

# Swimming Science I

**Editores:**

**Raúl Arellano Colomina, Jose Andrés  
Sanchez Molina, Fernando Navarro  
Valdivielso, Esther Morales Ortíz,  
Gracia López Contreras**





## **SWIMMING SCIENCE I**

### **Editores:**

**Raúl Arellano Colomina, Jose Andrés Sánchez, Fernando Navarro Valdivielso, Esther Morales Ortiz y Gracia López Contreras**

**El presente libro ha sido editado y publicado gracias a la financiación del Proyecto de Creación de Red Temática: Swimming Science. Ref.: DEP2006-56004/ACTI [Acción Estratégica sobre Deporte y Actividad Física. Programas Nacionales del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-07] en colaboración con la Editorial 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 en actividades científicas relacionadas con el proyecto citado.**

**Granada, 19 de Noviembre de 2007**

## Swimming Science I



### INTRODUCCIÓN

El presente texto es el resultado de la recopilación de trabajos inéditos de diferentes autores nacionales y extranjeros relacionados con la investigación del deporte de la natación y las actividades acuáticas.

Es la culminación de un proyecto financiado por el Ministerio de Educación del Gobierno de España, dedicado a desarrollar una Red Temática denominada "Swimming Science". La idea surgió de una propuesta elaborada por los tres centros promotores: las Facultades de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de A Coruña, Toledo y Granada. Uniéndose inmediatamente a la misma los centros de Valencia, Cáceres y Vitoria, junto con los Centros de Alto Rendimiento de Sant Cugat (Barcelona) y Sierra Nevada (Granada).

Este grupo aglutina buena parte del trabajo investigador de relevancia en nuestro país en este ámbito científico, muy especializado, pero a su vez de una envergadura enorme pues son numerosas y variadas las actividades deportivas y no deportivas que se desarrollan en el medio acuático en la actualidad.

El proyecto, por cuestiones meramente administrativas y de requisitos de la propia convocatoria, ha sido liderado por la Universidad de Granada, con miembros de su grupo de investigación denominado "Actividad Física y Deportiva en el Medio Acuático (CTS-527)" que ha sido el encargado de organizar las diferentes reuniones del proyecto, proponer los temas de desarrollo, construir la Web del proyecto [www.swimsci.com](http://www.swimsci.com), publicar el presente libro y finalizarlo administrativamente.

Nuestras actividades, aunque limitadas, han demostrado que la colaboración inter-grupos permite conseguir logros en otros momentos inalcanzables o por lo menos intentarlo. Ejemplo de ellos son los artículos publicados en revistas de relevancia internacional, las propuestas de proyectos, o la misma organización de las jornadas finales del proyecto junto con el Seminario Swimming Science, germen del que ha surgido la publicación de este texto.

Las repercusiones positivas de la Red han provocado el interés por participar en la misma de casi una decena de centros de todo el Estado. Se ha confirmado que la estrategia de organizar un seminario científico como colofón del proyecto, ha servido para animar a estos nuevos grupos a participar en el mismo presentando sus recientes trabajos de investigación y participando en una reunión informativa orientada al desarrollo de la Red, estudiando las opciones de financiación para un futuro y las diversas convocatorias nacionales para proporcionar dicha financiación.

El presente trabajo muestra capítulos orientados a la biomecánica, la técnica, su entrenamiento, el entrenamiento del nadador, la valoración del esfuerzo, la natación educativa, la natación adaptada, etc. Trabajos que en la mayor parte son el resultado de largos años de investigación en el tema en cuestión y que cualifica a sus autores como expertos en su ámbito. Estos trabajos van acompañados de un buen número de aportaciones desarrolladas por una nueva generación de investigadores, bien preparados y competitivos internacionalmente, que serán en muy poco tiempo el relevo lógico de los actuales encargados de liderar el proyecto.

Quiero aprovechar esta introducción para rendir homenaje a la persona que sin duda, supo despertar en muchos de nosotros el interés por el mundo de la natación y su investigación, el profesor D. Fernando Navarro, entusiasta y generoso donde los haya, que supo transmitirnos con su docencia en el INEF de Madrid, valores universitarios y humanos, que difícilmente sus discípulos podremos igualar.

Espero que este texto pueda informar al lector del estado actual de la investigación científica en nuestro país en el deporte de la natación y las actividades acuáticas.

Raúl Arellano Colomina  
Investigador Principal del Proyecto

## Swimming Science I

## Swimming Science I

### INDICE:

<b>Swimming bioenergetics: integrating biomechanical and physiological data into a coherent biophysical model fo performance and training</b>	<b>7</b>
J. Paulo Vilas-Boas, Ricardo Fernandes, Tiago Barbosa, Kari L. Keskinen	
<b>New trends in adapted swimming</b>	<b>19</b>
Daniel Daly, Johan Lambeck	
<b>Unsteady mechanisms of swimming propulsion</b>	<b>31</b>
Bodo E Ungerechts	
<b>Aquatic activities, health-related physical fitness and quality of life</b>	<b>41</b>
José M. Saavedra, Yolanda Escalante y Silvia Torres	
<b>Potencia especifica y su aplicación en el entrenamiento de nadadores</b>	<b>51</b>
Fernando Navarro	
<b>Entrenamiento de nadadores paralímpicos: estudio de un caso</b>	<b>57</b>
Javier de Aymerich	
<b>Diferencias en las estrategias competitivas en nadadores de grupos de edad nacionales e internacionales</b>	<b>65</b>
Esther Morales, Raúl Arellano, Pedro Femia Jordi Mercadé, Javier de Aymerich y Gracia López	
<b>La aceleración intra-ciclo: su aplicación en la evaluación de la técnica en natación.</b>	<b>79</b>
Víctor Tella, Juan Benavent, Joaquín Madera, Jordi Jordá, Luís M González	
<b>Programa acuático multidisciplinar de intervención en personas con discapacidad motora</b>	<b>87</b>
Gracia López, Pedro Baena, Esther Morales Jordi Mercadé y Raúl Arellano	
<b>Metodología multidisciplinar multidisciplinar para la facilitación del aprendizaje de la técnica realizados en el car de sant cugat en las distintas disciplinas acuáticas y natación</b>	<b>97</b>
Andreu Roig, Xantal Borràs, Eduardo Amblar	
<b>Mejora de las salidas de natación en deportistas de alto nivel. Modelo del c.a.r. De sierra nevada</b>	<b>107</b>
Blanca de la Fuente Caynzos y Raúl Arellano Colomina	
<b>Resistencia hidrodinámica en natación</b>	<b>115</b>
Salvador Llana Belloch	
<b>Procedimientos para la evaluación y mejora de los virajes en natación</b>	<b>125</b>
José Andrés Sánchez, Ramón Maañón, Javier Mon, Silvia González	
<b>Effects of different distance of swim on physiological and technical performance in front crawl swimming</b>	<b>135</b>
Jordi J. Mercadé, Raúl Arellano, Belén Feriche, Esther Morales y Gracia López	
<b>La formación para técnicos acuáticos especialistas en la primera infancia: una propuesta basada en el asesoramiento</b>	<b>141</b>
Gemma Boluda, Eduard Ramírez, Gil Pla, Núria Simó, Carles Romagosa	
<b>¿Aprenden los bebés las habilidades motrices acuáticas?</b>	<b>145</b>
Gemma Boluda, Eduard Ramírez, Gil Pla, Núria Simó, Carles Romagosa	
<b>El aprendizaje de la natación en horario escolar: una perspectiva educativa centrada en el individuo y en el proceso</b>	<b>151</b>
Eduard Ramírez, Gil Pla, Gemma Boluda y Núria Simó.	
<b>Electromyographic analysis of the deltoideus muscle in two types of arm recovery in front crawl</b>	<b>157</b>
Pedro Figueiredo, Ricardo Fernandes, Ana Sousa, Sónia Vilar, Susana Pereira, Pedro Gonçalves, João Paulo Vilas-Boas	
<b>Estudio comparativo de las características cineantropométricas entre los jugadores de waterpolo de las categorías junior y senior</b>	<b>163</b>
Francisco Argudo, Helena Vila, Carmen Ferragut, Nuria Rodríguez, Fernando Alacid, Lorena Correas , Arturo Abrales.	

## Swimming Science I

<b>Efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático de un año de duración sobre la densidad de masa ósea</b>	<b>167</b>
Germán Díaz, María Carrasco, Andrés Barriga, Fernando Jiménez, Susana Aznar, Fernando Navarro	
<b>Diferencias en función del género en la práctica de las actividades acuáticas en extremadura. Un estudio piloto</b>	<b>173</b>
De la Cruz, E., Domínguez A.M., García, A., Escalante Y. y Saavedra J.M.	
<b>Diferencias en función del núcleo de población en la práctica de las actividades acuáticas en extremadura. Un estudio piloto</b>	<b>179</b>
García A., Domínguez A.M., De la Cruz E., Escalante Y. y Saavedra J.M.	
<b>Cambios en la fuerza de mujeres postmenopausicas y osteopenicas tras 14 meses de intervencion en el medio acuatico</b>	<b>185</b>
Carrasco, Maria; Díaz, Germán; Muñoz, Víctor Eugenio; Clemente, Vicente; Villarino, Sira; Barriga, Andrés; Jiménez, Fernando; Navarro, Fernando.	
<b>El desarrollo psicomotriz en el medio acuático. Aportaciones desde la fenomenología</b>	<b>191</b>
Gil Pla, Eduard Ramírez y Gemma Boluda	
<b>Propuesta de actividades acuáticas para discapacitados</b>	<b>197</b>
Esperanza Jaqueti, Alfonso Otero	
<b>El autoconcepto físico de los nadadores frente a otras modalidades deportivas</b>	<b>203</b>
Luís Lozano, Armando Cocca, Francisco Salinas, María Teresa Miranda, Jesús Viciano	
<b>La deportividad de los nadadores frente a otras modalidades deportivas de equipo</b>	<b>209</b>
Armando Cocca, Luís Lozano, Francisco Salinas, María Teresa Miranda, Jesús Viciano	
<b>Influencia de la salida y los virajes en el sistema de clasificación funcional en natación: estudio de casos (s8 y s9)</b>	<b>215</b>
Joaquín Madera, Víctor Tella, Juan Carlos Colado, David Argente, Sofía Pérez	
<b>Relacion entre la potencia específica de nado y el nivel de rendimiento de los nadadores</b>	<b>221</b>
Judez, J.L, Arija, A, Díaz, G, Muñoz, V.E, Carrasco, M, Oca, A, Navarro, F.	
<b>Nuevos avances del ejercicio acuatico como tratamiento terapeutico del síndrome de fibromialgia</b>	<b>227</b>
Diego Munguía, Alejandro Legaz, Antonio Fernández, Delfín Galiano.	
<b>Estudio empírico: importancia otorgada por los expertos en n.s. a los indicadores de creatividad del mérito artístico de la rutina libre de grupo</b>	<b>233</b>
Carlos Touriño <sup>1</sup> , Aurora Martínez <sup>2</sup>	
<b>Analysis of a 3d sculling path in a vertical body position under different load conditions</b>	<b>239</b>
Ariane Pochon, Raúl Arellano.	
<b>Las actividades acuáticas en la formación profesional de grado superior “animación en actividades físicas y deportivas”</b>	<b>245</b>
Miguel Ángel García Pozuelo	
<b>Anexo I: instrucciones para publicación en el libro” Swimming Science I”</b>	<b>257</b>
Raúl Arellano, José Andrés Sánchez y Fernando Navarro	

### SWIMMING BIOENERGETICS: INTEGRATING BIOMECHANICAL AND PHYSIOLOGICAL DATA INTO A COHERENT BIOPHYSICAL MODEL FOR PERFORMANCE AND TRAINING

J. Paulo Vilas-Boas<sup>(1)</sup>, Ricardo Fernandes<sup>(1)</sup>, Tiago Barbosa<sup>(2)</sup>, Kari L. Keskinen<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Faculty of Sport, Porto University, Porto, Portugal

<sup>(2)</sup> Polytechnic Institute of Bragança, Dep. of Sport Sciences, Bragança, Portugal

<sup>(3)</sup> Finish Society of Sport Sciences, Helsinki, Finland

#### ABSTRACT

The purpose of the present paper is to synthesise a number of scientific contributions of our research group into a coherent corpus of knowledge related to swimming biophysics, specially centred on the availability and use of energy in swimming. After an introductory part that intends to underline the relevance of this approach based on the conceptualization of the swimmer, and swimming action itself, as a thermodynamic system and its mechanical output, we will survey a number of studies and respective contributions for a more advanced understanding of swimming performance, which can be transferred into training and enhancement of swimmers' working capacity.

Most of the studies referred to were conducted with samples of swimmers of both genders and of different types, from university/participative swimmers to Portuguese elite swimmers, crossing the large population of trained national level swimmers. Those swimmers were studied in the four different competitive swimming strokes, accomplishing progressive protocols based over distances of 200 m. Physiological parameters like  $\dot{V}O_2$  (and associated ventilatory and respiratory parameters), post exercise capillary blood  $[La-]$  peaks, and heart rate, were directly measured. Kinematical parameters were also measured in the different studies, ranging from simple semi-quantitative parameters, like stroke length ( $SL$ ), and stroke frequency ( $SF$ ), to more elaborated biomechanical data, like intracyclic speed fluctuations and propulsive segment kinematics.

The focus of interest ranged from the economy of different swimming strokes and genders (and of different technical alternatives of the same stroke), to the effects on energy cost of intracyclic speed fluctuations. Energetic input determinant factors, like swimming  $\dot{V}O_2$  kinetics, including  $\dot{V}O_2$  slow component, and  $\dot{V}O_2$  time limit, and its determinants, will also be analysed.

*Key words: Swimming bioenergetics, energy cost,  $\dot{V}O_2$  time limit,  $\dot{V}O_2$  slow component.*

#### INTRODUCTION

Swimming, as most of the cyclic modes of human motion, can be interpreted as a simple thermodynamical process, where an energy input ( $E$ ) is processed in each instant of time ( $t$ ) until a mechanical work ( $W$ ) is performed with of a given energetic efficiency ( $e$ ):

$$E \rightarrow W; e = W \cdot E^{-1} \cdot 100 \quad (1)$$

Swimming performance capacity is measurable by the maximum velocity ( $v$ ) that a swimmer can attain in a certain context (technique, distance, practice conditions, etc.). This context is a determinant for the understanding of the difference between efficiency ( $e$ ), and energy cost ( $EC$ ). In fact a swimmer can perform two tasks with a same  $e$  value, and the same energy input ( $E$ ), but ending up to rather different mean maximum velocity for a given competitive distance. In this case the swimmer will produce the same mechanical power output ( $P$ ) but,

## Swimming Science I

for instance, in one case, if submitted to larger drag forces ( $D$ ) – due to poor technique, morphology, or fatigue -, he will swim slowly, once  $P$  can be described as:

$$P = D \cdot v \quad (2)$$

Equation (2) do not describe the total mechanical work performed per unit of time (power) by a swimmer. We take it as a simple example, considering only the work done to overcome  $D$ , and excluding the work performed to accelerate water mass ( $W_{H_2O}$ ), the work done to accelerate the swimmers mass plus the added mass of water ( $W_{ma}$ ), and the internal work ( $W_i$ ).

From equations (1) and (2) it is now possible to extract a very old biophysical expression that models the factors determining swimming performance (di Prampero et al., 1974):

$$V = E \cdot e \cdot D^{-1} \quad (3)$$

where  $e$  is the efficiency of the biomechanical system (the swimmer) that produce propulsive force ( $p$ ) to overcome  $D$ .

Rearranging equation (3) offers some insight over the concept of “energy cost” (Schmidt-Nielsen, 1972) -  $EC$  -, also an old concept, but still determinant for the understanding of the relevance of the particular biomechanical structure of locomotion movements:

$$EC = E \cdot V^{-1} = D \cdot e^{-1} \quad (4)$$

Vilas-Boas & Santos (1994) and Vilas-Boas (1996) showed empirically for the first time that energy cost of swimming grows with intracyclic speed fluctuations in breaststroke. As a consequence, this paper also reports about the recent attempts of our group to address this issue, but taking the other swimming competitive strokes as object of study.

Once obtained  $r$  values were not as high as possibly expected, suggesting a relevant influence of other factors in  $EC$ , the analysis of more and increasingly detailed biomechanical influencing factors was also conducted and reported here.

Finally, once it is obviously critical to swimming performance to understand the energy input to the system, this paper will address also to the recent contributions of our group in what  $VO_2$  kinetics is concerned, specially trying to figure out the influencing factors and their relevant characteristics for training ( $VO_2$  time limit, and  $VO_2$  slow component).

### METHODS

**Sampling:** The subjects were Portuguese competitive swimmers of both genders representing a large scale of performances from regular national to international top level.

**Protocol:** The experiments were conducted in an indoor 25 x 12 x 2 m swimming pool. Each swimmer was submitted to an incremental protocol of “n” (<8) x 200 m, either in front crawl or in one’s first stroke. The velocities and increments were chosen in agreement with swimmers, so that they would attain their best performance on the 7<sup>th</sup> trial. The starting velocity was set at a speed corresponding to a low training pace, approximately 0.3 m·s<sup>-1</sup> less than the swimmer’s best performance. After every 200 m, the swimmers rested passively for a period of 30 s, to allow the collection of ear-lobe capillary blood samples for the assessment of lactate concentration, and for feedback (some preliminary work was conducted with continuous protocols, and the adequacy of the intermittent one was previously shown – Cardoso et al., 2003). From stage to stage, a 0.05 m·s<sup>-1</sup> increase in swimming intensity was scheduled. The testing session terminated upon exhaustion and/or when the swimmer could not keep the predefined pace. The velocity was controlled by a visual feedback system (GBK-Pacer from GBK Electronics, Portugal). Prior to exercise, resting values for the physiologic variables were obtained.

A second test session occurred 48 hours after the first one. All subjects swam at their previously determined  $vVO_{2max}$  to assess the time limit at  $vVO_{2max}$  ( $TLim-vVO_{2max}$ ). This protocol consisted of two different phases, all paced: (i) a 10 min warm-up at an intensity

## Swimming Science I

correspondent to 60%  $vVO_2max$ , followed by a short rest (20 s) for ear-lobe blood collection, and (ii) the maintenance of that swimming  $vVO_2max$  until volitional exhaustion, or until the moment that the swimmers were unable to swim at the selected pace.  $T_{Lim-vVO_2max}$  was considered to be the total swimming duration at the pre-determined velocity.

In some particular situations, swimmers were asked to perform sets of 3x25 m repetitions, at specified velocities, particularly in Butterfly stroke, for biomechanical analysis. Those sets included complete resting periods between repetitions.

**Physiologic measurements:** Heart rate was continuously monitored using *Polar Vantage* monitors, recording at 5 s intervals. Oxygen consumption ( $VO_2$ ) was directly measured through a K4b<sup>2</sup> (Breath by Breath) Pulmonary Gas Exchange System, from *Cosmed* (Italy). A low hydrodynamic resistance respiratory valve was used to collect expired air samples (Toussaint et al., 1987) and connected to a breath-by-breath gas analyser (Keskinen et al., 2003; Rodriguez et al., 2003).  $VO_2max$  was considered to be reached according to primary and secondary traditional physiological criteria (Howley et al., 1995). The swimming velocity corresponding to  $VO_2max$  ( $vVO_2max$ ) was considered to be the swimming velocity that elicits  $VO_2max$ . If a plateau, less than 2.1 mlO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> could not be observed, the  $vVO_2max$  was calculated as proposed by Kuipers et al. (1985):

$$vVO_2max = v + \Delta v \cdot (n \cdot N^{-1}), \quad (5)$$

where  $v$  is the velocity corresponding to the last stage accomplished,  $\Delta v$  is the velocity increment,  $n$  indicates the number of seconds that the subjects were able to swim during the last stage and  $N$  the pre-set protocol time (in seconds) for this step.

Blood samples (25 µl) were collected from the ear-lobe before the evaluation, in each rest period and at the end of the protocol, immediately after, and at 1, 3, 5 and 7 minutes of recovery, if the lactate concentrations didn't decrease between collections. For the analysis of the blood lactate concentrations an automatic analyser *YSI 1500L* (*Yellow Springs, Ohio, USA*), was used.

The energetic input ( $E$ ) was calculated using the  $VO_{2net}$  ( $VO_{2net} = VO_{2exercise} - VO_{2rest}$ ) and the net blood lactate ( $[La-]_{net} = [La-]_{exercise} - [La-]_{rest}$ ), transformed into  $VO_2$  equivalents using a 2.7 mlO<sub>2</sub>.Kg<sup>-1</sup>.mmol<sup>-1</sup> constant (di Prampero et al., 1978). The energy cost ( $EC$ ) was computed dividing  $E$  by  $v$ .

**Biomechanical measurements:** Stroke parameters ( $SL$ ,  $SF$ , stroke index -  $SI$  -, and  $v$ ) were measured in each of the 25 m laps swam during the progressive protocol. Mean value was calculated for each 200 m swim. The  $v$  value was obtained from the distance covered and the split time -  $t$ .  $SF$  was measured through a base-3 chronofrequencymeter.  $SL$  was calculated by the ratio between  $v$  and  $SF$  (Craig & Pendergast, 1979), and  $SI$  was obtained from the product of  $SL$  times  $v$  (Costill et al., 1985).

Two pairs of video cameras (*JVC GR-SX1 SVHS* and *JVC GR-SXM 25 SVHS*) were used for dual media videotape recording in non-coplanar planes. Both pairs of cameras were synchronised on real time and edited on a mixing table (*Panasonic Digital Mixer WJ-AVE55 VHS* and *Panasonic Digital AV Mixer WJ-AVE5*) creating one single "dual media" image, as it was previously described by Vilas-Boas et al. (1997). One of the two supports was set in one forehead wall, 8.10 m away from the trajectory of the swimmer. The second structure was set in one of the lateral walls at 9.30 m from the forehead wall where the first structure was installed and at 10.20 m from the trajectory of the swimmer. Another camera (*Panasonic DP 200 SVHS*) was set in an underwater window in the forehead wall, at 0.90 m deep. One last camera (*Panasonic DP 200 SVHS*) was set 4.50 m above the water surface. In these two last cameras, the optical axis was oriented in the direction of the displacement of the swimmers. Each camera, or pair of cameras, recorded images of the swimmer in non-coplanar planes. Synchronisation of the images was obtained using LED's placed on the recording field of every camera or pair of cameras, which were turned-on regularly and simultaneously to initiate the synchronisation every time the swimmer entered the performance volume. This was assumed to be delimited by the calibration volume, which



was defined by a 27 m<sup>3</sup> cube volume. The calibration cube was marked with 32 calibration points. The study comprised the 3D kinematical analysis of the different stroke cycles using the “Ariel Performance Analysis System” from Ariel Dynamics Inc. and a VCR (Panasonic AG 7355) at a frequency of 50 Hz. Zatsiorsky’s model was used as adapted by de Leva (1996) with 22 anatomical points of reference. The 3D reconstruction of the digitised images was performed using DLT. Coefficients of variation (*CV*) for the horizontal velocity of the centre of mass along the stroke cycle were calculated – intra-cyclic velocity variation (*dv*).

**Statistical procedures:** Common descriptive statistics was used. Differences between mean values were studied using ANOVA. Individual regression equations (linear and polynomial) describing the relation between the bioenergetic and biomechanical variables were computed, as well as, its coefficients of determination and correlation. Partial correlations were also used when necessary. Statistical confidence was set to  $p \leq 0.05$ .

## RESULTS & DISCUSSION

### Swimming economy profiles of different swimming techniques

Figure 1 presents the economy profiles obtained for the four swimming strokes (Barbosa et al., 2006a).

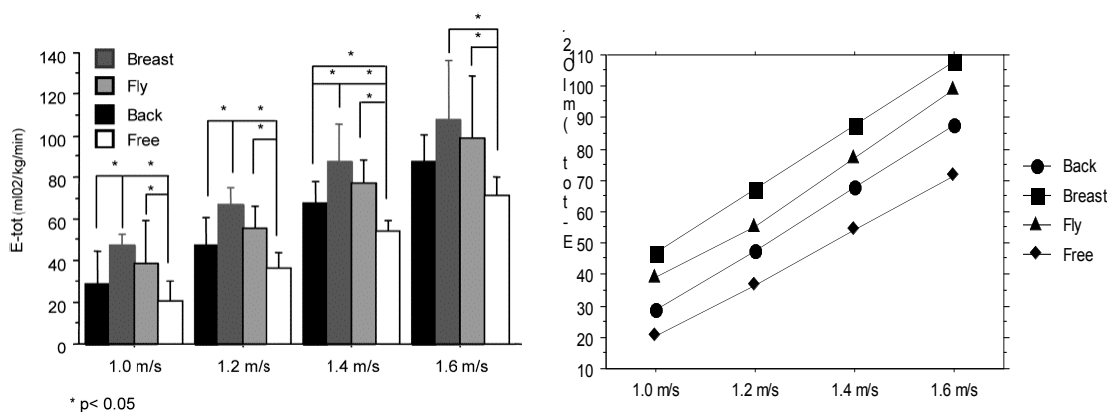


Figure 1. Total energy expenditure ( $E_{-tot}$ ) at standardized swimming velocities for the four competitive swimming strokes (some data were inter or extrapolated from  $E(v)$  individual curves) (Barbosa et al., 2006a).

Comparing the results presented in figure 1 with the previously available, specially those from Holmér (1974), it is possible to understand that butterfly stroke significantly improved its economy over time, especially compared with breaststroke and backstroke. This allows to partially bridge the energy cost gap between continuous and discontinuous swimming techniques, reducing the spectrum of performance variability among competitive swimming techniques. It is also interesting to note that the tendency of the economy lines of breaststroke and butterfly to cross at lower swimming speeds was confirmed in a posterior approach (Barbosa et al., 2006b) – Figure 4B – where also a perceived tendency for butterfly stroke to cross the backstroke line at very high velocities was observed. This may be expected if a dramatic reduction in speed fluctuation is observed in  $v$  of the butterfly stroke. In figure 2 economy profiles of different variants of the breaststroke are presented.

Figure 2 shows that along with increased speed fluctuations (the inverse of the Strukhal number), also energy cost increased, supporting the significance of correlations obtained in the referred study.

This relationship was used to investigate also the other three swimming strokes. In figure 3, this relationship is reported for butterfly stroke (Barbosa et al., 2005a) based on a sample of 5 elite butterflyers, swimming 3 x 200 m (75, 85, 100%), with a 30 min rest.

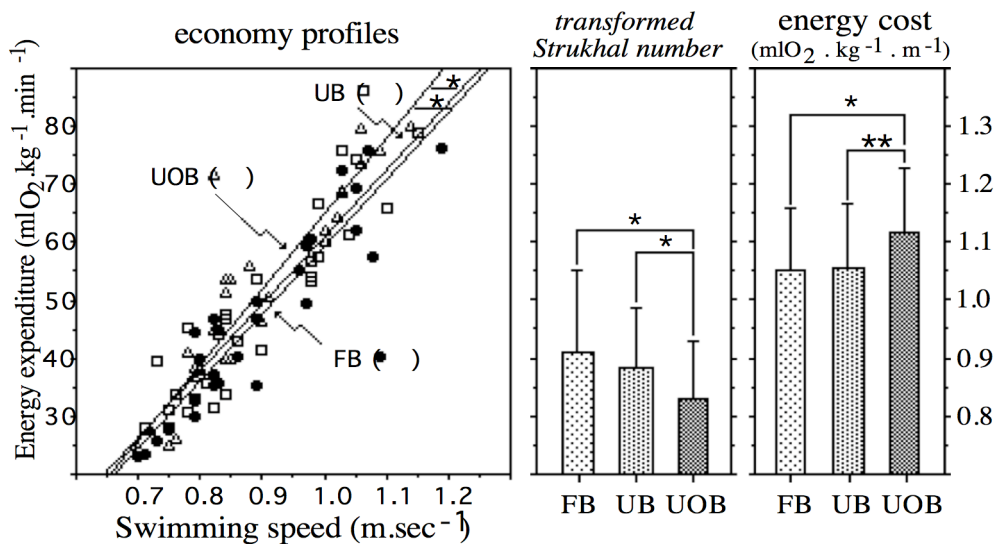


Figure 2. Swimming economy profiles for flat (FB), undulated (UB) and undulated over-water arm recovery breaststrokers (UOB) (Vilas-Boas & Santos, 1994).

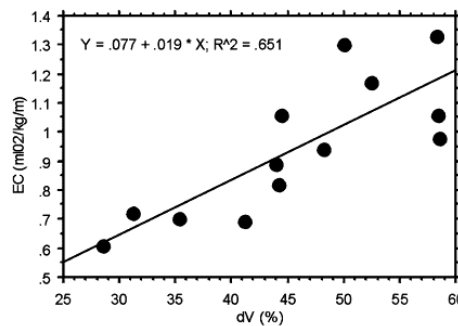


Figure 3. Relationship between energy cost (EC) and intracyclic speed fluctuations (dv) in butterfly (Barbosa et al., 2005b).

In another study, we tried to explore this relationship in the four competitive swimming strokes (figure 4) in elite swimmers. Significant positive correlation coefficients ( $p < 0.05$ ) were observed for freestyle, butterfly and backstroke, but a negative relationship was found for the breaststroke.

The finding in figure 4B can possibly be explained by the fact that higher  $dv$  values were observed at lower mean speeds for breaststroke, associated with the possibility that  $v$  (and  $D$ ) plays a more determinant role on EC than  $dv$ . When  $v$  was partialled out, the  $r$  value for the breaststroke between energy cost and  $dv$  was 0.60 ( $p < 0.05$ ), which was of the same magnitude as the one observed for the other swimming techniques (0.55 for backstroke and butterfly stroke, and 0.62 for freestyle)

A

B

## Swimming Science I

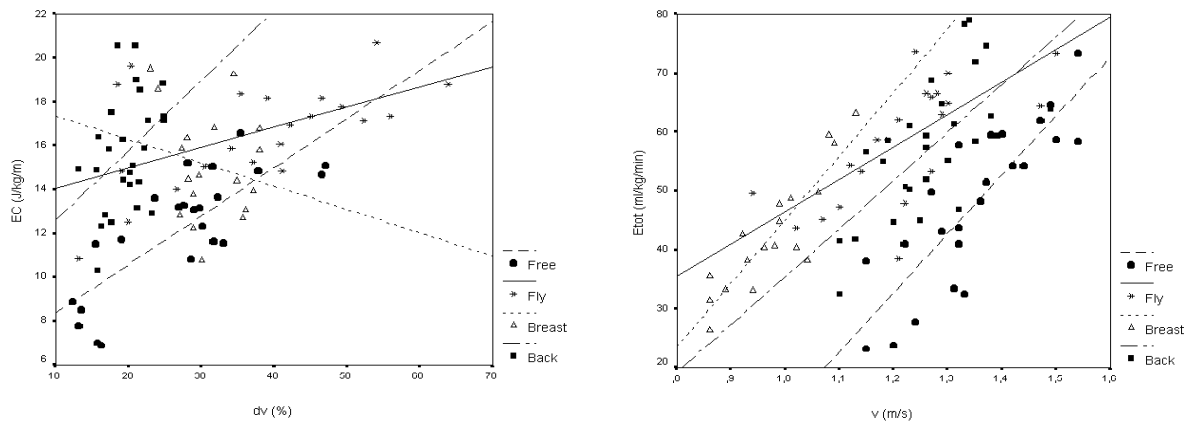


Figure 4. A - Relationship between energy cost ( $EC$ ) and intracyclic speed fluctuations ( $dv$ ), and B – relationship between energy expenditure ( $E_{tot}$ ) and swimming velocity ( $v$ ) for the four competitive swimming strokes (Barbosa et al., 2006b).

