Cuartil 4 (Q4): nacidos entre 1 de octubre al 31 de diciembre, incluido.

Datos

Los datos que se han recogido han sido día, mes de nacimiento y año, de los deportistas que han pertenecido al CTDN M86 entre las temporadas 2006-07 hasta 2013-14. Fueron obtenidos de los archivos de administración de la Federación Madrileña de Natación. Tanto el acceso a los datos como la elaboración de la base de datos del estudio han estado amparados bajo la Ley de Protección de Datos Personales, Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre y Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

Procedimiento

Se contactó con los responsables del Centro de Tecnificación Deportiva de Natación de la Federación Madrileña para pedir la autorización y acceder a los datos personales de los deportistas. Debido a la Ley de Protección de Datos, se firmó un contrato de tratamiento y confidencialidad de los datos que se recogieron. Obtenido el permiso, se realizó la base de datos para el estudio entre octubre y noviembre de 2013.

Variables

Variables Dependientes:

- Frecuencia de cuartiles de nacimiento.

Variables Independientes:

- Cuartiles.
- Género.

Análisis estadístico

Para describir y analizar cómo se distribuye la muestra de estudio en relación al efecto de la edad relativa por cuartiles de nacimiento se utilizaron los estadísticos de frecuencias (%). Para conocer las diferencias en cada género y por deporte se

emplearon las Tablas de contingencia mediante el test del Chi Cuadrado de Pearson.

Para estudiar el grado de relación existente entre dos variables dentro de las tablas de contingencia se ha utilizado la medida de asociación que intentan cuantificar el grado de relación eliminando el efecto del tamaño muestral del coeficiente de contingencia (CC). Por último, para conocer la significación en la distribución de frecuencias se utilizaron los residuos corregidos siguiendo a Pardo y Ruiz (2004), es decir, utilizando los residuos tipificados corregidos de modo que, al utilizar un nivel de confianza del 95%, los residuos mayores o menores de 1.96 delatan casillas con más o menos casos de los que debería haber en esa casilla si las variables estudiadas fueran independientes. Como en investigaciones anteriores, se han realizado las comparaciones asumiendo una distribución homogénea de los nacimientos a lo largo del año (Baker et al., 2014; Cobley et al., 2008; Schorer et al., 2009).

Para el análisis de datos se ha utilizado el programa PASW Statistics en su versión 20.0. (IBM SPSS Statistics, Chicago, US). Debido a que el programa PASW Statistics en su versión 20.0 presenta los valores con un único decimal, los valores de los residuos tipificados corregidos que se han considerado como significativos fueron 2.0 y -2.0.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los datos de la distribución de las frecuencias de nacimiento por cuartil (desde ahora Q) y género. Dicha distribución fue diferente de la esperada si las variables fuesen independientes, tanto para el género femenino ($\chi_9^2 = 47,87$; $p = 0,001$; $CC = 0,210$) como para el masculino ($\chi_6^2 = 14,64$; $p = 0,023$; $CC = 0,342$).

En natación, se observó cómo el porcentaje de nacimientos en el género femenino disminuye a lo largo de los cuartiles del año. La mayor frecuencia de nacimientos se encontró en el Q1 (46,3%), en comparación con las frecuencias de nacimiento durante el Q3 (23,1%) y el Q4 (9%). En el género masculino, las frecuencias de nacimiento fueron las esperadas. En waterpolo, tanto en género masculino como femenino, hubo más porcentaje de nacimientos en el Q2 (masculino=29,5% y femenino=32,6%) y menor porcentaje de nacimientos de los esperados en Q4 (masculino=7,4% y femenino=10,1%). Por otro lado, en la disciplina de saltos la distribución de frecuencias de nacimientos mostró mayor porcentaje de nacimientos durante el Q4 (35%) y el Q3 (32,6%), respectivamente, para el género masculino y femenino.

Asimismo, en el género femenino, se observó un menor porcentaje de frecuencias de nacimiento en los primeros cuartiles (Q2=0% y Q1=14,3%). Por último, en natación sincronizada, los datos mostraron que en los últimos meses de año el porcentaje de nacimientos es mayor (Q4=25,9%) y menor durante el inicio del año según lo esperado (Q1=24,1%).

Tabla 2. Distribución de nacimientos de los deportistas por cuartil, género y deporte.

| GÉNERO | DEPORTE | | CUARTIL | | | | Total |
|----------|----------|----|-------------|--------|--------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Femenino | Natación | n | 62 | 33 | 27 | 12 | 134 |
| | | % | 46,30% | 24,60% | 20,10% | 9,00% | |
| | | RC | 3,8* | 0,1 | -2,2* | -2,4* | |

Swimming Science II

| | | | | | | | |
|-----------|--------------|----|--------|-------------|-------------|-------------|-----|
| | Saltos | n | 3 | 0 | 12 | 6 | 21 |
| | | % | 14,30% | 0,00% | 57,10% | 28,60% | |
| | | RC | -2* | -2,7* | 3,2* | 1,8 | |
| | Sincronizada | n | 27 | 24 | 32 | 29 | 112 |
| | | % | 24,10% | 21,40% | 28,60% | 25,90% | |
| | | RC | -2,7* | -0,9 | 0,5 | 3,9* | |
| | Waterpolo | n | 31 | 31 | 26 | 7 | 95 |
| | | % | 32,60% | 32,60% | 27,40% | 7,40% | |
| | | RC | -0,3 | 2,2* | 0,1 | -2,4* | |
| | Total | n | 123 | 88 | 97 | 54 | 362 |
| | | % | 34,00% | 24,30% | 26,80% | 14,90% | |
| Masculino | Natación | n | 73 | 34 | 24 | 36 | 167 |
| | | % | 43,70% | 20,40% | 14,40% | 21,60% | |
| | | RC | 0,9 | -1,5 | -1,4 | 1,9 | |
| | Saltos | n | 6 | 3 | 4 | 7 | 20 |
| | | % | 30,00% | 15,00% | 20,00% | 35,00% | |
| | | RC | -1,1 | -0,9 | 0,4 | 2,1* | |
| | Waterpolo | n | 52 | 38 | 26 | 13 | 129 |
| | | % | 40,30% | 29,50% | 20,20% | 10,10% | |
| | | RC | -0,3 | 2* | 1,2 | -3* | |
| | Total | n | 131 | 75 | 54 | 56 | 316 |
| | | % | 41,50% | 23,70% | 17,10% | 17,70% | |

Nota: RC=Residuos Corregidos.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados sugieren que el EER está presente en la muestra de deportistas tecnificados en natación de Madrid, de manera que, la distribución de nacimientos hacia los primeros cuartiles fue mayor en natación femenina y waterpolo, e inversa en saltos de trampolín y sincronizada.

En la muestra general, se puede comprobar que en los primeros meses del año hay una alta frecuencia de nacimientos respecto a los últimos meses del año. Dicha tendencia parece producirse únicamente en los deportes donde el componente físico es determinante, como la natación y el waterpolo, porque en deportes con un componente coordinativo-técnico, como saltos de trampolín y natación sincronizada, la frecuencia es mayor en los últimos meses del año. Dicha tendencia concuerda con los datos de Musch y Grondin (2001) o Baxter –Jones (1995) y Costa et al. (2013) que afirman que deportes como tenis o natación donde la talla o la fuerza son factores que determinan el rendimiento puede haber ventaja inicial para los nacidos en los primeros meses del año. Asimismo, otros autores (Baker et al., 2014; Cobley et al., 2009; Coté et al., 2006) indican que en deportes donde la talla o la masa muscular no tiene tanta influencia en el rendimiento se ha visto reducido el impacto del EER.

El EER fue significativo para ambos géneros aunque su dirección fue distinta dependiendo del deporte. En natación, los resultados indican un claro efecto de la edad relativa en el género femenino y no en el género masculino; mientras que en

waterpolo, se observó el EER en ambos géneros, aunque ligeramente mayor en chicos. Esta inconsistencia en los resultados entre géneros concuerda con los datos de Costa et al., (2013) donde el efecto de la EER fue significativo en la natación masculina que para la natación femenina. En otros deportes, como en la liga francesa de baloncesto, en edades inferiores a 18 años (Delorme et al., 2010a), se observó el efecto de la edad relativa en ambos géneros pero con mayor efecto en las chicas que en los chicos. En equipos de diferentes deportes de alto rendimiento francés Delorme et al., (2009) observaron EER únicamente en el género masculino. Por lo tanto, parece que serían necesarios más estudios en la misma línea para poder establecer conclusiones al respecto. El tamaño de la muestra en natación sincronizada y en saltos de trampolín debe de ser considerado una limitación del mismo y, por tanto, los resultados derivados de esos deportes deberían de ser interpretados con cautela.

En resumen, podríamos decir que el EER no se manifiesta por igual en todas las disciplinas, sino que depende del deporte y el género. Nuestros datos confirman la importancia de valorar el EER en la identificación y selección de talentos. En aquellos casos en los que se detecte EER, entrenadores, directivos y federaciones deberían trabajar para minimizar el efecto de la edad relativa y evitar posibles abandonos del deporte. Las soluciones que se han propuesto hasta el momento para controlar el ERR han sido la modificación de la fecha de corte por la que los deportistas son agrupados en categorías. Otras soluciones para minimizar este efecto podrían estar relacionadas con un sistema de competición que no estuviese sujeto a fechas de corte o que las mínimas fuesen adaptadas por trimestres con el objetivo de que los resultados de aquellos que sean de los últimos meses del año estén más acorde a sus capacidades.

Para finalizar, hacen falta más investigaciones de género sobre este fenómeno, y en otras disciplinas pertenecientes a los deportes acuáticos como saltos de trampolín, natación sincronizada, o triatlón.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se derivan de este estudio son las que se presentan a continuación:

En la muestra de los deportistas del centro de tecnificación hay efecto de la edad relativa pero se manifiesta diferente dependiendo del género y del deporte.

- El EER tiene más impacto en natación y waterpolo, deportes que dependen más de la condición física.

- En deportes que dependen más de los aspectos coordinativos-técnicos como natación sincronizada y saltos de trampolín se observa una distribución de frecuencias de nacimientos inversa al EER.

REFERENCIAS

Abernethy B., y Farrow, D. (2005). Contextual factors influencing the development of expertise in Australian athletes. Proceedings of the 11th World Congress of Sport Psychology, 2005. Aug 15-19: Sydney (NSW).

Baker, J., Janning, C., Wong, H., Cobley, S., y Shorer, J. (2014). Variations in relative age effects in individual sports: Skiing, figure skating and gymnastics. *European Journal of Sports Science*, 14, 1 183-190.

Barnsley, R. H., Thompson, A. H., y Barnsley, P. E. (1985). Hockey success and birthdate: The relative age effect. *Journal of the Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation*. 51, 23–28.

Barnsley, R. H., y Thompson, A. H. (1988) Birthdate and success in minor hockey: The key to the NLH. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 20, 167-176.

- Baxter-Jones, A. (1995) Growth and development of youth athletes: Should competition levels be age related? *Sports Medicine*, 20, 59-64.
- Baxter-Jones, A. y Helms, P. (1994) Born too late to win? *Nature*, 370, 186.
- Baxter-Jones, A., Helms, P., Maffulli, N., Baines-Preece, J. C., y Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Annals of human biology*, 22(5), 381-394.
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., y McKenna, J. (2009). [Annual age-grouping and athlete development: A Meta-Analytical Review of Relative Age Effects in Sport](#). *Sports Medicine*, 39 (3), 235-256.
- Cobley, S. P., Schorer, J., & Baker, J. (2008). Relative age effects in professional German soccer: A historical analysis. *Journal of sports sciences*, 26(14), 1531-1538.
- Costa, A.M., Marques, M.C., Louro, H., Ferreira, S.S., y Marinho, D.A. (2013). The relative age effect among elite youth competitive swimmers. *European Journal of Sport Science*. 13 (5), 437-444.
- Coté, J., Macdonald, D.J., Baker, J., y Abernethy, B. (2006). When “where” is more important than “when”. Birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise. *Journal of Sports Sciences*, 24 (10), 1065-1073.
- Del Campo, D. (2013). Revisión y propuestas de intervención sobre el Efecto de la Edad Relativa en los ámbitos educativo y deportivo. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 23, 51-63.
- Delorme, N., Chalabaev, A., y Raspaud, M. (2011). Relative Age is Associated with Sport Dropout: Evidence from Youth Categories of French Basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21 (1), 120-128.
- Delorme, N., Boiché, J., y Raspaud, M. (2010a). Relative Age and Dropout in French Male Soccer. *Journal of Sports Sciences*, 28 (7), 717-722.
- Delorme, N., Boiché, J., y Raspaud, M. (2010b). [Relative Age Effect in Elite Sports: Methodological Bias or Real Discrimination?](#) *European Journal of Sports Science* 10, 91-96.
- Dixon J, Horton S, y Weir P. (2011) Relative Age Effects: Implications for leadership development. *International Journal of Sport & Society*, 2(2), 1-15.
- Grondin, S., Deshaies, P. y Nault, L. (1984). Trimestres de naissance et participation au hockey et au volleyball. *Le Revue Québécoise de l'Activité Physique*, 2, 97-103.
- Grossmann, B., y Lames, M. (2013). Relative Age Effect in football talents: The Role of youth academies in transition to professional status in Germany. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 120-134.
- Helsen, W. F., Starkes, J.L., y Van Winckel, J. (1998). The influence of relative age on success and dropout in male soccer players. *American Journal of Human Biology*, 10 (6), 791-798.
- Musch, J., y Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21, 147-167.
- O'Donoghue, P., Edgar, S., y McLaughlin, E. (2004). Season of birth bias in elite cricket and netball. *Journal Sports Sciences*, 22, 256-257.
- Pankhurst, A., y Collins, D. (2013). Talent Identification and Development: The Need for Coherence Between Research, System, and Process. *Quest*. 65 (1), 83-97.
- Pardo, A., y Ruiz, M. (2004). *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Ciudad de México.
- Pierson, K., Addona, V. y Yates, P. (2014). A behavioural dynamic model of the relative age effect. *Journal of Sports Sciences*, 32 (8), 776-784.
- Schorer, J., Baker, J., Büsch, D., Wilhelm, A., y Pabst, J. (2009). Relative age, talent identification and youth skill development: Do relatively younger athletes have superior technical skills. *Talent Development and Excellence*, 1 (1), 45-56.

- Till, K., Cobley, S., Wattie, N., O'Hara, J., Cooke C., y Chapman, C. (2008). [The prevalence, influential factors and mechanisms of the relative age effects in UK Rugby League](#). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 320-329.
- Thompson, A.H., Barnsley, R.H. y Stebelsky, G. (1991). Born to play ball: The relative age effect and major league baseball. *Sociology of Sport Journal*, 8, 146-151.
- Williams, JH. (2010). [Relative age effect in youth soccer: analysis of the FIFA U17 World Cup competition](#). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 20 (3), 502-508.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a aquellas personas que han hecho posible la realización de este estudio:

Especialmente, a Sandra Tabasco por su apoyo, a Juan Carlos Rodríguez y a toda la familia de la Federación Madrileña de Natación, incluido deportistas, técnicos y padres.

REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA PARTICIPACIÓN EN NATACIÓN PARALIMPICA O ADAPTADA

Esperanza Jaqueti, Laureano Gil y Eva Ruiz

Entrenadora nadador internacional Córdoba. Seleccionador Español FEDDF, Cáceres. Clasificadora Internacional Federación Española, Barcelona.

RESUMEN

El objetivo de traer aquí esta información es el dar a conocer la natación adaptada, que no es ni más ni menos que poner al deportista en las mismas condiciones que tienen sus adversarios y que es posible que en nuestros clubes se encuentre alguno, a que pueda estar en los tipos de natación: la adaptada y la no adaptada.

Palabras clave: natación adaptada, discapacidad, mínimo hándicap, competición.

INTRODUCCIÓN

Todos los entrenadores intentamos con nuestras planificaciones de los entrenamientos el poner en situación a nuestros nadadores y nadadoras en condiciones óptimas para una competición determinada. Pero también queremos que nuestros deportistas partan de la misma situación física y que una pequeña característica física que se ha producido en su gestación o infancia no permita este condicionante de igualdad. La falta de los dedos de una mano es un mínimo hándicap que le permite nadar en la natación no adaptada pero que por muy buen trabajo que haga, siempre partirá con una pequeña desventaja, con respecto al resto de adversarios. A continuación se presentan las discapacidades mínimas que pueden tener los nadadores para poder competir en la natación paralímpica.

-Pérdida de movimiento en el tobillo

-Pies cavos

-Pérdida permanente total o parcial de un miembro (mano/ pie/ brazo/pierna), (amputaciones)

-Malformación total o parcial de una extremidad (mano/ pie/ brazo/pierna).(dismelias)

-Pérdida permanente de movimiento en una o más articulaciones del cuerpo de forma total o parcial. (Artrodesis articular, artrosis,...)

-Pérdida total o parcial permanente de la fuerza muscular. En una extremidad (brazo o pierna o en todo el cuerpo) (Lesiones parciales o completas de nervios periféricos, neuropatías, atrofas nervio periférico,....)

-Pérdida permanente de movimiento en una o más articulaciones del cuerpo de forma total o parcial. (Artrodesis articular, artrosis,....)

-Dificultad de coordinación debido a problemas del sistema nervioso central (Parálisis cerebral leve, ataxia leve,.....)

Contacto:

natacion@feddf.es

Laureano Gil Dávila

PÓSTER: “REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA PARTICIPACIÓN EN NATACIÓN PARALIMPICA O ADAPTADA”

¿QUÉ ES LA NATACIÓN ADAPTADA?

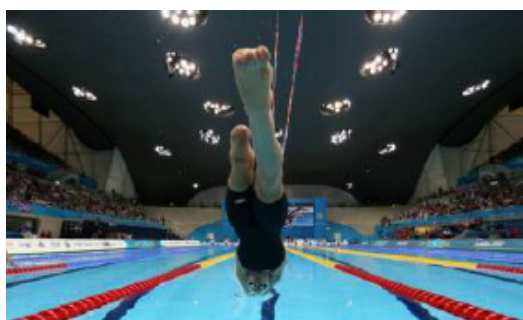
¿Es posible que en nuestros clubes se encuentre algún nadador que tenga MINIMO HANDICAP?