A similar effect was observed in the relationship between  $EC$ , and  $SI$  (figure 5 c) for butterfly stroke, showing a high influence of  $v$  if it is taken into consideration that the relationship between  $EC$  and  $SL$  was negative, when individual analysis is performed (figure 5 b).

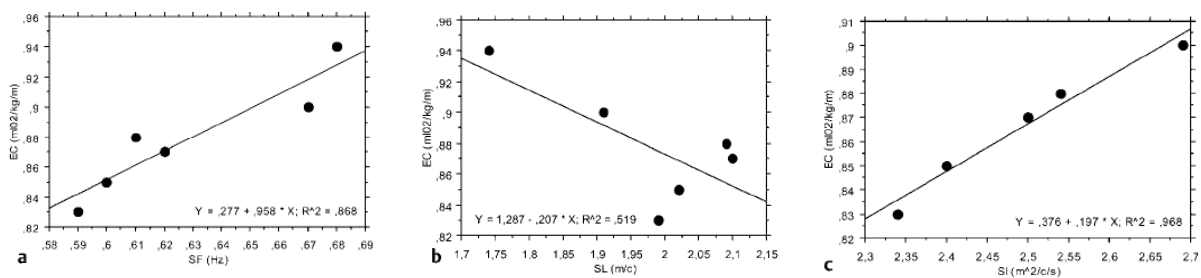


Figure 5. Relationship between energy cost ( $EC$ ) and stroke frequency ( $SF$ ) stroke length ( $SL$ ), and stroke index ( $SI$ ), measured as the product between  $v$  and  $SL$  on individual basis (Barbosa et al. 2005a).

### VO<sub>2</sub> kinetics and time-limit at $vVO_{2max}$

A typical  $VO_2$  kinetics profile of a rectangular maximal test after warm-up can be observed in figure 6. This was obtained from a university or a regular level swimmer. It is possible to observe that during easy warm-up period,  $VO_2$  values grow until more than 50%  $VO_{2max}$ . Afterwards, during the maximal test, two phases can be clearly identified: a fast component, and a slow component. The latter has been one of the main interests of our research in the last few years, specially its relationship with  $TLim-vVO_{2max}$ .

It is very interesting to note in figure 6 that, approximately, only 90 s are needed to reach  $VO_{2max}$ , and that around 5 min is the maximal time that the swimmer can sustain  $vVO_{2max}$ , half of it with a clear slow component kinetics. This  $TLim-vVO_{2max}$  was significantly correlated with  $O_2SC$  ( $r = 0.74, p < 0.05$ ), and was slightly higher than the previously reported by other research groups, both in swimming and other sports (Billat et al, 1996; Faina et al., 1997; Demarie et al., 2001). The general characteristics of the  $O_2$  kinetics presented in the previous example were that the higher the competitive level of the swimmer, and its  $VO_{2max}$ , (i) the lower the  $TLim-vVO_{2max}$ , and (ii) the lower the time to reach  $VO_{2max}$ . These findings are relevant for training purposes: repetitions per set for aerobic power training don't need to exes distances longer than 100 / 150 m, nor longer than 400 m.

## Swimming Science I

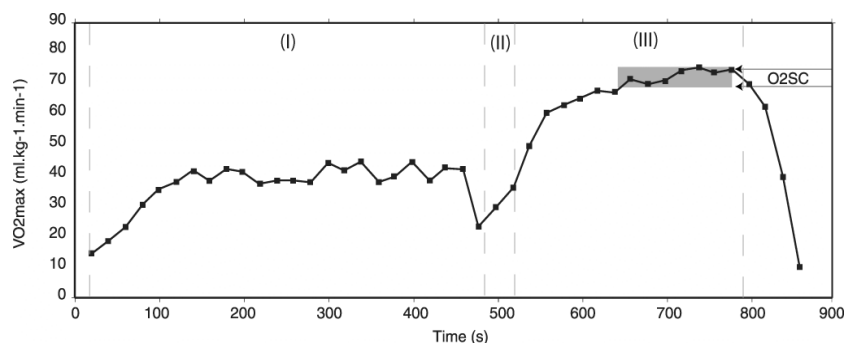


Figure 6. Typical  $VO_2$  kinetics profile of a rectangular maximal test of a university to regular level swimmer. (I) 500 m easy warm-up period; (II) 50 m progressive to  $vVO_2max$  after a 30 s rest for blood collection; (III) maximal test to exhaustion at  $vVO_2max$  ( $TLim-vVO_2max$  test). The  $VO_2$  slow component region ( $O_2SC$ ) is shown (Fernandes et al., 2003).

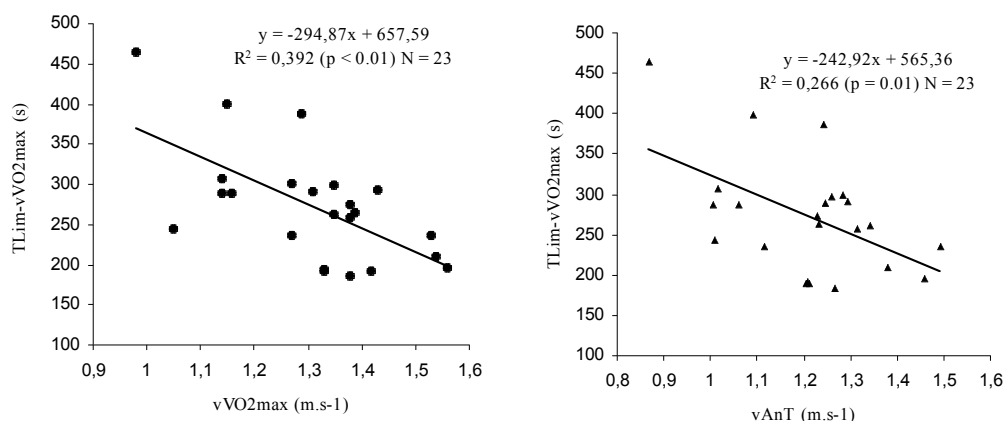


Figure 7. Relationships between  $TLim-vVO_2max$ ,  $vVO_2max$ , and the velocity correspondent to the anaerobic threshold ( $vAnT$ ) (Fernandes et al., 2006b).

Figure 7 demonstrates that the  $TLim-vVO_2max$  is inversely related to  $vVO_2max$ , and with the velocity corresponding to the anaerobic threshold ( $vAnT$ ).

These findings, even though surprising, show that top performers have high  $vVO_2max$ , and  $vAnT$ , with a short  $TLim-vVO_2max$ , as compared to their inferior counterparts. This is probably because  $vVO_2max$  of elite swimmers is more anaerobic (more participation of glycolytic energy pathways) than that of lower competitive level swimmers, imposing higher  $\Delta[La-]$  between the beginning and the end of the  $TLim$  test -  $6.8 \pm 2.2$  vs.  $8.2 \pm 1.6$   $mmol.l^{-1}$ ,  $p < 0.05$  (Fernandes et al., 2006a). Mean  $TLim-vVO_2max$  for elite front crawl swimmers was found to be  $237.3 \pm 54.6$  s, significantly different ( $p < 0.05$ ) than the  $313.8 \pm 63.0$  s observed for lower level swimmers (Fernandes et al., 2006a), similar with the 310 s of the example of figure 6. It is important to stress out that there are no significant differences in  $TLim-vVO_2max$  attributable to the swimming stroke performed (Fernandes et al., 2006b). We did find out mean values for freestyle of about  $238.75 \pm 39.03$  s, for backstrokers of  $246.08 \pm 51.93$  s, for butterflyers of  $277.63 \pm 85.64$  s, and for breaststrokers of  $331.43 \pm 82.73$  s.

## Swimming Science I

Interestingly to note, especially to relate the first and second parts of this paper, is that, exploring the relationships between  $TLim-vVO_2max$  and swimming economy, we correlated it with energy expenditure at  $vVO_2max$ , with  $EC$  at  $vVO_2max$ , with  $EC$  at 1.2 and 1.3  $m.s^{-1}$  (velocities commonly used both by low and higher level swimmers, males and females), with  $EC$  of the incremental protocol test, and with the  $Cslope$  of the  $E(v)$  function. The only significant correlation that we found was a negative one, obtained between  $TLim-vVO_2max$  and  $Cslope$  of the  $E(v)$  function (Figure 8).

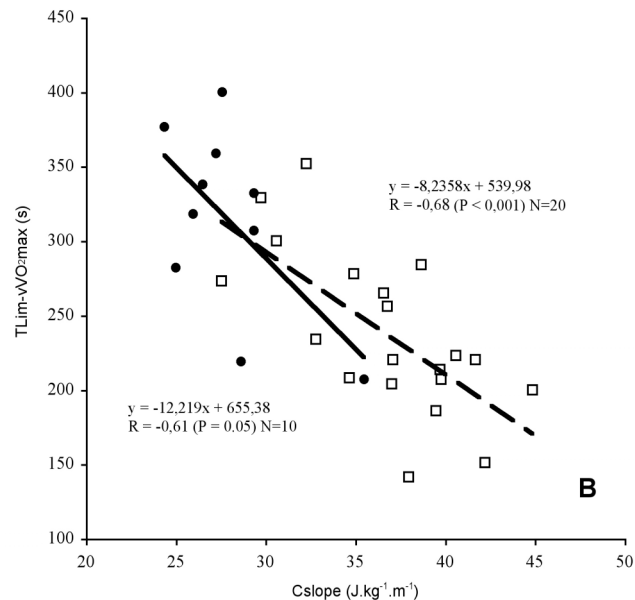


Figure 8. Relationship between  $TLim-vVO_2max$  and  $Cslope$  of the  $E(v)$  function, computed for 10 low level, and 20 highly trained swimmers (Fernandes et al., 2006a).

The inverse relationships suggests that, the less economic the swimmer is, the lower the  $TLim-vVO_2max$  value, conflicting with the major findings that support the idea that the best swimmers attain lower  $TLim-vVO_2max$ . The explanation for this may be found in the differences between the  $vVO_2max$  values. Due to the expected cubic relationship between mechanical power and swimming velocity:

$$P = D \cdot v = K \cdot v^2 \cdot v = K \cdot v^3 \quad (6)$$

Much higher  $vVO_2max$  of the elite swimmers impose also much higher  $EC$ , in proportion rather higher than the difference observed in velocity, determining lower economy values ( $Cslopes$ ) for the high level swimmers.

Supporting this idea, and contradicting the possible easy lecture that the less economic (higher  $Cslope$ ) are the most proficient (the lower  $TLim-vVO_2max$ ), we obtained significantly higher  $EC$  values for low level ( $13.6 \pm 2.2 \text{ j.kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ) than highly trained ( $11.7 \pm 2.3 \text{ j.kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ) swimmers. In figure 9 a global overview of the economy plots of a large sample of swimmers can be observed, both from the groups of low (LLS), and high level (HTS). It is possible to understand that LLS tend to spend more energy for the same  $v$ , or swim slower with the same  $E$ , but is also possible to perceive that there is important overlapping between the two groups. Moreover, it is rather important to note that from 0.9 to 1.4  $m.s^{-1}$  (55% increase), energy expenditure rises 5 times, even if extreme values are measured in swimmers of different proficiency.

## Swimming Science I

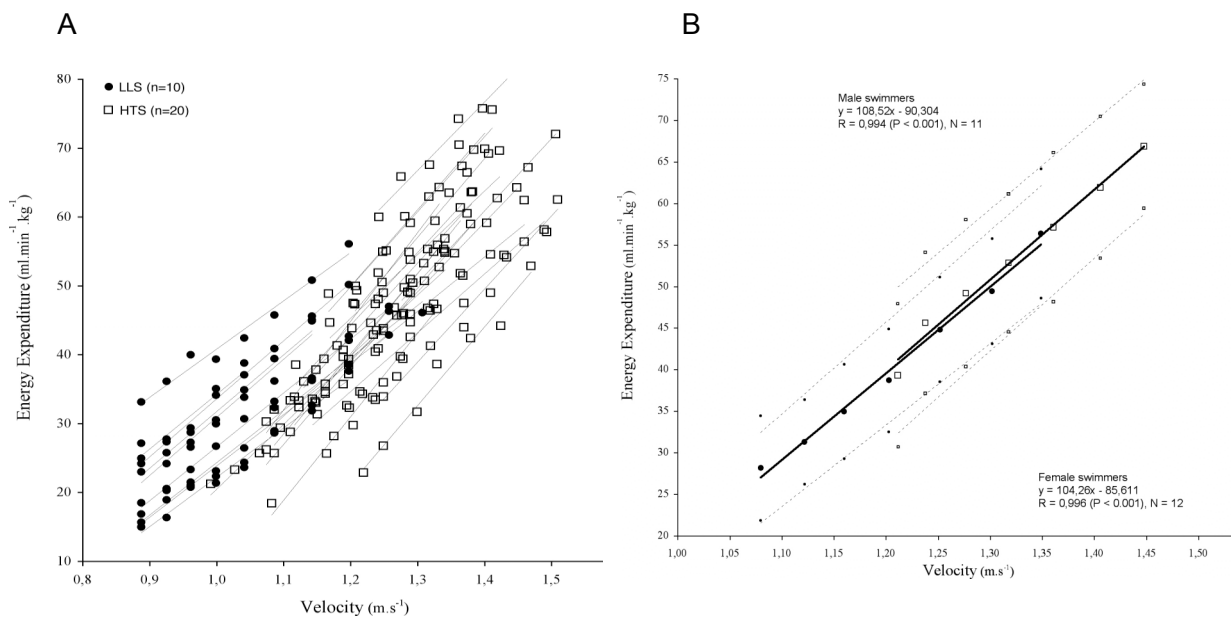


Figure 9. A - Economy scattergram ( $E$  vs.  $v$ ) of a large sample of swimmers ( $n = 30$ ), both from the groups of low (LLS), and high level (HTS); B – Male and female mean (and 95% confidence intervals) economy profiles (Fernandes et al., 2006a).

Similar effect as the one observed for the  $Cslope$  was noticed for  $SL$  and  $SI$  (Fernandes et al., 2006c) [see figure 10].

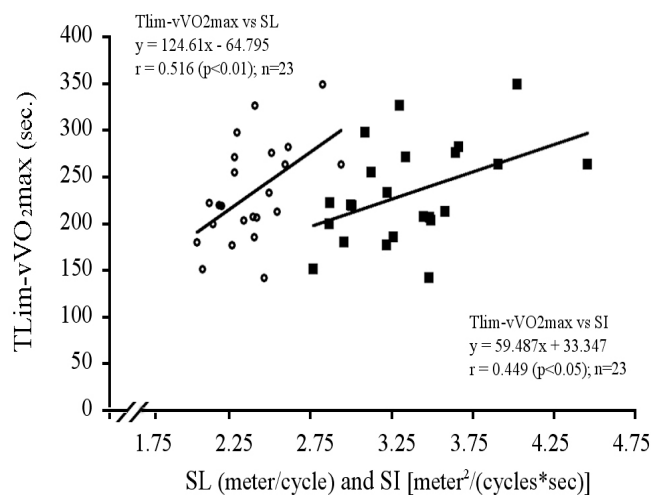


Figure 10. Relationships between  $TLim-vVO_2max$  and  $SL$  and  $SI$ , computed for 23 highly trained swimmers (Fernandes et al., 2006c).

High  $SL$  and  $SI$  values correspond to rather different velocities, being the ones of the elite swimmers (lower  $TLim-vVO_2max$ ) which were much higher and, supposedly, determinant of less gliding techniques and, consequently, with lower  $SL$  and  $SI$  values.

### CONCLUSIONS

Swimming energetic is needed to understand performance, and the complexity of its determinant factors;

With years of training, relative economy of different swimming techniques seem to be changing, despite continuous swimming techniques (front crawl and backstroke) are still considered most economic even though butterfly stroke seem to be have changed most over the recent years;

Swimming economy is dependent on intra-cyclic speed fluctuations in all four competitive strokes, despite absolute mean velocity can influence more to the energy cost than its fluctuation;

Stroke parameters, such as SL, SF, and SI, are also related to swimming economy;

- Swimming economy seem to be similar between genders;
- Aerobic energy expenditure determine the contribution of the swimmers' overall energy expenditure. To train the maximal aerobic power of a swimmer, it is important to note that 90 s is sufficient to attain  $VO_{2max}$ , and that it can be sustained from almost 4 min to more than 5 min. Distances between 100 and 400 m can be used to plan training sets;
- The higher the competitive level of a swimmer, the lower the  $TLim-vVO_{2max}$ , probably because  $vVO_{2max}$  seem to be more anaerobic;
- The slow component of  $VO_2$  kinetics is always perceptible, and seem to play an important role in swimming energy expenditure, specially in swimmers of lower competitive level.

### REFERENCES

- Barbosa, T. M.; Fernandes, R.; Keskinen, K. L.; Colaço, P.; Cardoso, C.; Silva, J.; Vilas-Boas, J. P. (2006a). Evaluation of the Energy Expenditure in Competitive Swimming Strokes. *Int. J. Sports Med.*, 27: 894-899.
- Barbosa, T.; Keskinen, K.; Fernandes, R.; Colaço, P.; Carmo, C.; Vilas-Boas, J. P. (2005a). Relationship between energetic, stroke determinants, and velocity in butterfly stroke. *Int. J. Sports Med.*, 26: 841-846.
- Barbosa, T.; Keskinen, K.; Fernandes, R.; Colaço, P.; Lima, A.; Vilas-Boas, J. P. (2005b). Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 93: 519-523.
- Barbosa, T.M.; Lima, F.; Portela, A.; Novais, D.; Machado, L.; Colaço, P.; Gonçalves, P.; Fernandes, R.; Keskinen, K.L.; Vilas-Boas, J.P. (2006b). Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. In: Vilas-Boas, J.P., Alves, F. and Marques, A. (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6 (Suppl.2): 192-194.
- Billat, V.; Faina, M.; Sardella, F.; Marini, C.; Fanton, F.; Lupo, S.; Faccini, P.; De Angelis, M.; Koralsztein, J. P.; Dal Monte, A. (1996). A comparison of time to exhaustion at  $VO_{2max}$  in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*, 39 (2): 267-277.
- Cardoso, C.; Fernandes, R.; Vilas-Boas, J. P. (2003). Comparison of continuous and intermittent triangular protocols for direct  $VO_{2max}$  assessment in swimming. In J-C. Chatard (Edt.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*, pp. 313-318. Saint-Étienne: Publications de l'Université de Saint-Étienne.
- Costill, D.; Kovaleski, J.; Porter, D.; Fielding, R.; King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *Int. J. Sports Med.*, 6: 266-270.
- Craig, A.; Pendergast, D. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Med. and Sci. in Sport*, 11: 278-283.
- de Leva, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *J. Biomechanics*, 29(9): 1223-1230.
- Demarie, S.; Sardella, F.; Billat, V.; Magini, W.; Faina, M. (2001). The  $VO_2$  slow component in swimming. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 84: 95-99.



## Swimming Science I

- di Prampero, P.; Pendergast, D.; Wilson, D.; Rennie, D. (1978). Blood lactatic acid concentrations in high velocity swimming. In: Eriksson B, Furberg B (eds), *Swimming Medicine IV*, pp. 249-261. Baltimore: University Park Press.
- di Prampero, P. E.; Pendergast, D.; Wilson, D. W.; Rennie, D. W. (1974). Energetics of swimming in man. *J. Appl. Physiol.*, 37 (1): 1-5.
- Faina, M.; Billat, V.; Squadrone, R.; De Angelis, M.; Koralsztein, J. P.; Dal Monte, A. (1997). Anaerobic contribution to the time to exhaustion at the minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayakists and swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 76 : 13-20.
- Fernandes, R.; Billat, V.L.; Cruz, A.C.; Colaço, P.; Cardoso, C.; Vilas-Boas, J.P. (2006a). Does net energy cost of swimming affect time to exhaustion at the individual's maximal oxygen consumption velocity? *J. Sports Med. Fisical Fitness*, 46: 373-80.
- Fernandes, R.; Cardoso, C.; Silva, J.A.; Vilar, S.; Colaço, P.; Barbosa, T.M.; Keskinen, K.L.; Vilas-Boas, J.P. (2006b). Assessment of the time limit at lowest speed corresponding to maximal oxygen consumption in the four competitive swimming strokes. In: Vilas-Boas, J.P., Alves, F. and Marques, A. (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6 (Suppl.2): 128-130.
- Fernandes, R.; Marinho, D.; Barbosa, T.; Vilas-Boas, J. P. (2006c). Is time limit at the minimum swimming velocity of VO<sub>2</sub>max influenced by stroking parameters? *Perceptual and Motor Skills*, 103: 67-75.
- Fernandes, R.J.; Cardoso, C.S.; Soares, S.M.; Ascensão, A; Colaço, P.J.; Vilas-Boas, J.P. (2003). Time limit and VO<sub>2</sub> slow component at intensities corresponding to VO<sub>2</sub>max in swimmers. *Int J Sports Med*, 24: 582-587.
- Holmér, I. (1974). Physiology of swimming man. *Acta Phys. Scand.*, Suppl. 407: 1-55.
- Howley E. T.; Basseet, T.; Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27: 1292-1301.
- Keskinen, K.; Rodríguez, F; Kusch, M; Hoffmann, U. (2002). Validity of breath-by-breath spirometric measurements with two swimming snorkels assessed by a gas exchange simulation system. *Book of Abstracts of the IXth World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*. Saint-Étienne, p. 95.
- Keskinen, K. L.; Rodríguez, 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: 322-329.
- Kuipers, H.; Verstappen, F. T.; Keize, H. A.; Guerten, P.; Van Kranenburg, G. (1985). Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *Int. J. Sports Med.*, 6: 197-201.
- Rodríguez F, Keskinen K, Keskinen O, Malvela M (2003). Oxygen uptake kinetics during free swimming: a pilot study. In: Chatard J.-C. (ed). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*, pp. 279-384. Saint-Étienne: Publications de l'Université de Saint-étienne.
- Schmidt-Nielsen, K. (1972). Locomotion: energy cost of swimming, flying, and running. *Science*, 177: 222-228.
- Toussiant H, Meulemans A, De Groot G, Hollander AP, Schreurs A, Vervoon K (1987). Respiratory valve for oxygen uptake measurement during swimming. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56: 363-366.
- Vilas-Boas, J.P. (1996). Speed fluctuations and energy cost of different breaststroke techniques. In J. P. Troup; A. P. Hollander; D. Strasse; S. W. Trappe; J. M. Cappaert; T. A. Trappe (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII: Proceedings of the Seventh International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, pp. 167-171. London: E & F Spon.
- Vilas-Boas, J.P.; Santos, P. (1994). Comparison of swimming economy in three breaststroke techniques. In: M. Miyashita; Y. Mutoh; A. B. Richardson (Eds.), *Medicine and Science in Aquatic Sports*, pp. 48-54. *Med. Sport Sci.*, 39. Basel: Karger.
- Vilas-Boas, J.P.; Cunha, P.; Figueiras, T.; Ferreira, M. & Duarte, J. (1997). Movement analysis in simultaneous swimming techniques. In: K. Daniel, U. Huffmann & J. Klauck (Eds.), *Cologne Swimming Symposium*, pp. 95-103. Verlag, Bocknem: Sport Fahnenmann.

## Swimming Science I

### Notes from the editors:

In order to understand more easily some concepts applied in this and later chapters, it can be useful to remember some basic physics concepts:

#### **Newton's laws of motion:**

- 1) An object continues at rest or in uniform motion unless acted on by a force. A force is, namely anything that can change the motion of an object. Different types of forces include: a) the force of gravity on an object, usually referred to as the weight of the object; b) the force of friction acting on two surfaces when they slide over each other; c) the tension in an object such as a string when it is taut and being pulled at each end; d) the force on an object when another object pushes or pulls it or support it and; e) the force between two electrically charged objects or between two magnetized objects.
- 2) The force on an object is proportional to the rate of change of momentum of the object. An object initially at rest acted on by a single force gains speed and therefore gains momentum. For a given amount of force, the object gains a certain amount of momentum every second during the time the force acts on it. By definition the unit of force, the newton, as the amount of force that would give an object of mass 1 kg an acceleration of  $1 \text{ m/s}^2$ .  **$F = ma$ .** **Weight (N) = mass (kg) x g ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ).**
- 3) When two bodies interact, they exert equal and opposite forces on each other. If you lean on a wall, the wall exerts a force on you equal and opposite to the force you exert on the wall. When you stand still, the floor exerts an upward force on you equal and opposite to the force you exert on the floor.

A force diagram for an object should show only the forces acting on the body not the forces exerted by the body, to ensure that not became too complicated. Centre of gravity of an object is the point where its entire weight may be considered to act. The principle of the lever:  $W_1d_1 = W_0d_0$ .

The **work** done by a force on an object is defined as the force x the distance moved by the object along the line of action of the force. The unit of the work is the joule (J) which is equal to the work done when a force of one newton (N) moves its point of application through a distance of one metre (m) in the direction of the force.

The **energy** of an object is its capacity to do work (joules).

Forms of energy: a) kinetic energy is the energy of a moving object due to its motion; b) potential energy is the energy of an object due to its position; c) elastic energy is the energy stored in an object when it is stretched or squeezed; d) electrical energy is the energy of particles such as electrons that carry electric charge; e) thermal energy is the energy of an object due to its temperature; f) nuclear energy is energy that can be released from an atom which has an unstable nucleus and; g) chemical energy is the energy that can be released when chemicals react. Other forms of energy include sound energy and light energy.

Principle of **conservation of energy**: When energy is transferred between objects in an isolated system, the total energy of all the objects after the change is the same as the total energy of all objects before the change. The total energy of all objects is unchanged (i.e. conserved).

**Power** (watts) is rate of transfer of energy.

The power of a machine (watts) depends on the load (N) it moves and the speed (m/s) at which it moves the load. Power (watts) = energy transferred (joules) / time taken (s). Or rearranging the equation: energy transferred (J) = power (W) x time taken (s).

The **power output** of a machine is the energy it supplies each second to the object it drives.

The **power input** to a machine is the energy supplied each second to the machine. The energy delivered per second by the machine cannot exceed the energy supplied to the machine each second because energy cannot be created in the machine.

The **efficiency** of a machine is defined as: energy per second delivered by the machine / the energy supplied to the machine per second. **Efficiency** = power output / power input.

**Kinetic energy** =  $\frac{1}{2} mv^2$ . Change of **potential energy** =  $mgH$  [H=height].

### NEW TRENDS IN ADAPTED SWIMMING

Daniel Daly, Johan Lambeck

Department of Rehabilitation Sciences and Department of Human Kinesiology  
Katholieke Universiteit Leuven, Belgium

#### ABSTRACT

Water is a medium in which both recreational exercise and therapeutic activity are equally at home and where people of all ages take part. Nevertheless there is still a substantial lack of evidence-based research evaluating the effects of many types of aquatic interventions. It might even be unclear when and if a physical or an exercise therapist is needed. In the future movement scientists and physical therapists will work together in health related fitness programs for persons with chronic disability as well as elderly. Members of the same team will deal with persons of various age groups and impairments. Water activities will be integrated and not be adapted more than is necessary to individualise intensity. Activities will take place in local pools and therapy will be presented in an outpatient setting. The question will be how often a patient wants to come to the activity, how far he or she is willing to travel and how the activity will be organised: in group or one to one. Home based activities will be monitored via internet, more clinical measures will be used and new scales will be needed to measure e.g. satisfaction. The economic impact of aquatic therapy will be evaluated and different statistical applications will be used to examine not only the mean improvement in a group but more importantly the relative chance of success for any individual.

#### INTRODUCTION

Water has always had a natural attraction and it is a medium in which humans of all ages enter for recreation as well as therapy. Many depend on it for food and the search for water often defines the daily routine. Our feeling of well being might be affected by, for example, rain or by taking a shower.

Physical activity in water or aquatic therapy may have decided advantages for persons with health-related problems and as a consequence, impairments, limitations in activity, and participation restrictions, as defined by the International Classification of Functioning, Disability and Health (WHO, 2001). Takeshima et al., (2002) state that water is an equalizing medium; its gravity-minimizing nature reduces compressive joint forces, providing a better exercise environment for patients with arthritis, back pain, osteoporosis, or other medical conditions that may restrict training on land. Water based activity is said to aid in the relief of pain and muscle spasm, maintenance or increase of range of motion, strengthening of weak muscles, re-education of paralyzed muscles, improvement of circulation, lung function, and speech, as well as in the maintenance and improvement of balance, co-ordination and posture (Cole & Becker, 2003). While aquatic therapy is particularly popular in dealing with e.g. rheumatism and orthopaedic problems (Prins & Cutner, 1999), therapeutic activity is also offered in water for persons with Stroke, Spinal Cord Injury, Multiple sclerosis, Parkinson and Cerebral Palsy (Lambeck, 2001). Almost 20 years ago Davis and Harrison (1988) pointed out the possibilities of gait and balance (re)training in water possibly leading to the reduced chance of falling.

Water is, in fact, a medium in which recreational exercise as well as therapeutic activity is equally at home and in which all age levels take part. Furthermore, a water based program can provide excellent variety to a seemingly dispiriting, future of exercise (Congdon, 1997). Aquatic facilities exist at or are used by numerous health care facilities, several major books have been published on rehabilitation in water and a variety of courses are offered on "philosophies" of aquatic rehabilitation such as Halliwick, Bad Ragaz Ring Method, and Watsu. Nevertheless, in a review of rehabilitation literature from 1979 to 1999 related to the use of aquatic (water) therapy as an intervention for children and adolescents with

## Swimming Science I

neuromuscular and musculoskeletal diagnoses, Dumas and Francesconi (2001) state that most available articles are case reports or other descriptions of clinical practice. Getz, Hutzler, & Vermeer, (2006) point out that there is still a substantial lack of evidence based research evaluating the specific effects of aquatic interventions in this paediatric population. This is also the case when dealing with many other patient groups (Cladera, 2003) with as pointed out above the notable exception of Rheumatology and orthopaedics, (Geytenbeek, 2002) for which treatment guidelines advocate water therapy.

- In the UK (2001), aquatic therapy has been endorsed by the Chartered Society of Physiotherapists and National Osteoporosis Society (There is conflicting evidence to suggest that aquatic therapy has any effect on bone mineral density. There is clear evidence, however, that other physiological parameters can be affected, such as muscle strength, aerobic capacity and pain control. There may also be an increase in psychological well being (Simmons & Hansen, 1996, Bravo et al., 1997).
- The Australian and New Zealand Bone Mineral Society: Position Statement (Forwood & Larsen, 2000) indicates that individuals who are frail, severely kyphotic, or suffer from pain or poor balance may benefit from water exercise. For a review of a variety of studies in bone as well as orthopaedics and rheumatology see also [www.pedro.fhs.usyd.edu.au](http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au).

In neurological and paediatric rehabilitation, treatment is varied and complex, and aquatic therapy is usually only a minor component. Moreover, aquatic therapy as an intervention includes a large hands-on component. Quantifying the effect of aquatic therapy is consequently difficult and has not gained sufficient attention. In addition aquatic therapy might have an important place in long term rehabilitation where the effect of any treatment is smaller in measurable terms.

Swimming itself is a well-liked participant activity inducing self management and adherence. In swimming and movement in water in general, however, a straightforward parameter such as swimming speed cannot be easily used to compare activity level or the differences in physical capacity between two persons. The result is that typical diagnostic exercise testing cannot be easily conducted using water based activities and intensity parameters determined on dry land (target heart rates) are not always valid for water activities (see Schega, Claus, Almeling, Niklas, & Daly, 2007).

Considering that water is a popular medium for exercise as well as therapy, in the age of evidence based medicine it seems appropriate to ask the question “What exactly is the outcome of systematic aquatic therapy (in water)” for persons with disabilities. Does aquatic therapy improve function, prevent regression of function? Might the participant who can perform little other activity independently “feel better” resulting in an increased quality of life despite no quantifiable physical changes? These are the questions of the future for every professional dealing with physical activity in water be it competition, recreation, or therapy.

### **HYDROTHERAPY, AQUATIC THERAPY, AQUATIC EXERCISE, ADAPTED SWIMMING**

Presently people from several professional backgrounds organise physical activity in water for persons with and without disabilities. In some cases registered therapists perform a service reimbursed by an insurance company while persons with a movement science degree perform a seemingly similar service while payment is not equivalent.

Hydrotherapy can be defined as a program utilising properties of water, designed by a suitably qualified physiotherapist specifically for an individual to improve function, carried out by appropriately trained personnel, ideally in a purpose built, and suitably heated hydrotherapy pool. Aquatic therapy is systematically applied exercise therapy during immersion in water resulting in a therapeutic outcome through stimulation of short and long-term adaptive (physiological) mechanisms in persons with a deranged biological system. There is a fine line between hydrotherapy, aquatic therapy and aquatic exercise and one distinguishing factor may be water temperature (exercise: 28°-30+°; therapy: 31° - 36°).

## Swimming Science I

Exercise might be more intense with the client actively moving, while in a therapeutic situation the therapist might assist the movement of the patient. Exercise will take place in groups while therapy is often offered on a one to one basis.

Another term one might come across is Balneotherapy. This is frequently offered at vacation centers and is defined as the treatment of disease by bathing. It may involve hot or cold water, massage via moving water, relaxation or stimulation. Waters at spas are often rich in particular minerals (silica, sulfur, selenium, radium) which can be absorbed via the skin. Balneotherapy is passive and has an obvious price tag which in this authors opinion creates potential conflicts of interest in research. We will not deal with this topic further here.

In some situations as therapy progresses from the acute to the chronic phase it might become unclear if a physical therapists, or an exercise therapist is needed or if they might best work together. The trend in the future will be to a more holistic approach to exercise. Movement scientists and physical therapists will work together in health related fitness programs for persons with chronic disability as well as elderly. Persons of various age groups and illnesses and impairments will be dealt by members of the same team. We will work not horizontally within one illness but across illnesses within the same median (water). A good example of this is a stroke unit. Here a person received multi-disciplinary treatment after a cerebral vascular accident (Fuentes & Diez Tejedor, 2007). The team includes doctors, nurses, physical and occupational therapists as well as psychologists and movement scientists or pedagogues (see also Swinkels, Briddon, & Hall, 2006).

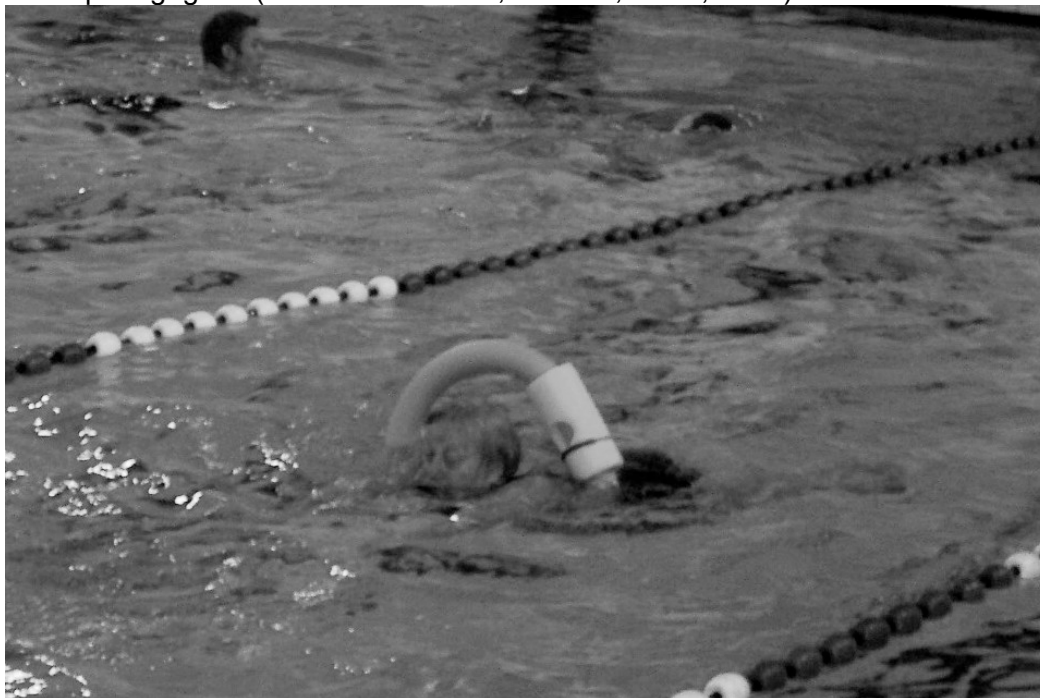


Figure 1: Swimming might be the only form of physical activity available to some

Although the title of this presentation is “new trends in adapted swimming” we have taken the liberty of interpreting this in a wider fashion. First of all although children with physical and intellectual disabilities are taught to swim, in the literature on the effects of physical activity in water on adults with chronic disabilities, physical activity takes place but not real swimming (Chu et al., 2002; Driver, O’Connor, Lox, & Rees, 2002). We will see later for stroke survivors at least that swimming might be more wide spread than we thought. Furthermore we would argue that swimming is not adapted. Work by e.g. Colman, Persyn, Daly, & Stijnen (1998) has shown that there is a relationship between physical characteristics and the manner in which one best swims when optimising performance. Furthermore we need to keep in mind that the 4 competitive strokes as we know them are constrained by rules and regulations. These are not the only solutions to safely move through the water. Actually the problems we deal with in persons with disabilities are only expansions of those met with other swimmers.

## Swimming Science I

We adjust the swimming technique to meet the needs of the individual structure and function in every swimmer we teach with or without disability.

### GOALS AND PRINCIPLES

Although we support a holistic approach to therapy and exercise, in a team approach each member has his or her own specialization and role. Coming from a movement science background our own role in working in water with adults with chronic illnesses can be defined by the following goals: 1) Safety and comfort in and around the pool area; 2) Independent movement as efficiently as possible with or without swimming aids; 3) Swim as much distance as possible at low but sufficient intensity to produce a training effect. We have based our work on the following principles. We emphasis function and not dysfunction. We want the swimmer to move independently as soon as possible and not to lose too much time concentrating on what does not work. It is important in water to have the person do something independently quickly (motivation by success). Preferably something that he or she has not been able to do post-stroke or at least not something they thought they could do. Even in early phases of rehabilitation, we practice the activity itself (swimming) when possible (Task related learning). When uncontrolled actions occur as a result of an attempt at other movements, the person might not move forward through the water in a straight line as desired. In many cases due to cognitive problems associated with stroke, spoken instructions might only confuse things. Sometimes the swimmer can better discover the solution by him or herself. We also work on the four Rs: Relaxation is closely related to safety. Repetition is needed as most people and especially adults are not immediately able to perform a task correctly the first try. Being able to perform this task automatically is even more difficult. Rhythm refers to the changes in limb speed within a single movement cycle. Muscle tension has to be interchanged with relaxation. For example, persons who cannot use their legs might start by swimming on the back with a double arm recovery but with as much glide as possible between each arm actions. Routine is especially important for adults and even more for some stroke patients whose memory might be affected. Adults do not like surprises and a routine allows for self regulation.

### POPULATION, INTERVENTION, COMPARISON, OUTCOME

In medicine and to a lesser extent in physiotherapy the systematic literature review has gained wide acceptance. While a classic narrative review is based on expert selection a systematic literature review starts with a well defined selection protocol and quality assessment strategy (Sackett, Straus, Richardson, Rosenberg, & Haynes, 2000). Systematic reviewing can produce a meta-analysis which is a statistical pooling of results from several studies from which the same outcome measures have been used. The initial step in any systematic literature review is thus to define the limits of four parameters of the selection protocol. This includes the population studied, the intervention used, the comparison made (e.g. intervention as compared to no intervention) and the outcome measures applied (both primary and secondary). Systematic reviewing and defining levels of evidence has also become a necessity with the preponderance of literature and the need for treatment guidelines and best practices, something less well known in sport and movement sciences (e.g. see: <http://www.cebp.nl/index.php> and Keskinen, 2006).

To this authors knowledge although e.g. consensus statements exist on the minimal amount of daily physical activity needed for children as well as adults there is, for example, only expert opinion and experiential evidence on how we best teach swimming (Thompson et al., 2003). Furthermore as pointed out above there are only a few studies dealing with the effects of aquatic therapy on any one single illness or disability. Although Paralympic swimmers with chronic disabilities such as Cerebral Palsy swim up to 20 hours a week most of the year and this for several consecutive years no one has thought to systematically examine these persons to see what advantage if any this extreme volume of physical activity might have on their functioning in daily life during their career and especially thereafter (see Rimmer, 2004).



## Swimming Science I

In the future swimming and as a result adapted swimming will need to become more evidence based. There is an over abundance of diagnostic studies on the determining factors for swimming performance. There are far fewer observational and multiple case studies on how swimming movements change with time due to one or another intervention. Outside of the physiological-training context no random controlled trials are found on interventions with competitive swimmers. Again if the profession is to progress follow-up studies not only on physiological changes due to training but also in biomechanical parameters will be needed. The further discussion of new trends in adapted swimming will deal with the four parameters of the review selection process: population, intervention, comparison and outcome measures.

### Population

In the “able bodied population”, the previous 50 years has witnessed the increase in adult involvement in fitness activities together with the decrease in youth participation. In contrast in persons with disabilities youth participation has increased continuously and recently adults with disabilities have joined in (<http://www.ncpad.org/index.php>). Reflecting this trend, the increasing availability of fitness related water activities can and are now including persons with disabilities. While therapy may be given in an acute phase of illness, physical fitness and quality of life are primary goals in the chronic phase. Water has the advantage that persons with disabilities can easily be integrated in the same activities as persons without disabilities as long as the intensity is adjusted. Swimming is indeed not adapted.

Because of the decreased mobility water temperature needs to be sufficient but otherwise no problems have been met. Numerous publications have appeared regarding the potential hazards to cardiac patients during water immersion and e.g. its influence on target heart rate. There is to our knowledge no clear consensus on target heart rate during immersion especially that based on a dry land test (Cider, Schaufelberger, Sunnerhagen, & Andersson, 2003). Nevertheless, the same precautions need to be taken with persons with a disability when starting exercised as those without. A physician should be consulted. In summary the populations that will be dealt with will be older and the disabilities seen will be more wide ranging. Water activities will if possible be more integrated and in fact not be adapted more than is necessary for individualisation of intensity.

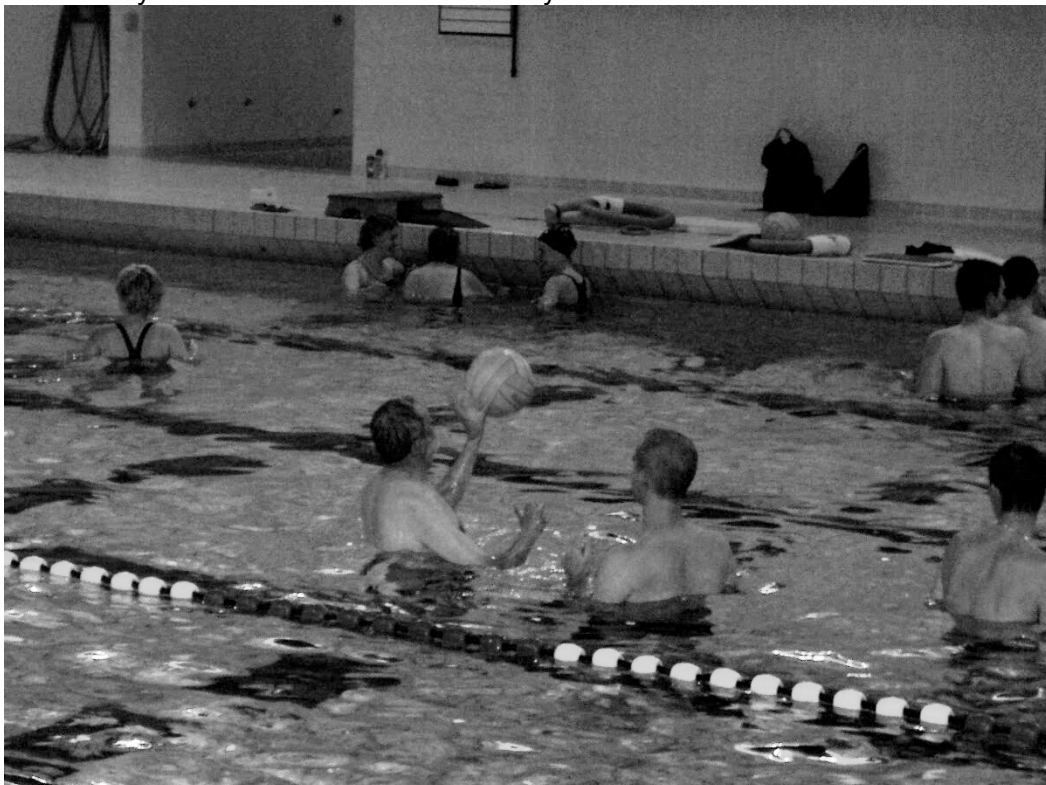


Figure 2: Team work is needed in a swimming program for persons with disabilities



## Swimming Science I

### Interventions and facilities

Physical activity in water for persons with chronic disabilities and illnesses will take place more and more in conventional facilities and not be limited to purpose built pools. Again water temperature may be an issue making passive rehabilitation less appropriate. Activities may be recreational, fitness related or competitive. Specific training programs in water are being offered for gait training and/or fall prevention (balance) (Simmons & Hansen, 1996). Women exercise in water during pregnancy. In short many dry land activities are now being moved to water to reduce the effects of gravity on joints, muscles and ligaments. One exception to the possible decrease in importance of the purpose built pool might be the Hydroworx type of pools recently installed at for example Chelsea football club in England. Sport injuries have long been treated in water and the importance placed on this type of therapy by a highly visible football club is at least worthy of note ([www.soccerpulse.com/forum/index.php?showtopic=130203](http://www.soccerpulse.com/forum/index.php?showtopic=130203)). The so called "Water Zone" is described as a centre piece for the therapy aspect of their new building. It includes a 17m therapeutic pool. The water temperature between 33° and 34.5°C "ensures that the player will not cool down during the treatment phase and provides therapeutic benefits." One half of the pool has a floor that will move from 0m to 2m depending on the requirements of the medical treatment. It also contains a Hydroworx pool. The floor of this device consists entirely of a moving treadmill. The floor can be raised or lowered as required. Underwater cameras allow for detailed video analysis of movement whilst running in water. Finally a hot and cold therapy area is included with two plunge pools by the side of the hydrotherapy pool. These types of pools will in the future become more popular as they take little space.

A final point on interventions. According to Pomeroy and Tallis (2000) though there have been some studies of the impact of packages of occupational therapy and physiotherapy that show moderate beneficial effects, most studies do not describe the precise interventions included in conventional or the brand-named therapy being evaluated. In other words the interventions are often not well described and/or monitored. In the future both the intensity and volume need to be reported so that it becomes clearer what exactly has or has not worked and for whom the intervention is intended.

### Comparisons

Comparisons made dependent on the population and intervention. In general in dealing with many disabilities and illnesses (Rheumatism, Osteoporosis, and Fibromyalgia) and for maintaining physical fitness during pregnancy, activity in water has been found to be at least equal to treatment on dry land. (Altan, Bingöl, Aykac, Koc, & Yurtkuran, 2004; Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T. & Crotty, 2003; Granath, Hellgren, & Gunnarsson, 2006; Hinman, Haywood, & Day, 2007) The question of which treatment the patient prefers has not been presented in a valid manner at present.

There are two points of comparison that have not been dealt with sufficiently. Hydrotherapy is usually presented in a one on one situation and as frequently as possible. With therapy being presented in an outpatient setting the question now to be asked is how often a patient wants to come to the activity, how far will they travel to take part and how is the activity organised: group or single, directive or non-directive (Deweerd et al., 2001). Home based fitness programs are perhaps the future where the client receives a program and gives feedback via internet (Duncan et al., 1998). This will become more and more important in large countries with a major rural population. Of course in rural areas few pools are available. A final point is of course the background of the country involved. European countries such as Hungary have a long standing cultural connection with water. And in Bath in the south of England the Roman baths are still to be seen. An economic question is also who presents the activity. Must this be a fully licensed therapist, an exercise physiologist or is a person with a bachelor's degree sufficient?

### Outcome Measures

As the population changes from young to old and from the acute to the chronic phase of disability, the objective changes from improvement to maintenance of function, general

## Swimming Science I

health and overall quality of life. The World Health Organisation has developed the International Classification of Functioning, Disability, and Health. The components of this classification system are Body function and structure, Activities and participation (capacity and performance) and Environmental factors (barriers and facilitators). The outcome measures selected to evaluate the effects of an intervention should be related to one of the ICF categories. Pure performance in water may not be a primary outcome measure but can be a reflector of something else.

Keeping with this philosophy, in an adult population, validated measures of dry land function should and will be used in evaluating the effects of water activity. People are interested to improve their function in activities of daily living and not only to be able to swim better. Both laboratory and clinical measures can and should be included. Chu et al., (2002) used VO<sub>2</sub> max and, knee and hip strength (KinCom) as primary outcome measures of the effects of 8 weeks of water activities (24 sessions of group activities) on chronic stroke survivors. In addition two clinical measures were used, the 14 items Berg balance scale and self selected gait speed over 8 meters. It should be pointed out that these participants were not taught to swim and did not swim (intervention). They performed aerobic exercise in water. In fact almost no interventions in adults with chronic disabilities actually teach people to swim with the exception of Verheyden, Kiekens, Vanlandewijck, Feys, & Daly (2006).

A word needs to be said about clinical measures. These are often based on some observation of function or ability to perform a specific task. The scales range could be yes or no or a score of 0 for not being able to even begin the task to 5 for completing the task successfully. An example is the Chedoke-McMaster Stroke Assessment (CMSA) used to measure the severity of lower-limb physical impairment by Chu et al., (2002). The lower-extremity score of the CMSA (maximum, 14) consists of a leg score (range: 1, no active movement; 7, can complete normal age-appropriate complex movements like rapid stepping) and a foot score (range: 1, no active movement; 7, can complete normal age-appropriate complex movements such as rising on toes). The CMSA might in this case be considered as a secondary outcome measure or something used to describe (define) the population studied.

We think that in the future new outcome measures will be needed. Although the primary outcome of physical activity is better quality of life swimming may have some advantages to aid people in self regulation and adherence. There is a balance between the physical and social benefits. It is not just about getting physically fit, or even about the personal satisfaction of learning a new skill, but from the deep friendships that develop as a result of participating in the same activity and sharing experiences. People who have had a stroke are no different (Mead, 2005). In examining the effects of treatment in water on rheumatoid arthritis Eversden, Maggs, Nightingale, and Jobanputra (2007) used the self rated overall effect of treatment (7 point scale: I feel much worse – the same - very much better,...).

In another study of the effects of water activity on low back pain the visual analogue scale was used. The participant was asked to place a mark on a scale from 0 to 100 according to the amount of pain he or she experienced. Another study simply compared number of days missed from work due to low back pain between two groups (Granath et al., 2006).

Swim specific tests are in this context of less interest. When dealing with children judging when someone is ready to swim (be safe in water) might be of concern. At least one specific test battery does exist related to independence in water in a paediatric population with disability (Getz, 2006).

### STATISTICAL RELEVANCE AND EFFECT SIZE

Hopkins has discussed the idea of clinical relevance in evaluating effect size. A statistically significant change is not always clinically relevant. Determining statistical power depends on a correct prognosis of a clinically relevant improvement in an outcome measure. Furthermore as we all know when we teach a group to swim the results (effect) vary. So the mean effect of a treatment is not actually relevant. We are more interested in the chance of success, the confidence limits of the effect and its actual clinical relevance. (see [www.sportsci.org](http://www.sportsci.org).)

### ECONOMIC STUDY

Although swimming is popular and most people, from trained professionals to the man on the street think that it is a healthy activity it also has the reputation of being expensive (Patrick et al., 2001). One study (Eversden et al., 2007) actually mentions that the number of participants recruited was limited by the fact that institutional administration had decided to close the hydrotherapy pool before the study was complete. In the future interventions in water will need to include an economic feasibility study including the pool costs as well as participant travel time and means of transport etc. This will be associated with the changing intervention strategy of individual to group and from purpose built pools to community pools or those connected to educational institutions (Epps et al., 2005).

### FUTURE

The few reviews of interventions in water for persons with chronic disabilities point out that there are an insufficient number of random controlled trails available to make any definitive decision on the effects of aquatic therapy (Getenbeek, 2002). Despite the lack of RCTs, rules of best practice need to be developed not only for dealing with persons with disabilities in water be it adults or children but also for those without disabilities. How do we teach children to swim? When should we start and how often should the sessions take place? Should we start on the back or on the front, with crawl, breaststroke or both? What is the ratio of teachers to students? And finally how much training does the teacher need; a University degree or a swim initiation course given by a governing body? Most countries or regions have their own consensus or expert analysis solutions to these questions but there remain cultural differences. In the 18<sup>th</sup> century: Evidence based medicine was “Approved by authorities, confirmed by reason and daily tried by experience”. In the 21<sup>st</sup> century this needs to become “Conscientious, explicit and judicious use of current best evidence in making decisions about the care of individual patients, integrating individual clinical expertise with the best available external clinical evidence from systematic research (after Hall, 2007). We need to employ this at all levels of how we think of swimming in persons with or without disabilities.

### REFERENCES

- Altan, L., Bingöl, U., Aykac, M., Koc, Z., & Yurtkuran, M. (2004). Investigation of the effects of pool-based exercise on fibromyalgia syndrome. *Rheumatology International*, 24: 272-277.
- Association of Swimming Therapy. (1992). *Swimming for people with disabilities*. London, England: A & C Black.
- Bonita, R., Solomon, N., & Broad, J.B. (1997). Prevalence of stroke and stroke-related disability. Estimates from the Auckland stroke studies. *Stroke*, 28(10):1898-1902.
- Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P.M., Payette, H., & Gaulin, P. (1997) A weight-bearing, water based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness and well-being. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, 78:1375-1379.
- Brown, D.A., Kautz, S.A., & Dairaghi, C.A. (1997). Muscle activity adapts to anti-gravity posture during pedalling in persons with post-stroke hemiplegia. *Brain*, 120: 825-837.
- Brown, D.A., & Kautz, S.A. (1998). Increased workload enhances force output during pedalling exercise in persons with post stroke hemiplegia. *Stroke*, 29:598-606.
- Campion-Reid, M. (ed) (1997). *Aquatic therapy: principles and practice*. Oxford, England: Butterworth – Heinemann.
- Campion-Reid, M. (1991). *Aquatic therapy in pediatrics*. Oxford, England: Butterworth/Heinemann.
- Chartered Society of Physiotherapy, (2006). *Guidance on good practice in Hydrotherapy*. London: Chartered Society of Physiotherapy.

## Swimming Science I

- Chu, K.S., Eng, J.J., Dawson, A.S., Harris, J.E., Ozkaplan, A., & Gylfadottir, S. (2004). Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomised controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, **85**: 870-4.
- Cider, A., Schaufelberger, M., Sunnerhagen, K.S., & Andersson, B. (2003). Aquatic therapy - a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure*, *5*(4):527-535.
- Cladera, M. (2003). *Effectiveness of treadmill gait training with body weight support on stroke patients*. Unpublished master's thesis, K.U. Leuven: Leuven, Belgium.
- Congdon, K. (1997). Aquatic Rehabilitation of the client with cardiovascular disease. In: Ruoti R, Morris D, Cole A, (eds) *Aquatic Rehabilitation*, (pp227-238), Lippincott: Philadelphia.
- Cole, A. & Becker, B. (Eds) (2004). *Comprehensive aquatic therapy*, Philadelphia:Elsevier.
- Colman, V., Persyn, U, Daly, D., & Stijnen, V. (1998). A comparison of the intra-cyclic velocity variation in breaststroke swimmers with flat and undulating styles, *Journal of Sports Sciences*, *16*: 653-665.
- Davies, P.M. (1994) Steps to follow. A guide to the treatment of the adult Hemiplegia. Based on the concept of K and B Bobath. Berlin:Springer Verlag.
- De Weerd, W., Nuyens, G., Feys, H. et al. (2001). Group physiotherapy improves time use by patients with stroke in rehabilitation. *Australian Journal of Physiotherapy*, *47*(1):53-61.
- Driver, S., O'Connor, J., Lox, C., & Rees, K. (2004). Evaluation of an aquatics programme on fitness parameters of individuals with a brain injury. *Brain Injury*, *18*, (9): 847-859.
- Dumas, H. & Francesconi, S. (2001). Aquatic therapy in pediatrics: annotated bibliography. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, *4*(2): 102-5.
- Duncan, P., Richards, L., Wallace, D., Stoker-Yates, J., Pohl, P., Luchies C., Ogle, A., & Studenski, S. (1998). A Randomized, Controlled Pilot Study of a Home-Based Exercise Program for Individuals With Mild and Moderate Stroke. *Stroke*, *29*:2055-2060.
- Durstine, J.L. & Moore, G.E. (2003). *ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Elliasson, A-C., Gordon, A.M., & Forssberg, H. (1991) Basic co-ordination of manipulative forces of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **33**:215-25.
- Engsberg, J.R., Wagner, J.M., Reitenbach, A.K., Hollander, K.W., & Standeven, J.W. (2001). A measure of motor control at the knee in cerebral palsy. *Journal of Applied Biomechanics*, *17*:335-43.
- Epps, H., Ginnelly, L., Utley, M., Southwood, T., Gallivan, S., Sculpher, M., & Woo, P. (2005). Is hydrotherapy cost effective? A randomised controlled trial of combined hydrotherapy programmes compared with physiotherapy land techniques in children with juvenile idiopathic arthritis. *Health Technology Assessment*, *9*(39):iii-iv.
- Eversden, L., Maggs, F., Nightingale, P., & Jobanputra, P. (2007). A pragmatic randomised controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *8*:23. (this article is available from <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/8/23>).
- Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T., & Crotty, M. (2003). Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis – a randomized controlled trial comparing a gym based and hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of rheumatic diseases*, *62*:1162-1167.
- Forwood, M.R. & Larsen, J.A. (2000). Exercise recommendations for osteoporosis: a position statement of the Australian and New Zealand Bone and Mineral Society, *Australian Family Physician*, *29*:8 761-764.
- Fuentes, B., & Diez Tejedor, E. (2007). Stroke unit: a cost-effective care need. *Neurología*, *2007*;22(0):0-0.
- Getz, M. (2006). *Aquatic intervention in children with neuromotor impairments*. Unpublished doctoral thesis, University of Utrecht, Utrecht, Nederland.

## Swimming Science I

- Getz, M., Hutzler, Y., & Vermeer, A., (2006) Effects of aquatic interventions in children with neuromotor impairments: a systematic review of the literature. *Clinical Rehabilitation*, 20(11):927-36.
- Geytenbeek, J. (2002), Evidence for effective aquatic therapy. *Physiotherapy*, 88, 9, 514-529
- Goldstein, et al. (2001). Primary prevention of Ischemic Stroke: a statement for healthcare professionals from the stroke council of the American heart Association. *Stroke*, 32:280-299.
- Granath, A., Hellgren, M.S.E., & Gunnarsson, R.K. (2006). Water aerobics reduces sick leave due to low back pain during pregnancy. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*, 35(4):465-71.
- Hall, J. (2007). The added value of an aquatic therapy program (power point slides). Opening lecture "Aquaevvidence" *Erasmus Intensive Course* (July 2), Leuven, Belgium.
- Hall, J., Skevington, S.M., Maddison, P.J., & Chapman, K. (1996). A randomized and controlled trial of hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res.*, 9, 206-215.
- Helders, P.J.M., Engelbert, R.H.H., Custers, J.W.H., Gorter, J.W., Takken, T., & Van Der Net, J. (2003). Creating and being created: the changing panorama of paediatric rehabilitation. *Pediatric Rehabilitation*, 6: 5-12.
- Hinman, R.S., Heywood S.E., & Day A.R. (2007). Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 87:32-43.
- Hopkins, W.G., Hawley, J.A., & Burke, L.M. (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Medicine & Science in Sport and Exercise*, 31:472-485.
- Hutzler, Y., Chacham, A., & Bergman, U. (1998). Effects of a movement and swimming program on vital capacity and water orientation skills of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40:176-81.
- Katic, R., Males, B., & Miletic, D. (2002). Effect of 6-month athletic training on motor abilities in seven-year-old schoolgirls. *Coll Antropol*, 26:533-8.
- Keskinen, K. (2006). State of the art on swimming physiology and coaching practice: bridging the gap between theory and practice. In: Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A. (eds.), Biomechanics and Medicine in Swimming X. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6:285-287.
- Koury, J.M. (1996). *Aquatic Therapy: Guidelines for Orthopedic Rehabilitation*. Champaign, IL: USA: Human Kinetics.
- Kwakkel, G., Wagenaar, R.C., Koelman, T.W., Lankhorst, G.J., & Koetsier, J.C. (1997). Effects of intensity of rehabilitation after stroke. *Stroke*, 28:1550-1556.
- Lambeck, J. (2001). *Hydrotherapie*. Amersfoort: Nederlands Paramedisch Instituut.
- Mead, G. (2005). Exercise or relaxation after stroke? *British Medical Journal*, 330:1337
- Meek, C., Pollock, A., Potter, J., & Langhorne, P. (2003). A systematic review of exercise trails post stroke. *Clinical Rehabilitation*, 17:6-13.
- Miyoshi, T., Shirota, T., Yamamoto, S.I., Nakazawa, K., & Akai, M. (2005). Functional roles of lower-limb joint moments while walking in water. *Clinical Biomechanics*, 20:194-201.
- Patrick, D.L., Ramsey, S.D., Spencer, A.C., Kinne, S., Belza, B., & Topolski, T.D. (2001). Economic Evaluation of Aquatic Exercise for Persons With Osteoarthritis. *Medical Care*, 39(5):413-424.
- Pomeroy, V.M., & Tallis, R.C. (2000). Need to focus research in stroke rehabilitation. *The Lancet*. 355:836-837.
- Prins, J., & Cutner, D. (1999). Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. *Clinics in Sports Medicine*, 18:447-461.
- Rimmer, J.H. (2004). Introduction to Cerebral Palsy and Exercise. [www.ncpad.org/disability](http://www.ncpad.org/disability) 26/11/2004.
- Rosenbaum, P. (2003). Cerebral palsy: what parents and doctors want to know. *British Medical Journal*, 326:970-74.
- Ruoti, R., Morris, D., & Cole, A. (1997). *Aquatic rehabilitation*. Philadelphia (PA): Lippincot.