AFECTACIONES FÍSICAS/MOTRICES MÍNIMAS

Pérdida de movimiento en el tobillo



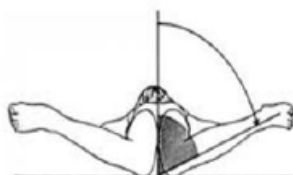
Pies cavos



Pérdida permanente total o parcial de un miembro (mano/ pie/brazo/pierna).(amputaciones)



Malformación total o parcial de una extremidad (mano/ pie/ brazo/pierna).(dismelias)



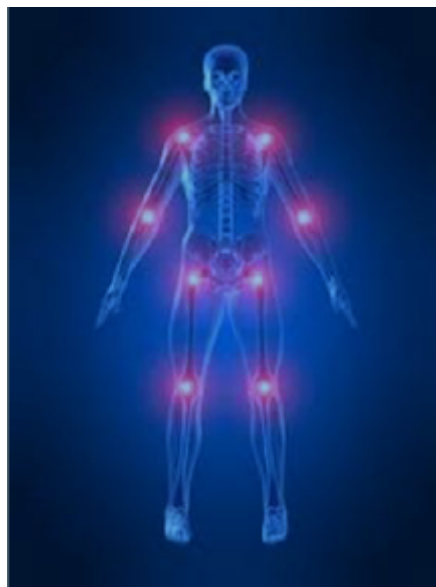
Pérdida permanente de movimiento en una o más articulaciones del cuerpo de forma total o parcial. (artrodesis articular, artrosis,..)



Dificultad de coordinación debido a problemas del sistema nervioso central (Parálisis cerebral leve, ataxia leve,.....)



Pérdida total o parcial permanente de la fuerza muscular. En una extremidad (brazo o pierna o en todo el cuerpo) (Lesiones parciales o completas de nervios periféricos, neuropatías, atrofias nervio periférico,.....)



Pérdida permanente de movimiento en una o más articulaciones del cuerpo de forma total o parcial. (artrodesis articular, artrosis,)

Laureano Gil Dávila
natacion@feddf.es

Esperanza Jaqueti Entrenadora nadador internacional, Laureano Gil Seleccionador Español FEDDF y Eva Ruiz Clasificadora Internacional Federación Española

EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES TÉCNICAS Y ANTROPOMÉTRICAS EN NADADORES DE GRUPOS DE EDAD

Esther Morales¹, Raúl Arellano¹

¹ **Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, Spain.**

RESUMEN

El estudio se centra en el análisis de la evolución de las variables antropométricas y técnicas mediante un test de 50m estilo libre en jóvenes nadadores de competición a lo largo de un periodo de entrenamiento. Los sujetos objeto de estudio fueron nadadores de competición de diferentes edades y categorías (de 10 a 18 años). Los sujetos fueron divididos en tres grupos de edad: de 10 a 12 años; de 13 a 14 años; y de 15 a 18 años. Se les realizó tres mediciones para obtener información de su rendimiento y evolución durante el ciclo de entrenamiento. Se obtuvieron diferencias significativas positivas entre el primer grupo con el segundo y tercer grupo en las variables TS15, TV, VN, T25, T50. Las modificaciones antropométricas pueden afectar a los resultados durante el crecimiento, cuando éste disminuye las mejoras deben ocurrir gracias al entrenamiento.

Palabras clave: antropometría, desarrollo, crecimiento, análisis nado, grupos de edad.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento en competición de un nadador puede estudiarse analizando las fases que la componen: Tiempo de salida (TS), Tiempo de Nado (TN) y Tiempo de Viraje (TV) (Hay, Guimaraes y Grimston, 1986). Sánchez y Arellano (2001) realizan un repaso histórico de las variables utilizadas en el análisis de la competición, fases que lo componen, distancias de paso de referencia y autores que las utilizan. Debido a la importancia de estos estudios para los entrenadores y deportistas, se amplió la realización de los mismos a sesiones de entrenamiento (de control), analizando las diferentes fases de la competición para su mejora y la corrección de errores técnicos, como los realizados por Arellano, García et al. (1996) para el análisis temporal de la técnica de salida; Arellano, Pardillo et al. (1999) para el análisis cuantitativo de la técnica de nado; Arellano (2000) para la evaluación de los componentes técnicos durante la sesión de entrenamiento. Teniendo estos datos disponibles, el entrenador puede estudiar el comportamiento del nadador y optimizar su entrenamiento para mejorar los aspectos técnicos.

Wilke (1992), consideró que la estatura y la estructura corporal son muy importantes en natación, sobre todo para los velocistas, ya que la distancia de nado se acorta para un nadador alto, pues comienza su viraje y toca la pared al finalizar la prueba antes que una persona más pequeña con la misma velocidad de nado. Estas

ventajas favorecen los resultados en distancias cortas, donde la actuación energética no juega un papel muy importante. Este aspecto influye notablemente en la evolución de las marcas deportivas pues existe una gran relación entre la antropometría y las características de la brazada longitud de ciclo (Lc) y frecuencia de ciclo (Fc) según Grimston y Hay (1986), entre la talla y las marcas según Arellano et al. (1996), entre la talla y la disminución de la resistencia según Toussaint et al. (1998) y entre la talla y el rendimiento según Duche et al. (1993).

El propósito de nuestro estudio es conocer la evolución en diferentes grupos de nadadores jóvenes los componentes antropométricos básicos y técnicos en un periodo de entrenamiento, por medio de la aplicación de un test de 50 m estilo crol.

MÉTODO

Muestra

Los sujetos participantes fueron nadadores del Club Deportivo Universidad de Granada (CDU), perteneciendo a diferentes categorías según su edad. Cada grupo desarrolló un plan de entrenamiento adecuado a los objetivos de la temporada. Para la realización del análisis de los resultados se agruparon los sujetos tal como se muestra en la tabla I.

Tabla I: Agrupación de los sujetos para la realización del análisis de resultados.

| Grupo | Características | N |
|-------|---------------------|----|
| 1 | Edad 10, 11, 12 | 28 |
| 2 | Edad 13, 14 | 9 |
| 3 | Edad 15, 16, 17, 18 | 14 |
| Total | | 51 |

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo con un diseño de medidas repetidas a lo largo del proceso de entrenamiento, donde a la totalidad del grupo se le realizaron varias medidas de las variables dependientes, una al inicio y final del estudio en el caso de la antropometría y tres registros de 50 m estilo crol, intercaladas por un periodo de entrenamiento. Los test de 50 m crol se realizaron en los siguientes meses: septiembre, diciembre y marzo.

El orden de filmación de los nadadores fue aleatorio, en función de los horarios de entrenamiento de cada uno de los grupos. Los sujetos realizaban un calentamiento estándar antes de realizar la prueba de 50 m crol. Finalizado este calentamiento se ubicaban en la calle 3 y cubrían, tras la señal de salida, los 50 m. Este procedimiento se repitió respetando el mismo protocolo de actuación y horario en los tres momentos de la temporada.

Todos los nadadores firmaron un consentimiento informado donde se les informaba de los registros que se les iba a realizar.

Instrumental

Para llevar a cabo la recogida de datos se siguieron diferentes procesos según la naturaleza de la variable.

Las variables antropométricas básicas peso, talla y envergadura se obtuvieron por medio de un tallímetro, báscula y cinta antropométrica.

Por medio de un test de 50 m estilo crol se obtuvieron los datos relativos a las variables temporales y cinemáticas. Se registró mediante cámaras de video colocadas en la piscina. Su longitud es de 25 m y seis calles de 2 m. El sistema de registro constó de 5 cámaras de video subacuáticas, ubicadas lateralmente a lo largo de la piscina para poder grabar al nadador secuencialmente. La primera cámara filmó la fase aérea de la salida mientras que las otras cuatro cámaras fueron acuáticas y se colocaron por debajo del nivel del agua. El sistema de registro fue el utilizado en los estudios de Morales, E y col. (2010).

Antes del comienzo de la filmación se colocaron y registraron referencias a lo ancho de la piscina (en 5m, 10m y 15m). La combinación de una base de datos que controlaba y obtenía del vídeo digital el código de tiempo, permitió registrar y organizar los datos temporales para el desarrollo del presente estudio. Este sistema de análisis ha servido para la obtención de tiempos de paso por las referencias establecidas, tiempo de salida, tiempo de nado, tiempo de llegada (TLI), longitud de ciclo, frecuencia de ciclo, índice de ciclo (Ic), velocidad de salida (VS), velocidad de nado (VN), velocidad de viraje (VV) y velocidad de llegada (VLI).

Variables:

La *variable independiente*, fue el entrenamiento aplicado a los sujetos durante un año, atendiendo a las necesidades de cada uno según género y edad. Las *variables dependientes* fueron las obtenidas de las mediciones antropométricas básicas (peso, talla y envergadura) y del análisis de los registros de 50 m crol realizados (ver tabla II).

Tabla II: Descripción de las variables dependientes estudiadas

| Variables Temporales: | - Variables Cinemáticas: |
|--|--|
| - <u>Tiempo total de la prueba (T50)</u> : tiempo transcurrido desde la señal de salida hasta que el nadador toca en la pared al final de la prueba, en este caso 50 m. | - <u>Velocidad de salida (VS1)</u> (m/s): velocidad promedio entre el tiempo de la señal de salida y el corte de la cabeza de una línea situada a 10m de la pared. |
| - <u>Tiempo de pase de 25m (T25)</u> : tiempo transcurrido desde la señal de salida hasta que el nadador toca la pared en 25m. | - <u>Velocidad de nado (VN)</u> : velocidad promedio entre la distancia de 10 - 20m y 30 - 40m |
| - <u>Tiempo de salida 10 m (TS10)</u> : tiempo transcurrido desde la señal de salida y el paso de la cabeza del nadador por las referencias de salida en 10 m. | - <u>Velocidad de llegada (VLI)</u> : velocidad promedio entre la distancia de 5m hasta tocar la pared |
| - <u>Tiempo de salida 15 m (TS15)</u> : tiempo transcurrido desde la señal de salida y el paso de la cabeza del nadador por las referencias de salida en 15 m | - <u>Frecuencia de ciclo (Fc)</u> : tres ciclos dividido por la duración en segundos medida en la mitad del primer y segundo largo (Hz) |
| - <u>Tiempo de viraje (TV)</u> : tiempo transcurrido desde que el nadador corta con la cabeza la línea de 5 m antes de la pared hasta que la vuelve a cortar en 10 m después de tocar la | - <u>Longitud de ciclo (Lc)</u> : velocidad de nado promedio del primer y segundo largo partido por la Fc (m/ciclo) |
| | - <u>Índice de ciclo (Ic)</u> (m ² /cic*s): producto de la velocidad por la longitud de ciclo. |

pared.

-Tiempo de nado (TN): tiempo transcurrido descontando el tiempo de salida, de viraje y el tiempo de llegada.

-Tiempo de llegada (TII): tiempo trascurrido desde que la cabeza del nadador corta la línea de 5 m de la pared hasta que toca la pared con la mano.

Estadística

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa 'SPSS 11.0' para Windows y el programa "Statistica".

Se obtuvieron los estadísticos descriptivos: media, desviación típica, intervalo de confianza, etc. Se aplicaron las pruebas correspondientes de Kolmogorov-Smirnov para confirmar la normalidad en los datos obtenidos en cada una de las variables y así aplicar las pruebas correspondientes de estadística paramétrica. En el análisis de datos antropométricos se realizaron diferentes *pruebas t* para muestras relacionada en los que se compararon los datos obtenidos en el pre-test con los del post-test. Mientras que en el análisis del test técnico de nado se realizaron diversas pruebas MANCOVA de medidas repetidas para muestras relacionadas en las que se compararon los datos obtenidos a lo largo del proceso de estudio, para ver el grado de significación entre los resultados obtenidos en cada una de las mediciones. El nivel de significación quedó establecido en $p < 0,05$.

RESULTADOS

En antropometría se obtuvieron medias y desviaciones típicas del pre y post-test de cada variable dependiente tomando el grupo en su totalidad para luego diferenciar los tres grupos de entrenamiento en los siguientes análisis. Los valores de las medias obtenidas en cada una de las variables fueron mayores en el post-test frente a las obtenidas en el pre-test.

El análisis inferencial (*prueba t*) mostró un incremento significativo ($p < 0.01$) en todas las variables antropométricas estudiadas tras un año de entrenamiento, independientemente de que tomáramos al grupo en su totalidad o los distintos subgrupos de entrenamiento (ver tablas III y IV)

Tabla III: Medias y significación en antropometría del grupo en su totalidad.

| Variable | Pre-Test | | Pos-Test | |
|-------------|----------|-------|----------|-------|
| | Media | D.T | Media | D.T |
| Peso | 42.53 | 12.24 | 44.9** | 12.71 |
| Talla | 146.59 | 13.86 | 150.66** | 13.31 |
| Envergadura | 151.47 | 14.66 | 154.92** | 15.04 |

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Tabla IV: Medias y significación en antropometría por grupo de entrenamiento.

| | Pre-Test | | | Pos-Test | | |
|--|----------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | Grupo 1 | Grupo2 | Grupo 3 | Grupo 1 | Grupo2 | Grupo 3 |
| | | | | | | |

Swimming Science II

| | M | D.T | M | D.T | M | D.T | M | D.T | M | D.T | M | D.T |
|--------|--------|-------|--------|------|--------|-------|----------|-------|----------|------|----------|-------|
| Peso | 35.58 | 9.17 | 46.73 | 7.62 | 57.31 | 10.52 | 38.02** | 9.63 | 49.15** | 8.19 | 59.42* | 12.26 |
| Talla | 137.24 | 9.71 | 154.20 | 7.11 | 163.93 | 7.58 | 141.64** | 10.13 | 158.51** | 6.03 | 166.06** | 6.75 |
| Enverg | 141.13 | 10.06 | 160.83 | 7.86 | 168.61 | 6.80 | 144.25** | 10.22 | 165.22** | 7.69 | 171.50** | 8.55 |

* p<0.05; ** p<0.01

Los resultados del análisis de varianza de medidas repetidas aplicado a las variables obtenidas en el test de 50m crol se encuentra resumido en la tabla V.

Tabla V: Medias y significación de las variables analizadas al comparar los tres tests.

| Variable | Grupo | Test 1 | Test 2 | Test 3 |
|--------------|----------------|---------------------|---------|---------|
| TS10m | 1 ⁺ | 6.85 | 6.81 | 6.55 |
| | 2 | 5.32 | 5.38 | 5.17 |
| | 3 | 5.02 | 5.03 | 4.97 |
| TS15m | 1 ⁺ | 11.15• ₃ | 10.76 | 10.56* |
| | 2 | 8.78 | 8.66 | 8.46 |
| | 3 | 8.31 | 8.35 | 8.17 |
| TV | 1 ⁺ | 13.22• | 12.37** | 12.37** |
| | 2 | 9.97 | 9.49 | 9.43 |
| | 3 | 9.40 | 9.42 | 9.31 |
| VN | 1 ⁺ | 1.15• ₃ | 1.19 | 1.20** |
| | 2 | 1.44 | 1.51 | 1.50 |
| | 3 | 1.50 | 1.52 | 1.55 |
| VII | 1 ⁺ | 1.03• | 1.10** | 1.10** |
| | 2 | 1.37 | 1.43 | 1.41 |
| | 3 | 1.47 | 1.48 | 1.48 |
| T25m | 1 ⁺ | 20.39• ₃ | 19.53 | 19.31** |
| | 2 | 16.15 | 15.45 | 15.29 |
| | 3 | 15.25 | 15.08 | 14.86 |
| T50m | 1 ⁺ | 43.00• | 40.67** | 40.04** |
| | 2 | 32.97 | 31.38 | 31.22 |
| | 3 | 31.23 | 30.87 | 30.42 |
| Fc | 1 | 50.86 | 54.49 | 51.53 |
| | 2 | 53.54 | 56.68 | 52.25 |
| | 3 | 54.26 | 56.69 | 55.80 |
| Lc | 1 ⁺ | 1.36 | 1.32 | 1.41 |
| | 2 | 1.63 | 1.60 | 1.73 |
| | 3 | 1.67 | 1.62 | 1.67 |
| Ic | 1 ⁺ | 1.59 | 1.60 | 1.72 |
| | 2 | 2.35 | 1.42 | 2.59 |
| | 3 | 2.52 | 2.48 | 2.60 |

* P<0.05; ** P<0.01

• Medida diferente de todas las demás, •_n Medida diferente del n° de test indicado.

+grupo diferente del resto.

Sólo se obtuvieron mejoras significativas a lo largo del estudio en el grupo 1 entre el primer test y los demás en TV, VLI y T50, y entre el primer test y el último en TS15,

VN y T25m. Ni estas ni ninguna otra diferencia significativa fue obtenida en el segundo y tercer grupo.

Al comparar los resultados del primer grupo con los demás (Inter.-grupo) se encontraron diferencias en todas las variables a excepción de la Fc. Sin embargo no existieron estas diferencias entre el grupo 2 y 3 de ninguna variable analizada, aunque se puede observar una tendencia a la mejora en los resultados.

DISCUSIÓN

En antropometría se compararon los datos obtenidos en el pre y post-test obteniendo que tanto a nivel general como en los tres grupos establecidos, las medias muestran un aumento en peso, talla y envergadura (ver tablas III, IV) propio del proceso de desarrollo de las edades de los nadadores participantes. Esto lo confirma la *prueba t* para muestras relacionadas mostrando niveles de significatividad en todas las variables y grupos. Como era lógico, los sujetos tras un año han aumentado su peso, talla y envergadura debido al proceso de crecimiento (Malina, 2004). Siendo la edad cronológica y la antropometría uno de los aspectos que más influyen en las pruebas de natación (Saavedra J., Escalante Y., 2010; Geladas, N.D., Nassis, G.P., Pavlicevic, S., 2005, Lätt et al. 2009)

En el análisis de 50 m crol se observó cómo los tiempos en el primer test registrado en las variables temporales y de velocidad eran mayores, aunque de forma significativa solo en el primer grupo. Este test coincide con el inicio de temporada, por lo que el periodo vacacional afectó su rendimiento. En el grupo 2 y 3 esto no sucede de forma tan acusada, debido a que su temporada terminó más tarde y durante el periodo vacacional realizaron otras actividades.

Aparecen diferencias significativas entre los grupos 1-2 y 1-3, hecho lógico debido a las diferencias de edad y el proceso de desarrollo en el que se encuentran ya que hay periodos críticos en los que el desarrollo afecta en mayor medida a los resultados (Viru et al. 1999) No aparece ninguna diferencia entre el grupo 2-3. En estos grupos las mejoras se producen de forma más leve, aun obteniendo diferencias significativas producidas por el proceso de desarrollo en la talla y envergadura, asociadas según Wilke (1992) a la mejora de las marcas deportivas.

La longitud de ciclo se ve influenciada por el propio desarrollo, produciéndose un aumento a lo largo del proceso. Este aumento irá disminuyendo conforme el sujeto concluya el periodo de crecimiento, debiéndose la mejora a una mejor ejecución de la técnica y al aumento de fuerza muscular.

De forma genérica se puede observar un incremento del rendimiento con pendientes más pronunciadas en las edades de mayor desarrollo. Estas mejoras pueden ir de un 14% a 19% desde niños a adultos en todas las pruebas de estilo crol hasta la edad de 18 años según los estudios de Costa et al. (2011), quienes además proponen la edad de 16 años como la edad en la que predecir el nivel adulto de competición es importante.

CONCLUSIONES

- Las modificaciones en las características antropométricas básicas de jóvenes deportistas practicantes del deporte de la natación, pueden afectar positivamente a los resultados evaluados durante el ciclo de crecimiento a estudio.
- Cuando la velocidad de crecimiento disminuye las mejoras de los resultados deben ocurrir gracias al efecto del entrenamiento.
- Los resultados obtenidos al inicio de temporada pueden verse afectados por los periodos vacacionales. Lo que sugiere la necesidad de no realizar largos periodos de inactividad al acabar el ciclo anual de entrenamiento.
- La contribución a la mejora del resultado del tiempo de salida y viraje parece más importante en las edades post-puberales.
- La mejora en la longitud de ciclo, influenciada por el aumento de envergadura, se produce de forma más acusada en los grupos de menor edad debiéndose después del periodo de crecimiento a mejoras técnicas y de fuerza muscular.

REFERENCIAS

- Arellano, R., F. García, et al. (1996). Temporal analysis of the starting technique in freestyle swimming. XIV Symposium on Biomechanics in Sports, Funchal, Madeira, Portugal, Edições FMH. Universidade Técnica de Lisboa.
- Arellano, R., S. Pardillo, et al. (1999). A system for quantitative measurement of swimming technique. En: K. L. Keskinen, P. V. Komi and A. P. Hollander. Biomechanics and Medicine in Swimming VIII. Jyväskylä (Finland). Department of Biology of Physical Activity of the University of Jyväskylä: 269-275.
- Arellano, R. (2000) Evaluating the technical race components during the training season. En: R. Sanders and Y. Hong. Applied Program: Application of Biomechanical Study in Swimming. Hong Kong. The Chinese University of Hong Kong; 75-82.
- Arellano R. et al. (1996). Application of regression equations in the analysis of 50 and 100 m swimming races of 1992 Olympic games. En: Abrantes, J. XIV International Symposium on Biomechanics in Sports. Funchal (Portugal). Edições FMH – Universidade Técnica de Lisboa, 274-278.
- Costa MJ., Marinho DA., Bragada, JA., Silva AJ., Barbosa TM. (2011). Stability of elite freestyle performance from childhood to adulthood. *Journal of Sport Science*, August, 29(11):1183-1189.
- Duche P., Falgairette G., Bedu M., Lac G., Robert A., Coudert J. (1993). Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bioenergetic characteristics. *European Journal of Applied Physiology* 66:467-471
- Geladas, N.D., Nassis, G.P., Pavlicevic, S. (2005). [Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers](#). *International Journal of Sports Medicine*, 26 (2), pp. 139-144.
- Grimston, S. K. and J. G. Hay. (1986). Relationships among anthropometrics and stroking characteristics of college swimmers. *Med Sci Sports and Exerc.* 18(Nº1): 60-68.
- Hay, J.G., Guimaraes, A.C.S. y Grimston, S.K. (1986). A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. En J.G. Gay (Ed). Starting, Stroking & Turning (A compilation of research on the biomechanics of swimming). Iowa: Biomechanics Laboratory, Department of Exercise Science. The University of Iowa, 76-82.

- Lätt E., Jürimäe J., Haljaste K., Cicchella A., Purge P, Jürimäe T. (2009) Longitudinal development of physical and performance parameters during biological maturation of young male swimmers. *Perceptual and Motor Skills: Volume 108, Issue* , pp. 297-307.
- Malina M.R, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, Maturations, and Physical Activity*, Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
- Morales, E., Arellano, R., Femia, P., Mercadé, J., Haljand, R. (2010). 50 m race Components Times Analysis based on a Regression Analysis Model Applied to Age-Group Swimmers. *Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp 127-129). Oslo. Published by the Norwegian School of Sport Science.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., Rodríguez, F.A. (2010). A multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science* Volume 22, Issue 1, February 2010, Pages 135-151.
- Sánchez, J. A. y Arellano R.(2001). El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología. En: Arellano, R y Ferro, A. *Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel*. N 32. Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. Consejo Superior de Deportes, (pp 9-50).
- Toussaint, H. et al.(1998) Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. *Med Sci Sports Exerc.* 30(1): 144-151.
- Viru A, Loko J, Harro M, Volver A, Laaneots L, Viru M. Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *Phys Educ Sport Pedagogy*, 1999; 4 (1): 75-119.
- Wilke, K.(1992). Analysis of Sprint Swimming: the 50m Freestyle. En: Reilly, T. and MacLaren, D. *Sixth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*. Liverpool (Inglaterra). E & FN Spon: 33-38.

AGRADECIMIENTOS.

Al grupo de investigación Actividad Física y Deportiva en el Medio Acuático (CTS-527) y a la Facultad de Ciencias del deporte de la Universidad de Granada por la cesión de la instalación y del instrumental para la realización del trabajo.

POTENCIACIÓN POSTACTIVACIÓN EN NATACIÓN

Francisco Cuenca-Fernández¹ y Raúl Arellano¹

¹Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada, Granada, España.

RESUMEN

El uso del calentamiento está ampliamente extendido dadas las ventajas que ofrece en la subsiguiente actividad deportiva. Sin embargo, su aplicación para mejorar las pruebas cortas sigue siendo un dilema por aclarar dadas las pocas diferencias que se han encontrado tras su aplicación. Existe un fenómeno de pre activación conocido como Potenciación Post-activación (PAP) que mejora la capacidad contráctil del músculo, tanto en fuerza como en velocidad, tras haber aplicado cargas submáximas mediante ejercicios de acondicionamiento lo más biomecánicamente parecidos a la acción real. Su uso en natación es todavía muy escaso aunque son algunos los autores que tratan de buscar resultados aplicando diversos métodos de estimulación. Pese a que este método aún presenta un claro problema de protocolización y que aún no se ha encontrado la manera más apropiada de provocar activación para el nado a sprint, son algunos los estudios que empiezan a marcar el camino aportando datos significativos a favor de su uso. La aplicación de pre estímulos extraordinariamente fuertes y similares a la acción real y un descanso individualizado en función de las características de cada deportista, podrían ser las claves de los futuros estudios.

INTRODUCCIÓN

Justificación del calentamiento en natación:

En las competiciones de natación es muy común observar el programa con el orden de las pruebas y localizar fácilmente la zona horaria destinada al calentamiento. Generalmente, se realiza varios minutos antes de la prueba con el objetivo de preparar al organismo para afrontar la competición de la manera más adecuada posible y de ganar esas “sensaciones con el agua” que el nadador necesita. Sin embargo, y a no ser que el lugar de la competición disponga de varias zonas de agua, este procedimiento suele ser desbancado a las primeras horas antes del comienzo de la competición, incluso en casos en los que dichas competiciones pueden durar hasta 2 o 3 horas. Lo que a veces supone que transcurra mucho tiempo desde que el nadador realiza el calentamiento hasta que llega el momento de competir, haciéndole perder esos efectos conseguidos. Por tanto, ¿es verdaderamente útil realizarlo? El análisis de la bibliografía muestra una tendencia hacia el “Si”, siempre y cuando la prueba sea igual o superior a los 200 metros y/o 2-3 minutos de duración. Estudios como el de (Neiva, Marques, Barbosa, Izquierdo, &

Marinho, 2013; West, Owen, Cunningham, Cook, & Kilduff, 2011; Zochowski, Johnson, & Sleivert, 2007), comparan la realización de calentamiento en el rendimiento en dicha prueba y todos llegan a la conclusión de que el rendimiento es mejor tras el calentamiento siempre y cuando no pasen más de 20-25 minutos hasta la competición.

No obstante, en el caso de las pruebas cortas, este es un dilema mayor. Si bien en las pruebas de 100 metros, existe una tendencia a favor de su uso (Neiva et al., 2013), aunque con respuestas muy individualizadas entre los distintos nadadores. En el caso de los 50 metros es aún un asunto por resolver. Los estudios llevados a cabo no muestran diferencias claras entre calentar o no calentar (Balilionis et al., 2012; Neiva, Marques, Barbosa, Izquierdo, & Marinho, 2014). Si es demasiado intenso puede ocasionar fatiga y el gasto de esos elementos de componente explosivo que se almacenan en el músculo (glucógeno, fosfocreatina, etc), provocando una pérdida de ese factor “extra” que aporta la frescura en el rendimiento (Neiva et al., 2014). Si es muy largo, puede llegar a lastrar al nadador al condicionarlo a un estado cardíaco demasiado aeróbico, a asumir una técnica de nado poco óptima, o en definitiva, desacorde a lo que se le va a exigir en la prueba. Por último, si no controlamos el descanso entre calentamiento y prueba volvemos al problema inicial, si es demasiado largo, el deportista puede llegar poco activado. Y si es demasiado corto puede suponer que el nadador llegue a la prueba aún fatigado (Neiva et al., 2014). En cualquier caso, este es un asunto altamente individualizado que en gran medida dependerá del nivel del nadador y de su capacidad para reponerse a la fatiga. El problema radica en que el sistema de competición obliga a todos por igual a adaptarse al mismo tiempo de descanso, lo que puede ser óptimo para algunos; insuficiente o demasiado para otros.

Llegados a este punto se nos plantean dos cuestiones. La primera radica en valorar si los procedimientos de calentamiento llevados a cabo en las pruebas cortas son los más adecuados para su mejor desempeño. La ausencia de diferencias entre ‘calentar o no’ podría indicarnos que el nadador no está recibiendo el estímulo necesario para activarse. Probablemente, el calentamiento de nado variado sea insuficiente para “activar” las altas demandas de potencia y fuerza que se necesitan en estas pruebas (Sharp, Troup, & Costill, 1982). Por otra parte, es necesario recurrir a un método efectivo y fiable que nos permita controlar el momento en el que el nadador recibe el estímulo, y por tanto, administrar de manera más controlada su descanso. Varios autores han intentado encontrar la respuesta a estas dos cuestiones mediante el uso de la Potenciación Post-activación (PAP).

-Potenciación Post-Activación:

Es un fenómeno por el cual existe un incremento en la capacidad contráctil del músculo, tanto en fuerza como en velocidad, tras haber realizado previamente cargas máximas o submáximas.

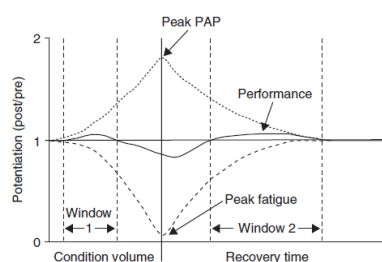


Figura 9. Relación entre Fatiga y Potenciación. Modelo propuesto por Sale (2004)

El efecto de la PAP es provocado por una alteración fisiológica que hace a las miofibrillas más sensibles al Calcio liberado por el retículo sarcoplasmático, y por un aumento del reclutamiento de fibras musculares como consecuencia de aumentar la excitación de las motoneuronas, por tanto, amplifica el potencial de acción muscular, lo cual mejora la potencia mecánica y consecuentemente el rendimiento deportivo. (Esformes, Cameron, & Bampouras, 2010; Hamada, Sale, MacDougall, & Tarnopolsky, 2000; Sale, 2004; Tillin & Bishop, 2009). La ejecución óptima ocurre cuando la fatiga se ha disipado y la potenciación todavía existe. La mejora de la resistencia a la fatiga podría por tanto permitir que los efectos de la potenciación fueran mayores.

Otros autores también han observado que la potenciación post-activación mejora la velocidad de conducción de las fibras nerviosas y la actividad electromiográfica, debido al fenómeno de reclutamiento que provoca la realización de contracciones musculares máximas o por encima del 85% de 1 RM en ejecuciones con peso libre (Kilduff et al., 2011; Sale, 2004; Tillin & Bishop, 2009). Tales resultados han demostrado ser mayores en las fibras rápidas de tipo II, y en las áreas con mayor proporción de este tipo de fibras, lo que sugiere que los efectos del PAP son más efectivos en las contracciones rápidas que en las isométricas y que por tanto, su efecto podría ser más significativo en músculos más potentes como los extensores de la rodilla, tal y como demuestran (Cuenca-Fernandez, Lopez-Contreras, & Arellano, 2015; Hamada et al., 2000; Requena, Gapeyeva, Garcia, Erelina, & Paasuke, 2008). Dichos beneficios, parecen ser más profundos cuando el mecanismo utilizado para inducir potenciación es biomecánicamente similar al gesto real, al igual que son más efectivos en individuos más fuertes o entrenados (Cuenca-Fernandez, López-Contreras, Argüelles, De la Fuente, & Arellano, 2014; Esformes et al., 2010).

-Potenciación Post-Activación en la Salida de Natación

Uno de los primeros autores en abrir la vía de la aplicación de PAP en la salida de natación fue Kilduff et al., (2011). El cual puso a prueba un protocolo de activación basado en la realización de sentadillas con cargas submáximas (85%) con el objetivo de mejorar la salida de natación. En ese estudio se comparó si la aplicación de un calentamiento basado en PAP era suficiente para equiparar o mejorar los efectos conseguidos con el calentamiento en agua que los nadadores tradicionalmente realizan. A pesar de que no se obtuvieron mejoras significativas en la propia salida de natación, los resultados demostraron que el nadador mejoraba en los test de fuerza que le realizaban en seco. Además, Kilduff et al., (2011) fueron capaces de localizar en sus sujetos esa pequeña ventana en la que la fatiga se ha disipado y la potenciación todavía existe, fijando esta en un periodo de 8 minutos tras el ejercicio de acondicionamiento.

Que los sujetos mejorasen en los test de fuerza pero no en la salida indicó dos cosas. La primera, la ausencia de mejora no indica que hubiera un empeoramiento

de ese rendimiento. Hay que destacar que el nadador no realizó ningún tipo de calentamiento en el agua, salvo las repeticiones con cargas máximas. Lo cual indica que el PAP tuvo un efecto capaz de equiparar los valores del calentamiento tradicional, o incluso de mejorarlos, porque así lo indicaba la mejora obtenida en los picos de fuerza horizontales y verticales registrados con plataforma de fuerzas (Kilduff et al., 2011). La segunda; es posible que el nadador quedara falto de potenciación para la realización de la salida de natación o que incluso el estímulo no fuera lo suficientemente específico. Lo que se busca con el PAP es proporcionar un estímulo extraordinariamente alto al organismo. Por tanto, excluir este procedimiento del calentamiento puede suponer que no se alcance ese umbral de “extra activación”.

Este argumento fue objeto de estudio por parte de (Cuenca-Fernandez et al., 2015) y las rutinas de PAP fueron añadidas al calentamiento con el objetivo de mejorar el rendimiento de la salida de natación. Dado que fue un estudio posterior, se tuvo en cuenta el uso del nuevo poyete de salida el cual supone una colocación asimétrica de las extremidades inferiores, aunque se respetó el periodo de descanso de 8 minutos propuesto por Kilduff et al., (2011). La pre activación, fue por tanto, llevada a cabo con ejercicios de colocación asimétrica de piernas, tales como el Lunge, realizado en pórtico de musculación, y un Lunge realizado en una máquina de entrenamiento excéntrico. Ambos protocolos añadidos al calentamiento tuvieron buenos resultados y fueron capaces de mejorar el rendimiento realizado en la salida en comparación con el obtenido tras el calentamiento normal. Cuando se compararon ambos protocolos de PAP, se obtuvieron mejores resultados tras el protocolo realizado con la máquina de entrenamiento excéntrico, ya que se consigue una activación muscular mucho mayor, y además permite realizar un gesto de activación casi idéntico a la acción real. Los sujetos fueron evaluados en fuerza relativa y cuando se incluyó en el análisis también se demostró que los que poseían más fuerza relativa eran capaces de reaccionar mejor al PAP. Lo que confirma la teoría de que el PAP es más efectivo en individuos más entrenados (Esformes et al., 2011).

-Potenciación Post-Activación para el nado

¿Puede el nado ser activado? Este asunto fue puesto a prueba por primera vez por Santos-García, J; González-Ravé, J.M.; Legaz Arrese, A.; Portillo Yábar, L.J.; Clemente Suárez, V.J.; Newton, R.U. (2013). El cual hizo una comparación de dos tipos de activación para el nado a Crol. Se establecieron tres grupos, uno de control y los otros dos experimentales. Los tres grupos realizaron un calentamiento de nado variado de 1200 metros. Con respecto a los grupos de PAP, el primero realizó un calentamiento de PAP en el que se realizaban nado a máxima velocidad atado a una carga cercana al 30% del máximo. El segundo de los grupos realizó ejercicios con bandas elásticas simulando las acciones del Crol. Treinta segundos después de ambos protocolos, los nadadores realizaban un test de 25 metros. Y dos minutos después (hasta un total de 4 veces), el proceso de PAP y test de 25 metros era repetido.

Los resultados no mostraron ninguna mejoría significativa tras ninguno de los protocolos de activación aplicados en ninguno de los 4 PosTest que se llevaron a cabo. Sin embargo, tampoco hubo un empeoramiento significativo. Esto puede

deberse a que los ejercicios de PAP efectivamente proporcionasen alguna mejora, pero que los autores fueran incapaces de localizarla al no permitir que los sujetos tuvieran el descanso que Sale (2004), Tillin y Bishop (2009), propusieron como necesario tras el ejercicio de activación. En otras palabras, el PAP no produjo mejoras en el rendimiento, pero pudo ser el responsable de evitar un detrimento de esos valores.