## Swimming Science I

- Sackett, D.L., Straus, S.E., Richardson, W.S., Rosenberg, W., Haynes, R.B. (2000) *Evidence-based Medicine: How to Practice and Teach EBM*. Edinburgh:Churchill Livingstone.
- Saunders, D.H., Greig, C.A., Young, A., & Mead, G.E. (2006). Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1):CD003316.
- Schega, L. Claus, G., Almeling, M., Niklas, A. & Daly, D. (2007). Cardiovascular responses during thermoneutral, head-out water immersion in patients with coronary artery disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 27:76/80.
- Simmons, V., & Hansen, H. (1996), Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: an experimental study on balance enhancement, *Journal of Gerontology*, 51A:M233-M238.
- Swinkels, A., Briddon, J.& Hall, J. (2006). Two physiotherapists, one librarian and a systematic literature review: collaboration in action. *Health Information and Libraries Journal*, 23:248-256.
- Takekuma, N., Rogers, M.E., Watanabe, E., Brechue, W.F., Okada, A., Yamada, T., Islam, M.M., & Hayano, J. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 34:544-551.
- Takken, T., van der Net, J., Kuis, W., Helden, M.J. (2003). Aquatic fitness training for children with juvenile idiopathic arthritis. *Reumatology*, 42: 1408-14.
- Thompson, P., Buchner, D., Piña, I.L., Balady, G.J., Williams, M.A., Marcus, B.E., Berra, K., Blair, S.N., Costa, F., Franklin, B., Fletcher, G.F., Gordon, N.F., Pate, R.R.; Rodriguez, B.L., Yancey, A.K., Wenger, N.K. (2003). Exercise and Physical Activity in the Prevention and Treatment of Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Circulation*, 107:3109-3116.
- Verheyden, G., Kiekens, C., Vanlandewijck, Y., Feys, H., & Daly, D. (2006). Effect of systematic activity in water on chronic stroke survivors. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 20(1):187.
- Visintin, M., Barbeau, H., Korner-Bitensky, N., & Mayo, N.E. (1998). A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke*, 29: 1122-1128.
- WHO (2001). *ICF: International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva:World Health Organisation.
- Yoon, S.S., & Byles, J. (2002). Perceptions of stroke in the general public and patients with stroke: a qualitative study. *British Medical Journal*, 324:1065.

### Acknowledgement

Parts of this work were made possible by the financial assistance of the ERASMUS IP Grant Agreement nr 2006-2151/001-001 SO2-21CIEU; Pr. Nr:27945-IC-1-2005-1-BE- ERASMUS-IPUC-6 and the CERA Foundation. Special thanks go to all the persons who come to our swimming pool each week, to Prof dr. Ulrik Persyn who pointed me in this direction and to Veronique Colman for her help along the way.

## Swimming Science I



### UNSTEADY MECHANISMS of SWIMMING PROPULSION

Bodo E Ungerechts

Institut für Sportwissenschaft, Universität Bielefeld, Bielefeld, Germany

#### ABSTRACT

For decades swimming research did not reflect the different effects due to steady flow known from rigid bodies towed at constant speed versus unsteady flow related to self-propelling bodies, changing their bodyform periodically. In self-propelling situation the body experiences drag and thrust, simultaneously (Ungerechts, 1988); that is to say drag and thrust cannot be measured separately in experiments. Beyond that aspect, the lack of understanding of the effects due to unsteady flow conditions can be exemplified by the coaches' fear of frontal drag in context with undulations -probably with knees bent beyond the width of the hip- as a propulsive means in comparison to biologists studying fish / animal swimming. The unsteady mechanism approach places emphasis on the velocity AND acceleration of the masses of the body and water, respectively per cycle. Unsteady flow occurs locally when executing the turning action with the hands (e.g. supination) and applies for the entire flow along the swimmer like merging of the boundary layer flows into a vortex in the wake behind a self-propelling body which might be coupled with recuperation of power given to the flow before. Examples of studies and practical consequences will be presented.

**Keywords:** unsteady flow, added mass, vortex-induced thrust, PIV-method.

#### INTRODUCTION

Swimming is the combination of buoyancy and self-induced propulsion. Cyclic self-induced propulsion is the cyclic interaction between motion of limbs and motion of water mass under the condition of limited energy reservoirs guided by cognitive activities. Self-propelling swimming, it means unsteady swimming. The cyclic interaction between motion of limbs and motion of water mass is what experts of aquatic space activities strive to understand for several reasons. In contrast, worldwide coaches mostly rank the effect of fine-tuning of motion lower and place more emphasis on training volume. It were top physiologists like Ingvar Holmer or David Costill who claimed "Biomechanics counts". Since the human organism acts as a whole the effort of stroking cannot be considered without taking the energy-flow into account and answering the question: "Where does the energy come from, where does the energy go to?"

The efficiency-cascade of a swimmer shows that the power produced by muscular energy transfer systems cannot be transferred directly to the propulsion. Only a small amount of power can be transferred to propelling power, which is the product of swimming speed times, the forces a swimmer has to overcome. Thus the propelling efficiency or Froude efficiency is a quantity, which is only very far related to muscle power. This lousy overall efficiency requires that coaches should pay more attention to propelling efficiency, which is the ratio of propelling power converted to thrusting the body and the mechanical power required to give momentum to the water. Various bio-fluid dynamic forces dominate momentum transfer mechanism: inertial -, viscous-, drag- and lift forces as well as acceleration reaction. Once again, Propulsion can only be bettered via fine-tuning of the interaction. Pulling hand in water perpendicular to its path will create drag and consume energy with low rendement.

## Swimming Science I

### Energy flow & efficiency cascade



Fig.1: Efficiency-cascade of a swimmer

The transfer of energy in biological systems -which is not an exclusive playground for physiologists – did play a relevant role in unsteady flow discussion. In 1932 two scientists, one from biology and one from fluid mechanics, were looking for an explanation why dolphins are so fast. They agreed that energy supply and energy costs (per time) could be a basis to discuss. The power to swim so fast was estimated by comparing the self-propelling dolphin with a rigid body of similar shape moving at realistic, however, constant speed. This outcome was compared to the power delivered by the dolphin's muscle mass. The comparison yielded in a 700 % difference and this resulted in the so-called “Gray's Paradoxon”, namely the dolphin shouldn't be able to swim anyway near as it does.

So what? A paradoxon stimulates further research to find solutions. Gray himself supposed that the self-propelling action might be connected to effects which are unknown to fluid dynamicists e.g. suppression of the turbulence. Kramer (1961) claimed that the smooth, compliant skin could achieve a laminar boundary layer without separation. Ungerechts (1977) pointed out that some sharks or tunas swim likewise fast, however, these vertebrates possess completely different skin but similar self-propelling actions, called uniform locomotion (the flukes leading on the tail by a quarter of wave-length).

## THEORETICAL ASPECTS OF UNSTEADY FLOW

### ADDED MASS EFFECT

In cooperation with A. Niklas from Magdeburg the energy cost of breaststroke swimming was investigated in a flume. The testing setup enabled to add loads to the swimmer without disturbing their swimming position (Ungerechts et. al., 1992). The study aimed to calculate the active drag via  $\dot{V}O_2$ -uptake. During these tests a curiosity was recognized. It was expected when some more load was applied to a breaststroker the  $\dot{V}O_2$ -uptake would raise accordingly. However, within certain limits the opposite was the case: more load resulted in less  $\dot{V}O_2$ -uptake ! Retests did not change the findings. It took some time to find an answer. Loads are additional mass and act like it. The mass is accelerated due to stroking effects and when the body decelerates – gliding position – the inertia of the mass keeps the body moving. The  $\dot{V}O_2$ -uptake was registered over some period and although acceleration of

## Swimming Science I

more mass needs partly more energy the total effect is a decrease of energy consumption (per cycle).

In fluid mechanics the added mass effect is known since 1850-ies. Added mass is the inertia added to a system due to the fact that an accelerating or decelerating body must move some volume of surrounding fluid, since the body and fluid cannot occupy the physical space simultaneously. Thus the added mass becomes an important factor governing the motion of the self-propelling body which does not exist in steady motion (where drag and lift are the relevant factors). The conclusion, added mass might be an important factor influenced Spikermann (1989).

Added mass is sometimes visible. When swimmers just finished the race their head mostly come above waterline while looking to the board with the results. First the head is free from water but shortly after part of the head is covered by water masses. While the body suddenly stops the water mass keeps moving due to the inertia of water mass which have been set into motion by the body before and forming a wave when running into the wall.

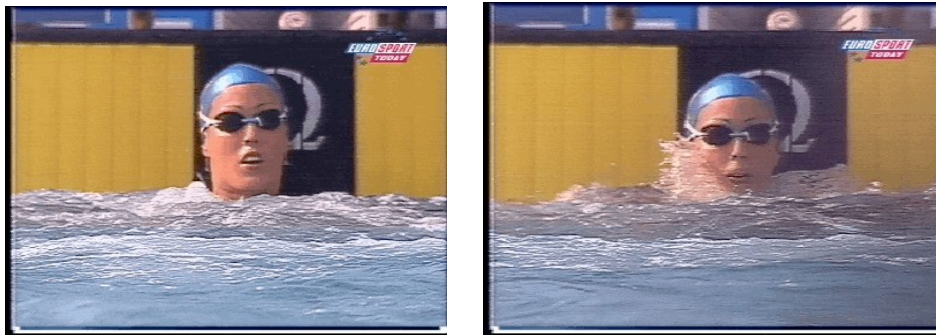


Fig.2: Added water mass detected after finishing a race

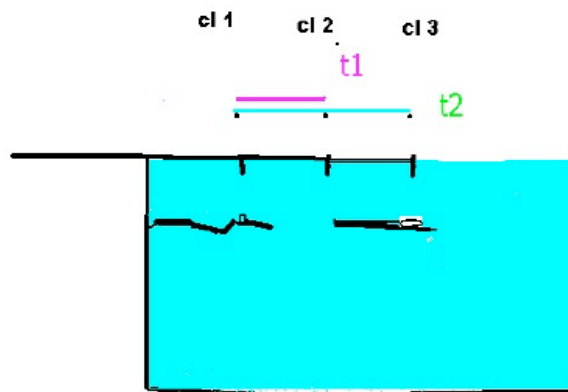


Fig 3 Experimental setup of the Klauck's-Gliding-Test

Added mass can be individually determined by Klauck's Gliding Test. Klauck (1997) pointed out that the inertia of water mass -especially after high acceleration like pushing from the wall- is pushing a gliding body which should have come to rest already, according to rigid bodies flow mechanics. The Klauck's-Gliding-Test measures the mass of water, which is carried per meter by an individual.

Gliding at least 6 – 8 m from the wall while 3 time keepers keep times:

- At the instance swimmer leaves wall (head is passing 1st flag pole)
- Head is passing flag-pole at 2 m distance
- Head is passing a flag-pole at 4 m

## Swimming Science I

- 3 measured times will give two  $\Delta t$ :  $t_1$  and  $t_2$

Calculation routines:

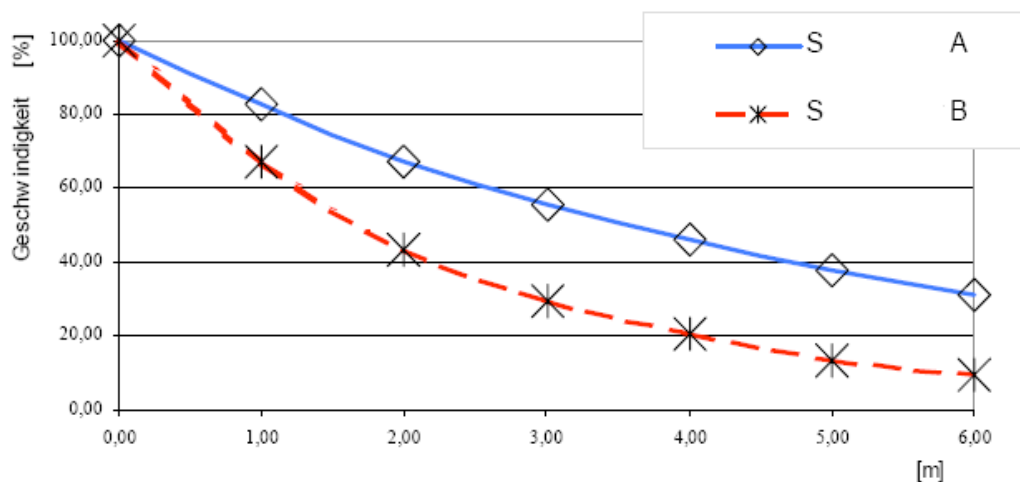
- **d**: Factor of resistance  $d = 1 / 2 * \ln (t_2 / t_1 - 1)$  [1/m]
- **D**: individual resistance factor  $D = d * \text{body mass}$  [kg/m]

Testing is of some value detecting the

- Gliding properties
- Gliding positions
- Individual contribution to unsteady (inertial) effects

Swimmer A with added mass of 20 kg/m has some advantage to the swimmer B with 35 kg/m.

Change of gliding speed



Note: 0,00 m starts at the 1st pole since pushing off is not gliding

Fig.3: Decrease of gliding velocity in % of 2 swimmers with different resistance factors.

When acceleration comes into play unsteady flow effects are governing the situation. In terms of flow physics unsteadiness means that the relative velocity / pressure at any location change with time. In contrast, steady fluid motion means that the relative velocity / pressure may change due to location but not by time. In addition a new flow force has to be recognised. That force is called “acceleration reaction” (AR). AR supports drag and propulsion depending on the state of acceleration of the body and the equation is as follows

$$AR = \rho V c A a \quad [N]$$

AR is the force to accelerate added water mass ( $\rho V c A$ ), AR is a precondition to accelerate a swimmer. Most important is: acceleration reaction AR is not a drag force D. AR is determined by the volume of the body, the change of swimmer's speed, resisting to both: acceleration and deceleration and the degree to which intracyclic, instantaneous body velocity varies from mean speed  $u$ . In contrast, D is determined by the „surface“ of the body, the (constant) relative speed  $u$  between of the swimmer (or body parts) and surrounding water and D is augmenting acceleration and deceleration. Effects of AR can be summarized as follows

- AR has the same effect as if the body mass increase

## Swimming Science I

- AR act **in** swimming direction when the body is decelerated (augmenting thrust)
- AR act **against** swimming direction when body is accelerated (augmenting resistance).

### VORTEX-INDUCED PROPULSION

Besides added mass effects the unsteady flow in connection with cyclic self-propelling is characterized by different vortex-forms in the wake behind the self-propelling body. Vortex means a mass of whirling fluid. Vortex flow will influence the momentum created by the cyclic action of the mover. Rotating water is a principle reaction of displacing water mass in cyclic locomotion and was firstly detected by studies using flow visualisation techniques applied to the flow along swimming animals. The same technique applied to human swimming revealed similar vortex structures in the wake behind a swimmer. The wake can be taken as the entire history induced by the cyclic body motion. Thus if you have the wake “under control” the momentum due to the motion can be determined.

Vortex forms are characteristic effects of unsteady flow. The forms we are dealing with can be named as vortex loop and vortex ring. Any tornado is an example for a vortex loop. In connection with human swimming it is visible with action of the hands below waterline.

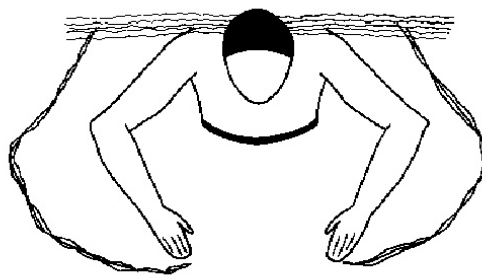


Fig.4: Vortex loop in the wake of a butterfly swimmer's hand

Rings, sometimes occurring when smoking a cigar, are an example for a vortex ring. In connection with human swimming it is (partly) visible with action of the feet below waterline – but it may also occur in the wake of the hands.



Fig. 5: Vortex ring in the wake of Dolphins



## Swimming Science I

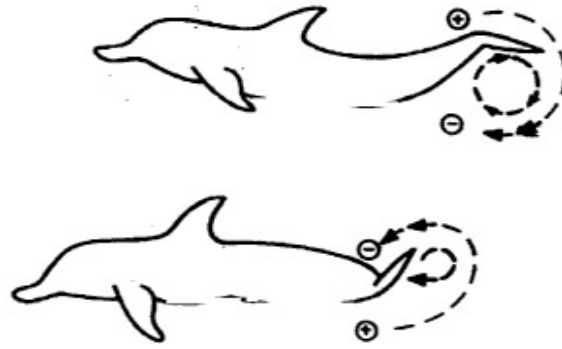


Fig.6: Annihilation of vortex

Vortex rings produced by the whip-lash like action of the feet will contribute to thrust in a similar way, namely the jet-flow induced by a chain of rings. The whip-lash like action is a combination of the uniform action of the leg – amplitude starts at the hip joint and increases towards the ankle of the feet. The flow is likewise displaced -and having in mind that the body is simultaneously moved ahead- the displaced water is flowing round the tip of the toes from leading to trailing side. Action of the legs and of the toes are out of phase. If the turning action is less pronounced a vortex ring might occur. Both vortex forms induce momentum. Momentum creation is always accompanied by a counter-reaction. This reaction contributes to the propulsion of the swimmer. Ahlborn et. al (1991) pointed out that thrust also may occur by annihilating the rotation.

### EXPERIMENTAL STUDIES USING PIV-METHOD

Recently, swimming researchers in Japan used Particle Image Velocimetry (PIV) to make the flow visible and calculated momentum-induced flow effects.

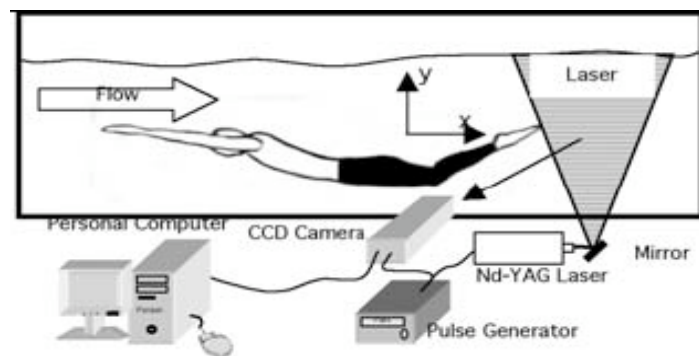


Fig.7: Experimental set-up as part of the PIV-method in a flume (from Miwa et al, 2006)

Experimental research with self-propelling swimmers in a flume revealed how vortex rings in the wake of a swimmer's hand contribute to thrust production. In principle the vortex ring is produced by a turning hand, e.g. supination. The rotation of the ring corpus accelerates the water in the lumen of the ring resulting in a so-called jet-flow. In reaction to the jet flow a thrust in swimming direction may occur (depending of the direction of the jet in relation to swimming direction).

## Swimming Science I

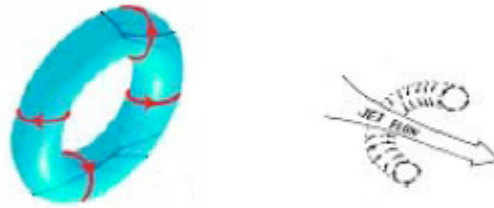


Fig.8: Drawings of a vortex ring with rotating corpus (left side) and the direction of the induced jet-flow (right side)

Kamata et al (2006) studied the flow field around the hand using particle image velocimetry method. A male subject participated in this study, and the flow field around the hand during the sculling motion was visualized. The results indicate that a pair of vortices and the jet flow occurs around hand during sculling motion. The swimmer generated a great propulsive force as a reaction force of the jet flow. The theoretical value of the jet flow of a vortex ring and the experimental value were indicated as nearly equal. The PIV-method is expected to become an index for evaluating propulsive force in unsteady conditions. Matsuuchi et al (2006) knowing that the complex flow field is extremely unsteady studied the flow field of a monofin in a flume using a kind of swim robot equipped with a monofin. Flow fields around a monofin in a pitching motion was measured by means of PIV-method. Time variations of velocity and vorticity fields were calculated from the image captured by PIV system. Unsteady flow characteristics such as a vortex formation and the movement of vortices were investigated in detail because information about unsteady flow and vortex motion serves the understanding the mechanism of propulsion in aquatic motion.

Miwa et al (2006) studied the flow using two-component PIV (2C-PIV) in the wake of a male swimmer while doing dolphin kicking visualised from the side of a swimming flume. Results showed a pair of vortices and jet flow between them. The value of the jet flow velocity showed good agreement with the value of the induced velocity that was predicted by assuming that the pair of vortices represented sections of a vortex ring. It was plausible that the dolphin kicking motion performed in this study generated a propulsive force by generating the vortex ring.

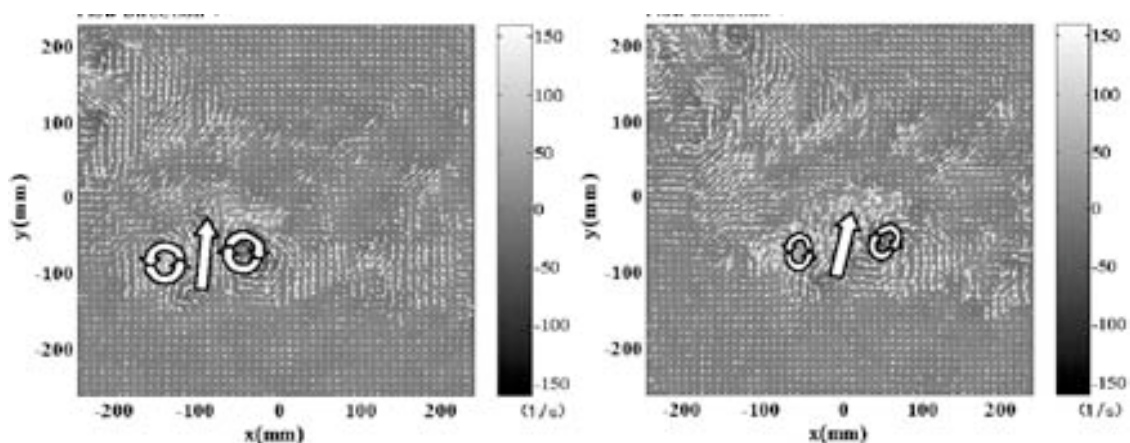


Fig.9: Example of the graphical representation of the flow in the wake of a swimmer while doing dolphin-kicking as part of the PIV-method (from Miwa et al, 2006)

Apparently the subject was propelled by downward action and kept the consequent position by upward action. Arellano et al (2006) showed that the undulatory underwater swimmer

## Swimming Science I

generate large vortex after the downward action and the small vortex after the upward action. This method was to see qualitatively the larger flow field and the larger vortex structure behind the dolphin kicking motion. PIV method is to visualise instantaneous flow fields in quantitatively smaller flow fields. The vortex pair in the present study might be probably a part of a larger vortex structure reported by Arellano et al (2006).

In connection with experiments of unsteady flow conditions the following Laws of Flow should be considered:

<p>Non-stationary swimming obey some laws of hydrodynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• giving an idea which flow forces             <ul style="list-style-type: none"> <li>• e.g. inertial, viscous, drag, lift forces, acceleration reaction</li> </ul> </li> <li>• are dominating the momentum transfer mechanism</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Reynolds number Re</i></p> <p>▪ <math>Re = L * U / \nu</math></p> <p style="text-align: center;"><i>Strouhal number <math>\sigma</math> or Reduced Frequency <math>\Sigma</math></i></p> <p>▪ <math>\Sigma = f * L / U</math></p> <p><i>Froude number Fr</i></p> <p>▪ <math>Fr = U^2 / (g * h)</math></p> <p><i>Froude efficiency <math>\eta</math></i></p> <p>▪ <math>\eta = 2 U_1 / (U_2 + U_1)</math></p> </div>	<p><i>Reynolds number Re</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ratio of inertial over viscous forces.</li> </ul> <p><i>Strouhal number <math>\sigma</math> or Reduced Frequency <math>\Sigma</math></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ratio of non-linear to inertial forces</li> <li>• compares generally the frequency (e.g. of kicking) and the specific swimming speed;</li> <li>• compares time taken for a particle of water to transverse the length of an object with the time taken to complete one movement cycle.</li> </ul> <p><i>Strouhal number <math>\sigma</math></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• is used to infer if staggered vortices are of any influence on the thrusting forces – including recuperation of energy</li> </ul> <p><i>Froude efficiency <math>\eta</math></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ratio of mechanical power (converted to thrust) to total power required (to move water by the limbs)</li> <li>• a common measure of swimming efficiency.</li> </ul>
--	---

### PRACTICAL ASPECTS

There is nothing more practical than a good theory. When you have a concept in mind it will guide your doing. If you believe in Wagner effect which deals with the fact that water mass need some time to “react” to changes e.g. the generation of lift (as introduced by Counsilman) you would not trust in fast changes like the turning action of the hand.

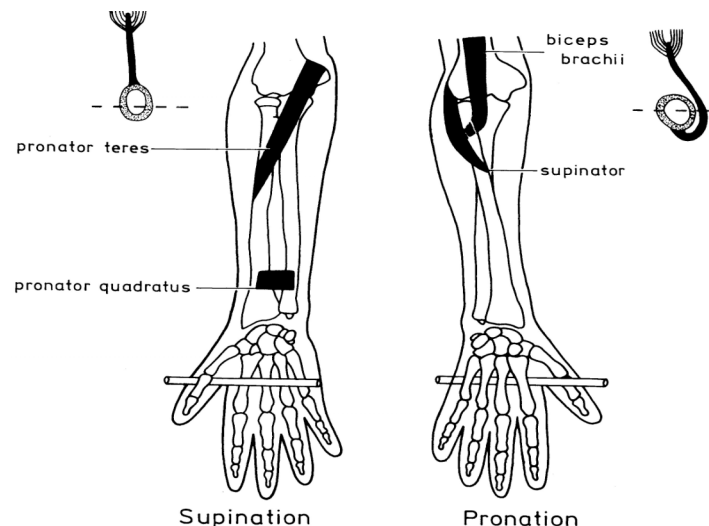


Fig.10: Positions of bones and supporting muscles at the end of supination and pronation of the hand, respectively.



## Swimming Science I

It seems that the water behaves differently depending if it is in the vicinity of the acting limbs – like the turning of a hand - or pre-formed by the total body – like bending the knee during a breaststroke leg action.

The flow during the turning action of hands is characterized by simultaneous shedding of an existing vortex and creating of leading edge vortex. In steady situation this is not happening here mainly a separation occurs with drastical increase of energy consuming drag. The flow along the body is preformed. If the knees are positioned outside the so-called flow width of the hips and will rest there – like in steady situation – the effect is different to the real situation.

If you follow the concept that speed determines all e.g. the drag is depending to the speed squared you might miss the “point”. It is a habit to analyse the velocity of the swimmer's center of mass and to relate the outcome e.g. with the swimmer's hand action. In those cases when you look for the hand position when the velocity is e.g. maximal you cannot infer that this position produces highest intracyclic velocity. Since velocity “follows” the acceleration by a phase shift of about 200 ms it is more relevant to look at the hand's position 200 ms (approx. 8 - 10 frames earlier – when the rate was 50 fps).

### FINE TUNING

Unsteady flow motion due to cyclic self-propulsion means: periodically change of body shape are accompanied by accelerated body (or parts of it) and effects on the surrounding water (due to viscosity) as well as by pulsatile vortex shedding and discontinuous / intermittent thrust. Body accelerates / decelerates surrounding water masses per cycle and increasing body speed means to accelerate: body mass + water mass and resisting and thrusting effects occur simultaneously. The decision about the preferred concept is decisive to judge the interaction of body and water. The notions “pull” & “push” are distributed so commonly that it seems useless to argue differently. However, you may miss the partner of the limbs motion, because this “pull” & “push” concept is based of body reference system. So, if you communicate to your swimmers this concept do not be astonished if they stop to better their speed someday. The alternative is to communicate a concept, which places emphasis on the sculling action. This “sculling concept” is related to the water related reference system, where the interactions of cyclic motion of body and water masses are considered. When correcting swimming actions strive for correcting the cause by paying close attention to intra-cyclic acceleration (ICA). The opinion “fluctuation of ICA should be smallest” might need revision. Sudden changes from moderate acceleration to deceleration might assist energy recuperation.

Besides this “sculling concept” it is relevant which details are to be communicated. Details like catching water, finger spreading, turning hand (supination, pronation), rolling body, rotating body or slicing-action. Own research concerning the assignment of the actions of all four strokes revealed some mutual actions. It was figured out that these mutual actions already could be introduced to young beginners. Before they learn a stroke they spend lot of hours in water and imitate these and other forms of movement. In addition they get the message that “water acts like a dialogical agent”. In addition, it was figured out that due to these mutual actions the steps to learn alternative strokes or symmetrical strokes, respectively, can be dramatically harmonised (provided the beginners had the opportunity to collect experience with various tasks in the sense “Repeat without repeating” or “You never enter the same river twice”).

### REFERENCES

- Ahlborn, B., Harper, D.G., Blake, R.W., & Cam, M. (1991). Fish without footprints. *J. Theor. Biol.*, 148, 521-533.
- Arellano, R., Terrés-Nicoli J.M. & Redondo, J.M. (2006). Fundamental hydrodynamics of swimming propulsion. *Rev Port Cien Desp 6.( Supl.2)*, 15 – 20.