El nado atado a una carga como método de aplicar PAP, fue llevado a cabo posteriormente por (Hancock, Sparks, & Kullman, 2014), con mejores resultados que los obtenidos por (Santos-García et al., 2013). Esto es así porque aportó algunas mejoras significativas en el procedimiento. En primer lugar, el calentamiento en el agua se redujo de 1200 a 900 metros, siendo los últimos 100 metros secuenciados en series de 25 metros a máxima velocidad. La diferencia en metros, pese a parecer poca para un nadador profesional, le supone un ahorro de unos 4 o 5 minutos de nado. No podemos olvidar que queremos aportar una manera de preparar al cuerpo para la prueba, pero que no se trata de que el deportista acumule un periodo de trabajo muy largo. Incluso se puede caer en el error psicológico de que el deportista asuma ese nado al real, incluso de que tenga la sensación de haber acumulado demasiados metros sin “haber calentado bien” previamente. Por otra parte, el hecho de secuenciar los últimos metros a un nado a un ritmo diferente y permitiendo descansos, supone que el cuerpo se tenga que adaptar a otros requerimientos energéticos. No podemos condicionar al organismo a un estado aeróbico cuando queremos exigirle un esfuerzo anaeróbico (Neiva et al., 2013).

En segundo lugar, y a nuestro juicio la mejora más significativa del método aplicado, estuvo en permitir a los nadadores un descanso tras la aplicación del PAP. Probablemente en el estudio de Santos-García et al., (2013), los métodos de PAP fueron buenos, en el caso del nado atado, incluso fue el mismo ejercicio en ambos estudios, sin embargo, que en un estudio se obtuvieran mejoras y en otro no es casi con total certeza debido a la administración del descanso. El cual permitió a los sujetos recuperarse de la fatiga y trabajar dentro de esa ventana de oportunidad propuesta por Sale (2004).

En cualquier caso, existe una diferencia sustancial en ambos procesos, y es que en el estudio de Hancock et al., (2014), la distancia fue de 100 metros, distancia mucho más susceptible de mejorar tras el calentamiento, mientras que en el de Santos-García et al., (2013), el rendimiento se evaluó en 25 metros, distancia muy corta, con tiempos bajos, y que por tanto supone que las diferencias entre esos tiempos sean enormemente pequeñas entre nadadores del mismo nivel, a veces centésimas de segundo, lo cual obliga a la mejora ofrecida por el PAP a ser muy significativa para que el resultado varíe hablando en términos estadísticos.

-Potenciación Post-Activación para la prueba completa

Combinar PAP para la salida de natación y el nado ha sido llevado a cabo recientemente por (Sarramian, Turner, & Greenhalgh, 2014). El cual evaluó 3 tipos de PAP en el rendimiento en 50 metros.

Los tres métodos estuvieron formados por rutinas de PAP basadas en el método de 3 Repeticiones Máximas anteriormente realizado por otros autores como Kilduff et

al., (2011). El primero de ellos fue un PAP para miembros superiores realizando dominadas. La carga máxima fue proporcionada mediante un cinturón en el que se añadían pesas. El segundo método fue un PAP únicamente para piernas en el que se realizaban 5 saltos a diferentes alturas con un chaleco lastrado como medio de incrementar la carga. El tercero de los PAP fue una combinación de ambos PAP, en brazos y piernas. La administración del descanso vino de manera individualizada en relación a unos test realizados de manera complementaria. En el caso del PAP para brazos, los sujetos realizaron lanzamientos de balón medicinal 4, 8 y 12 minutos después de haberles aplicado el PAP. Obteniendo la mejor ejecución, se obtenía la ventana de tiempo en la que el rendimiento había mejorado. De igual manera, tras el PAP de piernas, se realizó un test de salto con contramovimiento 4, 8 y 12 minutos después de haberles aplicado el PAP para obtener el rango en el que se realizaba la mejor ejecución. Ambos procesos demostraron de manera efectiva cual era el intervalo de tiempo en el que la activación era mayor pues pretenden aportar de una manera individualizada el comportamiento y recuperación de cada sujeto tras el estímulo. Sin embargo, fue este periodo de tiempo el que se utilizó como descanso en el PosTest entre PAP y test de 50 metros en el agua. Lo cual a nuestro juicio, pudo no ser lo más correcto para localizar dicho intervalo de tiempo, o incluso no tener nada que ver, porque esto se debería haber hecho entre los ejercicios propuestos de PAP y el propio nado, y no entre los ejercicios de PAP y los test en seco.

Los protocolos de PAP aplicados por separado no demostraron ninguna mejora significativa en el rendimiento, aunque sin provocar un empeoramiento del mismo. En cualquier caso, cuando ambos protocolos fueron aplicados de manera conjunta sí que se obtuvo una mejora significativa en los tiempos obtenidos, lo que sugiere que si los intervalos de descanso han sido apropiados e individualizados, una vez más se demuestra que muchos de los protocolos aplicados fallan por falta de intensidad.

CONCLUSIONES

Aún quedan muchos aspectos que resolver acerca del uso del PAP en natación. En cualquier caso, los resultados que han aportado aspectos positivos contribuyen a asentar bases y metodologías que procuran ser respetadas y replicadas en investigaciones posteriores. Cuando esto ha sido así se han obtenido mejores resultados, ya que se ha trabajado evitando los errores conocidos, algunos al menos.

Pese a que algunos autores han encontrado soluciones positivas y parecen marcar las bases de la activación de la salida de natación, uno de los aspectos que parece lastrar el uso del PAP en natación es la dificultad para encontrar un ejercicio de potenciación para las brazadas. Al tratarse de un movimiento complejo y continuado supone la implicación de muchos grupos musculares que actúan sinérgicamente y además, a mucha velocidad. No sirve de nada potenciar dorsales o pectoral con ejercicios de dominadas o press de banca de manera aislada. Hay que buscar especificidad y ser capaces de sobrecargar esos grupos musculares implicados pero sin perder en ningún momento la técnica de nado. Es así como de alguna manera se pueden encontrar soluciones, y es así como algunos estudios, como los que han aplicado nado atado a unas cargas, empiezan a aportar datos significativos. Ser

capaz de encontrar un ejercicio en seco que permita simular el nado y correlacionar con los datos de nado real es el siguiente reto para los investigadores que quieran usar PAP en natación.

REFERENCIAS

- Balilionis, G., Nepocaty, S., Ellis, C. M., Richardson, M. T., Neggers, Y. H., & Bishop, P. A. (2012). Effects of different types of warm-up on swimming performance, reaction time, and dive distance. *J Strength Cond Res*, 26(12), 3297-3303. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248ad40
- Cuenca-Fernandez, F., Lopez-Contreras, G., & Arellano, R. (2015). Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: lunge and YoYo squat. *J Strength Cond Res*, 29(3), 647-655. doi: 10.1519/JSC.0000000000000696
- Cuenca-Fernandez, F., López-Contreras, G., Argüelles, J., De la Fuente, B., & Arellano, R. (2014). *Effect of an activation protocol based on postactivation potentiation on swimming start performance*. Paper presented at the IV NSCA International Conference, Murcia, Spain.
- Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *J Strength Cond Res*, 24(7), 1911-1916. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181dc47f8
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131-2137.
- Hancock, A. P., Sparks, K. E., & Kullman, E. L. (2014). Post-Activation Potentiation Enhances Swim Performance in Collegiate Swimmers. *J Strength Cond Res*. doi: 10.1519/JSC.0000000000000744
- Kilduff, L. P., Cunningham, D. J., Owen, N. J., West, D. J., Bracken, R. M., & Cook, C. J. (2011). Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers. *J Strength Cond Res*, 25(9), 2418-2423. doi: 10.1519/JSC.0b013e318201bf7a
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2013). Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. *Sports Med*. doi: 10.1007/s40279-013-0117-y
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Med*, 44(3), 319-330. doi: 10.1007/s40279-013-0117-y
- Requena, B., Gapeyeva, H., Garcia, I., Erelina, J., & Paasuke, M. (2008). Twitch potentiation after voluntary versus electrically induced isometric contractions in human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol*, 104(3), 463-472. doi: 10.1007/s00421-008-0793-8
- Sale, D. (2004). Postactivation potentiation: role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 386-387.
- Sarramian, V. G., Turner, A., & Greenhalgh, A. K. (2014). Effect of Postactivation Potentiation on Fifty Meters Freestyle in National Swimmers. *J Strength Cond Res*. doi: 10.1519/JSC.0000000000000708
- Sharp, R. L., Troup, J. P., & Costill, D. L. (1982). RELATIONSHIP BETWEEN POWER AND SPRINT FREESTYLE SWIMMING. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 53-56. doi: 10.1249/00005768-198201000-00010
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating postactivation potentiation and its effect on subsequent explosive activities. *Sports Med*, 39(2), 147-166.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2011). Strength and Power Predictors of Swimming Starts in International Sprint Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 950-955.

Zochowski, T., Johnson, E., & Sleivert, G. G. (2007). Effects of varying post-warm-up recovery time on 200-m time-trial swim performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(2), 201-211.

ANÁLISIS DE LAS ESTADÍSTICAS OFICIALES DE WATERPOLO FEMENINO DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES 2012: FASE CLASIFICATORIA Y FINAL

Dara Pajares, Esther Morales, Raúl Arellano¹

¹ F.C.C.D. Universidad de Granada, Granada, España.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron (i) dar validez a los resultados estadísticos oficiales y (ii) comprobar si hay diferencia entre los equipos ganadores y perdedores en cada fase del campeonato. Las estadísticas de 23 partidos femeninos jugados en los Juegos Olímpicos de Londres 2012 fueron analizados. Las diferencias entre los equipos ganadores y perdedores se determinaron usando T-student para muestras independientes en cada una de las fases. Con un error en los datos estadísticos oficiales del 1,45%, los resultados muestran diferencias significativas tanto en ataque como en defensa, concretamente en faltas en ataque, robos de balón, sprints ganados y expulsiones, en la fase preliminar; y en goles, goles de 5 metros, paradas, paradas en inferioridad numérica y paradas de 5 metros, en la fase final, con un intervalo de confianza del 95%.

Palabras clave: Análisis del rendimiento, ganadores, perdedores, goles, portero.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los estudios de waterpolo se centran en aspectos fisiológicos (F. Tan et al., 2010; F. Tan, Polglaze, & Dawson, 2009) antropométricos (F. H. Tan, Polglaze, Dawson, & Cox, 2009), funcionales (Mc Cluskey, 2010), natación (Stevens, 2010), toma de decisiones (Royal et al., 2006; Travassos et al., 2013) o alguna combinación de las anteriores (Platanou & Varamenti, 2011).

Sin embargo, actualmente los estudios se centran en los análisis del juego, claramente diferenciados en dos metodologías. Por un lado, la metodología observacional (Abraldes, Ferragut, Rodríguez, & Vila, 2012; Argudo, Arias, & Ruiz, 2011; Lupo, Condello, & Tessitore, 2012; Lupo, Minganti, et al., 2012; Lupo, Tessitore, Minganti, & Capranica, 2010; Lupo et al., 2011; Platanou, 2004a, 2004b, 2009; Platanou & Geladas, 2006;) por el otro el análisis de estadísticas o performance análisis (Enomoto et al., 2003; Escalante et al., 2011, 2012 y 2013; Madera et al., 2007). El performance análisis se basa en la cuantificación de aspectos técnicos y tácticos del juego, su frecuencia y porcentajes de efectividad (Lozovina et al. 2004). Este a menudo se realiza sin comprobar si hay o no errores en los resultados oficiales.

A diferencia del waterpolo masculino, olímpico desde 1900, la categoría femenina se integró en Sydney 2000, por lo que la trayectoria cuenta tan sólo con cuatro campeonatos. Debido a su joven historia, el waterpolo femenino como deporte olímpico, sufre cambios rápidos tanto en participación, resultados y rendimiento, es por ello que existen grandes diferencias entre cada una de las competiciones, como podemos ver comparando este nuestro estudio con el de Pekín 2008 (Escalante, Saavedra, Mansilla, & Tella, 2011). Apuntar además la progresión seguida por la selección española de waterpolo, que no estuvo clasificada en los anteriores Juegos y que ha pasado a ocupar la segunda posición y medalla de plata en los últimos juegos, para demostrar así los cambios entre ediciones de este joven deporte femenino.

Según los resultados de investigaciones precedentes, donde hay datos acerca de las variables discriminatorias de rendimiento en campeonatos de alto nivel y apoyando la necesidad de estudios acerca del waterpolo femenino de alto nivel como aportación para la mejora del rendimiento y herramienta para la planificación de los entrenamientos, proponemos como objetivos de nuestro estudio, (i) dar validez a los resultados estadísticos oficiales y (ii) comprobar si hay diferencia entre los equipos ganadores y perdedores en cada fase del campeonato.

MÉTODO

Muestra

La muestra de este estudio descriptivo consistió en los resultados y estadísticas relacionadas con el juego de 24 partidos jugados en los Juegos Olímpicos de Londres 2012. De ellos, 12 partidos, corresponden a la fase preliminar y 12, a la ronda final. Los partidos acabados en empate no fueron considerados, por lo que la muestra se redujo a 23 (46 datos de 23 variables). Todos los datos fueron recopilados de los resultados oficiales en la web oficial de los Juegos Olímpicos de Londres. (www.london2012.com).

Tabla 2. Relación de variables dependientes. (Escalante et al., 2012). Modificada

| Variable | Definición |
|------------------------------|--|
| G-Goles (%) | Porcentaje de goles marcados respecto a los lanzamientos realizados |
| AG-Goles en acción (%) | Porcentaje de aquellos goles que no pertenecen a ninguna de las categorías siguientes: CG, PP, 5m, PG, CAG |
| CG-Goles de centro (%) | Porcentaje de goles marcados desde la posición de boya respecto a los lanzados desde esa posición |
| PP-Superioridad numérica (%) | Porcentajes de goles marcados en superioridad numérica respecto a los lanzados en esa situación |
| G5m-Goles 5 metros (%) | Porcentaje de goles marcados desde 5 metros o más, respecto a los realizados en esa distancia |
| PG-Goles penalti (%) | Porcentaje de penaltis marcados respecto a los lanzados |
| CAG-Goles contraataque (%) | Porcentaje de goles marcados en contraataque en relación a los realizados en esta situación |
| AS- Asistencias | Número de asistencias a gol |
| OF- Faltas en ataque | Número de faltas cometidas en la fase de ataque |

Swimming Science II

| | |
|-----------------------------------|--|
| ST- Robos de balón | Número de robos de balón |
| BL- Bloqueos | Número de intercepciones del balón en defensa |
| TO- Tiempos muertos | Número de tiempos muertos utilizados por juego |
| EX Expulsiones | Número de expulsiones de 20" |
| GB- Paradas (%) | Porcentaje de paradas realizadas respecto a los lanzamientos recibidos |
| GBE – Paradas en acción (%) | Porcentaje de aquellas paradas que no pertenecen a ninguna de las categorías siguientes: GC, GINF, GB5m ,GBP, GBCA |
| GC- Paradas de centro (%) | Porcentaje de paradas a la posición de boya respecto a los recibidos desde esa posición |
| GINF- Paradas en inferioridad (%) | Porcentajes de paradas en inferioridad numérica respecto a los recibidos en esa situación |
| GB5m- Paradas desde 5m (%) | Porcentaje de paradas recibidas desde 5 metros o más , respecto a los realizados en esa distancia |
| GBP- Paradas penalti (%) | Porcentaje de penaltis parados respecto a los recibidos |
| GBCA- Paradas contraataque (%) | Porcentaje de paradas en contraataque en relación a los recibidos en esta situación |
| PO- Posesión | Número de posesiones por partido |
| POT- Tiempo de posesión (min) | Tiempo de posesión del balón por partido |
| WS- Sprints ganados | Número de primeras posesiones de balón conseguidas (tanto por uno) |

Procedimiento

A través del visionado de 6 partidos de diferentes fases del campeonato se recogieron los datos de las 23 variables y se compararon con las estadísticas oficiales para comprobar que eran correctas para su posterior análisis. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS Statistics v21.0.

Las estadísticas oficiales muestran datos que se han utilizado en anteriores estudios (Enomoto et al., 2003; Escalante et al., 2011,2012 y 2013; Madera et al., 2007). Los datos fueron pasados a una hoja de Excel y corregidos para detectar errores. No es necesario un documento de consentimiento, pues estos datos son de uso público en la web oficial de los Juegos Olímpicos de Londres 2012.

La tabla 1 muestra la relación de variables dependientes del estudio (Escalante, 2012 .Modificada), sobre las cuales actuará la variable independiente, condición de equipo ganador o perdedor, en cada una de las fases, preliminar y final (Cuartos, semifinales, final).

RESULTADOS

A través de la validación de los datos oficiales, se observaron cuatro errores de 276 posibles, en los datos de las variables observadas en seis partidos de diferentes fases del campeonato. Lo que supone un error del 1,45% correspondiente a las variables referidas a la modalidad de gol, conocido una vez analizada la validación de los datos.

Se obtuvieron los estadísticos descriptivos de ganadores y perdedores, en la fase preliminar y final respectivamente, en las cuáles se han calculado la media, la desviación típica, la varianza, y los intervalos de confianza al 95%.

Las tablas 3 y 4 se muestran los datos resultados de la prueba T- student para muestras independientes, que se realizó para ver la diferencia entre ganadores y perdedores en cada una de las fases. En la primera de ellas se observaron cuatro variables significativamente diferentes de 23 posibles, en la fase preliminar (faltas en ataque, robos de balón, sprints ganados y expulsiones), mientras que en la tabla 4, aparecieron diferencias significativas en cinco de las 23 variables, en la fase final (goles, goles de 5 metros, paradas, paradas en inferioridad numérica y paradas de 5 metros).

En la fase preliminar, los equipos perdedores cometieron más faltas en ataque que los ganadores, lo que supone por tanto más pérdidas de la posesión del balón en ataque. Los equipos ganadores realizaron más robos de balón lo que supone una mejor defensa que los perdedores, además de ganar en más ocasiones la primera posesión del balón, lo que según Argudo, 2011, determina que el marcador tanto parcial como final sean favorables. Los equipos ganadores tienen mayor número de expulsiones, que suponen una defensa más dura que la de los perdedores.

En la fase final, los equipos ganadores tuvieron mejores resultados en goles, goles de cinco metros, paradas, paradas en inferioridad y paradas de cinco metros, siendo por tanto los disparos a portería y las paradas determinantes en el resultado.

Tabla 3. Resultados T-Student para muestras independientes, fase preliminar.

| Variable | T | sig | Min | 95%CI | |
|------------------------------------|--------|---------------|-----|--------|--------|
| | | | | | Max |
| Goles (%) | -1,400 | 0,177 | | -15,03 | 2,96 |
| Goles de acción (%) | -0,629 | 0,536 | | -24,74 | 13,28 |
| Goles de centro (%) | -1,056 | 0,304 | | -45,42 | 14,89 |
| Goles en superioridad numérica (%) | -1,539 | 0,139 | | -33,95 | 5,12 |
| Goles 5m (%) | -1,696 | 0,105 | | -32,97 | 3,40 |
| Goles de penalti (%) | 0,250 | 0,806 | | -41,55 | 52,66 |
| Goles contraataque (%) | 0,803 | 0,448 | | -53,16 | 107,83 |
| Asistencias | -1,523 | 0,144 | | -4,74 | 0,74 |
| Faltas en ataque | 2,773 | *0,012 | | 1,01 | 7,17 |
| Robos | -3,004 | *0,007 | | -5,85 | -1,06 |
| Bloqueos | -1,096 | 0,286 | | -1,85 | 0,57 |
| Sprints ganados | -2,890 | *0,009 | | -0,70 | -0,11 |
| Tiempos muertos | 1,667 | 0,111 | | -0,11 | 1,02 |
| Expulsiones 20" | -2,234 | *0,037 | | -6,15 | -0,21 |
| Paradas (%) | -0,926 | 0,365 | | -17,35 | 6,68 |
| Paradas de acción (%) | 0,056 | 0,956 | | -29,34 | 30,95 |
| Paradas de centro (%) | -0,747 | 0,465 | | -50,52 | 24,01 |
| Paradas en inferioridad (%) | -1,719 | 0,102 | | -36,68 | 3,60 |

Swimming Science II

| | | | | |
|--------------------------|--------|-------|--------|-------|
| Paradas 5m (%) | -1,154 | 0,262 | -37,81 | 10,88 |
| Paradas de penalti (%) | -0,267 | 0,793 | -49,62 | 38,51 |
| Paradas contraataque (%) | -0,022 | 0,983 | -68,47 | 67,17 |
| Posesiones | -1,009 | 0,325 | -3,90 | 1,36 |
| Tiempo de posesión | -0,550 | 0,588 | -0,69 | 0,40 |

* Significativo *P < 0,05

Swimming Science II

Tabla 4. Resultados T-Student para muestras independientes, fase final.

| Variable | t | sig | 95%CI | |
|------------------------------------|--------|---------------|--------|-------|
| | | | Min | Max |
| Goles (%) | -2,449 | 0,023 | -16,89 | -1,40 |
| Goles de acción (%) | 0,073 | 0,943 | -20,56 | 22,05 |
| Goles de centro (%) | 0,366 | 0,718 | -23,82 | 34,03 |
| Goles en superioridad numérica (%) | -0,943 | 0,356 | -22,78 | 8,54 |
| Goles 5m (%) | -3,212 | *0,004 | -24,42 | -5,26 |
| Goles de penalti (%) | -0,655 | 0,520 | -49,56 | 25,93 |
| Goles contraataque (%) | -0,899 | 0,386 | -71,31 | 29,65 |
| Asistencias | -0,973 | 0,342 | -3,64 | 1,32 |
| Faltas en ataque | -1,178 | 0,251 | -5,06 | 1,39 |
| Robos | 0,607 | 0,550 | -1,81 | 3,31 |
| Bloqueos | -0,782 | 0,443 | -2,19 | 0,99 |
| Sprints ganados | -1,319 | 0,201 | -0,46 | 0,10 |
| Tiempos muertos | 0,821 | 0,421 | -0,38 | 0,88 |
| Expulsiones 20" | -0,796 | 0,435 | -3,60 | 1,60 |
| Paradas (%) | -2,126 | *0,045 | -20,59 | -0,26 |
| Paradas de acción (%) | 0,787 | 0,440 | -19,49 | 43,24 |
| Paradas de centro (%) | 0,196 | 0,847 | -30,72 | 37,06 |
| Paradas en inferioridad (%) | -3,339 | *0,003 | -41,18 | -9,63 |
| Paradas 5m (%) | -2,604 | *0,016 | -33,26 | -3,77 |
| Paradas de penalti (%) | -0,401 | 0,693 | -45,28 | 30,73 |
| Paradas contraataque (%) | -1,301 | 0,220 | -53,84 | 13,84 |
| Posesiones | -0,414 | 0,683 | -4,51 | 3,01 |
| Tiempo de posesión | -1,858 | 0,077 | -3,26 | 0,18 |

* Significativo *P < 0,05

DISCUSIÓN

Validación de las estadísticas oficiales

A diferencia de otros estudios (Escalante et al., 2011), el nuestro, hace referencia a la validez de los datos que se recogen a tiempo real en los Juegos Olímpicos, de manera que a través de la visualización de seis partidos al azar se han detectado cuatro errores fruto de la falta de claridad en la definición de variables en los goles desde la posición de boya y los goles de superioridad numérica.

No está claro, si los "goles de centro" se refieren a los goles desde la posición de boya, o los marcados por el jugador que tiene esa función, pudiendo o no estar en esa posición exacta. En cuanto a los "goles en superioridad numérica", se acotan a aquellos goles que ocurren en los 20 segundos de expulsión de un contrario, sin embargo, hasta que este no recupera su posición en la defensa, no hay igualdad numérica.

Son estas dos variables las que han variado levemente los datos con los cuatro errores, que suponen un 1,45% de error en los datos observados.

Diferencias por contexto en cada fase

Entre las aportaciones más importantes de este estudio, con respecto al de Pekín 2008 (Escalante et al., 2011) se encuentra la validación de los datos oficiales de esta forma sabemos qué error tienen estos. Además al centrarnos más en el waterpolo femenino se han podido ver las diferencias entre ganadores y perdedores, en dos fases diferentes de la competición.

Coinciden, además de obtener diferencias tanto en ataque como en defensa, algunos resultados de las variables con resultado significativo con estudios previos de performance análisis (Escalante et al., 2012). En la fase preliminar, con mayor número de faltas en ataque para los equipos perdedores y mayor número de robos de balón y sprints ganados para los equipos ganadores.

Se produce un desacuerdo en los datos referidos a las diferencias entre fases con respecto a los resultados de otros estudios (Escalante et al., 2012, 2013), ya que en contra de sus resultados, los nuestros muestran un aumento de las variables con diferencias significativas entre la fase preliminar y final. Esto es debido probablemente a la diferente clasificación de las mismas y a la diferencia entre competiciones y número de partidos analizados.

Un estudio de análisis notacional de las jugadas en superioridad numérica (Platanou, 2004a) muestra la importancia tanto en ataque como en defensa de este tipo de situaciones, sin embargo nuestros resultados sólo avalan la defensa en inferioridad como variable significativamente diferente entre los equipos ganadores y perdedores en la fase final, no así en la preliminar.

Apoyando los resultados de otros artículos (Escalante et al., 2011; Escalante et al., 2012, 2013; Smith, 2004) el penalti no supone una variable determinante para ser ganador en campeonatos de alto nivel en waterpolo.

Progresión del waterpolo femenino en los Juegos Olímpicos

El aumento en la participación y por tanto en el número de partidos hace que las diferencias entre equipos ganadores y perdedores sean más notables. En esta última edición con ocho equipos, las diferencias no sólo están en la fase ofensiva (Escalante et al., 2011) sino también en la defensiva. Además en la fase preliminar, las variables más determinantes fueron de aspectos más físicos y técnicos (sprints ganados, robos de balón, faltas en ataque y expulsiones). Por otro lado, en la fase final dominan las variables táctico-técnicas (goles, goles de cinco metros, paradas, paradas en inferioridad y paradas de cinco metros). Apoyando las paradas y disparos como aquellas variables que determinan la condición de ganador o perdedor en competiciones de alto nivel (Vila, Abalde, Alcaraz, Rodríguez, & Ferragut, 2011).

Limitaciones

Entre las limitaciones de nuestro estudio está el tamaño de la muestra, ya que debido al reglamento y la normativa de la competición, sólo suceden 24 partidos, distribuidos en 12 para cada una de las fases (preliminar y final).

Además, para posteriores estudios se plantea la posibilidad de recoger en tiempo real y con varios observadores ajenos a la organización, los datos de las variables, para así validar de manera más fiable los resultados oficiales.

Para continuar con esta línea de investigación y de acuerdo con el estudio de Lupo, 2013, se propone tener en cuenta no sólo el contexto de equipo ganador y perdedor, sino también los márgenes de victoria. Entendiéndose estos como, margen de victoria estrecho (es decir, 1-3 goles de diferencia) y margen de victoria amplio (es decir, >3 goles de diferencia).

CONCLUSIONES

Se responde de forma correcta a los objetivos planteados inicialmente, de forma que aportan información científica, acerca de los factores técnico-tácticos que caracterizan el waterpolo de alto nivel, necesaria como herramienta para que el entrenador planifique y elabore los entrenamientos.

-Hemos validado los resultados de las estadísticas oficiales de los partidos de waterpolo femenino de los Juegos Olímpicos Londres 2012, con un 1,45% de error.

-Se han encontrado diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto en defensa como en ataque en la fase preliminar en faltas en ataque, robos de balón, sprints ganados y expulsiones.

-Se han encontrado diferencias significativa ($p < 0,05$) tanto en la fase de defensa como en ataque en la fase final en goles, goles de cinco metros, paradas, paradas de 5 metros y paradas en inferioridad numérica.

REFERENCIAS

- Abraldes, J. A., Ferragut, C., Rodriguez, N., & Vila, M. H. (2012). Tactical and shooting variables that determine the difference between win or loss in top-level female water polo: analysis by phases of the game. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(2), 373-384.
- Argudo, F. M., Arias, J. L., & Ruiz, E. (2011). EFFECT TO TAKE THE FIRST BALL POSSESSION ON SCORE IN WATER POLO. *Revista Internacional De Medicina Y Ciencias De La Actividad Fisica Y Del Deporte*, 11(44), 738-748.
- Argudo, F.M., Roque, J.I.A., Marín, P.G. and Lara, E.R. (2007) Influence of the efficacy values in counterattack and defensive adjustment on the condition of winner and loser in male and female water polo. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 7, 81–91.
- Argudo, F.M, Ruiz, E., and Alonso, J.I. (2009) Were differences in tactical efficacy between the winners and losers teams and the final classification in the 2003 water polo world championship? *Journal of Human Sport and Exercise* 4, 142–153.
- Enomoto, I., Suga, M., Takahashi, M., Komori, T., Minami, T., Fujimoto, H., Saito, M., Suzuki, S. and Takahashi, J. (2003). A notational match analysis of the 2001 women's water polo world championships. In: *Proceeding of Biomechanics and Medicine in Swimming IX, Saint-Etienne, University of Saint Etienne*. Ed: Chatard, J.C. 487-492.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Mansilla, M., & Tella, V. (2011). Discriminatory power of water polo game-related statistics at the 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 291-298. doi: 10.1080/02640414.2010.532230

- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., Garcia-Hermoso, A., & Dominguez, A. M. (2012). Water polo game-related statistics in Women's International Championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(3), 475-482.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., Garcia-Hermoso, A., & Dominguez, A. M. (2013). DIFFERENCES AND DISCRIMINATORY POWER OF WATER POLO GAME-RELATED STATISTICS IN MEN IN INTERNATIONAL CHAMPIONSHIPS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE PHASE OF THE COMPETITION. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 893-901. doi: 10.1519/JSC.0b013e318260ed85
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., King, B., Cortis, C., & Capranica, L. (2011). NOTATIONAL ANALYSIS OF AMERICAN WOMEN'S COLLEGIATE WATER POLO MATCHES. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 753-757. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc245c
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C. y Capranica, L.(2013).Women's water polo world championships: technical and tactical aspects of winning and losing teams in close and unbalanced games. *Journal of strength and conditioning research*.
- Madera, J., Colado, J.C. y Tella, V. (2007) .Análisis del tipo de ataque y lanzamiento en Waterpolo. *Natación Saltos y Waterpolo*. 3, 7-12. (In Spanish).
- McCluskey, L., Lynskey, S., Leung, C.K., Woodhouse, D., Briffa, K. and Hopper D. (2010). Throwing velocity and jump height in female water polo players: performance predictors. *Journal of Science and Medicine in Sports*13, 236-240
- Platanou, T. (2004a). Analysis of the "extra man offence" in water polo: A comparison between winning and losing teams and players of different playing position. *Journal of Human Movement Studies*, 46(3), 205-211.
- Royal, K. A., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S. L., Pyne, D., & Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 807-815. doi: 10.1080/02640410500188928
- Smith, H. K. (2004). Penalty shot importance, success and game context in international water polo. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(2), 221-225. doi: 10.1016/s1440-2440(04)80012-4
- Stevens, H.B., Brown, L.E., Coburn, J.W. and Spiering, B.A. (2010). Effect of swim sprints on throwing accuracy and velocity in female collegiate water polo players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 1195-1198.
- Takagi, H., Nishijima, T., Enomoto, I., & Stewart, A. M. (2005). Determining factors of game performance in the 2001 world water polo championships. *Journal of Human Movement Studies*, 49(5), 333-352.
- Vila, H., Abrales, J. A., Alcaraz, P. E., Rodriguez, N., & Ferragut, C. (2011). Tactical and shooting variables that determine win or loss in top-Level in water polo. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(3), 486-498.

MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SALIDA DE NATACIÓN TRAS LA APARICIÓN DE LOS NUEVOS POYETES CON APOYO POSTERIOR: REVISIÓN

Sonia Taladriz¹, Blanca de la Fuente², Raúl Arellano¹

Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada¹.

Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada, Granada².

RESUMEN

Desde la aparición en el 2009 de los nuevos poyetes con apoyo posterior OSB11, las salidas que anteriormente habían sido usadas por la mayoría de los nadadores, al ser consideradas como las que mayores ventajas les aportaban, han quedado en un segundo plano. La nueva técnica denominada por algunos autores como Kick Start mejora el rendimiento total de la salida en 0.14s. Estas ventajas han dado lugar a que hoy en día sea la salida predominante en todas las competiciones de nivel internacional. El poyete, es el elemento que marca la diferencia respecto a otras salidas dado que, las ventajas observadas se producen únicamente en la fase de poyete. La estabilidad y el soporte que ofrece el apoyo posterior a los nadadores les permite alcanzar grandes velocidades y mayores picos de fuerza sin perjudicar el resultado total de la fase de poyete, en la que se observan ventajas de entre 0.02s y 0.07s. Dichas ventajas se mantienen hasta los 5m y 7.5m a pesar de ofrecer una entrada en el agua más plana respecto a la TS. La ausencia de pérdida de eficacia que se observa durante la entrada al agua permite conservar las velocidades obtenidas durante el despegue, las cuales se incrementarán aún más durante la fase de nado ondulatorio acentuándose las ventajas respecto a la TS en la distancia de 10m y 15m.

Palabras clave: OSB11, TS, kick start, diferencias, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El tiempo de salida, definido como el tiempo transcurrido desde la señal de salida y el momento en el que la cabeza del nadador cruza la línea imaginaria de los 10 m (Arellano, Brown, Cappaert, y Nelson, 1994) o 15 m (Cossor y Mason, 2001; Issurin y Verbitsky, 2002), es la primera componente de las pruebas de natación y está seguida por el tiempo de nado, el tiempo de viraje y el tiempo llegada (Hay, Guimaraes, & Grimston, 1983).

A pesar de su corta duración, el rendimiento de una salida en natación puede ser decisivo en el resultado final de la prueba. Durante los últimos Campeonatos del Mundo celebrados en Barcelona (2013), el tiempo de salida medido en 15m supuso un $24.08 \pm 1.10\%$ y un $24.84 \pm 0.69\%$ del tiempo total de las pruebas de 50m en hombres y mujeres respectivamente. Siendo en las pruebas de 100m femenino un $11.78 \pm 0.55\%$ del tiempo total (Argüelles-Cienfuegos y De La Fuente-Caynzos, 2014).

Dada su importancia, la técnica de esta fase de la prueba, ha estado en continua evolución a lo largo de los años, sin embargo, no es hasta los Campeonatos de Europa de piscina corta celebrados en Estambul en el año 2009 donde se produce el principal cambio en las salidas de natación desde hacía muchos años. El 2009 fue el año en el que la FINA aprobó el uso de los nuevos poyetes OSB11 (FR.2.7. Starting platforms in FINA's rules) y éstos campeonatos fueron los primeros en los que los nadadores podrían realizar la que hoy en día es la salida más utilizada en competiciones internacionales.

Los poyetes OSB11 están caracterizados por una plataforma colocada en la parte posterior la cual puede moverse en cinco posiciones diferentes cada 0.35mm, de forma que cada nadador pueda adaptarla a sus características y preferencias. Este apoyo posterior supuso que el pie atrasado de la salida de atletismo (TS) tuviese una base en la que apoyarse ofreciéndole una mayor estabilidad a los nadadores para realizar la salida.

Esta nueva técnica con características similares a la TS en cuanto a la posición que los nadadores adoptan en el poyete comenzó a denominarse Kick Start (KS) (Barlow, Halaki, Stuelcken, y Greene, 2014; K. Honda, Sinclair, Mason, y Pease, 2012; Honda, Sinclair, Mason, & Pease, 2010; Ozeki, Sakurai, Taguchi, y Takise, 2012).