## Swimming Science I

- Blickhan R. & Cheng J.Y. (1993). Form, structure, and function in aquatic locomotion. *Verh Dtsch Zool Ges.*, 86(1):230.
- Colman V., Persyn U. & Ungerechts B. E. (1999). A mass of water added to the swimmer's mass to estimate the velocity in dolphin-like swimming below the water surface. In: K.L. Keskinen, P.V. Komi, and A.P. Hollander (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. Jyväskylä (Finland): Department of Biology of Physical Activity of the University of Jyväskylä, 89-94.
- Gray, J. (1936). The propulsive powers of the Dolphin. *J. exp. Biol.* 13, 192-199..
- Groot de, G. & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Fundamental mechanics applied to swimming: technique and propelling efficiency. In: B.E. Ungerechts, K Wilke, K. Reischle (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming V*. Human Kinetics Books, Champaign, Ill., 17-29.
- Kamata, E., Miwa, T., Matsuuchi, K., Shintani, H. & Nomura T. (2006). Analysis of sculling propulsion mechanism using two components particle image velocimetry. *Rev Port Cien Desp* 6.( Supl.2), 50 – 53.
- Klauck J. & Ungerechts B. E. (1997). Swimming power output measurements in a flume vs power transfer in swimming using external weights – a comparison of devices. *Proceedings XII FINA World Congress on Sports Medicine*: 291-297.
- Kramer (1961) The dolphin's secret. *J. Am. Soc. Nav. Engr.* Vol. 73.103 - 10
- Matsuuchi, K., Hashizume, T., Nakazawa, Y., Nomura, T., Shintani, H., & Miwa, T. (2006). Flow visualization of unsteady flow field around a monofin using PIV. *Rev Port Cien Desp* 6.( Supl.2), 60 – 63.
- Miwa, T., Matsuuchi, K., Shintani, H., Kamata, E. & Nomura, T. (2006). Unsteady flow measurement of dolphin kicking wake in sagittal plane using 2c-PIV. *Rev Port Cien Desp* 6.( Supl.2), 64 – 67.
- Matsuuchi K., Miwa T., Nomura T., Sakakibara J., Shintani H. & Ungerechts B. E. (2004). Unsteady flow measurement around a human hand in swimming using PIV. *Abstract of 9th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Clermont-Ferrand, France, 274.
- Spikermann, M. (1989). Der Einsatz einer neuen Organisationsform der Belastung im Hochleistungssport. *Leistungssport* 1, 33-38.
- Ungerechts B., (1977) *Windkanalmessungen an einem starren Hai-fischmodell bei hohen Reynolds-Zahlen*. *Fortschritte der Zoologie*, Fischer-Verlag, 24/2-3, 177-181.
- Ungerechts B. E. (1983). A comparison of the movements of the rear part of dolphins and butterfly swimmers. In A. P. Hollander, P. A. Huijing & G. de Groot (eds.) *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Champaign: Human Kinetics, 215-221.
- Ungerechts B. E. (1984). A description of the reaction of the flow to acceleration by an oscillating flexible shark model. *Biomechanics IX-B*. Champaign: Human Kinetics: 492 – 498.
- Ungerechts B. E. (1988). The relation of peak body acceleration to phases of movements in swimming. In: B. E. Ungerechts, K. Wilke & K. Reischle (eds.), *Swimming Science V*. Champaign: Human Kinetics Books, 61-66.
- Ungerechts B. E., Persyn U., Colman V (1999). The application of vortex flow formation to self-propulsion in water. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. Gummerus Printing, Jyväskylä, 95-100.
- Ungerechts B. E., Persyn U. & Colman V. (2000). Analysis of Swimming Techniques using Vortex Traces. Retrieved 28. 10. 07 from <http://coachesinfo.com/category/swimming/153/>
- Ungerechts B. E. (2003). Principles of non-stationary swimming – a preliminary attempt. J. C. Chartard (ed.) *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. L'Université de Saint-Etienne, 45-50.
- Ungerechts, B.E. & Klauck J. (2006). Consequences of unsteady flow effects for functional attribution of swimming strokes. *Rev Port Cien Desp* 6(Supl.2) 109 – 111.

### AQUATIC ACTIVITIES, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND QUALITY OF LIFE

José M. Saavedra<sup>1</sup>, Yolanda Escalante<sup>2</sup> y Silvia Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AFIDES Research Group. Faculty of Sports Sciences. University of Extremadura, Cáceres, Spain. <sup>2</sup>AFIDES Research Group. Faculty of Teacher Training. University of Extremadura, Cáceres, Spain. <sup>3</sup>AFIDES Research Group. Faculty of Medicine. University of Extremadura, Badajoz, Spain.

#### ABSTRACT

The general aim of this study is to present a line of investigation developed at the University of Extremadura in which an analysis is made of the effect of different aquatic programmes on health-related physical fitness (HRPF) and health-related quality of life (HRQoL), for healthy subjects and for patients with conditions such as fibromyalgia, coxarthrosis and gonarthrosis. Three studies are presented in which an aquatic physical exercise programme is applied to healthy subjects or subjects with certain illnesses, and who had not previously participated in a physical exercise programme. Evaluation of HRPF is made by means of the AFISAL-INEFC battery, and HRQoL is assessed using the SF-36 questionnaire. SPSS was used for data analysis. In order to determine differences after the application of the physical exercise programme, parametric and non-parametric tests were used depending on whether the variables fulfilled normality. The results show how the programmes applied produce a certain improvement in some aspects of HRPF in healthy women and women with pathologies such as fibromyalgia, coxarthrosis and gonarthrosis, and at the same time improve HRQoL (fibromyalgia).

Keywords: aquaerobic, coxarthrosis, gonarthrosis, fibromyalgia.

#### INTRODUCTION

Today the multiple benefits of the practice of physical activity are well known, and include improvement or control of certain pathologies of the locomotor apparatus, noninsulin-dependent diabetes mellitus, obesity, hypertension, coronary cardiopathies, osteoporosis and fibromyalgia, amongst others, and helps in the normalization of psychosocial processes and in improving quality of life.

Some studies, however, support the idea that more important than the practice of physical activity is the continuous and supervised practice of physical exercise with the aim of improving health-related physical fitness (Myers, J. et al., 2004). Health-related physical fitness (HRPF) is defined as: "the dynamic state of energy and vitality which permits people to perform daily routine tasks, to enjoy active leisure and to confront unexpected emergencies without excessive fatigue; at the same time it helps to prevent hypokinetic illnesses and to develop maximum intellectual capacity, and to experience fully the joys of life" (Bouchard, C. et al., 1994). The four components of HRPF are: morphological (body composition and flexibility), muscular (maximum force, power and resistance), motor (balance) and cardiorespiratory (aerobic power) (Rodríguez et al., 1995a,b). These studies show that some or all of the components of HRPF improve after the application of a physical training programme (Adams, K.J. et al., 2001), aerobic (Laukkanen, T.K. et al., 2000) or ballroom dancing (Tabernerero, B. et al., 2000), amongst others.

In addition to investigating the effects of different physical exercise programmes on HRPF, some studies in recent years have related the practice of physical activity and physical exercise to health-related quality of life (HRQoL). The WHO (2001) defines this concept as "the perception of an individual of his/her own position in life, in the context of culture and the system of values in which he/she lives, bearing in mind his/her goals, expectations, models and preoccupations". HRQoL, therefore, is the set of characteristics which define the wellbeing and functionality of a person every day.

## Swimming Science I

Some studies show that HRQoL improves in healthy subjects after the application of a yoga programme (Oken, B.S. et al., 2006) or aquaerobic exercise (Devereux, K. et al., 2005). Similarly, a programme of physical exercise enhances HRQoL for subjects with conditions such as coxarthrosis and gonarthrosis (Davey, R.C. & Cochrane, T. 2004; Yurtkuran, M. et al., 2006) or fibromyalgia (Meiworm, L. et al., 2000; Mannerkorpi, K. et al., 2002), amongst others.

In recent years, the number of physical exercise programmes offered has increased considerably, and include keep fit, aerobic, tai-chi-chuan, body building, pilates, etc. This increase in the number of activities perhaps has been even greater in water media: aqua aerobics with and without step, aqua-running, aqua-gym, aqua-building... This is principally due to the fact that there are more swimming pools available, and to the particular characteristics of water-medium exercise: reduced overloading of the lower limb joints, increased movement resistance, greater metabolic demands, and improved blood venous return.

Eventually, however, these programmes are conducted in certain mercantilistic business without sufficient and necessary scientific support (Devís, J. & Peiró, C., 1993). For this reason scientific study of these programmes is necessary to provide conclusions based on the analysis of results rather than on empiricism.

The general aim of this paper is to present a line of investigation developed at the University of Extremadura which analyses the effect of different aquatic-medium programmes on HRPF and HRQoL both in healthy subjects and in subjects with conditions such as coxarthrosis, gonarthrosis and fibromyalgia. As shown by our line of investigation, three studies are presented, with three specific aims:

The **aim of study 1** was to determine the influence on HRPF of an aqua aerobic programme of very short duration (8 sessions) in young healthy women.

The **aim of study 2** was to determine the influence of a low-impact aqua aerobic programme on the HRPF and HRQoL of fibromyalgic patients.

The **aim of study 3** was to determine the effects of an aquatic physical conditioning programme on HRPF and HRQoL in elderly women diagnosed with coxarthrosis and gonarthrosis.

## METHODS

### Subjects

The subjects in the first study were apparently healthy women, and the other two studies were on subjects with two different conditions, i.e. coxarthrosis/gonarthrosis and fibromyalgia. Inclusion criterion for the three studies was that all the subjects signed an informed consent form having completed the Physical Activity Readiness Questionnaire (revised PAR-Q, Spanish version) (Thomas, S. et al., 1992; Rodríguez, F.A., 1996).

### Subjects (Study 1)

A total of 22 healthy women ( $20.6 \pm 1.1$  years) participated in this study, all of them students of the degree course in Sciences of Physical Activity and Sport. None of them practised sports, their regular physical activity being the practical classes, which form part of their studies. Specific criterion for inclusion was that they had not involved previously in any competitive sport.

### Subjects (Study 2)

The number of participants in this study was 22 (20 women and 2 men;  $53.1 \pm 12.5$  years). The specific criterion for inclusion was that they had been diagnosed with fibromyalgia according to the criteria of the American College of Rheumatology (Wolfe, F., 1990).

### Subjects (Study 3)

A total of 28 women ( $64.1 \pm 7.6$  years) took part in this study, all of them residents of Don Benito (Badajoz). Specific criteria for inclusion were that all the subjects had been diagnosed with hip arthrosis and knee arthrosis according to the criteria set down by the American College of Rheumatology (Altman, R.D., 1986) and that they did not involve in any supervised physical activity.

### **Training programme**

All the exercise programmes were developed in a no deep swimming pool (depth 1.1 m) at the Faculty of Sports Sciences of the University of Extremadura in Cáceres (studies 1 and 3), or at the municipal swimming pool in Don Benito (Badajoz) (study 3). Exercise intensity was set at levels to Rate of Perceived Exertion Scale (0-20 RPE Scale) (Borg, G., 1998).

### **Exercise programme (Study 1)**

Subjects took part in an aqua aerobic program of 8 sessions. The training programme consisted of two weekly 30-minute sessions. The exercise sessions were performed as follows: a) stretching exercises out of the water (5 min); b) aerobic warm-up in the water (5 min); c) passive stretching of the main muscle groups in the water (5 min); d) aquatic choreography (10 min); e) cool down (5 min).

### **Exercise programme (Study 2)**

Subjects took part in a low-impact aquaerobic programme over a period of 7 months. The training programme consisted of three weekly 60-minute sessions. The exercise sessions were performed as follows: a) stretching exercises out of the water (10 min); b) aerobic warm-up in the water (10 min); c) passive stretching of the main muscle groups in the water (15 min); d) aquatic choreography (20 min); e) cool down (10 min).

### **Exercise programme (Study 3)**

Subjects took part in an aquatic physical conditioning programme over a period of 5 weeks. The training programme consisted of two weekly 60-minute sessions. The exercise sessions were performed as follows: a) stretching exercises out of the water (5 min); b) aerobic warm-up in the water (5 min); c) passive stretching of the main muscle groups in the water (5 min); d) development to endurance, strength and flexibility with out and in water exercise (35 min); e) cool down (10 min).

### **Evaluation and measuring instruments**

One day before the start of activity, and one day after it finalized, the subjects were assessed by members of the AFIDES Research Group, who are well trained in the methods of evaluation and in the use of the measuring instruments.

### **Evaluations and measuring instruments (Study 1)**

The various components of HRPF were evaluated using a simplified version of the AFISAL-INEFC health-related fitness test battery (Rodríguez F.A. et al., 1995 a,b), whose validity and reliability had been previously assessed (Rodríguez, F.A. et al., 1996; Valenzuela, A. & Rodríguez, F.A., 2001). Anthropometric measurements included height, weight, and hip and waist girths; from these, the body mass index (BMI), and waist-to-hip ratio (WHR) were calculated; percentage body fat was estimated from triceps, suprailiac, and anterior thigh skinfold measurements. Physical fitness testing included this assessment: anterior trunk flexibility was assessed by a modified sit-and-reach test; grip strength was measured by two-hand dynamometry; abdominal endurance was quantified by the number of modified curl-ups performed at a leisurely pace (25 cycles per minute) for three minutes; balance was evaluated by means of a one-leg balance test consisting of keeping balance for one minute standing on one bare foot with closed eyes; cardiorespiratory endurance was evaluated using the UKK 2-km walking test, a submaximal test for the prediction of maximum oxygen uptake.

### **Evaluations and measuring instruments (Study 2)**

HRPF was assessed according to the protocol described in study 1. Perceived HRQoL was also assessed by self-administration of the SF-36 Health Survey questionnaire (Ware, J.E. & Sherbourne, C.D., 1992) in the presence of a researcher. This questionnaire has been translated to Spanish (Alonso, J. et al., 1998), and afterwards validated (Ayuso-Mateos, J.L.

et al., 1999). The SF-36 survey questionnaire assessed eight domains of HRQoL (Alonso, J. et al., 1995): physical function, role-physical, bodily pain, general health, vitality, social function, role-emotional, and mental health. These domains were quantified from 0 to 100, where 0 corresponds to “very poor health” and 100 to “very good health”.

### **Evaluations and measuring instruments (Study 3)**

HRPF was assessed through the following morphological evaluations: height, weight, body mass index, estimated body fat by bioimpedance. The physical capacities assessed were the following: balance, agility, aerobic endurance, and the evaluation of knee and hip functions using goniometer and hand-held dynamometer to measure knee and hip strength and flexibility in flexion, extension and abduction movements. HRQoL was also evaluated according to the protocol described in study 2.

### **Statistical analysis**

All tests were completed using SPSS (version 15.0). An exploratory analysis using the Kolmogorov-Smirnov test was first performed to assess the normality of the score distribution for each variable. Basic statistical descriptors (mean and standard deviation) are presented for all variables. The significance level was set at  $p < 0.05$ .

### **Statistical analysis (Study 1)**

Having confirmed the normality of the sample, a one-factor ANOVA with a confidence interval of 95%, and Levene’s test for homogeneity of variance, were used to determine the differences between the pre- and post-test.

### **Statistical analysis (Study 2)**

Having confirmed the normality of the sample, a statistical comparison was conducted between the pre- and post-test scores using the paired *t*-test to evaluate the effects of the exercise programme.

### **Statistical analysis (Study 3)**

To evaluate the effects of the exercise program, a statistical comparison was conducted between the pre- and post-test scores using the paired *t*-test for the normally distributed variables, and the non-parametric Wilcoxon rank test for those variables failing the normality test.

### **Ethical principals**

All the studies were approved by the Bioethic Commission of the University of Extremadura, under the principles of the Declaration of Helsinki.

## **RESULTS**

### **Results (Study 1)**

Table 1 shows the results for HRPF, with basic descriptors in the pre-test and post-test, the F-statistic values of the ANOVA test, and the significance level in the HRPF variables. Significant differences were found in all the variables except height, weight, hip girth and body mass index.

### **Results (Study 2)**

For HRPF, differences were found only in estimated body fat (pre-test:  $36.68 \pm 7.30$  %; post-test  $34.73 \pm 6.97$  %;  $t = -3.811$ ;  $p = 0.001$ ) and anterior trunk flexibility (pre-test:  $-3.55 \pm 10.80$  cm; post-test  $-2.47 \pm 10.46$  cm;  $t = -2.995$ ;  $p = 0.042$ ).

From the results relating to HRQoL, significant differences were found in all the dimensions (Table 2).

## Swimming Science I

Table 1. Mean, standard deviation and one-factor ANOVA between pre- and post-test.

Variable	Pre		Post		F	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Height (m)	1.65	0.06	1.65	0.06	0.000	1.000
Weight (kg)	60.01	9.15	59.65	8.34	0.011	0.919
Hip girth (cm)	70.73	5.76	69.51	5.89	6.956	<b>0.019</b>
Waist girth (cm)	93.92	6.62	93.98	6.62	0.000	0.985
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	21.78	2.34	21.65	2.12	0.017	0.658
Hip-to-waist ratio	0.75	0.05	0.73	0.05	7.231	<b>0.007</b>
Est. body fat (%)	25.09	4.50	27.23	4.39	9.569	<b>0.000</b>
Anterior trunk flexibility (cm)	18.42	7.36	25.08	5.49	7.727	<b>0.000</b>
Grip strength (kg)	51.00	7.03	55.87	7.80	7.421	<b>0.001</b>
Abdominal endurance (rep)	54.50	15.49	66.58	14.32	5.938	<b>0.007</b>
Balance (attempts)	3.42	2.19	2.17	1.02	6.788	<b>0.017</b>
Est. VO <sub>2</sub> max (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	54.89	3.30	56.86	2.59	4.970	<b>0.049</b>

Est.=estimated, Max=maximal

Table 2. Summary of results of the HRQoL before (Pre) and after (Post) the low-impact aqua aerobic program. Data are mean and standard deviation, *t* (paired *t*-test) and significance levels (*p*).

Domain	Pre		Post		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Physical function	49.09	23.12	70.68	21.50	-3.230	<b>0.000</b>
Role – physical	19.31	35.29	60.22	38.31	-2.209	<b>0.000</b>
Bodily pain	31.59	15.62	43.04	19.32	-1.562	<b>0.012</b>
General health	32.45	20.16	43.63	21.04	-3.556	<b>0.002</b>
Vitality	34.43	20.35	41.36	19.34	-1.903	<b>0.030</b>
Social function	54.45	25.52	68.75	22.40	-3.447	<b>0.001</b>
Role – emotional	50.06	46.88	80.30	31.97	-3.301	<b>0.005</b>
Mental health	49.09	17.15	58.18	18.75	-2.132	<b>0.010</b>

### Results (Study 3)

Table 3 shows the results in relation to HRPF, with basic descriptors in the pre- and post-test, Student *t*-values, and the significance level in the HRPF variables. Significant differences were found in agility, right and left knee flexion ROM, hip extension and abduction strength, flexion of both knees, and right knee extension.

With regard to HRQoL results, no significant differences were found in any of the variables studied.

## Swimming Science I

Table 3. Basic descriptors (mean and typical deviation), Student *t*-values for related samples, and significance level of the components of HRPF.

Variable	Pret		Post		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Height (m)	1.52	0.06	1.52	0.06	-0.316	0.754
Weight (kg)	70.25	11.57	70.39	11.44	-0.695	0.493
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	30.34	5.59	30.39	5.66	-0.276	0.785
Estimated body fat (%)	41.04	7.02	41.99	5.94	-0.594	0.558
Balance (attempts)	2.46	1.71	2.96	3.16	-0.933	0.359
Agility (s)	6.38	1.84	7.08	1.76	-4.077	<b>0.000</b>
Endurance (m)	406.32	81.38	413	60.61	-0.574	0.571
Right hip flexion ROM (°)	65.35	14.77	61.21	15.29	1.542	0.135
Left hip flexion ROM (°)	63.57	19.99	59.60	19.74	1.170	0.252
Right hip extension ROM(°)	12.35	5.73	12.92	7.19	-0.428	0.672
Left hip extension ROM (°)	11.57	5.30	12.10	6.05	-0.596	0.556
Hip abduction ROM (°)	64.10	21.18	70.20	21.45	-1.899	0.056
Right knee flexion ROM (°)	95.53	13.76	101.64	15.84	-2.910	<b>0.007</b>
Left knee flexion ROM (°)	91.25	16.36	102.10	16.70	-4.251	<b>0.000</b>
Right hip flexion strength (N)	103.75	20.99	103.89	28.51	-0.022	0.983
Left hip flexion strength (N)	101.00	20.90	107.82	27.47	-1.243	0.224
Right hip extension strength (N)	81.20	22.34	90.60	31.37	-2.408	<b>0.023</b>
Left hip extension strength (N)	84.28	24.72	99.00	31.81	-3.128	<b>0.004</b>
Right hip abduction strength (N)	123.00	33.91	141.32	35.92	-3.420	<b>0.002</b>
Left hip abduction strength (N)	123.25	37.58	140.53	38.78	-3.130	<b>0.004</b>
Right knee flexion strength (N)	75.73	17.74	95.50	24.30	-6.409	<b>0.000</b>
Left knee flexion strength (N)	72.14	18.51	92.17	24.50	-4.538	<b>0.000</b>
Right knee extension strength (N)	115.11	27.46	130.03	39.00	-2.536	<b>0.018</b>
Left knee extension strength (N)	116.84	29.18	121.84	31.79	-1.082	0.289

ROM= range optimal of movement

## DISCUSSION

### Discussion (Study 1)

In the light of the results, the improvement obtained in HRPF is surprising considering the short duration of the programme (2 weekly sessions over 4 weeks), which contradicts the general recommendation of a minimum of three days a week for the improvement in health and physical condition parameters (ACSM, 1995). It was observed that two weekly sessions with suitable intensity can produce beneficial effects, as has been found in other similar studies in young people (Baquet, G., et al, 2002). It is important, however, to take into account that the participants in our study are moderately active as well as young, and this could bear some relation to the celerity of the improvement (Berglund, B., 2005).

With regard to evaluation of body composition through estimated body fat, a significantly important difference was produced in the post-test (7.9%), in agreement with other studies in which physical activity is very important for reducing levels of fat weight on the short term (Tsai, A.C. et al., 2003).



## Swimming Science I

In the evaluation of physical capacities, the results for anterior trunk flexibility show significantly high values (3.1%) similar to the results of other studies on the Spanish population (Alonso, A., 2002), and slightly higher than those on the North American population (Adams, K.J., et al., 2001). The results for grip strength show an improvement (8.71%) which is lower than that in studies where a physical conditioning programme is combined with strength training over four months (31.5%) (Alonso, A., 2002). Abdominal endurance showed a significant improvement (22.2%), much higher than in other studies, which found no significant differences (Taunton, J.E. et al., 1996). On analysing balance, we can see that it also improved (26.5%), though this value was much lower than that obtained with young university sportspeople in the same study (46.1%) (De Bisschop, C., et al., 1998). Finally, data on estimated  $\text{VO}_2$  maximal show a significant improvement (3.6%), which is similar to that found in laster aquatic programmes (Saavedra, J.M. et al., 2007).

### Discussion (Study 2)

After the application of the programme significant improvements in HRF were only found in body fat percentage (5.3%) and anterior trunk flexibility (30.4%). These data are in disagreement with previous studies. Which reported improvements not only in these variables but also in aerobic strength in aquatic physical exercise programmes (Mannerkorpi, K. et al., 2002) or in a combination of aquatic and land programmes over 12 weeks (Meiworm, L. et al., 2000). It should be noted, however, that the methodology used to evaluate aerobic strength in those studies was different from that employed in the present paper.

For HRQoL, the post-test values for all the dimensions of the questionnaire show improvements which are significant, and in some cases, spectacular: role-physical (211.2%), role-emotional (60.5%), physical function (43.1%), bodily pain (36.2%), general health (34.5%), social function (26.3%), vitality (20.1%), and mental health (18.6%). All the dimensions improved to a greater extent than those reported in other studies based on a 6 or 24 month programme of aquatic exercises combined with an educational programme (Mannerkorpi, K. et al., 2002). Finally, some studies report a diminishing of bodily pain after a physical activity programme (Meiworm, L. et al., 2000; Altan, L. et al., 2004), with results which coincide with ours despite the use of different methodologies to evaluate pain.

### Discussion (Study 3)

In range optimal of movement, we found improvements in knee flexion movements (right 6.4%, left 11.9%). These data coincide with previous studies carried out in aquatic media which reported improvements both in the right knee (5.9%) and the left (5.6%) (Davey, R.C. & Cochrane, T. 2004), also in balneotherapy programmes (3.4% improvement), and in running water (4% improvement). Since this would seem to indicate that aquatic programmes produce a higher mobility in the articulation of the knee, we believe that we should reconsider our initial hypothesis.

With regard to strength, significant improvements were found in hip extension (right 11.6%, left 11.5%), which coincides with previous studies undertaken in aquatic medium (right hip 13.0%, left 12.3%) (Hinman, R.S. et al., 2007). For hip flexion strength no significant differences were found, as was also the case in this study (Hinman, R.S. et al., 2007). On the other hand, important significant differences were recorded for knee flexion strength (right 26.1%, left 27.8%). These data coincide with previous studies in which a programme of hydrotherapy also reported improvements (Foley A., et al., 2003). Looking now at the results on knee extension strength, our data are surprising, since significant differences were only observed in the right knee (13.0%). These results disagree with various studies which report improvements in both knees after a programme of rehabilitation exercises of 5 weeks duration and a frequency of 2 weekly sessions (33.2%) (Hurley, M.V. & Scott, D.L., 1998). Other programmes carried out in the home have reported an increase in extension strength of both the right knee (20%) and the left (40%) (Roding, H. et al., 1998).

Finally, our results for HRQoL do not present significant differences, unlike several studies which have shown improved health-related quality of life following the application of a

## Swimming Science I

programme of rehabilitation exercises (Mc Carthy, C.J. et al., 2004) or programmes based on circuit training (Thorstensson, C.A. et al., 2005).

### CONCLUSIONS

All the conclusions presented here should be interpreted with caution, because there was no control group, and the practice of physical activity in daily life was not evaluated also. Nevertheless, the fact that the subjects had not previously involved in a physical exercise programme, and the duration of the programme, minimize this possible bias. Future studies therefore should be randomized and include a control group.

#### Conclusion (Study 1)

The conclusions of study 1 are: (1a) an aqua aerobic programme of very short duration was shown to be effective for the loss of body fat and, (1b) improvements were obtained in most of the parameters of HRPF in young healthy women, especially in strength, flexibility and balance.

#### Conclusion (Study 2)

The conclusions of study 2 are: (2a) the application of a low-impact aqua aerobic programme produces a diminishing of estimated body fat and an increase in flexibility, thus permitting patients with fibromyalgia to carry out their daily activities in a more independent fashion and (2b) the patients experienced an improvement in quality of life in all the dimensions analysed.

#### Conclusion (Study 3)

The conclusions of study 3 are: (3a) an improvement existed in range optimal of movement of knee flexion movement in patients with coxarthrosis and gonarthrosis. This improvement was not observed in any of the hip movements, perhaps because of the number of exercises on articulation of the knee was slightly higher compared to those on the hip; (3b) strength levels improved both in the knee (except in left knee extension) and in the hip (except in flexion movement); (3c) the physical conditioning programme in water was not shown to be effective in improving health-related quality of life, perhaps due to the fact that the dimensions of quality of life depend on the perception of the individual, and that with small study samples such as ours variability is greater.

### REFERENCES

- Adams, K.J., Swank, A.M., Berning, J.M., Sevene-Adams, P.G., Barnard, K.L. & Shimp-Bowerman, J. (2001) Progressive strength training in sedentary, older African American women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1567-1576.
- Alonso, A. (2002). Condición física, actividad física y salud: efectos del envejecimiento y del entrenamiento en mujeres. *Tesis doctoral*. Universidad de Oviedo.
- Alonso, J., Prieto, L. & Antó, J.M. (1995). La versión española del SF-36 Health Survey (cuestionario de salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Medicina Clínica*, 104, 771-776.
- Alonso, J., Regidor, E., Barrio, G., Prieto, L., Rodríguez, C. & De la Fuente, L. (1998). Valores poblacionales de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36. *Medicina Clínica*, 111, 410-416.
- Altan, L., Bingol, U., Aykac, M., Koc, Z. & Yurtkuran, M. (2004). Investigation of the effects of pool-based exercise on fibromyalgia syndrome. *Rheumatology International*, 24, 272-277
- Altman, R.D., Asch, E., Bloch, D., Bole, G., Borenstein, D. & Brandt, K. (1986). Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis and Rheumatism*, 29, 1039-1049.
- American College of Sports Medicine (1995). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore: Williams & Williams.
- Ayuso-Mateos, J.L., Lasa, L., Vázquez-Barquero, J.L., Oviedo, A. & Díaz-Manrique, J.F. (1999). Measuring health status in psychiatric community surveys: internal and

## Swimming Science I

- external validity of the Spanish version of the SF-36. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 99, 26-32.
- Baquet, G., Berthoin, S. & Van Praagh, E. (2002) Are intensified physical education sessions able to elicit heart rate at a sufficient level to promote aerobic fitness in adolescents? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 282-288.
- Berglund, B. (2005) "Unfair" effect of physical activity. Physically inactive individuals must exercise for a longer period to achieve the preventive targets. *Lakartidningen*, 102, 3456-3458.
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics.
- Bouchard, C., Shepard, R.J. & Stephens, T. (1994). *Physical activity, fitness, and health*. Champaign: Human Kinetics.
- Davey, R.C. & Cochrane, T. (2004). Community rehabilitation for older adults with osteoarthritis of the lower limb: a controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 18, 92-101.
- De Bisschop, C., Darot, D. & Ferry, A. (1998) Aptitude physique de jeunes adultes sportifs. *Science et Sports*, 13, 265-268.
- Devereux, K., Robertson D. & Briffa, N.K. (2005). Effects of a water-based program on women 65 years and over: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51, 102-108.
- Devís, J. & Peiró, C. (1993). La actividad física y la promoción de la salud en niños-as y jóvenes: la escuela y la Educación Física. *Revista de Psicología del Deporte*, 4, 71-86.
- Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T. & Crotty, M. (2003). Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis- a randomised controlled trial comparing a gym based and hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of Rheumatic Diseases*, 62, 1162-1167.
- Hinman, R.S., Heywood, S.E. & Day, A.R. (2007). Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single blind randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 87, 32-43.
- Laukkanen, T.K., Kukkonen-Harjula, P., Oja, M.E., Pasanen, I. & Vuori, M. (2000). Prediction of change in maximal aerobic power by 2-km walk test walking training in middle-aged adults. *International Journal of Sport Medicine*, 21, 113-116.
- Mannerkorpi, K., Ahlmen, M. & Ekdahl, C. (2002). Six- and 24-month follow-up of pool exercise therapy and education for patients with fibromyalgia. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 31, 306-310.
- McCarthy, C.J., Mills, P.M., Pullen, R., Richardson, G., Hawkins, N., Roberts, C.R., Silman, A.J. & Oldham, J.A. (2004). Supplementation of a home-based exercise programme with a class-based programme for people with osteoarthritis of the knees: a randomised controlled trial and health economic analysis. *Health Technology Assessment*, 8:46-52.
- Meiworm, L., Jakob, E., Walker, U.A., Peter, H.H. & Keul, J. (2000). Patients with fibromyalgia benefit from aerobic endurance exercise. *Clinical Rheumatology*, 19, 253-257.
- Myers, J., Kaykha, A., George, S., Abella, J., Zaheer, N., Lear, S., Yamazaki, T. & Froelicher, V. (2004). Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *American Journal of Medicine*, 117, 912-918.
- Oken, B.S., Zajdel, D., Kishiyama, S., Flegal, K., Dehen, C., Haas, M., Kraemer, D.F., Laerence, J. & Leyva, J. (2006) Randomized controlled six-month trial of yoga in healthy seniors: effects on cognition and quality of life. *Alternative Therapy Health Medicine*, 12: 40-47.
- Roding, H., Bobow-Nielsen, B., Jensen, B., Moller, H.C., Frimodt-Moller, H. & Bilddal, H. (1998). The Effects of a Physical Training program on patients with osteoarthritis of the knees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, 1421-1427.
- Rodríguez, F.A. (1996). Versión española del Cuestionario de Aptitud para la actividad física (C-AAF/rPAR-Q). *Archivos de Medicina del Deporte*, 13:63-68.