Debido a su reciente aparición, son pocos los estudios que se han realizado sobre esta salida. Sin embargo, todos ellos observan grandes ventajas con respecto a su antecesora, la TS, motivo por el cual, hoy en día, es la salida preferida por los nadadores. Esta revisión tiene por objetivo conocer las características principales que hacen que ésta sea una técnica superior a las anteriores así como las diferencias encontradas hasta el momento por diferentes investigadores.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LA KICK START

La principal característica de ésta técnica es el apoyo posterior del que constan los nuevos poyetes de salida. Este soporte sobre el que los nadadores colocan su pie atrasado modifica su posición en el momento de la señal de salida respecto a la salida de atletismo (TS) incrementándose la flexión de la rodilla de la pierna adelantada y de la pierna atrasada (Beretić, Durović, y Okičić, 2012; Nomura, Takeda, y Takagi, 2010). Esta diferencia en la flexión de la rodilla en ambas piernas es muestra de que los nadadores tienen la posibilidad de colocar su pie atrasado en una posición más elevada lo cual, en consecuencia, va a elevar su posición del centro de masas (Nomura y col., 2010) permitiéndoles ejercer un mayor impulso en el momento de la señal de salida y conseguir menores tiempos en la fase de poyete. Kibele y col. (2014) mostraron como el pico de fuerza horizontal durante la fase de poyete se incrementa cuando los nadadores utilizan una posición del poyete más estrecha y una mayor altura del centro de masas consiguiendo menores tiempos de poyete respecto a posiciones más amplias del apoyo posterior y alturas más bajas del centro de masas.

En cuanto a la posición del centro de masas (CM), también se encontraron diferencias significativas en la posición horizontal que los nadadores tienen en el

poquete, siendo en la kick start más atrasada que en la TS. Sin embargo y al igual que sucede en anteriores técnicas, los nadadores pueden colocar su centro de masas (CM) en diferentes posiciones respecto a su eje horizontal: neutral, atrasada o adelantada, ofreciendo cada una de ellas diferentes ventajas con respecto al rendimiento de la salida.

Autores como Honda y col. (2012) encontraron en la técnica atrasada unos tiempos de reacción más cortos y mayores distancias de vuelo respecto a las otras posiciones, pero mayores tiempos de poquete y tiempo en alcanzar los 5m. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Kibele y col. (2014) el cual mostró un menor pico de fuerza horizontal y mayores tiempos de poquete y tiempo a los 5m al atrasar el centro de masas (CM). Por el contrario, Barlow y col. (2014) obtuvieron similares tiempos de reacción al retrasar el centro de masas menores tiempos de poquete y menores tiempos en 5m y 7.5m. Las diferencias existentes en las muestras empleadas por cada investigador pueden ser la clave de esta contradicción, así, mientras los dos primeros emplearon nadadores de élite para su estudio, Barlow y col. (2014) emplearon a nadadores de nivel nacional, los cuales posiblemente tengan una menor experiencia en el uso del apoyo posterior.

En la TS las diferencias entre una posición más atrasada y una posición más adelantada fueron similares en cuanto a la fase de poquete, la posición más atrasada mostró un mayor tiempo de poquete (Vilas-Boas, Cruz, Sousa, Conceição, y Carvalho, 2000; Vilas-Boas y col., 2003; Welcher, Richard, Hinrichs, y George, 2008) así como valores mayores en el impulso horizontal y vertical (Vilas-Boas et al., 2003) dado que los nadadores tienen más tiempo para generar una mayor fuerza. Sin embargo, en la TS atrasada los nadadores obtienen menores tiempos a los 5m (Welcher y col., 2008) resultados coincidentes con el estudio de Barlow y col. (2014) y contradiciendo a los demás estudios que compararon las diferentes posiciones horizontales del centro de masas en la KS.

De esta forma, en ambas técnicas las características y diferencias mostradas en cuanto a la posición horizontal del centro de masas (CM) son similares.

Las diferencias producidas por la inclusión del apoyo posterior permiten obtener unas ventajas en la fase de poquete que mejoran el rendimiento de las salidas. Como se puede observar en la tabla 5, los nadadores son capaces de reaccionar antes a la señal de salida consiguiendo una ventaja de 0.03s en el primer instante de su ejecución (Beretić y col., 2012). La mayor estabilidad ofrecida a la pierna atrasada incrementa la capacidad para ejercer una mayor fuerza contra el poquete resultando en un incremento de la fuerza horizontal media (Honda y col., 2010) y consiguiendo picos más altos de fuerza horizontal (Honda y col., 2010; Vint, Hinrich, Riewald, Mason, y McLean, 2009) sin perjudicar el tiempo en el poquete, el cual consigue ventajas de entre 0.02s y 0.07s respecto a la TS (García-Hermoso y col., 2013; Honda y col., 2010; Ozeki y col., 2012).

Esta mayor producción de fuerza conlleva mayor velocidad tanto en la componente horizontal como en la vertical y la resultante (Ozeki y col., 2012; Vint y col., 2009) y en la aceleración horizontal y vertical (Nomura y col., 2010).

A pesar de estos mayores valores de velocidad y aceleración alcanzados se observaron distancias de vuelo más cortas en la KS (Beretić y col., 2012; Nomura y col., 2010). El menor ángulo de despegue, (definido como el ángulo formado por la línea que une el borde del poyete con el centro de masas (CM) y el eje horizontal) (Nomura y col., 2010; Ozeki y col., 2012; Vint y col., 2009) que los nadadores adoptan en esta técnica indica que en el momento del despegue el cuerpo está más dirigido hacia el agua, mientras que con la TS, la posición es más vertical. Así, debido a un menor ángulo de despegue, la distancia de vuelo será también menor (Arellano y col., 1996). Estas características tiene su repercusión en la fase de entrada donde se observaron ángulos de entrada más planos en la KS respecto a la TS (Beretić y col., 2012; Ozeki y col., 2012) lo cual a priori debería suponer una mayor resistencia hidrodinámica en la entrada y una mayor pérdida de velocidad (Maglischo, 2003; Schnabel y Kuchler, 1998).

Sin embargo, esta desventaja de la KS sobre la TS, no tiene consecuencia alguna sobre el rendimiento de la salida. Es destacable observar que una vez los nadadores dejan el poyete, las diferencias entre ambas salidas desaparecen lo cual indica que, a pesar de no mejorar su rendimiento, la KS no pierde efectividad a lo largo de toda la fase aérea ni en la fase de entrada. Como se puede observar en la tabla 5, las diferencias encontradas en el tiempo a 5m y a 7.5m son las mismas que las obtenidas en el poyete (Honda y col., 2010). Por lo tanto, los nadadores con la KS alcanzan grandes ventajas en la fase de poyete manteniendo dichas ventajas hasta los 5m o 7.5m lo que hace del apoyo posterior y por consiguiente, de la fase de poyete, los elementos principales y las claves del rendimiento de esta salida.

Finalmente, las ventajas de la KS sobre la TS aumentan a los 10m donde la diferencia es de 0.15s (Beretić y col., 2012) y a los 15m donde los nadadores reducen su tiempo en 0.14s (Ozeki y col., 2012). Estos resultados indican que una vez los nadadores comienzan el nado ondulatorio consiguen velocidades más altas respecto a las que se consiguen con la TS, posiblemente debido a que la velocidad a la que comienzan esta fase es también mayor.

Tabla 1. Comparación de las variables significativas de la track start y la kick start.

| AUTORES | N | Nivel | VARIABLES | TS | KS |
|---------------------|----|-------|--|---------------|---------------|
| Vint y col., 2009 | 20 | elite | Velocidad horizontal despegue (m/s) | 4.00 ± 0.31 | 4.07 ± 0.28 |
| | | | Ángulo de despegue (°) | -4.73 ± 6.73 | -5.68 ± 7.31 |
| | | | Pico de fuerza horizontal (W/kg) | 30.44 ± 5.55 | 33.66 ± 6.14 |
| | | | Velocidad horizontal a los 6 m (m/s) | 2.00 ± 0.29 | 2.01 ± 0.29 |
| Honda y col., 2010 | 14 | elite | Tiempo a los 5 m (s) | 1.66 ± 0.01 | 1.62 ± 0.00 |
| | | | Tiempo a los 7.5 m (s) | 2.73 ± 0.02 | 2.69 ± 0.02 |
| | | | Tiempo de poyete (s) | 0.80 ± 0.01 | 0.77 ± 0.01 |
| | | | Velocidad horizontal despegue (m/s) | 4.41 ± 0.03 | 4.48 ± 0.04 |
| Nomura y col., 2010 | 10 | elite | Fuerza horizontal media (BW) | 0.57 ± 0.01 | 0.60 ± 0.01 |
| | | | Posición horizontal CM (m) | -0.25 ± 0.05 | -0.20 ± 0.05 |
| | | | Posición vertical CM (m) | 1.35 ± 0.03 | 1.37 ± 0.03 |
| | | | Ángulo de la rodilla pierna adelantada (°) | 145.50 ± 8.00 | 140.10 ± 5.70 |
| | | | Ángulo de la rodilla pierna atrasada (°) | 97.10 ± 11.40 | 84.30 ± 11.30 |
| | | | Aceleración horizontal (m/s ²) | 7.96 ± 0.79 | 8.76 ± 0.87 |
| | | | Aceleración vertical (m/s ²) | -0.58 ± 0.79 | 0.16 ± 1.13 |

Swimming Science II

| | | | | | |
|----------------------|----|-------|--|----------------|---------------|
| Ozeki y col., 2012 | 11 | elite | Tiempo de poyete (s) | 0.78 ± 0.03 | 0.76 ± 0.05 |
| | | | Ángulo de despegue (°) | 10.50 ± 4.90 | -8.20 ± 5.20 |
| | | | Velocidad vertical despegue (m/s) | -0.81 ± 0.45 | -0.65 ± 0.45 |
| | | | Velocidad horizontal despegue (m/s) | 4.29 ± 0.12 | 4.41 ± 0.18 |
| | | | Velocidad resultante despegue (m/s) | 4.48 ± 0.18 | 4.58 ± 0.26 |
| | | | Block Time (s) | 0.74 ± 0.04 | 0.70 ± 0.04 |
| | | | Time 15 m (s) | 6.92 ± 0.34 | 6.78 ± 0.33 |
| Beretić y col., 2012 | 27 | elite | Ángulo de la rodilla pierna atrasada (°) | 107.44 ± 11.08 | 96.07 ± 10.28 |
| | | | Tiempo de reacción (s) | 0.76 ± 0.05 | 0.73 ± 0.04 |
| | | | Tiempo de entrada (s) | 1.07 ± 0.06 | 1.02 ± 0.07 |
| | | | Tiempo a los 10m (s) | 3.99 ± 3.84 | 3.84 ± 0.27 |

POSICIÓN DEL APOYO POSTERIOR

La fuerte influencia del apoyo posterior en el rendimiento de la salida (Takeda, Takagi, y Tsubakimoto, 2012) ha propiciado algunas investigaciones centradas en conocer la óptima posición del apoyo posterior, para de esta forma intentar mejorar el rendimiento de la KS.

Slawson y col., (2013; 2012) determinaron que una posición óptima del apoyo posterior sería aquella en la que los nadadores pudiesen tener un ángulo de la rodilla de la pierna adelantada de aproximadamente 135-145° y un ángulo de la rodilla de la pierna atrasada de 75-85° en el momento de la señal de salida, de esta forma, podrían conseguir mayores picos de fuerza horizontal y vertical, dado que, en el momento en el que se produjesen dichos picos de fuerza el ángulo de la rodilla de la pierna adelantada estaría en un ángulo de 100-110° y el de la pierna de 80-90° atrasada. Al generar picos de fuerza altos en el apoyo posterior, los nadadores podrían conseguir grandes velocidades de despegue y tiempo de poyetes cortos. Del mismo modo, generando picos de fuerza altos en el apoyo principal conseguirán mayores distancias de entrada.

Con el mismo objetivo, Honda y col., (2012) analizaron las diferencias entre la posición preferida del apoyo posterior (posición natural) y una posición más abierta (posición +1) y más cerrada (posición -1) encontrando mayores velocidades horizontales de despegue en la posición -1, sin obtener diferencias en el tiempo de poyete, tiempo a los 5m y tiempo a los 7.5m. Por el contrario, Takeda y col., (2012) mostraron mayores ventajas en el tiempo de poyete, velocidad horizontal de despegue y tiempo a los 5m con una posición más abierta del apoyo posterior.

Con las investigaciones realizadas hasta el momento podríamos llegar a la conclusión de que una posición más abierta del apoyo posterior ofrece mayores ventajas a los nadadores, sin embargo, debido a la reciente aparición de esta nueva técnica aún son muchas las cuestiones que quedan por determinar acerca de la mejor posición del apoyo posterior y de las ventajas que cada una de ellas ofrece al rendimiento total de la salida. De igual modo, la determinación de la pierna que debe

posicionarse en el apoyo posterior para obtener las mejores ventajas es otra incógnita que está por evaluar.

CONCLUSIONES

Las ventajas que el apoyo posterior permite obtener en la fase de poyete son las que permiten a la KS obtener un rendimiento muy superior a las demás salidas de natación. Mayores velocidades y fuerzas generadas en el poyete debido a un cambio en la posición durante el momento de la señal de salida caracterizado por un incremento de la flexión de las rodillas de ambas piernas, permiten obtener ventajas de 0.15s y 0.14s en la distancia a 10m y 15m respectivamente.

Sin embargo, debido a la temprana aparición de esta técnica son muchos las cuestiones que quedan por resolver y que posiblemente mejorarían aún más su rendimiento. Las contradicciones presentadas en cuanto a la posición horizontal del CM así como la posición óptima del apoyo posterior o las ventajas de colocar una u otra pierna en el apoyo posterior son elementos que ayudarían a su mejora. Del mismo modo, la todavía inexperiencia de los nadadores en esta técnica dificulta el obtener los resultados reales que esta salida ofrece, siendo necesario un mayor entrenamiento para determinar sus ventajas reales y con ellas, tratar de mejorarla mediante la modificación de determinados parámetros.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of applied biomechanics*, 10(2), 189-199.
- Arellano, R., Garcia, F., Gavilán, A., & Pardillo, S. (1996). Temporal analysis of the starting technique in freestyle swimming. In M. C. S. A. Joao (Ed.), *XIV International symposium on biomechanics in sports* (pp. 289-292). Madeira Portugal.
- Argüelles-Cienfuegos, J., & De La Fuente-Caynzos, B. (2014). [XVth World Swimming Championships: race phases' contribution to the overall performance and the gender differences].
- Barlow, H., Halaki, M., Stuelcken, M., & Greene, A. (2014). The effect of different kick start positions on OMEGA OSB11 blocks on free swimming time to 15m in developmental level swimmers. *Human Movement Science*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2014.02.002>
- Beretić, I., Durović, M., & Okičić, T. (2012). Influence of the back plate on kinematical starting parameter changes in elite male serbian swimmers. *Physical Education and Sport*, 10(2), 135-140.
- Cossor, J., & Mason, B. (2001). Swim start performances at the Sydney 2000 Olympics Games. In J. R. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), *XXV International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 25-30). San Francisco University of California at San Francisco.
- Garcia-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Dominguez, A. M., & Saavedra, J. M. (2013). Relationship between final performance and block times with the traditional and the new starting platforms with a back plate in international swimming championship 50-m and 100-m freestyle events. *J Sports Sci Med*, 12(4), 698-706.

- Hay, J. G., Guimaraes, A. C. S., & Grimston, S. K. (1983). A Quantitive Look at Swimming Biomechanics. In J. G. Hay (Ed.), *Starting, Stroking & Turning (A Compilation of Research on the Biomechanics of Swimming, The University of Iowa, 1983-86)* (1 ed., pp. 76-82). Iowa: Biomechanics Laboratory, Department of Exercise Science.
- Honda, K., Sinclair, P., Mason, B., & Pease, D. (2012). The effect of starting position on elite swim start performance using an angled kick plate. In E. J. Bradshaw, A. Burnett & P. A. Hume (Eds.), *eProceedings of the 30th annual conference of the international society of biomechanics in sports* (pp. 72-75). Melbourne, Australia.
- Honda, K. E., Sinclair, P. J., Mason, B. R., & Pease, D. L. (2010). A Biomechanical Comparison of Elite Swimmers Start Performance Using the Traditional Track Start and the New Kick Start. In P. Kjendlie, R. K. Stallman & J. Cabri (Eds.), *XIth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 94-96). Oslo, Norway Norwegian school of sports sciences.
- Issurin, V., & Verbitsky, O. (2002). Track start versus grab start: Evidence from the Sydney Olympic Games. In J. C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 213-217). Saint Etienne University of Saint Etienne.
- Kibele, A., Biel, K., & Fischer, S. (2014). Optimising individual stance position in the swim start on OSB11. In B. Mason (Ed.), *XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 158- 163). Canberra, Australia Australian Institute of Sport.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Faster*. Champaign Illinois, Human Kinetics.
- Nomura, T., Takeda, T., & Takagi, H. (2010). Influences of the back plate on competitive swimming starting motion in particular projection skill. In P. Kjendlie, R. K. Stallman & J. Cabri (Eds.), *XIth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 135-137). Oslo, Norway Norwegian school of sports sciences.
- Ozeki, K., Sakurai, S., Taguchi, M., & Takise, S. (2012). Kicking the back plate of the starting block improves start phase performance in competitive swimming. In E. J. Bradshaw, A. Burnett & P. A. Hume (Eds.), *30th annual conference of the international society of biomechanics in sports* (pp. 373-376). Melbourne, Australia.
- Schnabel, U., & Kuchler, J. (1998). Analysis of the starting phase in competitive swimming. In H. J. Riehle & M. M. Vieten (Eds.), *Proceedings of XVI International Symposium of Biomechanics in Sports* (pp. 247-250). Germany University of Konstanz.
- Slawson, S. E., Conway, P. P., Cossor, J., Chakravorti, N., & West, A. A. (2013). The categorisation of swimming start performance with reference to force generation on the main plate block and footrest components of Omega OSB11start blocks *Journal of sports sciences*, 31(5), 468-478.
- Slawson, S. E., N., C., Conway, P. P., Cossor, J., & West, A. A. (2012). The effect of knee angle on force production, in swimming starts, using the OSB11 block. *Procedia Engineering*, 34, 801-806.
- Takeda, T., Takagi, H., & Tsubakimoto, S. (2012). Effect of inclination and position of new swimming starting block's back plate on track-start performance. *Sports Biomechanics*, 11(3), 370-381.