## Swimming Science I

- Rodríguez, F.A., Gusi, N., Valenzuela, A., Nàcher, S., Nogués, J. & Marina, M. (1995a). Batería AFISAL-INEFC de valoración de la condición física relacionada con la salud en adultos. En *II Congreso de las Ciencias del Deporte, la Educación Física y la Recreación*. Lleida: INEFC-Lleida, Universitat de Lleida
- Rodríguez, F.A., Gusi, N., Valenzuela, A., Nàcher, S., Nogués, J. & Marina, M. (1995b). Valoración de la condición física relacionada con la salud en adultos: la batería AFISAL-INEFC. In: *VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte. VI Congreso Nacional de FEMEDE* (p.352). Granada: FEMEDE
- Rodríguez, F.A., Gusi, N. & Nàcher, S. (1996). Reliability and feasibility of a health-related fitness test battery for adults: the AFISAL-INEFC test battery. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science* (pp.772-773). Nice: ECSS
- Saavedra, J.M., De la Cruz, E., Escalante, Y., & Rodríguez, F.A. (2007). Influence of a medium-impact aquaerobic program on health-related quality of life and fitness level in healthy adult females. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (en prensa).
- Tabernerero, B., Villa, J.G., Márquez, S. & García, J. (2000). Cambios en el nivel de condición física relacionada con la salud en mujeres participantes en un programa municipal del baile aeróbico. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 61, 74-79.
- Taunton, J.E., Rhodes, E.C., Wolski, L.A., Donely, M., Warren, J., Elliot, J., McFarlane, L., Leslie, J., Mitchell, J. & Lauridsen, B. (1996). Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65-75 years. *Gerontology*, 42, 204-210.
- Thorstensson, C.A., Roos, E.M., Petersson, I.F. & Ek Dahl, C. (2005). Six week high-intensity exercise program for middle-aged patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Musculoskeletal Disorders*, 6, 123-129.
- Thomas, S., Reading, J. & Shephard RJ (1992) Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sports Sciences*, 17, 338-345.
- Tsai, A.C., Sandretto, A. & Chung, Y.C. (2003) Dieting is more effective in reducing weight but exercise is more effective in reducing fat during the early phase of a weight-reducing program in healthy humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14, 541-549.
- Valenzuela, A. & Rodríguez, F.A. (2001). Physical activity and health-related physical fitness: activity-related validity of the AFISAL-INEFC test battery. In J. Mester, G. King & H. Strüder (Eds). *Proceedings of the, 6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science* (p.1046). Cologne: ECSS, Sport und Buch Strauss.
- Ware, J.E. & Sherbourne, C.D. (1992) The Medical Outcome Study (MOS) 36-item short form health survey (SF-36) I: conceptual framework and item selection. *Medicine Care*, 30, 473-483.
- Wolfe, F. (1990) The American College of Rheumatology 1990. Criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the multicenter criteria committee. *Arthritis and Rheumatism*, 33, 160-172.
- Yurtkuran, M., Alp, A., Nasircilar, A., Bingöl, Ü., Altan, L. & Sarpdere, G. (2006). Balneotherapy and tap water therapy in the treatment of knee osteoarthritis. *Rheumatology International*, 27, 19-27.

### ACKNOWLEDGEMENTS

Study 1 was financed by the European Social Funds and the Consejería de Economía Comercio e Innovación, Junta de Extremadura (2PR03C003). Study 2 was financed by the University of Extremadura (A7\_42). The authors wish to thank Mr. James McCue for revising the English text, and each and every one of the participants in these studies.

### POTENCIA ESPECIFICA Y SU APLICACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO DE NADADORES

Fernando Navarro

F.C.C. D. Universidad de Castilla La Mancha, Toledo, España.

#### RESUMEN

Son numerosos los estudios que han demostrado la importancia de la potencia de nado en el rendimiento de natación. Muchos estudios han registrado que la fuerza muscular de las extremidades superiores y/o la potencia ejercida correlacionan altamente con la velocidad de nado desde los 23 a los 500 metros. Los primeros estudios que estudiaron el impacto del entrenamiento con resistencias sobre el rendimiento de nado utilizaron participantes desentrenados. Debido a que muchos de estos estudios no incluyeron un grupo de control o no facilitaron información sobre el tipo de régimen de ejercicio utilizado como estímulo de entrenamiento, sus datos son difíciles de interpretar. Los datos de estudios mejor controlados indicaron que el entrenamiento tradicional con resistencias o el nado combinado con entrenamiento con resistencias no fueron más efectivos que el entrenamiento de nado en la mejora del rendimiento de nado en individuos sedentarios. Otros estudios más recientes indican que el entrenamiento tradicional con resistencia o el entrenamiento combinado de nado y con resistencias no mejoran la resistencia en nadadores de competición. Por el contrario, el entrenamiento combinado de natación y con resistencia de nado específico, particularmente si se ejecuta en el agua, mejora la velocidad de competición del nadador sobre distancias hasta 200. Los efectos de entrenamiento combinado de nado y con resistencias en el agua sobre el rendimiento en pruebas más largas es desconocido. Curiosamente, el entrenamiento con resistencia tradicional y con nado específico en seco indujeron mayores ganancias de fuerza en las extremidades superiores que en el entrenamiento con resistencias en el agua, mientras que la última modalidad de entrenamiento más favorablemente impactó sobre aquellos factores asociados con la mecánica del estilo, tales como la fuerza de brazada y la distancia por brazada. Estos datos apoyan la conclusión de que la mecánica del estilo en natación es un factor importante para el éxito de nado, e implica que pueden ser más importantes que la fuerza de las extremidades superiores en la determinación de la velocidad de nado

**Palabras clave:** potencia, natación, especificidad, entrenamiento.

#### INTRODUCCIÓN

La cantidad de potencia generada por una persona depende de dos importantes componentes: la velocidad y la fuerza. Así pues, un nadador potente será capaz de transformar la energía física en fuerza a un ritmo rápido.

Al igual que en la carrera, el ciclismo o el remo, la fuerza dinámica es un componente determinante en el rendimiento de natación. Muchos estudios han registrado que la fuerza muscular de las extremidades superiores y/o la potencia ejercida correlacionan altamente con la velocidad de nado desde los 23 a los 500 metros, con coeficientes de correlación media que van de 0.87 para la distancia más corta a 0.63 para la distancia más larga (Costill et al, 1980; Hawley et al, 1991; Sharp et al, 1982; Toussaint et al, 1990).

#### RELACION DE LA POTENCIA Y EL RENDIMIENTO EN NATACIÓN

El 86% del rendimiento en 25 metros a máxima velocidad utilizando el estilo crol se produce como resultado de la fuerza y la capacidad de desarrollar potencia de los nadadores. Para el nadador de distancias mayores, la componente de fuerza es progresivamente menor. En 100, 200 y 400 metros, la contribución de fuerza muscular desciende a 74, 72 y 58% respectivamente. (Costill, Maglischo and Richardson 1992).

La importancia de la potencia de los brazos ha sido destacada en numerosos estudios en los que las mejoras en el rendimiento en natación estaban asociadas con el aumento de la

potencia (Costill et al. 1980; Costill et al. 1983; Costill et al. 1985; Crowe et al. 1999; Sharp et al. 1982; Toussaint & Vervoorn 1990). Sin embargo, los estudios para demostrar una relación entre la potencia de nado en el banco isocinético y la velocidad de nado han producido resultados contradictorios. Algunos han mostrado una relación significativa entre las dos (Hawley y Williams, 1991; Sharp, Troup y Costill, 1982), mientras que otros no han demostrado la existencia de relación (Dopsaj et al., 1999; Johnson, Sharp y Hedrick, 1993). Esto posiblemente sea debido al hecho de que la medición de la potencia se haga fuera del agua, aunque sea simulando la acción de los brazos. Esta idea parece consistente con los resultados de otros estudios en los que se ha medido la potencia en el agua. Nuestro equipo presentó recientemente los resultados de un estudio en el que se demostraba una elevada correlación entre la potencia máxima de nado medida de forma más específica con la velocidad en 20 metros lanzados en los cuatro estilos (Arija et al, 2005). En otro estudio más reciente hemos demostrado que el nivel de rendimiento de los nadadores en su especialidad está influenciado por la potencia máxima y la carga máxima de arrastre (Judez et al, 2007) Otro estudio de Costill et al. (1986) encontró que la correlación de la potencia medida en tierra y el rendimiento de sprint fue de  $r=0.24$ , mientras que la correlación entre potencia en el agua medida con un dispositivo isocinético con un cable atado al nadador, mostraron una relación de  $r=0.84$  con el rendimiento de sprint.

En un estudio realizado sobre 382 nadadores de elite participantes en los Campeonatos Nacionales U.S.A., no se encontraron correlaciones significativas entre la potencia medida en el banco isocinético y el rendimiento en ninguna prueba de ambos sexos. Sin embargo, los velocistas (50 a 100m) fueron más potentes, los nadadores mediodondistas (200 a 400 m) mostraron una potencia intermedia y los fondistas (1500 m) fueron los menos potentes. Estos hallazgos demuestran que entre una población homogénea de nadadores de elite, las medidas en tierra de potencia máxima no pueden discriminar entre las variedades de rendimiento competitivo (Sharp, 1986).

Estos estudios indican que la capacidad para generar potencia en forma de movimiento específico parece ser necesaria para el rendimiento de alta competición. Sin embargo, en el nivel de elite, la potencia no actúa como una variable independiente en la determinación del rendimiento del nadador. Es posible que factores tales como la capacidad para aplicar potencia para la propulsión en la forma más eficiente y efectiva estén más relacionados con el rendimiento. Es también posible que las demandas de potencia sean lo suficiente diferentes entre nadadores de elite según la cantidad de resistencia activa que experimentan cuando nadan en velocidades de competición. Por ejemplo, para alcanzar y mantener la misma velocidad, un nadador de elite con una resistencia activa relativamente mayor necesitaría mayor potencia que el nadador con una resistencia activa menor. Así pues, la capacidad para medir la resistencia activa y mejorarla debería ser imperativo de nuestra comprensión de las necesidades de entrenamiento específico del nadador que se esfuerza en competir a nivel de elite (Sharp, 2000).

### **EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO EN NATACIÓN**

El entrenamiento con resistencias, mediante su capacidad para aumentar la fuerza muscular y la potencia anaeróbica pueden mejorar el rendimiento de nado de resistencia. Tal como ha ocurrido con la carrera y el ciclismo, los primeros estudios que estudiaron el impacto del entrenamiento con resistencias sobre el rendimiento de nado utilizaron participantes desentrenados. Debido a que muchos de estos estudios no incluyeron un grupo de control o no facilitaron información sobre el tipo de régimen de ejercicio utilizado como estímulo de entrenamiento (Costill et al, 1980; Davis, 1955; Nunney, 1960), sus datos son difíciles de interpretar. Los datos de estudios mejor controlados indicaron que el entrenamiento con resistencias tradicional o el nado combinado con entrenamiento con resistencias no fueron más efectivos que el entrenamiento de nado en la mejora del rendimiento de nado en individuos sedentarios.

Por ejemplo, Thompson and Stull (1959) observaron una mejora significativa en el rendimiento de nado como resultado de un entrenamiento combinado con resistencias y con natación, pero el grupo de entrenamiento de solo natación (o grupo control) aumentó el

## Swimming Science I

rendimiento más que el grupo de entrenamiento combinado. Estos resultados son apoyados por un artículo donde se señala que no hubo diferencias entre el grupo de entrenamiento de solo natación y el grupo de entrenamiento combinado de entrenamiento con resistencias y natación en un test de nado de resistencia de 15 minutos (Nunney, 1960).

Recientemente, los efectos combinados de entrenamiento con resistencias tradicional y natación fueron examinados utilizando nadadores universitarios de competición americanos (Tanaka et al, 1993). Aunque el entrenamiento combinado aumento la fuerza de las extremidades superiores aproximadamente 30%, no produjo tiempos de velocidad más rápidos o niveles de lactato más bajos en velocidades submáximas más bajas comparadas con el entrenamiento de natación. Se había especulado que la ganancia de fuerza inducida por un programa de entrenamiento con resistencias no se traducía en un mejor rendimiento debido a que el estilo de nado es altamente técnico, por ejemplo, el entrenamiento con resistencias tradicional no es lo suficiente específico para mejorar el rendimiento de nado. Esta hipótesis está apoyada por los datos que muestran que el entrenamiento de nado específico en agua combinado con entrenamiento con resistencias mejora más que la natación solo o el entrenamiento combinado de nado y con resistencias tradicional en los nadadores de competición (Toussaint et al, 1990; Kiselev, 1991). En estos estudios el ejercicio con resistencias específico de nado comprenden el entrenamiento en banco isocinético, la natación en hidrocanales contra corriente y en aparatos dentro del agua en los que los nadadores empujan o resisten mientras nadan. Otros datos también mostraron que el entrenamiento con resistencias en el agua en niños bien acondicionados eran más beneficiosos que el entrenamiento con resistencia en tierra (Bulgakova et al, 1990). Los datos de los estudios ya mencionados indican que el entrenamiento con resistencias tradicional o el entrenamiento combinado de nado y con resistencias no mejoran la resistencia en nadadores de competición. Por el contrario, el entrenamiento combinado de natación y con resistencia de nado específico, particularmente si se ejecuta en el agua, mejora la velocidad de competición del nadador sobre distancias hasta 200 metros (Toussaint et al, 1990). Los efectos de entrenamiento combinado de nado y con resistencias en el agua sobre el rendimiento en pruebas más largas es desconocido. Curiosamente, el entrenamiento con resistencia tradicional y con nado específico en seco indujeron mayores ganancias de fuerza en las extremidades superiores que en el entrenamiento con resistencias en el agua, mientras que la última modalidad de entrenamiento más favorablemente impactó sobre aquellos factores asociados con la mecánica del estilo, tales como la fuerza de brazada y la distancia por ciclo brazada (Toussaint et al, 1990; Tanaka et al, 1993; Bulgakova et al, 1990). Estos datos apoyan la conclusión de que la mecánica del estilo es un factor importante para el éxito del nadador, e implica que pueden ser más importantes que la fuerza de las extremidades superiores en la determinación de la velocidad de nado ((Toussaint et al, 1990; Tanaka et al, 1993; Bulgakova et al, 1990; Costill et al, 1985).

### BIBLIOGRAFÍA

- Arija, A; Muñoz, V; Judez, J.L; Juarez, D; Ureña, G; González, J.M; Llop, F; Navarro, F (2005) "Relationship of swimming power to sprint performance in swimming strokes" 10<sup>o</sup> ECSS Congress. Belgrado. Serbia. p126-127
- Bulgakova, N.Z., Vorontsov, A.R, Fomichenko, T.G.(1990). Improving the technical preparedness of young swimmers by using strength training. *Soviet Sports Review*; 25 (2): 102-4
- Costill D, Sharp R, Troup J.(1980). Muscle strength: contributions to sprint swimming. *Swimming World*; 21: 29-34
- Costill DL, Maglischo E.W and Richardson AB (1992). *Handbook of Sports Medicine and Science - Swimming*. Blackwell Scientific Publications.
- Costill, D. (1993). The secret to a powerful freestyle. <http://www.usms.org/articles/article-display.php?a=108> .
- Costill, D. L., King, D. S., Holdren, A., & Hargreaves, M. (1983). Sprint speed vs. swimming power. *Swimming Technique*, May-July, 20-22.

## Swimming Science I

- Costill, D. L., Sharp, R., & Troup, J. (1980). Muscle strength: Contributions to sprint swimming. *Swimming World*, 21, 29-34.
- Costill, D.L., Kovaleski, J., Porter D., et al (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middledistance events. *International Journal of Sports Medicine*; 6 (5): 266-70
- Costill, D.L., Rayfield, R., Kirwan, J., Thomas, R.A. (1986). A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *Journal of Swimming Research*, 2, 16-19
- Crowe, S. E., Babington, J. P., Tanner, D. A., & Stager, J. M. (1999). The relationship of strength and dryland power, swimming power, and swim performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5), Supplement abstract 1230.
- Davis J.F.(1959). Effects of training and conditioning for middle distance swimming upon various physical measures. *Research Quaterly*; 30 (4): 399-412
- Davis, J.F.(1955). The effect of weight training on speed in swimming. *Physical Educator*, 12: 28-9
- Dopsaj, M.; Milosevic, I.; Moatkovic, I.; Arlov, D.; Blagojevic, M. (1999). The relation between sprint ability in freestyle swimming and force characteristics of different muscle groups. En: Keskinen, K.L.;
- Dudley, G.A.; Djamil, R..(1985), Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise, Abstract, *Medicine and Science in Sports and Exercise*17(2):184
- Hawley J.A., Williams M.M.(1991) Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International Journal of Sports*; 12 (1): 1-5
- Johnson, R.E.; Sharp, R.L.; Hedrick, C.E. (1993). Relationship on swimming power and dryland power to sprint freestyle performance. A multiple regression approach. *Journal of Swimming Research*, 9:10-14
- Judez, J.L; Díaz, G; Muñoz, V.E.; Carrasco, M; Villarino, S; Clemente, V; Oca, A; Navarro, F. (2007). Diferencias en la potencia específica de nado en función del nivel de rendimiento de los nadadores. Comunicación presentada en el XXVII Congreso de Natación y Actividades Acuáticas. Valencia, 19-21 de Octubre 2007
- Kiselev, A.P.(1991). The use of specific resistance in highly qualified swimmers' strength training. *Soviet Sports Review*; 26 (3): 131-2
- Morrison, L.; Peyrebrune, M.; Folland, J. (2005). Resisted-swimming training improves 100 m freestyle performance in elite swimmers (abstract). *Journal of Sports Sciences*, 23, (11 & 12), 1149 - 1303
- Nunney, D.K.(1960). Relation of circuit training to swimming. *Research Quaterly*; 31 (2): 188-98
- Oxford Dictionary of Sports Science . Oxford University Press, 1998, 2006, 2007. Answers.com 22 Aug. 2007. <http://www.answers.com/topic/power-623>
- Sharp, R.L. (1986). Muscle strength and power as related to competitive swimming. *Journal of Swimming Research*, 2:5-10
- Sharp, R.L. (2000). Physiology of Swimming. En: Garret, W.E., Kirkendall, D.T., *Exercise and Sport Science*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 895-917
- 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, 53-56.
- Tanaka H and Swensen T (1998). Impact of resistance training on endurance performance - A new form of cross-training? *Sports Medicine* 25(3):191-200.
- Tanaka, H., Costill, D.L., Thomas, R., et al.(1993) Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 25 (8): 952-9
- the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine* 11, 228-233.
- Thompson, H.L., Stull, G.A.(1959). Effects of various training programs on speed of swimming. *Research Quaterly* 1959; 30 (4): 479-85
- Toussaint, H.M. and Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in
- Toussaint, H.M., Vervoorn K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports*; 11 (3): 228-33



### ENTRENAMIENTO DE NADADORES PARALÍMPICOS: ESTUDIO DE UN CASO.

Javier de Aymerich

F.CC.A.F.y D. Universidad del País Vasco. España.

#### PARALYMPIC SWIMMERS TRAINING: CASE STUDY

**ABSTRACT:** Training, assessment and checking systems used by paralympic swimmers are more and more similar to those of conventional swimmers. There are obvious differences in the functionality of both groups of sportspersons and within the population of disabled swimmers there is an endless number of different residual skills. These are the ones we must know to design training in order to maximize its adaptation. This paper describes a practical experience with an international paralympic swimmer suffering from brain paralysis. It focuses on the assessment and checking of the training as well as of his physical and physiological condition. The tests and standards carried out, both at technical and conditional level are described trying to find out patterns for the training. We also show some data about biological condition values that make a difference with the conventional population. These are the values that force us to adapt patterns and standardized training models to the unique characteristics of each swimmer suffering from a functional disability.

**KEY WORDS:** swimming, performance, brain paralysis, training assessment, functional disabled

**RESUMEN:** Los sistemas de entrenamiento, evaluación y control utilizados por los nadadores paralímpicos se asemejan cada vez más a los de los nadadores convencionales. Existen evidentes diferencias en la funcionalidad entre los dos grupos de deportistas y dentro de la población de nadadores con discapacidad hay un sinfín de capacidades residuales diferentes que son las que debemos conocer para poder diseñar los entrenamientos de modo que el aprovechamiento del mismo sea óptimo. El presente trabajo trata sobre la experiencia práctica con un nadador paralímpico de nivel internacional afectado de parálisis cerebral. Se centra en la valoración y control del entrenamiento, de sus aptitudes físicas y de su estado fisiológico. Se describen los test que se realizan tanto a nivel técnico como condicional tratando de aportar en función de sus resultados, pautas para el entrenamiento. También se aportan datos sobre valores de condición biológica que marcan la diferencia con la población convencional y que nos obligan a “adaptar” las pautas y modelos estandarizados de entrenamiento a las características propias de cada nadador con discapacidad funcional.

**PALABRAS CLAVE:** Natación, rendimiento, parálisis cerebral, discapacidad funcional, control del entrenamiento,

#### INTRODUCCIÓN

El deporte paralímpico se va aproximando cada vez más en todos los aspectos al deporte olímpico, de hecho, la denominación oficial de los próximos juegos son “Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Pekín 2008”. Ya han quedado lejos esas fechas en las que los deportistas con discapacidad competían como exhibición o como reivindicación de algunos derechos. Actualmente son muchos los países que dentro de su federación de natación incluyen una sección para personas con discapacidad sumándola a las ya habituales de waterpolo, sincro, saltos, salvamento acuático y larga distancia. Son estos países, los que aplican un

## Swimming Science I

tratamiento prácticamente igual a los deportistas con discapacidad que a los convencionales, los que están tomando la delantera en los medalleros internacionales.

Voy a reflejar una serie de experiencias sobre un caso único. Se trata de Richard Oribe Lumbreras<sup>1</sup> (figura 1). Nadador nacido en San Sebastián el 22 de Febrero de 1974 y que posee el mejor palmarés del mundo de los nadadores afectados de parálisis cerebral; 11 medallas en Juegos Paralímpicos, 12 medallas en campeonatos del mundo y además ha batido 27 veces récords del mundo entre las diferentes pruebas de 50m, 100m, 200m y 4x50m relevos todas en estilo libre. Lleva compitiendo al más alto nivel desde los Juegos de Barcelona 92 y su próxima gran cita es Beijín 2008. Su parálisis cerebral manifiesta una gran espasticidad<sup>2</sup>. Sin querer profundizar en detalles inherentes en su parálisis cerebral, si quiero al menos describir de forma sencilla sus “capacidades diferentes”. Dentro de su afectación motora de las cuatro extremidades, presenta una notable hemiparesia del lado izquierdo, es decir, mayor debilidad motora del brazo y pierna del mismo lado. Permanecer de pie le supone un gran esfuerzo debido a la alteración descrita, utilizando habitualmente una silla de ruedas o un triciclo como medio de locomoción. En el agua, el movimiento de piernas no es propulsivo (De Aymerich 2007) pero sirven como estabilizadores evitando oscilaciones laterales del cuerpo. En la tabla 1 podemos ver algunos datos referentes a las características de este nadador.

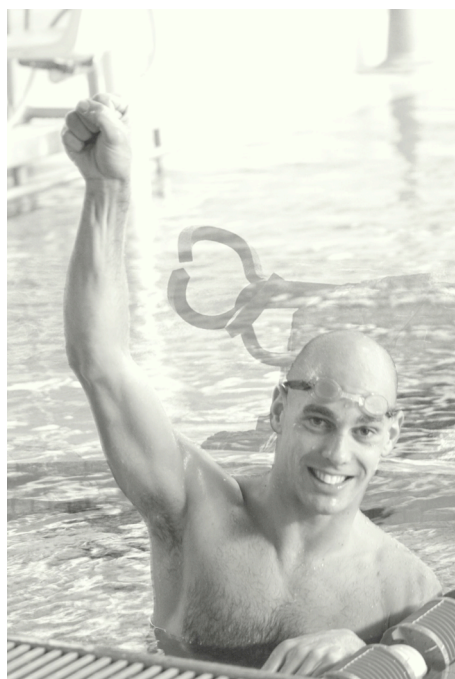


Figura 1. Richard Oribe; Campeón del mundo y campeón paralímpico de Natación en 50m, 100m, 200m y 4x50m estilo libre.



Figura 2. Realizando trabajo de tríceps en polea alta en el Centro de Entrenamiento de Gipuzkoa

Tabla 1. Valores promedio de algunas características en la temporada 2006 - 2007.

Edad (Años, meses)	Peso (Kg.)	Talla (cm.)	Envergadura (cm.)	% Graso <sup>3</sup>	VO <sub>2</sub> máx <sup>4</sup>
33,2	76,8	184,6	194,3	12,25	70,3ml/Kg./min.

<sup>1</sup> <http://www.richardoribe.com>

<sup>2</sup> La Espasticidad es una alteración caracterizada por una pérdida del balance entre la contracción y relajación de los músculos que lleva a un estado rigidez y espasmos musculares involuntarios resultantes de mínimos estímulos internos o externos.

<sup>3</sup> Estimado con el método Durnin

<sup>4</sup> Estimado mediante test en Vasa Swim Ergometer; <http://www.vasatrainer.com>; 3 minutos x 50, 100, 150, 200, 250 y 300 vatios.

## Swimming Science I

Desde hace 10 años, entrena en el club guipuzcoano Konporta Kirol Elkarteá utilizando planificaciones y métodos de trabajo convencionales. En este capítulo se describen los trabajos realizados con respecto al control del entrenamiento y su aplicación al mismo.

### CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y SU APLICACIÓN EN EL CASO A ESTUDIO

**Control de la técnica:** Realizamos análisis periódicos de control de la técnica tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo siguiendo en el primero de los aspectos las pautas descritas por Arellano (Arellano R. y col, 2001) y en el análisis cualitativo la observación de las filmaciones realizadas tanto aéreas como subacuáticas.

**Análisis cuantitativos:** Con los datos obtenidos a velocidad de prueba de 50m, 100m y 200m. tratamos de ajustar los tiempos de salida, de viraje y de llegada, así como los parámetros de nado en cuanto a longitud de ciclo (LC) y frecuencia de ciclo (FC). En la tabla 2 podemos ver un ejemplo de análisis cuantitativo para la prueba de 100m estilo libre sobre una distancia de 60m en piscina larga, en la que en la parte superior figura la meta propuesta para conseguir la medalla de oro en Beijing 2008 y en la parte inferior los valores realizados. En la figura 3 se muestra la planilla de recogida de datos utilizada por las FEDPC<sup>1</sup> y FEDMF<sup>2</sup> en las concentraciones realizadas previas a las paralympiadas de Atenas 2004. (De Aymerich 2006)

Tabla 2. Análisis cuantitativo sobre 60m. Objetivo distancia de 100m.

Variables	T	T15m.	T25m.	T50m	Tviraje	FC	LC
	10m						
Objetivo	6"25	9"85	18"75	40"35	13"15	48	1,55
Datos test 4 2004	6"34	10"90	19"24	42"40	14"28	45,1	1,50
Datos test 1 2007	6"30	9"98	18"90	41"05	13"80	46,5	1,52

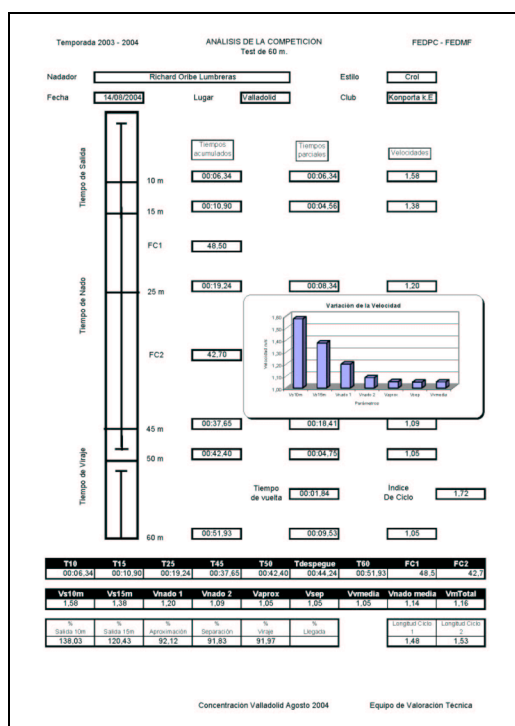


Figura 3: Planilla de recogida de datos y resultados de un análisis cuantitativo en una concentración previa a Atenas 2004



Figura 4: Algunos materiales utilizados en el control del entrenamiento

<sup>1</sup> Federación Española de Deportes de Paráliticos Cerebrales

<sup>2</sup> Federación Española de Deportes de Minusválidos Físicos

## Swimming Science I

Análisis cualitativos: Periódicamente se realizan filmaciones tanto por encima como por debajo del agua, para registrar las imágenes en un soporte informático<sup>1</sup> y su posterior análisis por parte del entrenador junto con el nadador. La cámara utilizada es una IP:68 CCTV SYSTEM<sup>2</sup> que se maneja desde el exterior mediante un soporte que puede ser manipulado por una sola persona. En la figura 5 podemos ver una serie e imágenes extraídas de una secuencia de vídeo en la que podemos mostrar al nadador el error que está cometiendo en esa fase concreta de nado. Los ejercicios de corrección se plantean conjuntamente con el nadador participando activamente en el diseño de los mismos.

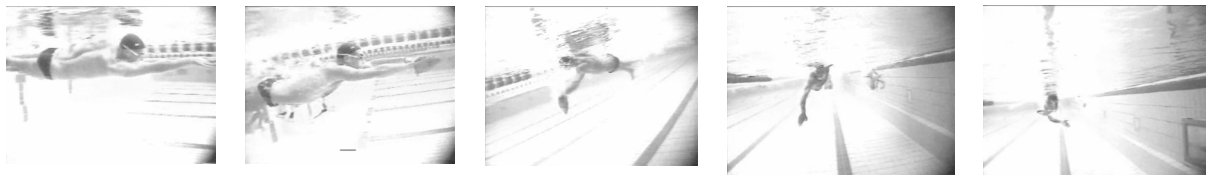


Figura 5: Imágenes subacuáticas fijas extraídas a partir de la grabación de vídeo

Control de las zonas de entrenamiento: Con el objeto de tener un conocimiento de cómo se van produciendo las adaptaciones del entrenamiento en cada zona y detectar si se producen interacciones negativas en alguna de ellas, realizamos unas evaluaciones después de cada ciclo tratando de que estos se reproduzcan siempre del mismo modo y controlando el mayor número de factores contaminadores; día de la semana, hora, comida previa, tipo de entrenamiento de víspera y calentamiento.

Control de la velocidad: Se trata de realizar 4 sprints de 25 metros con tres minutos de descanso. El tiempo<sup>3</sup> comienza en el momento en que los pies se despegan de la pared y se detiene cuando la cabeza pasa por una señal situada a 25 metros de dicha pared de salida. Los datos que se registran en dicho test son: Tiempo de 25m., FC y número de brazadas. El resultado final es el promedio de los 4 tiempos y de las 4 FC estimadas así como las sumas de los 4 tiempos y del nº total de brazadas. En la tabla 3 podemos ver la variación de los datos en la última temporada.

Tabla 3. Valores obtenidos en el test de velocidad 4x25m/3'.