- Vilas-Boas, J. P., Cruz, M. J., Sousa, F., Conceição, F., & Carvalho, J. M. (2000). Integrated kinematic and dynamic analysis of two track-start techniques. In R. Sanders & Y. Hong (Eds.), *XVIIIth International Symposium on Biomechanics in Sports: Application of biomechanical study in swimming* (pp. 113-117). Hong Kong The Chinese University of Hong Kong.
- Vilas-Boas, J. P., Cruz, M. J., Sousa, F., Conceição, F., Fernandes, R. J., & Carvalho, J. M. (2003). Biomechanical analysis of ventral swimming starts: comparison of the grab start with two track-start techniques. In J. C. Chatard (Ed.), *Swimming Science IX* (pp. 249-225). Saint Etienne, France University of Saint Etienne.
- Vint, P. F., Hinrich, R. N., Riewald, S. A., Mason, R. K., & McLean, S. P. (2009). Effects of handle and block configuration on swim start performance. In A. J. Harrison, R. Anderson & I. Kenny (Eds.), *XXVII international society of biomechanics in sports conference*. Limerick, Ireland.
- Welcher, R. L., Richard, N., Hinrichs, R. N., & George, T. R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: Which is the best for female swimmers? *Sports Biomechanics*, 7(1), 100-113.

KINEMATIC ASSESSMENT OF HUMAN UNDULATORY UNDERWATER SWIMMING

Allison J. Higgs^{1,2}, Ross H. Sanders¹, David L. Pease²

¹Faculty of Health Sciences, University of Sydney, Sydney, Australia. ²Aquatic Testing, Training and Research Unit, Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

ABSTRACT

Undulatory underwater swimming is permitted for 15 metres after every start and turn in freestyle, backstroke and butterfly (FINA, 2013), and plays an essential role in performance. The aim of this study is to evaluate current analysis methods, and report on kinematic variables that may assist in directing technique optimisation. Studies selected for review were limited to peer-reviewed journal articles written in English, about the kinematics of unaided human underwater undulatory swimming. Kinematic parameters were selected for review if they appeared in two or more of these papers. Recent studies relate kinematics of the human technique to hydrodynamics, and aim to provide insight into performance optimisation. This review also identified that sagittal and bilateral asymmetries exist in underwater swimming technique, and the implications of these are still largely unknown. Future studies should further investigate the optimisation of kinematics.

Keywords: Dolphin kick, propulsive efficiency, asymmetry, performance optimisation.

INTRODUCTION

Success in swimming events requires a good performance in the start and turn, as this is when the highest velocities are achieved (Connaboy et al. 2009; Cossor & Mason, 2001). A high velocity is achieved by a combination of high propulsive thrust and low levels of resistance. Underwater swimming can be performed at greater velocities than free swimming wave drag is reduced at depth (Vennell et al. 2006).

Connaboy et al. (2009) suggested the undulatory motion performed underwater acted like a body wave travelling caudally. The legs kick simultaneously, increasing in amplitude from torso to toes. This motion is often assumed to be symmetrical in the sagittal plane (Atkison et al. 2013; von Loebbecke et al. 2009c), and is referred to as undulatory underwater swimming (UUS) or dolphin kick.

Methods of assessment

Three testing methods were used amongst the selected studies, the most common two dimensional video (2DVID), followed by Computational fluid dynamics (CFD) and Particle Image Velocimetry (PIV). It is common for a 2DVID study to be correlational, CFD to be a simulation study, and for PIV to be descriptive. Two dimensional video analysis is used for extraction of kinematic data. The quasi-experimental study by Connaboy et al. (2010) investigated 2DVID reliability and found that using at least six full cycles ensures accurate and reliable kinematic data, but only one study adhered to this recommendation (von Loebbecke et al. 2009a). In addition, all 2DVID studies assumed bilateral symmetry, so landmarks were only digitised on one side of the

body. Recently Atkison et al. (2013) retrospectively revealed that this assumption was not entirely appropriate, and suggested the need for further investigation.

Digitisation accuracy is a known source of error when using 2DVid, so most studies included steps to reduce optical error,. The digitisation procedure used by Houel et al. (2013) considered only the middle two thirds of the viewing area to limit distortion from the capture device, and a direct linear transformation method was applied. Other studies used measured lengths in the capture volume as a reference. Atkison et al. (2013) used a 2 meter horizontal rod as reference length, Collard et al. (2011) used two 1.5 m vertical rods, von Loebbecke et al. (2009a) used participant body length, and Zamparo et al. (2012) used the length of the participant's thigh. There appears to be no agreement with regard to the most accurate method to reduce optical error in UUS kinematics. Although, even if data is accurate and reliable, this method has limited scope for showing causation and manipulating variables related to technique.

Computational fluid dynamics is a method used to create a detailed approximation of flow patterns, which allows specific variables to be manipulated and the effects to be observed. The accuracy of this method is dependent on the appropriateness of the simulation, but generally the accuracy level is high. The accuracy of the simulation depends on the equations which determine flow patterns and the appropriateness of the human model. All of the selected studies used a set of calculations which closely approximated the unsteady nature of water flow (Cohen et al. 2012; Nakashima et al. 2009; von Loebbecke et al. 2009b; von Loebbecke et al. 2009c).

There was variation in the human models used in the selected studies. Nakashima (2009) represented the human form using twenty one elliptical cones based on the geometry of the participant. This model introduced approximately 10% error into fluid force modelling, which led to 7.5% error in kinematics. Three studies used three-dimensional laser scans to obtain accurate human models, and validated the solver using drag measurements from constant velocity towing (Cohen et al. 2012; von Loebbecke et al. 2009b; von Loebbecke et al. 2009c). This is a valid and reliable method for analysing kinematics and vortices associated with UUS, but one kick cycle may take up to 10 days to process (von Loebbecke et al. 2009b). Processing time for one cycle using the model used by Nakashima (2009) was approximately one and a half minutes for an equivalent frame rate. It is obvious that there is a trade-off between accuracy and computational time.

PIV has been used to understand actual flow patterns around and behind swimmers performing UUS (Hochstein & Bickhan, 2011). This study revealed two opposing vortices at the end of the extension kick behind the feet, with a jet of water between them. It was noted that better kickers created an additional vortex after the flexion kick. This analysis provided information on the thrust generation patterns that cannot be provided by 2DVid, but it has limited use for quantification of kinematics.

Participants

The total number of participants assessed among the selected studies was 97, including at least 54 males and 20 females. 2DVid was used for 88 participants, CFD for nine participants, and PIV was used to assess only two. All participants were experienced swimmers, 15 at university level, seven state, 29 national and 30 international. This highlights that the majority of this research is performed on elite subjects, as they are proficient at UUS.

The appropriateness of pooling sexes has not been thoroughly evaluated. No significant differences were found in kinematic parameters between males and

females in von Loebbecke et al. (2009a), the only statistically significant difference was body length ($p < 0.05$). In this case velocity and amplitude were normalised to body length, and pooling was justified. In contrast, Collard et al. (2011) and Houel et al. (2013) pooled sexes without commenting on possible implications.

Kinematic Variables

In research, velocity is very useful, as it can describe fluctuation in rate of change in position. Detailed analysis of the cyclic velocity fluctuations during UUS gives insight into the effects of technique elements. In general, a greater velocity is achieved by taller participants who perform UUS at a higher kick frequency. Kick amplitude is also important, as it is said to be proportional to body length (Connaboy et al. 2009).

Mean velocity reported in the selected studies was $1.38 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (range: 0.95-1.81). Creating accurate velocity profiles using COM is difficult in swimming. Previous studies have concluded that a single marker on the hip is not an accurate indicator of COM position during UUS (Psycharakis & Sanders, 2009), although it was used in three of the selected studies (Hochstein & Blickhan, 2011; Houel et al. 2013; Zamparo et al. 2012). A segment tracking approach is required to calculate COM position as a continuous function of time.

The selected studies used between one and twelve landmarks to define segment orientations. The study using one landmark analysed historical video, therefore velocity data was limited to single point tracking (von Loebbecke et al. 2009a). Houel et al. (2013) used nine landmarks to construct an eight segment human model which was combined with Dempster's anthropometric data (1959) to obtain COM position. Similarly, Atkison et al. (2013) used twelve landmarks to create a ten segment model, which was combined with de Leva's two-dimensional body segment model to track COM. The method used by Atkison et al. (2013) seems to be the most accurate way to reflect velocity fluctuations, as the model is based on college aged Caucasian males and females, as opposed to cadavers.

The mean value for frequency was 2.02 Hz (range: 1.07-2.4). Kick frequency is often reported when describing UUS kinematics, but it has shown to be weakly related to velocity. Frontal surface area is at a maximum at the end of the flexion kick and the end of the extension kick, therefore changing direction quickly after each phase is important to avoid unnecessary resistance (Cohen et al. 2012). Although frequency has important implications, velocity variation does not appear to be explained by frequency alone, and may be dependent on other variables.

Mean kick amplitude in the selected studies was 0.57 m (range: 0.46-0.71). The relationship between kick amplitude and velocity is also unclear. An increase in amplitude will increase form drag by increasing the cross sectional area perpendicular to the direction of travel (Connaboy et al. 2009). However, relative kick amplitude in dolphins does not exceed 0.25 body lengths, and any increase in velocity is achieved by change in frequency (Ungerechts et al. 1998). This suggests there may be an ideal amplitude based on body length (Connaboy et al. 2009).

Frequency, amplitude and velocity were combined in five of the reviewed studies to calculate Strouhal number (St), a dimensionless parameter used to reflect thrust and power efficiency of undulatory movements. It is defined as:

$$St = f \cdot Av$$

where f is kick frequency, A is kick amplitude at the toe, and v is mean COM velocity (Connaboy et al. 2009). Six papers reported St , and from these data we can see evidence of an inverse relationship between St and normalised COM velocity.

In animals, an optimal St for power and efficiency has been identified to be between 0.2 and 0.4 (Connaboy et al, 2009), however human values are not within this range (mean of the selected studies: 0.88, range: 0.42-1.24). Hochstein et al. (2012) proposed that the difference between human UUS and animal UUS is caused by the disadvantageous structure of the human anatomy, highlighting that humans are not evolved for swimming. This results in vortices being recaptured, which reduces thrust. Humans who performed UUS with St closest to this optimal range have been shown to have higher velocities, higher efficiencies and lower values for active drag (Arellano et al. 2003; Nicolas et al. 2007). Strouhal number is unlikely to assist with identifying specific technique elements to be improved for performance optimisation, but this value is expected to be useful to measure the effect of changes made.

Froude efficiency (Fr) is another dimensionless parameter, and was presented in two of the selected papers. It describes the efficiency of undulatory movements, and is calculated using the equation:

$$Fr=(c+u)2c$$

where c is body wave progression velocity using an internal reference, and u is progression velocity of the centre of mass (COM) in an external reference frame (Zamparo et al. 2012). Mean Fr in the selected papers was 0.66 (range: 0.63-0.68). This parameter has been shown to be significantly related to distance covered per kick (Zamparo et al. 2012), and inversely related to St (Hochstein & Blickhan, 2011), as larger values represent better efficiency and performance (Zamparo et al. 2012). This parameter and its components have potential for assessing characteristics of UUS, as performance is linked to effectiveness by considering temporal and spatial characteristics of body wave progression (Zamparo et al. 2012).

Intra-cyclic analysis

Three of the selected studies presented UUS kinematics as a mean of multiple cycles. Cyclic analysis of UUS is limited because mechanical efficiency does not relate well to kinematics averaged over full kick cycles due to the aspects of motion that are ignored (von Loebbecke et al. 2009c). Kinematic variables reported as a mean over multiple kick cycles does not allow for application to specific technique elements within cycles. Intra-cyclic analysis refers to the investigation of kinematic differences within the stroke cycle, which has been achieved in four of the selected studies by normalising in time to produce a representative cycle with multiple phases. The use of phases allows a more detailed analysis, but only three studies took this approach (Atkison et al. 2013; Cohen et al. 2013; von Leobbecke et al. 2013).

A common model describes two phases- the upbeat and the downbeat (Arellano et al. 2002; Atkison et al. 2013; von Leobbecke et al. 2009b). The downbeat is characterised by a combination of hip flexion and knee extension, while the upbeat combines hip extension and knee flexion, with the transition between phases defined by the maxima and minima in vertical displacement of the toe (Atkison et al. 2013, von Leobbecke et al. 2009b). An alternative approach was used by Cohen et al. (2012), who described four phases. The upbeat and downbeat transitions were defined in the same way as the two phase model, and the two additional transitions were identified at the point of minimal frontal area when the lower limbs were close to being in alignment with the body. Houel et al. (2013) did not use cycles at all, and reported kinematic parameters every 0.5 metres of horizontal hip progression. There is no agreement on the most appropriate phase model to reflect kinematic parameters, but it is necessary to consider more than cyclic means.

Computational fluid dynamics (CFD) has recently been used to assess how differences in the upbeat and downbeat impact performance by investigating fluid

flow characteristics around the body. Results have shown that significant asymmetries exist in the flow patterns behind a swimmer performing UUS, and it has been suggested that the cause for these differences is the natural antero-posterior joint asymmetry in human lower limbs (von Loebbecke et al. 2009b). It has recently been suggested that UUS performance would be enhanced if the thrust generation between the upbeat and downbeat was more balanced, as elite swimmers can utilise the upbeat more effectively than national swimmers (Atkison et al. 2013). In addition, international level swimmers have been found to spend a greater proportion of cycle time extending at the hips before knee flexion in the upbeat as compared to national level swimmers (Arellano et al. 2002). Hence, further investigation into the kinematics of the upbeat may help to define characteristics of an elite performance.

CONCLUSION AND FUTURE DIRECTIONS

The aim of this study was to evaluate current analysis methods, and report on kinematic variables that may act as performance indicators for UUS.

The potential outcomes and accuracy of the data will depend on the assessment method chosen. A detailed analysis of COM velocity fluctuations is necessary to give insight into the effect of specific technique elements. The segment model used to calculate COM position must be carefully considered, and anthropometric data used should be as close as possible to actual segment geometry and density. Computational fluid dynamics shows the greatest potential to investigate these variables accurately. Two studies have shown that the use of three dimensional laser scanning techniques combined with a fully unsteady solver produces accurate and reliable kinematic and force data (Cohen et al. 2013). If CFD is impractical or not available, 2DVID can be an acceptable alternative.

Common variables used to describe UUS are body length, velocity, frequency and amplitude. Frequency and amplitude are overrepresented when we consider their usefulness in explaining performance differences, as few conclusions have been drawn from these variables alone. Strouhal number is also unlikely to assist with optimising technique. Fr and its component variable body wave velocity have more potential than the literature suggests, as it combines temporal and spatial information about body wave progression, which can give insight into specific aspects of technique. Body wave progression and coordination should be considered further, including the contribution of the trunk to the development of the body wave.

Once the characteristics of an effective performance have been defined, practical applications can be developed so technique can be improved.

REFERENCES

- Arellano, R., Pardillo, S. & Gavilan, A. (2002). Underwater undulatory swimming: kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. In K. E. Gianikellis (Ed.), *Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Caceras, Spain: Universidad de Extremadura.
- Arellano, R., Pardillo, S. & Gavilan, A. (2003) Usefulness of the Strouhal number in evaluating human underwater undulatory swimming. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. Eds: Chatard, J.C. Saint-Etienne: University of Saint-Etienne, 33-38.
- Atkison, R. R., Dickey, J. P., Dragunas, A., & Nolte, V. (2013). Importance of sagittal kick symmetry for underwater dolphin kick performance. *Human Movement Science*, 33, 298-311.

- Cohen, R., Cleary, P., & Mason, B. (2012). Simulations of dolphin kick swimming using smoothed particle hydrodynamics. *Human Movement Science*, 31(3), 604-619.
- Collard, L., Auvray, E., Bellaunay, I. (2011). Comparison of performance levels over 25 m by 11 expert swimmers using anguilliform-like and carangiform-like techniques; eel-like swimming versus carangiform-like swimming. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11, (26-33).
- Connaboy, C., Coleman, S., & Sanders, R. (2009). Hydrodynamics of undulatory underwater swimming: a review. *Sports Biomechanics / International Society of Biomechanics In Sports*, 8(4), 360-380. doi:10.1080/14763140903464321
- Connaboy, C., Coleman, S., Moir, G., & Sanders, R. (2010). Measures of reliability in the kinematics of maximal undulatory underwater swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(4), 762-770.
- Cossor, J., & Mason, B. (2001). Swim Start Performance at the Sydney 2000 Olympic Games. In *Proceedings of the XIXth International Symposium on Biomechanics in Sports*, (pp70-74).
- FINA, (2013). Federation International de Natation swimming rules. Retrieved from <http://www.fina.org>.
- Hochstein, S., & Blickhan, R. (2011). Vortex re-capturing and kinematics in human underwater undulatory swimming. *Human Movement Science*, 30(5), 998-1007.
- Hochstein, S., Pacholak, S., Brücker, C., & Blickhan, R. (2012). *Experimental and numerical investigation of the unsteady flow around a human underwater undulating swimmer*. Retrieved from www.scopus.com
- Houel, N., Elipot, M., Andre, F. & Hellard, P. (2013). Influence of angles of attack, frequency and kick amplitude on swimmer's horizontal velocity during underwater phase of a grab start. *Journal of Applied Biomechanics*, 29, 49-54.
- Nakashima, M. (2009). Simulation analysis of the effect of trunk undulation on swimming performance in underwater dolphin kick of human. *Journal of Biomechanical Science and Engineering*, 4(1), 94-104.
- Nicolas, G., Bideau, B., Colobert, B., & Berton, E. (2007). How are Strouhal number, drag, and efficiency adjusted in high level underwater monofin-swimming? *Human Movement Science*, 26(3), 426-442.
- Psycharakis, S., & Sanders, R. (2009). Validity of the use of a fixed point for intracycle velocity calculations in swimming. *Journal of Science And Medicine In Sport / Sports Medicine Australia*, 12(2), 262-265. doi:10.1016/j.jsams.2007.11.008
- Ungerechts, B., Daly, D., and Zhu, J. (1998). What dolphins tell us about hydrodynamics. *Journal of Swimming Research*, 13, 1-7.
- Vennell, R., Pease, D., & Wilson, B. (2006). Wave drag on human swimmers. *Journal of Biomechanics*, 39(4), 664-671.
- von Loebbecke, A., Mittal, R., Fish, F., & Mark, R. (2009a). A comparison of the kinematics of the dolphin kick in humans and cetaceans. *Human Movement Science*, 28(1), 99-112.
- von Loebbecke, A., Mittal, R., Mark, R., & Hahn, J. (2009b). A computational method for analysis of underwater dolphin kick hydrodynamics in human swimming. *Sports Biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports*, 8(1), 60-77. doi:10.1080/14763140802629982
- von Loebbecke, A., Mittal, R., Fish, F., & Mark, R. (2009c). Propulsive Efficiency of the Underwater Dolphin Kick in Humans. *Journal of Biomechanical Engineering*, 131(5), 054504-054504-4.
- Zamparo, P., Vicentini, M., Scattolini, A., Rigamonti, M., & Bonifazi, M. (2012). The contribution of underwater kicking efficiency in determining "turning performance" in front crawl swimming. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(5),457-464.