Variables	15-XI-06	14-II-07	1-VI-07	31-X-07
Promedio 25m.	18"26	17"98	17"87	18"39
Suma 4x25m.	1'13"04	1'11"92	1'11"47	1'13"56
Promedio FC	49	49	52,3	51,8
Suma nº brazadas	118	120	114	119

De estos resultados se desprende de forma aislada que el ciclo de entrenamiento ha perjudicado notablemente a las capacidades de velocidad, sin embargo en una visión global se observa cómo ha habido notables mejoras en las zonas láctica y aeróbica como se reflejan en las tablas 4 y 5.

Control de aspectos anaeróbicos: Se trata de realizar 4 esfuerzos de 50m. a la máxima velocidad en la que el nadador es capaz de aguantar los cuatro esfuerzos con descansos de tres minutos. El tiempo comienza en el momento en el que los pies se despegan de la pared y se detiene en el momento en el que la mano toca la pared contraria tras recorrer el largo de la piscina de 50m. Los datos que se registran en dicho test son: Tiempo de 50m. FC y número de brazadas. El resultado final es el promedio de los 4 tiempos y de las 4 FC así como las sumas de los 4 tiempos y del nº total de brazadas. También se registra el valor

<sup>1</sup> Mobile Digital Video Recorder AV700 de ARCHOS

<sup>2</sup> Color submergible camera. Sony Chip Technology. CCTV System

<sup>3</sup> Split / Rate Watch Interval 2000 @ NK <http://www.nkhome.com>

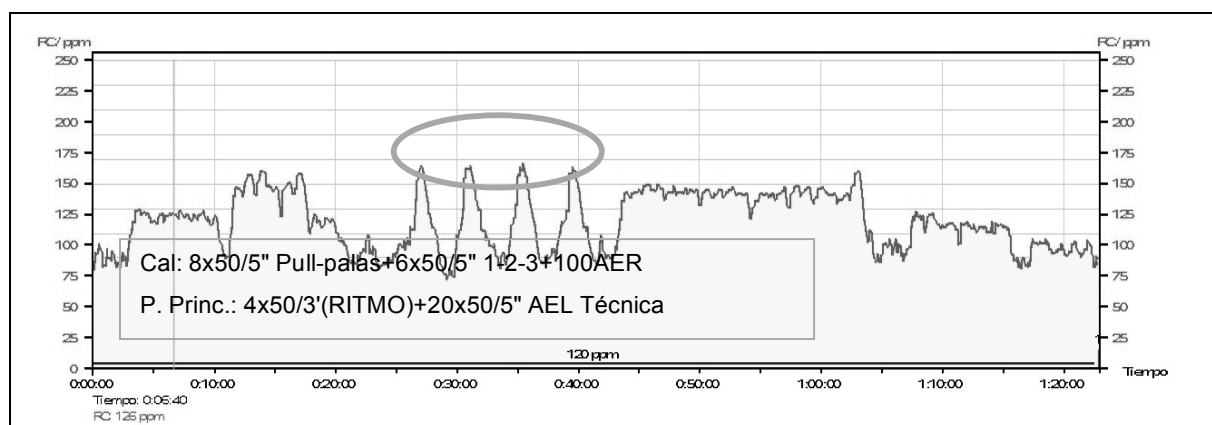
## Swimming Science I

mayor de lactato sanguíneo<sup>1</sup> de las dos muestras tomadas en los minutos 3 y 5 tras finalizar el último esfuerzo. En la tabla 4 podemos ver los datos en la última temporada.

Tabla 4. Valores obtenidos en el test anaeróbico 4x50m/3'.

Variabes	18-X-06	28-II-07	25-IV-07	20-06-07	31-10-07
Promedio 50m.	41"32	42"97	42"55	42"09	39"65
Suma 4x50m.	2'45"27	2'51"96	2'50"21	2'48"37	2'38"60
Promedio FC	45,8	45	46,1	50	47,4
Suma nº brazadas	245	259	265	264	248
La (mmol/l)	4,3	4,1	5,1	4,7	5

En muchas sesiones de entrenamiento, el nadador lleva colocado el pulsómetro<sup>2</sup> durante todo el tiempo de trabajo de modo que cuando llega a casa, vacía el contenido en el ordenador y él mismo valora las gráficas y datos que se han registrado, teniendo información inmediata sobre el tiempo que ha dedicado a las diferentes intensidades según la frecuencia cardiaca registrada (HR). En la figura 6 se representa la gráfica correspondiente a un entrenamiento donde se realiza al principio el test de ritmo. Se puede observar que pese a que el nadador realiza los 4 esfuerzos a una altísima intensidad, el tiempo de trabajo (39"65) no es suficiente para producir una respuesta que eleve la HR, siendo esta cercana a los 160 latidos/minuto. En este trabajo de ritmo se trata de establecer en base a la FC y a la LC los parámetros más eficientes de cara al ritmo de la prueba.



Nadador	Richard Oribe Lumbreras		Fecha	24 Octubre 2007	HR Promedio	120 ppm
Ejercicio	Entrenamiento		Hora	HR Máxima	HR Máxima	166 ppm
Deporte	Natación		Duración			
Nota	Test 4x50/3'			Selección	Selección	0:00,0 1:22,50

Figura 6: Gráfica extraída del Polar S 610i en la que se registra un entrenamiento que contiene en el inicio el test de ritmo de 4x50/3'

**Control de aspectos aeróbicos:** Se trata de nadar una distancia de duración próxima a 30 minutos a la mayor velocidad posible y a ritmo uniforme. (Olbretcht, J. 2000). Para el nadador es más cómodo ceñirse a una distancia y en un principio se realizaba la de 1000m. para pasar posteriormente a 1500m. Los datos que obtenemos en dicho test son los parciales cada 100m para tener información de la regularidad del nado, FC y HR durante

<sup>1</sup> Analizador Lactate Scout®, muestra sanguínea de 5µl y resultados a los 15 segundos.  
<http://www.biolaster.com>

<sup>2</sup> Polar Tester S 610i. Made in Finland



## Swimming Science I

toda la duración del esfuerzo. Inmediatamente finalizada la prueba se extrae una muestra de lactato sanguíneo y otra a los tres minutos. En la tabla 5 vemos los valores de los resultados de los últimos test.

Tabla 5. Valores obtenidos en el test aeróbico 20'-30'

Variabes	2-XI-06	28-II-07	18-IV-07	27-06-07	3-10-07
Promedio 100	1'46"03	1'47"63	1'49"25	1'48"40	1'47"69
Tiempo 1000m	17'40"35	17'56"28	18'12"52	17'58"40	17'57"74
Tiempo 1500m.	-	-	-	27'06"00	26'55"36
Promedio FC	33,6	31,7	31,7	32,1	33,4
HR Final	179	180	177	176	178
La (mmol/l)	3,9	4,1	3,6	3,1	3,2

Los valores obtenidos por el deportista en cuanto a LA y HR, son similares a la de los nadadores convencionales. Con los registros de velocidad media se aplica el test de Mader para establecer los tiempos en esta zona con distancias de 50, 100, 200 y 400m para lo que tenemos diseñada una web<sup>1</sup> donde pueden acceder todos los entrenadores de Gipuzkoa que lo deseen con el objeto de alimentar una gran base de datos y tener conocimiento de los resultados de los demás.

Valoración de aspectos fisiológicos: Ya hemos mencionado en los apartados correspondientes la valoración técnica y los controles de valoración de la condición física. Además de esto, consideramos muy importante realizar analíticas sanguíneas cada 2 meses por si hubiese anomalías en los parámetros biológicos, atención fisioterapéutica cada dos semanas y en competición (figura 8) y cada 6 meses o si las circunstancias lo requieren, se realiza una prueba triangular en remo, mediante analizador de gases respiratorios, sistema "breath by breath" y monitorización electrocardiográfica, con la finalidad de efectuar una valoración de la respuesta a un ejercicio físico máximo. Se determina VO<sub>2</sub>máx., lo cual nos da un índice de la capacidad para efectuar un ejercicio físico de duración superior a 2 minutos. Se efectúa un estudio de los diferentes parámetros del esfuerzo físico. Este test lo hemos realizado hasta ahora en remoergómetro<sup>2</sup> pero este año nuestra intención es realizarlo en Swim Vasa ergometer (Figura 8). El test consiste en realizar 6 esfuerzos escalonados de 3 minutos a 50W, 100W, 150W, 200W, 250W y 300W, en el que además de los parámetros anteriormente mencionados medimos también la frecuencia de movimiento de brazos. Este test lo realizamos en los servicios deportivos de la Policlínica de Guipúzcoa coordinados con el Dr. Enrique Pérez de Ayala. En la tabla 6 podemos ver un ejemplo de los resultados.



Figura 8  
Swim Vasa Ergometer



Figura 9  
Control de la espasticidad y estiramientos con ayuda de fisioterapeuta

<sup>1</sup> <http://www.sttgif.com> desarrollada por Esteban de Aymerich (Factor ideas) y diseñada por Javier de Aymerich y Paúl Lagrange.

<sup>2</sup> Concept 2 <http://www.concept2.com>

## Swimming Science I

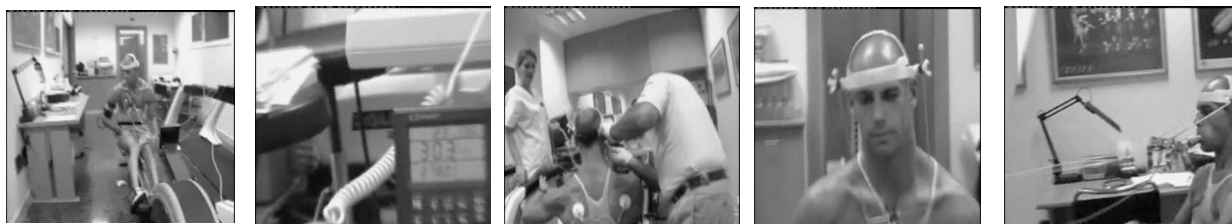
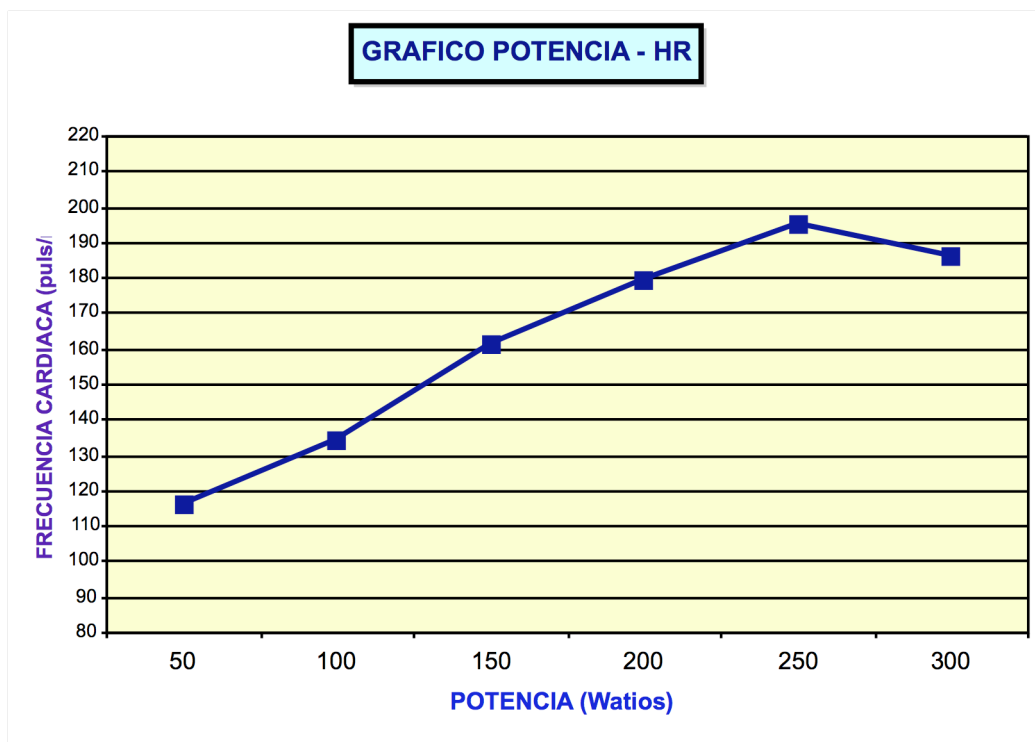


Figura 10: Prueba de esfuerzo en remoergómetro

Tabla 6. Valores obtenidos en la prueba triangular de esfuerzo en remoergómetro

Variables	Unidades	6-III-2006	11-X-2006
Potencia final	Watt	300	300
HR máxima	Lat/min.	192	195
Volumen espiratorio máximo	Litros/min.	172,8	173,5
Consumo máximo de oxígeno	Litros/min.	5,29	5,34
Consumo máximo de oxígeno	ml/kg/min.	69,8	70,3
Umbral Aeróbico	Lat/min.	143	141
Umbral anaeróbico	Lat/min.	179	176

El valor máximo de lactato<sup>1</sup> obtenido a lo largo de diferentes pruebas de esfuerzo ha alcanzado 11,8 mmol/l lo que es un valor relativamente bajo comparado con los deportistas convencionales, esto hace que las tablas de zonas de entrenamiento en cuanto a LA y HR deban modificarse para este caso. Sospecho que su afectación del sistema nervioso hace que no pueda producir elevadas concentraciones de LA. También comentar que en pruebas específicas en el agua nunca hemos conseguido elevar la concentración de LA en sangre a más de 8,5 mmol/l. En la figura 11 podemos ver la gráfica de resultado de la prueba de esfuerzo.



<sup>1</sup> Analizador Dr. Lange LP 20 © (Bruno Lange – Alemania) mediante fotometría con tecnología de lámpara alógena.

## Swimming Science I

POTENCIA (Vatios)	HR (lat/min.)	VO <sub>2</sub> (ml/kg/min.)	VE (litros/min.)	LA (mmol/ml)
50	116	31,6	46,9	1,6
100	134	34,8	64,9	1,73
150	161	59,1	110,1	3,08
200	179	57,9	126,2	4,16
250	195	56,9	133,3	8
300	186	70,3	173,5	11,83
Recup	A los 3'			10,71

Figura 11: Datos de una prueba de esfuerzo

Por último comentar otro control que realizamos generalmente tres veces a lo largo de la temporada tratando de que coincida 8 o 9 semanas antes de las competiciones más importantes con el objeto de tener tiempo de rectificar el entrenamiento en caso de observar alguna irregularidad. El test está diseñado por Bernard Pansol y descrito en "The science of winning" (Olbrecht 2000). El que nosotros aplicamos consiste en realizar 8 esfuerzos de 200m de forma escalonada y ejecutados los tres primeros a una intensidad aproximada del 85% de la velocidad de la mejor marca de 200m (VMM200), los dos siguientes al 89% de VMM200, el siguiente al 92% de VMM200, el penúltimo al 95% de VMM200 y el último a tope. En la figura 12 se muestra una tabla de recogida de datos del test con los cuales obtenemos en cada escalón la velocidad real de nado sin interferencias en los empujes de cada viraje, esta velocidad la obtenemos a partir del tiempo de 20 metros, los parciales cada 50 metros para asegurarnos que la velocidad en cada "escalón" es uniforme, la FC cada 50m, la HR al final de cada esfuerzo y el LA tras finalizar cada serie en los tiempos que se reflejan en la figura adjunta.

	Rep.	T. Acreditado	T. Realizado	Micro p	macro p	Parámetros de nado				HR	LA	
						Fc	T20 m.	Parcial				
1	1.1			30"		Fc						
						T20 m.						
						Parcial						
	1.2			30"		Fc						
						T20 m.						
						Parcial						
1.3				3'	Fc					Directo		
					T20 m.							
					Parcial							
2	2.1			30"		Fc						
						T20 m.						
						Parcial						
	2.2				3'	Fc					Directo	
						T20 m.						
						Parcial						
3	3.1				15'	Fc					1'	
						T20 m.						3'
						Parcial						
4	4.1				20'	Fc					3'	
						T20 m.						
						Parcial						
5	5.1					Fc					3'	
						T20 m.						5'
						Parcial						
						P1	P2	P3	P4			

Figura 12: Planilla de recogida de datos del test escalonado de 8x200m.

Los datos obtenidos se introducen en la aplicación de la web mencionada anteriormente <http://www.sttgif.com> donde se nos ofrece a los entrenadores una serie de curvas que nos relacionan con respecto a la velocidad los siguientes datos: LA, FC, HR, LC y el índice de ciclo, variable que resulta de multiplicar LC por la velocidad. Además nos proporciona una tabla con pautas para entrenar a velocidades que corresponden a diferentes concentraciones de LA entre 1mmol/l a 22 mmol/l. En los resultados podemos reflejar en el



## Swimming Science I

mismo gráfico la superposición de curvas resultantes de diferentes fechas y así poder interpretar las carencias, mejoras o variaciones tras ciclos de entrenamiento. En la figura 13 podemos ver la planilla de recogida de datos, las curvas y los pronósticos mencionados en dicha WEB.

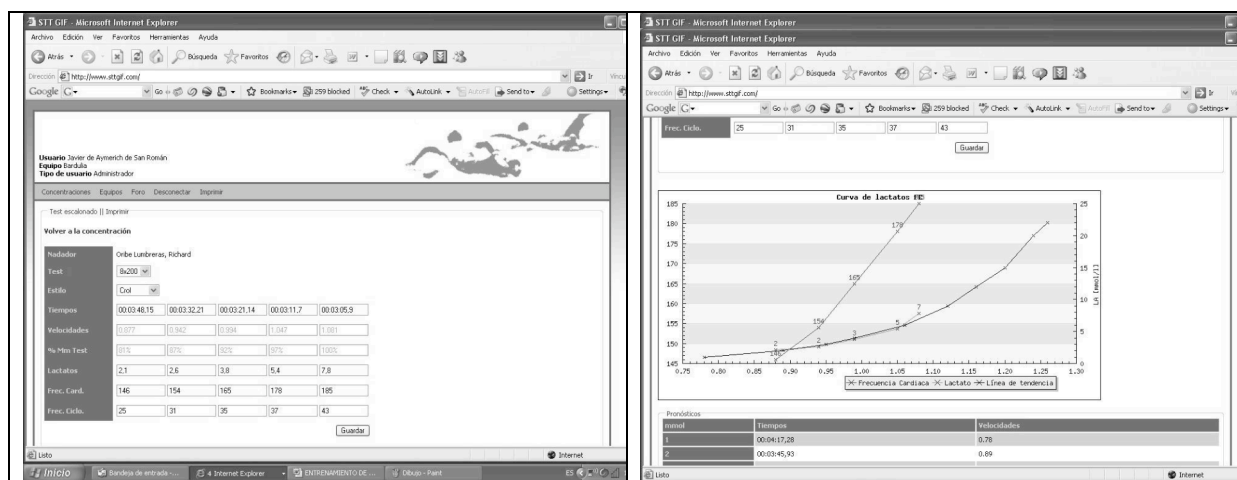


Figura 13: Pantallas de introducción de datos y representación gráfica de la WEB <http://www.sttgif.com> referidas al test escalonado de 8x200m.

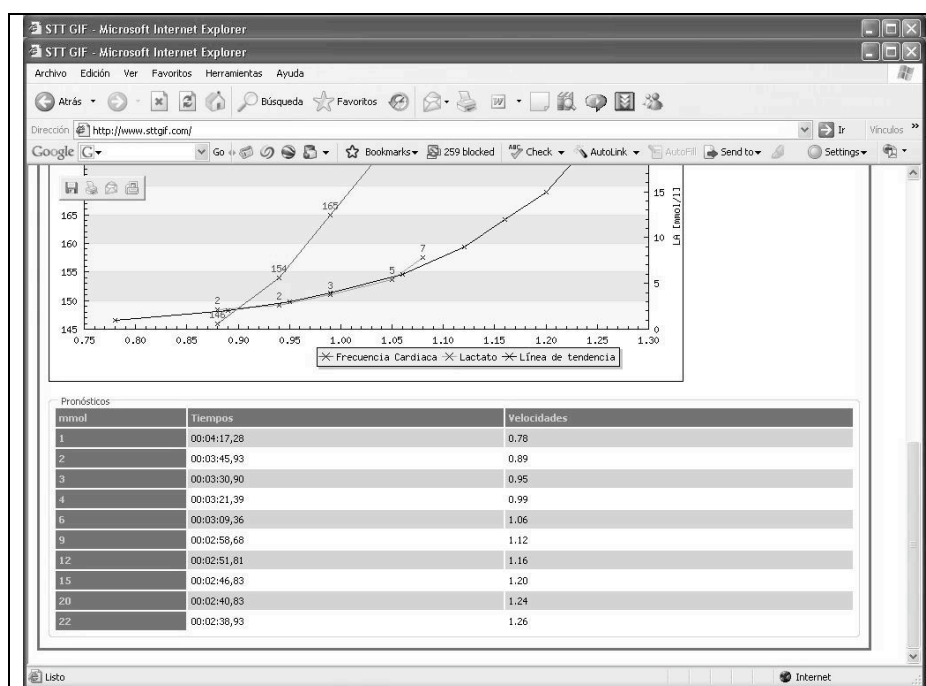


Figura 14: Propuesta de tiempos en 200m y velocidades para entrenar a diferentes intensidades referidas a concentraciones de LA.

### CONCLUSIONES

El entrenamiento de un nadador de estas características y nivel deportivo, exige un programa de trabajo individualizado en el que se conjuguen procedimientos sofisticados de evaluación técnica, condicional y fisiológica, con una planificación adaptada a las necesidades del tipo de esfuerzo que realizará en las competiciones nacionales e internacionales.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, R., De Aymerich, J., Navarro F., Sánchez Molina, J.A. (2001). 2001 European Youth Olympic Days Análisis of Competition Proyect. Murcia (Spain), Spanish Olympic Comité:150
- De Aymerich, J. (2004). Eficacia propulsiva en función de las variables frecuencia y amplitud de ciclo en nadadores afectados de parálisis cerebral. I Congreso Virtual de investigación en la actividad física y deporte. Universidad del País Vasco.
- De Aymerich, J. (2006). Natación de rendimiento para nadadores con discapacidad funcional. Una experiencia de dos ciclos paralímpicos; Sydney 2000 y Atenas 2004. NSW, 4 (28) 37-42.
- De Aymerich, J. (2007). Preparación de un nadador afectado de parálisis cerebral para afrontar sus quintos juegos paralímpicos. Natación y actividades acuáticas pp 245-256. Ed. Marfil –Valencia – España.
- Navarro, F., Arellano, R., Carnero, C., Gosalvez M. (1990) Natación. COE. Ed. El Corte Inglés.
- Olbrecht, J. (2000) The science of winning. P- 162-166. Ed. Luton England
- Sweetenham, Hill & Atkinson, John (2003) Championship Swim Training. Ed. Human kinetics.
- Tella V., Bayo J., De Aymerich J., Javaloyas P., Llana S., Madera X.... (2001). Valoración técnica y de rendimiento deportivo del nadador discapacitado. L'esport adaptat. nº 8. Època I, any 5 setembre p. 20-21.

### DIFERENCIAS EN LAS ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS EN NADADORES DE GRUPOS DE EDAD NACIONALES E INTERNACIONALES.

Esther Morales<sup>1</sup>, Raúl Arellano <sup>1</sup>, Pedro Femia <sup>2</sup> Jordi Mercadé<sup>1</sup>, Javier de Aymerich<sup>3</sup>, Gracia López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>F.CC.A.F.y D. Universidad de Granada, Granada, España. <sup>2</sup>Facultad de Medicina-Departamento de Bioestadística de la Universidad de Granada, Granada, España. <sup>3</sup>F.CC.A.F.y D. Universidad del País Vasco. España.

#### RESUMEN

El presente estudio se centró en el análisis de los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea (2001) y el Campeonato de Andalucía (2004) en la categoría de 13-14 años femenina y 15-16 años masculino. El objeto del estudio fue analizar y comparar la estrategia con la que los dos grupo de nadadores participaron cada una de las pruebas de 100 m de cada estilo. Se compararon los resultados en nadadores nacionales e internacionales de cada una de las variables por medio de una prueba *t* para muestras independientes. Los resultados mostraron diferencias significativas en los resultados temporales así como en las velocidades analizadas en todas las pruebas tanto para el género masculino como para el femenino, mostrando así diferencias en las estrategias en una misma prueba según el nivel de competición. La Fc tuvo diferencias significativas en las pruebas de mariposa masculina y espalda para ambos géneros, aún obteniendo en todas las pruebas disminuciones de frecuencia a lo largo de la ejecución. En la Lc sólo hubo diferencias significativas en las pruebas de mariposa femenina y braza masculina, no obteniéndose ningún patrón de comportamiento general.

**Palabras clave:** análisis de la competición, jóvenes nadadores, velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo.

#### INTRODUCCIÓN

Para determinar cual es el rendimiento de los nadadores en competición se tiene como referencia el tiempo total que transcurre desde la señal de salida hasta finalizar la distancia de la prueba (Absaliyev y Timakovoy, 1990a; Arellano, 1991; Mason, 1999a). En la actualidad, la concepción de las pruebas de natación difiere de las primeras competiciones de mediados del siglo XIX en Inglaterra (Pease, 1999), pudiendo seguir el nadador distintos planteamientos a la hora de afrontar la competición. Las pruebas de natación dejan de concebirse como un todo para tener en cuenta la sucesión de varias fases intermedias (Hay, Guimaraes y Grimston, 1983). El nivel de un nadador pasó a entenderse como la suma del rendimiento alcanzado en cada una de las fases que lo componen: Tiempo de Salida, Tiempo de Nado, Tiempo de Viraje y Tiempo de Llegada. Cada uno de los tiempos que componen el tiempo total de la prueba puede dividirse dando lugar a diferentes sub-fases en las que descomponerse y ser analizadas (Hay, 1985). La determinación de las fases intermedias que componen el total de una prueba, se realiza en función del tipo de técnica o habilidad empleada. Así se considera que hay un componente cíclico del 75-80% (Ruiz, 1994) siendo el 20-25% restante (Sánchez y Arellano, 2001) movimientos acíclicos de habilidades discretas (Ruiz, 1994; Ruiz y Bañuelos, 1997) que corresponden a las acciones de salida, viraje y llegada.

Con el tiempo se han ido sucediendo diferentes formas de realizar el análisis de la competición. Autores como Sánchez y Arellano (2001), Ferro, Rivera, et al. (2001), Arellano, Brown, et al. (1994), Wakayoshi, Komura, et al. (1995), Arellano, Ferro et.al (2001), Arellano, Sánchez-Molina et al. (2001), Ykuta, Okuno, et al. (2003), entre otros han realizado estudios sobre las diferentes distancias de referencia en los análisis de la competición, metodología a seguir en el análisis biomecánico, análisis de competiciones, etc.

La estructuración en diferentes fases de la competición ayuda y facilita el análisis cuantitativo de la competición. Estos análisis permiten determinar como ha sido el rendimiento del nadador respecto a su planteamiento competitivo (Mason, 1999). La aportación que tiene cada una de las fases dentro de la prueba varía en función de la distancia de nado (Thayer y Hay, 1984). Por este motivo es importante saber que importancia tiene cada una de ellas y, junto con la información del análisis de la competición, conocer en cual puede haber mejoras importantes teniendo en cuenta los resultados del propio sujeto y de los demás nadadores. Teniendo estos datos disponibles, el entrenador puede estudiar el comportamiento del nadador en competición y optimizar su entrenamiento para mejorar en aspectos técnicos como la frecuencia de ciclo o longitud de ciclo.

Durante un largo periodo de tiempo se ha demostrado que el análisis de la competición es muy útil en la preparación de nadadores de alto nivel (Haljand, 1996). Se necesita saber cómo los nadadores obtienen sus resultados en los eventos. Cuál es la mejor salida y viraje, qué clase de frecuencia de ciclo realizan al comienzo o al final de una prueba son preguntas que con ello se deben responder. Haljand (1996) defiende este sistema y expone cómo deben usarse los parámetros del análisis de la competición durante los entrenamientos: tiempo y velocidad de salida, tiempo y velocidad de viraje, tiempo y velocidad de llegada, tiempo y velocidad de nado, tiempos parciales, frecuencias y longitudes de ciclos. Muestra de la importancia que Haljand da a éste análisis se puede observar en los informes realizados en diferentes competiciones publicados en la página web <http://www.swim.ee>. Arellano (2004) propone un modelo de evaluación en el que se integran datos cuantitativos del análisis de la competición en el programa de entrenamiento, por medio de la medición de las variables técnicas (cuantitativas y cualitativas) durante los diferentes ciclos programados. Veiga (2005) ofrece una amplia visión de las posibilidades que para el entrenador pueden ofrecer este tipo de estudios facilitando, de este modo, la imprescindible conexión entre el apoyo de la ciencia aplicada (biomecánica) y el proceso de entrenamiento dirigido por el técnico de natación. Smith (2003) sugiere que en el desarrollo del atleta deben de existir diferentes componentes dentro de los cuales se encuentra la biomecánica y el análisis de la competición.

Para que el desarrollo del atleta sea lo más adecuado posible no solo nos debemos centrar en el análisis de la competición de los nadadores de elite o de grandes eventos, sino ampliar dichos informes y ver también cómo evolucionan los parámetros de la competición en nadadores jóvenes. Siguiendo esta línea de estudio nos centraremos en el análisis de la competición de jóvenes nadadores, analizando los valores obtenidos por los nadadores finalistas en las pruebas de 100 m de los Juegos Olímpicos de la Juventud (2001) y el Campeonato de Andalucía Infantil (2004), siendo el objetivo planteado verificar las diferencias en la estrategia de nado entre los dos campeonatos estudiados y los componentes del tiempo de prueba.

## MÉTODO

### 2.1. Sujetos

En el presente estudio hemos analizado a los nadadores participantes en los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea (JOJE) de 2001 y del Campeonato de Andalucía Infantil de 2004. Los campeonatos se disputaron en Murcia y Granada, respectivamente, disfrutando en ambos casos de características similares en sus instalaciones y piscinas (50 m de largo, 21 m de ancho y 8 calles utilizadas para la competición).

Los sujetos analizados provenían de un grupo de nadadores nacionales pertenecientes a diferentes clubes andaluces y un grupo de nadadores extranjeros de nivel internacional participantes en los JOJE con diferentes nacionalidades. En ambos casos los participantes cumplieron unas exigencias mínimas de clasificación según el nivel de cada competición. Se analizaron un total de 256 sujetos, 16 nadadores y 16 nadadoras participantes en los JOJE (2001) más 16 nadadores y 16 nadadoras del Campeonato de Andalucía (2004), siendo todos finalistas en la prueba de 100 m en cada uno de los estilos en la categoría de 13 y 14 años en femenina, 15 y 16 años en masculina.

### 2.2 Instrumental

El análisis de la competición para ambas competiciones se realizó por medio del método secuencial de registro, realizando el seguimiento de los nadadores a lo largo del recorrido de la piscina. Las cámaras se colocaron a lo largo de la piscina, perpendiculares a ella y a suficiente distancia para conseguir ver la zona seleccionada. Se siguieron las indicaciones generales descritas por R. Haljand ([www.swim.ee](http://www.swim.ee)).