INDEX OF COODINATION IN FREESTYLE SWIMMING: ITS IMPORTANCE

Ana Ruiz-Teba, Raúl Arellano

Department of Physical Education and Sport, Faculty of Sport Sciences,
University of Granada, Granada, Spain

ABSTRACT

The aim of this chapter was to analyze the results of different studies about the inter-arm crawl stroke coordination and its applicability on swimming training. One study was made at three different swim velocities, but in the present study it was taken into account the corresponding to the paces appropriate for the 100 m, and 50 m. The different stroke phases and the arm and leg coordination were identified by video analysis. Arm coordination was quantified using a index of coordination (IdC), which expresses the three major modalities opposition, catch-up and superposition (Chollet, Challes, & Chatard, 2000). Another study used a simplified method. It was recorded the stroke parameters for each 25-m length during a progressive 200-m interval training set (Barden, Kell, & Kobsar, 2011). Despite the different imposed velocities, the difference in the percentage of the propulsive and no propulsive phase compared to the power and recovery phase is important. It is caused by the procedure applied for the different methods.

Keywords: crawl-stroke, arm's synchronization, propulsion continuity

INTRODUCTION

Swimming is a sport in which physiological and biomechanical variables have a decisive performance-influencing role. During swimming competition analysis stroke rate (SR), stroke length (SL), mean velocity (V) are usually measured (Arellano, Brown, Cappaert, & Nelson, 1994). The value of SL is a consequence of the swimmer's capacity to adopt efficient inter-limb coordination and propulsive efficiency. Indeed, the temporal organization of the stroke is also important in characterizing highly skilled performance (Chatard, Collomp, Maglischo, & Maglischo, 1990)

Previous studies have shown that elite swimmers are distinguishable from novice swimmers through a series of kinematic differences. For example, elite swimmers are able to achieve longer stroke length while minimizing stroke rate, thus resulting in a more economical stroke pattern (Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet, & Tourny, 1996).

The coordination between arms in crawl-stroke has been measured in the recent scientific literature with two procedures based on the percentage of the stroke duration:

a) the Index of Coordination (IdC) where three aquatic phases and recovery were collected and analysed (Chollet et al., 2000) and; b) a simplified approach where the aquatic and aerial phases of each arm-stroke were measured (Barden et al., 2011). Both methods collect the data from underwater video recordings of the swimmer crawl-stroke performances.

The aim of this study was to analyze the results of these studies about the inter-arm crawl stroke coordination and its possible applicability on swimming training.

DESCRIPTION OF PROCEDURES

The IdC was proposed to assess the temporal organization of inter-arm coordination in front-crawl, measuring the lag time between the upper limb propulsive actions (Chollet et al., 2000). Each movement of the arm is recorded with at least two underwater and one out of the water cameras and it is broken down into four distinct phases (one phase corresponded to an action between two times), defined as follows:

- **Phase A: Entry and Catch of the hand in the water.** This phase corresponded to the time from the hand's entry into the water to the beginning of its backwards movement.
- **Phase B: Pull.** This phase corresponded to the time from the beginning of the hand's backwards movement to the hand's arrival in the vertical plane to the shoulder. This phase was the beginning of propulsion.
- **Phase C: Push.** This phase corresponded to the time from the hand's position below the shoulder to its release from the water, This phase was the second and finishing part of the propulsion.
- **Phase D: Recovery.** This phase corresponded to the time from the hand's release from the water to its following entry into the water.

Three strokes are needed to perform the analysis and after collecting the data the average is calculated (the equation 1 is applied). The duration of each phase is expressed as a percentage of the duration of the complete arm stroke. The duration of the propulsive phases is the sum of pull and push phases. The duration of the non-propulsive phases is the sum of entry and catch of the hand in the water and recovery phases. The duration of a complete arm stroke is the sum of the durations of the propulsive and non-propulsive phases (Seifert et al., 2015). The IdC calculated the time gap between the propulsions of the two arms as a percentage of the duration of the complete arm stroke. IdC was the mean of IdC_{left} and IdC_{right} (Chollet et al., 2000).

According to Chollet et al. (2000), catch-up mode correspond to IdC < 0%, opposition mode is when IdC = 0% and superposition mode correspond to IdC > 0%. In fact, the opposition coordination for IdC = 0 is theoretical; in practical terms, the opposition coordination is accepted for -1% < IdC < 1% (Chollet, et al. 2015).

| | |
|--|------------|
| $IdC_{left} = ((\text{Time End of phase C for left arm} - \text{Time Beginning of phase B for right arm}) \times 100) / \text{DurationComplete Cycle}$ $IdC_{right} = ((\text{Time End of phase C for right arm} - \text{Time Beginning of phase B for left arm}) \times 100) / \text{DurationComplete Cycle}$ | (1) |
|--|------------|

A simplified procedure has been developed recently. The full stroke duration is standardized between participants considering it as 100%. Two phases are defined: a) aquatic phase that the authors denominated "power phase" and; b) recovery or aerial phase of the stroke (Barden et al., 2011). Two or more strokes are measured after recording them with underwater cameras. The analyses allowed defining a percentage of combined power or time where the two strokes are performing the underwater phase.

Comparing graphically both methods (see figure 1), it is easier to understand their differences and the difficulty to compare both results. In one case IdC seems to describe the propulsion alternancy more clearly, meanwhile the second method, that

applied an analysis of walking model on swimming, only differentiate aquatic and aerial phases that made the real coordinative analysis more difficult as their results demonstrated. There are only differentiated inter-arm durations but not time gaps.

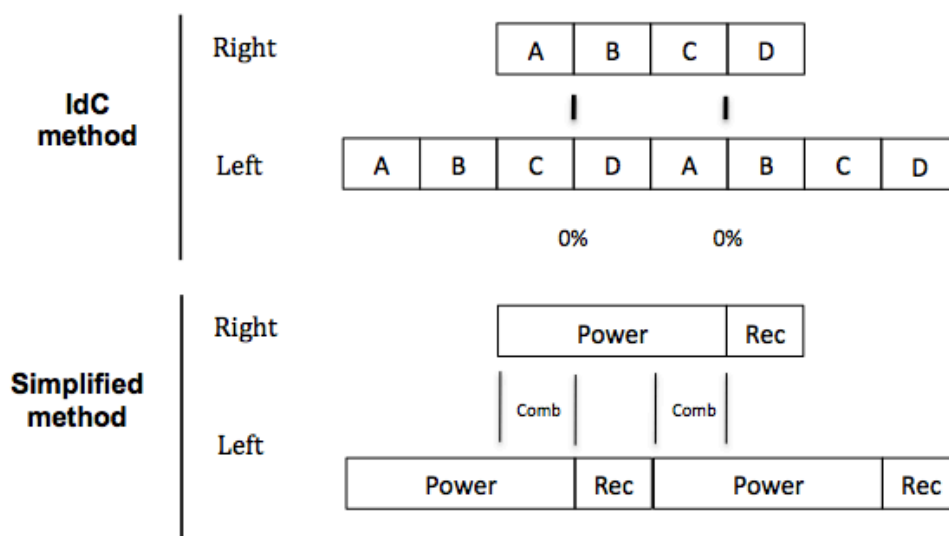


Figure 1. Hypothetic situation to compare both protocols, where the propulsive phases are continuously alternated (propulsive time gap=0%): IdC method (Chollet et al. 2000) and simplified method (Barden et al. 2011). Abbreviations: Comb: Combined power; Rec: Recovery.

| ARRANGE QUICKTIME WINDOW | | READ QUICKTIME VIDEO TIME CODE | | LISTA NADADORES | | INICIO | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------|--------------|-----------------|------|------|------|--------|-----------|
| TestD | Code 615 | Name | | | | | | | | | | | |
| Stroke | Lap | Test Date | Test Time | | | | | | | | | | |
| Stroke | Arm | Breath | Events Time (s) | | | | | Cycle Time | | | | | |
| | | | Entry | Pull | Vertical | Exit | Entry | | | | | | |
| Stroke 01 | Right | No | 150,74 | 151,18 | 151,62 | 152,02 | 1,64 | | | | | | |
| Stroke 02 | Left | No | 151,54 | 152,02 | 152,62 | 152,94 | 1,68 | | | | | | |
| Stroke 03 | Right | No | 152,38 | 152,82 | 153,30 | 153,74 | 1,64 | | | | | | |
| Stroke 04 | Left | No | 153,22 | 153,66 | 154,26 | 154,58 | 1,64 | | | | | | |
| Stroke 05 | Right | No | 154,02 | 154,58 | 155,02 | 155,38 155,70 | 1,68 | | | | | | |
| Stroke 06 | Left | No | 154,86 | 155,34 | 155,90 | 156,26 156,54 | 1,68 | | | | | | |
| Next Stroke | 156,22 | | | | | | | | | | | | |
| Stroke | Arm Propulsive Time (s) | | | | | Cycle Time | Frec Cic/min | % A % B % C % D | | | | % Prop | % No Prop |
| | Phase A Entry & Catch | Phase B Pull Phase | Phase C Push Phase | Total | Phase D Recovery Phase | | | | | | | | |
| Stroke 01 | 0,44 | 0,44 | 0,40 | 0,84 | 0,36 | 1,64 | 36,6 | 26,8 | 26,8 | 24,4 | 22,0 | 51,2 | 48,8 |
| Stroke 02 | 0,48 | 0,60 | 0,32 | 0,92 | 0,28 | 1,68 | 35,7 | 28,6 | 35,7 | 19,0 | 16,7 | 54,8 | 45,6 |
| Stroke 03 | 0,44 | 0,48 | 0,44 | 0,92 | 0,28 | 1,64 | 36,6 | 26,8 | 29,3 | 26,8 | 17,1 | 56,1 | 43,9 |
| Stroke 04 | 0,44 | 0,60 | 0,32 | 0,92 | 0,28 | 1,64 | 36,6 | 26,8 | 36,6 | 19,5 | 17,1 | 56,1 | 43,9 |
| Stroke 05 | 0,56 | 0,44 | 0,36 | 0,80 | 0,32 | 1,68 | 35,7 | 33,3 | 26,2 | 21,4 | 19,0 | 47,6 | 52,4 |
| Stroke 06 | 0,48 | 0,56 | 0,36 | 0,92 | 0,28 | 1,68 | 35,7 | 28,6 | 33,3 | 21,4 | 16,7 | 54,8 | 45,2 |
| Stroke 01 | Right | IdC 01 | 0,00 | | | | | | | | | | |
| Stroke 02 | Left | IdC 02 | 7,14 | | | | | | | | | | |
| Stroke 03 | Right | IdC 03 | 4,88 | | | | | | | | | | |
| Stroke 04 | Left | IdC 04 | 0,00 | | | | | | | | | | |
| Stroke 05 | Right | IdC 05 | 2,38 | | | | | | | | | | |
| Stroke 06 | Left | IdC 06 | 2,38 | | | | | | | | | | |
| Index of Coordination | | | | | | | | | | | | | |
| Average Arm | | Right | 2,42 | | | | | | | | | | |
| Average Arm | | Left | 3,17 | | | | | | | | | | |
| Average Total | | 2,80 | | | | | | | | | | | |
| Average Stroke Freq | | 36 | | | | | | | | | | | |

Figure 2. Example of database used to calculate the IdC method developed by Raúl Arellano (2008).

SOME RELEVANT RESULTS

In the Figure 1 it could be appreciated how we tried to compare both methods graphically, Chollet (2000) worked with distances of 50m, 100m and 800m but we have focused on the short distances. With respect to Barden (2011), he used 4x200m, of which we used the first 200m.

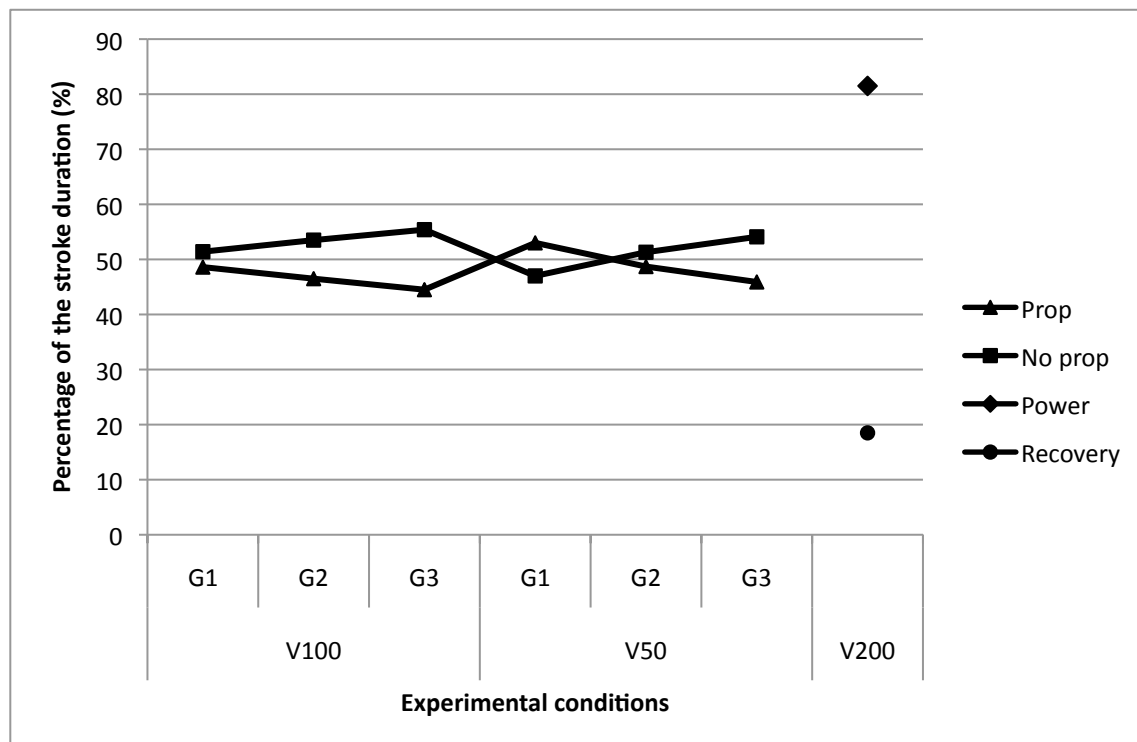


Figure 3. Values of variables in relationship to imposed swim velocity and performance level. Abbreviations: G1: highest performers; G2: intermediate performers; G3: lowest performers; Prop: propulsive phase; No prop: non propulsive phase; Power: power phase; Recovery: recovery phase.

Despite the different imposed velocities, the difference in the percentage of the propulsive and no propulsive phase compared to the power and recovery phase is important. It is caused by the procedure applied for the different methods.

As we showed in the figure 1, Chollet et al. (2000) differentiated four phases of which “B” and “C” composed the propulsive phase and “A” and “D” the no propulsive phase. However, in the simplified method of Barden et al. (2011) he used the phases “A” “B” and “C” as power phase, and it increased the power phase duration in an unplanned manner, being less accurate.

We also should contemplate that it has been studied the influence of the breathing pattern, sex, distance, and the use of snorkel in the IdC. Focusing on the breathing pattern, it was demonstrated that breathing to the preferential side led to an asymmetry, in contrast to the other breathing patterns, and the asymmetry was even greater when the swimmer breathed to his nonpreferential side (Seifert, Chehense, Tourny-Chollet, Lemaitre, & Chollet, 2008).

TRAINING APPLICATION

Considering both methods to collect the data, and the time necessary to calculate it, it is difficult to apply them regularly during a training season if the coach doesn't have

a scientific group cooperating with him. The equipment to collect reliable data it is difficult to set-up but fortunately their prices are decreasing in recent times.

A simplified approach where the data collection is restricted to the time needed to make the calculations seems appropriate. In the case of the IdC, just the time of the phase "B" initiation and the end of the phase "C" of each arm during 3 cycles could be applied to calculate the equation (1). Observing the figure 2 where all the variables collected are included, the reader can have an idea of the time that can be saved during the data collection.

When only one aerial camera can be used, the second method proposed is the unique possible solution and the recovery and aquatic phases would be collected.

The role of the breathing pattern can affect the symmetry of the results in both methods. To know with precision the differences between arms, the use of the snorkel in long efforts or no breathing in short efforts seems adequate.

Arm stroke asymmetry or propulsive discontinuity affects the propulsive efficiency of the swimmer. Its evaluation using the IdC during the training program seems a logical method to prescribe beneficial stroke drills or training cues to the swimmer. Its ignorance facilitates the lack of the improvement of the swimmer. To correct the excessive asymmetries resulted of the non adequate breathing's coordination, it should be the initial stage for the improvement. Later the inter-arm asymmetries related with the propulsion continuity should be targeted in the training program.

REFERENCES

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, *10*, 189-199.
- Barden, J. M., Kell, R. T., & Kobsar, D. (2011). The effect of critical speed and exercise intensity on stroke phase duration and bilateral asymmetry in 200-m front crawl swimming. *J Sports Sci*, *29*(5), 517-526. doi: 10.1080/02640414.2010.543912
- Chatard, J. C., Collomp, C., Maglischo, E., & Maglischo, C. (1990). Swimming Skill and Stroking Characteristics of Front Crawl Swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, *11*(2), 156-161.
- Chollet, D., Chabies, S., & Chatard, J. C. (2000). A New Index of Coordination for the Crawl. *International Journal of Sports Medicine*, *20*, 54-59.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Stroking Characteristics in Freestyle Swimming and Relationships With Anthropometric Characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*, *12*, 197-206.
- Seifert, L., Chehensse, A., Tourny-Chollet, C., Lemaitre, F., & Chollet, D. (2008). Effect of Breathing Pattern on Arm Coordination Symmetry in Front Crawl. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(5), 1670-1676.
- Seifert, L., Schnitzler, C., Bideault, G., Alberty, M., Chollet, D., & Toussaint, H. M. (2015). Relationships between coordination, active drag and propelling efficiency in crawl. *Hum Mov Sci*, *39*, 55-64. doi: 10.1016/j.humov.2014.10.009