Se colocaron 4 cámaras para el seguimiento de los nadadores (ver figura 1), con ellas se tomaron las referencias de 5 m, 10 m, 15 m, 25 m, 40 m, 45 m, 50 m. Se colocó, de forma adicional, una cámara en la salida para poder obtener el momento exacto en el cual se produce la luz del flash y se activa simultáneamente el sonido de salida, para el posterior análisis de la prueba. Los registros de 50 m y 100 m fueron tomados de los resultados oficiales al estar sincronizados los dos registros por el procedimiento descrito.



Figura 1: Representación gráfica de la colocación de las cámaras y de las referencias tomadas en la piscina de competición para el posterior análisis de resultados.

Por medio de una mezcladora (Sony XV-D1000) se combinó la señal de la cámara procedente de la luz de salida y la cámara 1 que filmó la salida y referencias de 5 m y 10 m. La señal de la mezcladora se conectó a un selector quedando conectada, para realizar el seguimiento de los nadadores durante la prueba. A este selector llegaban además la señal de la cámara 2 que filmaba la referencia de 15 m; la cámara 3 que filmaba la referencia de 25 m; y la cámara 4 que filmaba las referencias de 40 m y 45 m obteniendo los tiempos de 50 m por medio de la placa de cronometraje y proporcionado por los resultados oficiales. El selector mandaba la señal a un video-cronómetro que insertaba el tiempo en la filmación. Posteriormente del video-cronómetro la señal se registró en un magnetoscopio digital miniDV (SONY GV-D1000 PAL), observándose los eventos por medio de un monitor de 14" conectado al magnetoscopio. Dicho proceso se repetía largo por largo.

El proceso de captura llevado a cabo para cada una de las pruebas realizadas por los nadadores se efectuó conectando el magnetoscopio digital y un ordenador Macintosh a través del puerto Firewire 400 que permitió el control remoto y el registro del vídeo con el ordenador utilizando la aplicación iMovie 4.0. y exportado en formato Quicktime (.mov) para su posterior control y reproducción, en resolución PAL completa (720x576 píxeles).

Previamente al comienzo de la filmación se colocaron unas referencias a lo ancho de la piscina, éstas sirvieron para luego señalar en la pantalla del ordenador por medio del programa "Ultimate Pen 1.1" las líneas de las distintas referencias, con el fin de conocer el momento de paso con la cabeza de la distancia a analizar y registrar el código de tiempo en una base de datos Filemaker, en la que se había programado un "script" que permitía controlar la ventana de reproducción del vídeo Quicktime e insertar en el campo correspondiente el código de tiempo del evento a registrar (pasos de la cabeza por la referencia o inicio/final de un ciclo de brazada).

## Swimming Science I

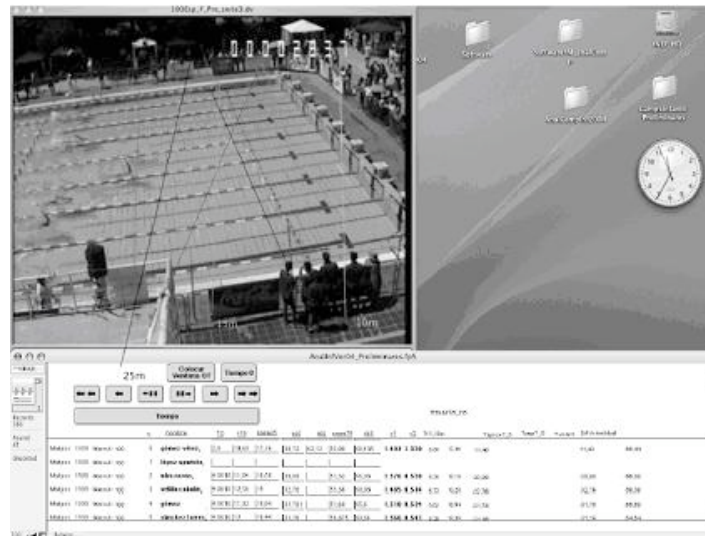


Figura 2: Imagen tomada de la pantalla del ordenador en la cual se observa la planilla de análisis, base de datos y la filmación del nadador pasando por las referencias previamente establecidas en una piscina de 50 m.

Cada cámara registró la señal en la zona establecida de referencia, por donde posteriormente pasarían los nadadores, cambiando con el selector la cámara hasta llegar a la cuarta. Este sistema de registro de las referencias y los campos de cálculo programados en al base de datos, sirvieron para el posterior análisis de la competición obteniendo con ello las variables objeto de estudio: tiempos de paso, tiempos de salida, tiempos de nado, tiempos de llegada, longitudes de ciclo, frecuencias de ciclo, índices de ciclo, velocidades de salida, velocidades de nado y velocidades de llegada (ver figura 3).

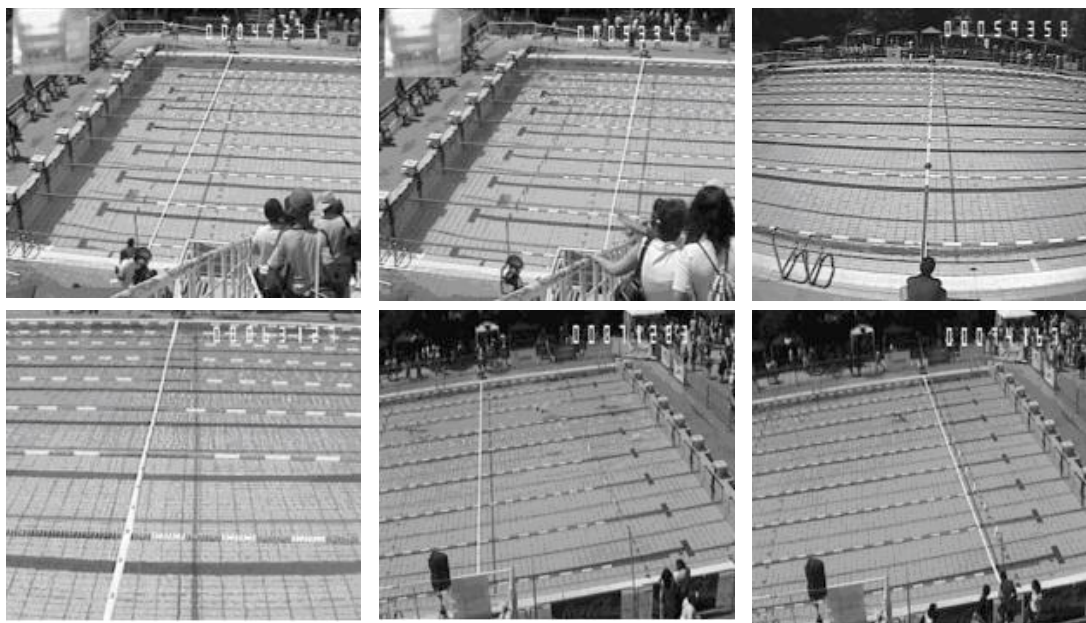


Figura 3: Secuencia de imágenes de la filmación de las referencias establecidas en 5 m, 10 m, 15 m, 25 m, 40 m y 45 m.

## Swimming Science I

### 2.3 Variables

Se trata de un estudio observacional donde se pretende estudiar la relación entre todos los parámetros analizados sin que exista un tratamiento de manipulación de las variables.

Las variables dependientes corresponden al nivel de competición diferenciado por nacionales e internacionales según los diferentes campeonatos (JOJE 2001 y Campeonato de Andalucía 2004), al estilo de nado (mariposa, espalda, braza y libre) y al género de los nadadores.

Las variables independientes las componen diferentes variables analizadas a partir de los propios resultados de competición: tiempo total y parciales; tiempos de los diferentes componentes de la competición (salida, nado, viraje, llegada); variables relacionadas con los componentes cíclicos del desplazamiento acuático (frecuencia de ciclo y longitud de ciclo); y velocidades en las distintas fases de la prueba que se analiza. A continuación se describen las variables analizadas para analizar las pruebas de 100m agrupadas por tipo (temporales y cinemáticas).

<u>Variables Temporales</u>	<u>Variables Cinemáticas:</u>
<b>Tiempo total de la prueba (TT):</b> tiempo desde la señal de salida hasta que el nadador toca en la pared al final de la prueba.	<b>Velocidad de salida (VS):</b> velocidad promedio entre el tiempo de la señal de salida y el corte de la cabeza de una línea situada a 15m de la pared.
<b>Tiempo parcial del primer largo (T1):</b> Tiempo desde la señal de salida hasta que el nadador toca con los pies en la pared en el viraje.	<b>Velocidad de nado 1 (VN1):</b> velocidad promedio entre la distancia de 15 y 45m.
<b>Tiempo parcial del segundo largo (T2):</b> Tiempo desde que los pies tocan la pared en el viraje hasta que el nadador vuelve a tocar la pared con la mano en 100m.	<b>Velocidad de nado 2 (VN2):</b> velocidad promedio entre la distancia de 60 y 95m.
<b>Diferencia entre parciales (Dif.P):</b> Resultante de la diferencia del tiempo transcurrido en el segundo largo (T2) menos el tiempo transcurrido en el primer largo (T1).	<b>Velocidad media de nado (V media):</b> velocidad promedio entre VN1 y VN2.
<b>Tiempo de salida 15 m (TS15):</b> tiempo entre la señal de salida y el paso de la cabeza del nadador por la referencia de salida en 15m	<b>Velocidad de viraje (VV):</b> velocidad promedio entre las distancias de 45 m hasta 60m
<b>Tiempo de viraje (TV):</b> tiempo 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 pared.	<b>Velocidad de llegada (VLL):</b> velocidad promedio entre la distancia de 5 m hasta tocar la pared, tomando como espacio recorrido 4,5m.
<b>Tiempo de llegada (TLL):</b> tiempo desde que la cabeza del nadador corta la línea de 10 m de la pared hasta que toca la pared con la mano.	<b>Frecuencia de ciclo 1 (Fc1.):</b> tres ciclos partido por la duración en segundos medida en el primer largo (Hz.)
	<b>Frecuencia de ciclo 2 (Fc2.):</b> tres ciclos partido por la duración en segundos medida el segundo largo (Hz.)
	<b>Frecuencia de ciclo promedio (Fc):</b> Promedio de las longitudes de ciclo medidas en cada largo (Hz.)
	<b>Longitud de ciclo 1 (Lc1):</b> velocidad de nado promedio del primer largo partido por la Fc1. (m/ciclo)
	<b>Longitud de ciclo 2 (Lc2):</b> velocidad de nado promedio del segundo largo partido por la Fc2. (m/ciclo)
	<b>Longitud de ciclo promedio (Lc):</b> Promedio de las longitudes de ciclo medidas en cada largo (Hz).



### 2.4 Análisis estadístico

Mediante el programa estadístico SPSS 14.0 para Windows se importaron los datos obtenidos del análisis de las competiciones. En primer lugar se comprobó la normalidad de los datos de estudio. Para ello se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, aceptándose la hipótesis nula, al no existir diferencias significativas en ninguna de las variables de la competición. Se calcularon los estadísticos descriptivos obteniendo así las medias, desviaciones típicas, intervalos de confianza etc. Posteriormente se compararon los promedios obtenidos de los finalistas en los dos campeonatos, diferenciando los resultados por género y estilo, realizándose una prueba  $t$  para medias independientes. El nivel de significación quedó establecido en  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS

A continuación se describen de forma detallada los resultados obtenidos del análisis comparativo de las variables analizadas en el Campeonato de Andalucía (2004) y los JOJE (2001), (ver tablas 1 a 8).

Los resultados analizados de las pruebas de 100 m en cada uno de los estilos de nado se muestran en general claramente superiores en los nadadores y nadadoras del Campeonato Infantil de Natación (2004) que los obtenidos por los participantes de nivel internacional (JOJE 2001) para la misma edad (13-14 años en niñas y 15-16 años en niños). A su vez, las nadadoras tienen diferencias porcentuales mayores en todos los tiempos finales de nado para todos los estilos (12,84 % en M; 11,92% en E; 11,95% en B; 8,90% en L) que los nadadores (8,61% en M; 9,28% en E; 8,90% B; 7,49% en L) siendo en todos los casos significativas ( $p < 0,01$ ).

Se obtuvieron diferencias significativas en todas las variables correspondientes a los tiempos de nado tanto en niños como en niñas, con excepción del TV de la prueba de 100 m libre femenino, siendo los tiempos de los participantes en los JOJE (2001) en todas las pruebas menores que los obtenidos en el Campeonato de Andalucía (2004). El porcentaje de diferencia para cada uno de los tiempos parciales varía según el estilo y el género, encontrándose los menores porcentajes en el estilo libre en ambos géneros y las mayores diferencias en mariposa para las nadadoras y espalda para los nadadores. Las diferencias en el tiempo de nado del primer largo son mayores que las obtenidas en el segundo largo de la prueba, siendo los tiempos de salida y viraje los que obtienen valores superiores, mostrando con ello un factor diferenciador entre los nadadores nacionales e internacionales. El TLI no se tuvo en cuenta para la realización de las comparaciones ya que se utilizaron diferentes marcas de referencia tomándose la distancia de 10 m en los JOJE, mientras que en Campeonato de Andalucía se hizo sobre 5 m.

Las variables cinemáticas referidas a la velocidad de nado se mostraron significativas en todos los estilos tanto en las velocidades parciales (VN1, VN2), como en la velocidad media obtenida (ver figuras 4 y 5).

En las variables cinemáticas Fc y Lc no se obtuvieron resultados coincidentes para todos los estilos. La Fc1 del primer largo con respecto a la Fc2 del segundo largo se vio disminuida para todos los nadadores nacionales e internacionales (excepto en la prueba de braza masculina), apareciendo significativa la comparación entre ambos en las pruebas de mariposa masculino y espalda masculino y femenino. Las Fc1 y Fc2 de los participantes en los JOJE fueron mayores que las de los participantes en el Campeonato de Andalucía, exceptuando la prueba anteriormente mencionada. Los resultados de la variable Lc no muestra ningún patrón de comportamiento, mostrándose significativa sólo en las pruebas de 100 m mariposa femenino y braza masculino, no existiendo igualdad entre géneros en los resultados obtenidos. En general la longitud del ciclo de brazada disminuye en todos los estilos (excepto en los nadadores y nadadoras de la prueba de braza del Campeonato de Andalucía), sobre todo de forma más acentuada en los nadadores de nivel nacional quienes mostraron con ello un menor nivel de preparación para afrontar las pruebas y la fatiga que esta conlleva.



## Swimming Science I

Tabla 1. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de las nadadoras finalistas de 100 m estilo mariposa en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

<i>Variables</i>	JOJE 2001			Camp. And. 2004			<i>Dif. Med.</i>		<i>% Dif.</i>
	<i>Media</i>	<i>d.t.</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>d.t.</i>	<i>n</i>			
<b>T100</b>	<b>66,32</b>	<b>1,87</b>	<b>16</b>	<b>74,84</b>	<b>3,69</b>	<b>16</b>	<b>8,51</b>	<b>**</b>	<b>12,84</b>
TS15	7,85	0,27	16	8,92	0,46	16	1,07	**	13,63
VS15	1,91	0,07	16	1,69	0,09	16	-0,23	**	-11,91
<b>T1</b>	<b>30,99</b>	<b>0,77</b>	<b>16</b>	<b>34,98</b>	<b>1,73</b>	<b>16</b>	<b>3,99</b>	<b>**</b>	<b>12,88</b>
<b>T2</b>	<b>35,34</b>	<b>1,17</b>	<b>16</b>	<b>39,86</b>	<b>2,13</b>	<b>16</b>	<b>4,52</b>	<b>**</b>	<b>12,80</b>
T2-T1	4,35	0,67	16	4,88	1,23	16	0,53	n.s	12,23
<b>V N1</b>	<b>1,52</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,35</b>	<b>0,07</b>	<b>16</b>	<b>-0,18</b>	<b>**</b>	<b>-11,63</b>
<b>V N2</b>	<b>1,41</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,24</b>	<b>0,07</b>	<b>16</b>	<b>-0,17</b>	<b>**</b>	<b>-11,78</b>
Fc1	56,31	3,95	16	53,21	4,34	16	-3,10	*	-5,50
Fc2	54,20	3,47	16	51,99	3,86	16	-2,22	n.s	-4,09
Lc1	1,63	0,12	16	1,53	0,11	16	-0,11	**	-6,53
Lc2	1,57	0,13	16	1,44	0,11	16	-0,13	**	-8,12
TV	10,12	0,30	16	11,34	0,64	16	1,22	**	12,07
VV	1,48	0,04	16	1,33	0,07	16	-0,16	**	-10,57
TLI	7,24	0,28	16	4,03	0,26	16	-3,21	++	++
VLI	1,38	0,06	16	1,12	0,07	16	-0,26	**	-19,00
<b>V media</b>	<b>1,47</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,30</b>	<b>0,06</b>	<b>16</b>	<b>-0,17</b>	<b>**</b>	<b>-11,76</b>
Fc media	55,26	3,63	16	52,60	4,04	16	-2,66	n.s	-4,81
<b>Lc media</b>	<b>1,60</b>	<b>0,12</b>	<b>16</b>	<b>1,48</b>	<b>0,11</b>	<b>16</b>	<b>-0,12</b>	<b>**</b>	<b>-7,35</b>

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

Tabla 2. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de los nadadores finalistas de 100 m estilo mariposa en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

<i>Variables</i>	JOJE 2001			Camp. And. 2004			<i>Dif. Med.</i>		<i>% Dif.</i>
	<i>Media</i>	<i>d.t.</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>d.t.</i>	<i>n</i>			
<b>T100</b>	<b>58,40</b>	<b>1,30</b>	<b>16</b>	<b>63,42</b>	<b>2,31</b>	<b>16</b>	<b>5,03</b>	<b>**</b>	<b>8,61</b>
TS15	6,86	0,26	16	7,49	0,47	16	0,63	**	9,22
VS15	2,19	0,08	16	2,01	0,13	16	-0,18	**	-8,23
<b>T1</b>	<b>27,18</b>	<b>0,57</b>	<b>16</b>	<b>29,75</b>	<b>1,13</b>	<b>16</b>	<b>2,57</b>	<b>**</b>	<b>9,46</b>
<b>T2</b>	<b>31,21</b>	<b>0,92</b>	<b>16</b>	<b>33,67</b>	<b>1,29</b>	<b>16</b>	<b>2,45</b>	<b>**</b>	<b>7,86</b>
T2-T1	4,03	0,81	16	3,92	0,72	16	-0,12	n.s	-2,88
<b>V N1</b>	<b>1,72</b>	<b>0,03</b>	<b>16</b>	<b>1,58</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-8,18</b>
<b>V N2</b>	<b>1,60</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,48</b>	<b>0,06</b>	<b>16</b>	<b>-0,12</b>	<b>**</b>	<b>-7,75</b>
Fc1	56,51	5,24	16	51,85	3,50	16	-4,66	**	-8,24
Fc2	54,38	4,56	16	51,61	4,30	16	-2,78	n.s	-5,10
Lc1	1,84	0,16	16	1,84	0,17	16	0,00	n.s	-0,14
Lc2	1,77	0,13	16	1,73	0,20	16	-0,04	n.s	-2,48
TV	8,79	0,35	16	9,79	0,44	16	1,00	**	11,41
VV	1,71	0,07	16	1,54	0,07	16	-0,17	**	-10,20
TLI	6,41	0,25	16	3,36	0,18	16	-3,05	++	++
VLI	1,56	0,06	16	1,34	0,07	16	-0,22	**	-14,15
<b>V media</b>	<b>1,66</b>	<b>0,03</b>	<b>16</b>	<b>1,53</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,13</b>	<b>**</b>	<b>-7,97</b>
<b>Fc media</b>	<b>55,44</b>	<b>4,53</b>	<b>16</b>	<b>51,73</b>	<b>3,83</b>	<b>16</b>	<b>-3,72</b>	<b>**</b>	<b>-6,70</b>
Lc media	1,81	0,14	16	1,78	0,19	16	-0,02	n.s	-1,34

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

## Swimming Science I

Tabla 3. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de las nadadoras finalistas de 100 m estilo espalda en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.		% Dif.
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>68,14</b>	<b>1,98</b>	<b>16</b>	<b>76,26</b>	<b>3,15</b>	<b>16</b>	<b>8,12</b>	<b>**</b>	<b>11,92</b>
TS15	8,85	0,36	16	9,86	0,45	16	1,01	**	11,44
VS15	1,70	0,07	16	1,52	0,07	16	-0,17	**	-10,23
<b>T1</b>	<b>33,12</b>	<b>1,03</b>	<b>16</b>	<b>37,14</b>	<b>1,58</b>	<b>16</b>	<b>4,02</b>	<b>**</b>	<b>12,13</b>
<b>T2</b>	<b>35,01</b>	<b>1,05</b>	<b>16</b>	<b>39,12</b>	<b>1,68</b>	<b>16</b>	<b>4,10</b>	<b>**</b>	<b>11,72</b>
T2-T1	1,89	0,62	16	1,98	0,82	16	0,09	n.s	4,53
<b>V N1</b>	<b>1,46</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,32</b>	<b>0,06</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-9,89</b>
<b>V N2</b>	<b>1,38</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,23</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,15</b>	<b>**</b>	<b>-10,54</b>
Fc1	47,04	3,74	16	41,10	4,23	16	-5,93	**	-12,62
Fc2	42,69	3,32	16	40,29	3,69	16	-2,40	n.s	-5,62
Lc1	1,88	0,12	16	1,93	0,18	16	0,05	n.s	2,81
Lc2	1,95	0,12	16	1,86	0,17	16	-0,08	n.s	-4,36
TV	9,61	0,27	16	11,10	0,52	16	1,48	**	15,44
VV	1,56	0,04	16	1,35	0,06	16	-0,21	**	-13,28
TLI	7,30	0,27	16	4,11	0,74	16	-3,19	++	++
VLI	1,37	0,05	16	1,12	0,13	16	-0,26	**	-18,63
<b>V media</b>	<b>1,42</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,28</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,15</b>	<b>**</b>	<b>-10,25</b>
<b>Fc media</b>	<b>44,86</b>	<b>3,43</b>	<b>16</b>	<b>40,70</b>	<b>3,85</b>	<b>16</b>	<b>-4,17</b>	<b>**</b>	<b>-9,29</b>
Lc media	1,91	0,11	16	1,90	0,17	16	-0,01	n.s	-0,76

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

Tabla 4. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de los nadadores finalistas de 100 m estilo espalda en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.		% Dif.
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>60,66</b>	<b>1,74</b>	<b>16</b>	<b>66,29</b>	<b>2,42</b>	<b>16</b>	<b>5,63</b>	<b>**</b>	<b>9,28</b>
TS15	7,69	0,29	16	8,56	0,42	16	0,86	**	11,25
VS15	1,95	0,08	16	1,76	0,09	16	-0,20	**	-10,05
<b>T1</b>	<b>29,44</b>	<b>0,85</b>	<b>16</b>	<b>32,38</b>	<b>1,09</b>	<b>16</b>	<b>2,94</b>	<b>**</b>	<b>10,00</b>
<b>T2</b>	<b>31,23</b>	<b>1,04</b>	<b>16</b>	<b>33,91</b>	<b>1,44</b>	<b>16</b>	<b>2,69</b>	<b>**</b>	<b>8,61</b>
T2-T1	1,79	0,77	16	1,53	0,81	16	-0,25	n.s	-14,22
<b>V N1</b>	<b>1,64</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,50</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-8,57</b>
<b>V N2</b>	<b>1,55</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,42</b>	<b>0,06</b>	<b>16</b>	<b>-0,13</b>	<b>**</b>	<b>-8,66</b>
Fc1	47,88	3,76	16	41,95	3,40	16	-5,93	**	-12,38
Fc2	44,18	3,89	16	41,66	3,98	16	-2,52	n.s	-5,70
Lc1	2,07	0,15	16	2,16	0,18	16	0,09	n.s	4,49
Lc2	2,13	0,18	16	2,06	0,18	16	-0,07	n.s	-3,09
TV	8,62	0,22	16	9,55	0,40	16	0,93	**	10,79
VV	1,74	0,05	16	1,57	0,07	16	-0,17	**	-9,70
TLI	6,66	0,84	16	3,49	0,17	16	-3,17	++	++
VLI	1,52	0,14	16	1,29	0,06	16	-0,23	**	-14,93
<b>V media</b>	<b>1,60</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,46</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-8,59</b>
<b>Fc media</b>	<b>46,03</b>	<b>3,66</b>	<b>16</b>	<b>41,81</b>	<b>3,37</b>	<b>16</b>	<b>-4,22</b>	<b>**</b>	<b>-9,17</b>
Lc media	2,10	0,16	16	2,11	0,17	16	0,01	n.s	0,65

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

## Swimming Science I

Tabla 5. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de las nadadoras finalistas de 100 m estilo braza en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.	% Dif.	
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>75,55</b>	<b>2,82</b>	<b>16</b>	<b>84,58</b>	<b>2,84</b>	<b>16</b>	<b>9,03</b>	<b>**</b>	<b>11,95</b>
TS15	9,02	0,43	16	10,18	0,41	16	1,16	**	12,80
VS15	1,67	0,08	16	1,48	0,06	16	-0,19	**	-11,45
<b>T1</b>	<b>35,71</b>	<b>1,34</b>	<b>16</b>	<b>40,41</b>	<b>1,40</b>	<b>16</b>	<b>4,70</b>	<b>**</b>	<b>13,17</b>
<b>T2</b>	<b>39,85</b>	<b>1,56</b>	<b>16</b>	<b>44,17</b>	<b>1,55</b>	<b>16</b>	<b>4,33</b>	<b>**</b>	<b>10,86</b>
T2-T1	4,14	0,71	16	3,76	0,79	16	-0,38	n.s	-9,06
<b>V N1</b>	<b>1,31</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,16</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,15</b>	<b>**</b>	<b>-11,51</b>
<b>V N2</b>	<b>1,24</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,11</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,13</b>	<b>**</b>	<b>-10,40</b>
Fc1	48,66	6,20	16	45,74	6,57	16	-2,92	n.s	-6,00
Fc2	47,31	5,94	16	47,30	7,04	16	-0,01	n.s	-0,01
Lc1	1,64	0,21	16	1,56	0,25	16	-0,08	n.s	-5,14
Lc2	1,59	0,20	16	1,45	0,25	16	-0,14	n.s	-8,97
TV	11,13	0,39	16	12,62	0,44	16	1,49	**	13,41
VV	1,35	0,05	16	1,19	0,04	16	-0,16	**	-11,88
TLI	8,12	0,35	16	4,32	0,23	16	-3,80	++	++
VLI	1,23	0,05	16	1,05	0,06	16	-0,19	**	-15,32
<b>V media</b>	<b>1,28</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,14</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-10,95</b>
Fc media	47,98	5,87	16	46,52	6,52	16	-1,46	n.s	-3,05
Lc media	1,62	0,20	16	1,50	0,24	16	-0,11	n.s	-7,01

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

Tabla 6. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de los nadadores finalistas de 100 m estilo braza en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.	% Dif.	
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>67,73</b>	<b>1,22</b>	<b>16</b>	<b>73,75</b>	<b>2,76</b>	<b>16</b>	<b>6,02</b>	<b>**</b>	<b>8,90</b>
TS15	7,86	0,34	16	8,50	0,34	16	0,63	**	8,04
VS15	1,91	0,08	16	1,77	0,07	16	-0,14	**	-7,45
<b>T1</b>	<b>31,95</b>	<b>0,80</b>	<b>16</b>	<b>34,61</b>	<b>0,98</b>	<b>16</b>	<b>2,65</b>	<b>**</b>	<b>8,30</b>
<b>T2</b>	<b>35,77</b>	<b>0,67</b>	<b>16</b>	<b>39,15</b>	<b>1,98</b>	<b>16</b>	<b>3,37</b>	<b>**</b>	<b>9,43</b>
T2-T1	3,82	0,82	16	4,54	1,46	16	0,72	n.s	18,83
<b>V N1</b>	<b>1,44</b>	<b>0,03</b>	<b>16</b>	<b>1,34</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,10</b>	<b>**</b>	<b>-6,98</b>
<b>V N2</b>	<b>1,40</b>	<b>0,07</b>	<b>16</b>	<b>1,25</b>	<b>0,06</b>	<b>16</b>	<b>-0,16</b>	<b>**</b>	<b>-11,13</b>
Fc1	49,15	5,68	16	51,03	6,40	16	1,87	n.s	3,81
Fc2	48,06	4,84	16	52,52	3,95	16	4,46	**	9,28
Lc1	1,78	0,21	16	1,61	0,25	16	-0,17	*	-9,61
Lc2	1,78	0,26	16	1,43	0,13	16	-0,35	**	-19,55
TV	9,71	0,27	16	10,85	0,47	16	1,14	**	11,71
VV	1,55	0,04	16	1,38	0,06	16	-0,16	**	-10,43
TLI	7,86	1,03	16	3,88	0,27	16	-3,98	++	++
VLI	1,29	0,15	16	1,17	0,09	16	-0,12	**	-9,50
<b>V media</b>	<b>1,42</b>	<b>0,03</b>	<b>16</b>	<b>1,29</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>-0,13</b>	<b>**</b>	<b>-9,03</b>
Fc media	48,61	5,07	16	51,77	4,15	16	3,17	n.s	6,51
<b>Lc media</b>	<b>1,78</b>	<b>0,23</b>	<b>16</b>	<b>1,52</b>	<b>0,18</b>	<b>16</b>	<b>-0,26</b>	<b>**</b>	<b>-14,56</b>

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

## Swimming Science I

Tabla 7. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de las nadadoras finalistas de 100 m estilo libre en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.		% Dif.
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>60,58</b>	<b>1,24</b>	<b>16</b>	<b>65,97</b>	<b>1,81</b>	<b>16</b>	<b>5,39</b>	<b>**</b>	<b>8,90</b>
TS15	7,61	0,17	16	8,23	0,26	16	0,61	**	8,05
VS15	1,97	0,04	16	1,83	0,06	16	-0,15	**	-7,39
<b>T1</b>	<b>29,36</b>	<b>0,64</b>	<b>16</b>	<b>31,88</b>	<b>0,83</b>	<b>16</b>	<b>2,52</b>	<b>**</b>	<b>8,59</b>
<b>T2</b>	<b>31,22</b>	<b>0,68</b>	<b>16</b>	<b>34,09</b>	<b>1,10</b>	<b>16</b>	<b>2,87</b>	<b>**</b>	<b>9,19</b>
T2-T1	1,87	0,46	16	2,22	0,73	16	0,35	n.s	18,69
<b>V N1</b>	<b>1,64</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,55</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,10</b>	<b>**</b>	<b>-5,79</b>
<b>V N2</b>	<b>1,56</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,37</b>	<b>0,13</b>	<b>16</b>	<b>-0,19</b>	<b>**</b>	<b>-12,23</b>
Fc1	52,07	3,31	16	49,67	5,29	16	-2,40	n.s	-4,61
Fc2	48,73	2,67	16	47,33	5,49	16	-1,41	n.s	-2,88
Lc1	1,90	0,10	16	1,89	0,21	16	-0,01	n.s	-0,52
Lc2	1,92	0,08	16	1,75	0,24	16	-0,17	**	-8,85
TV	8,93	0,23	16	8,91	1,66	16	-0,02	n.s	-0,20
VV	1,74	0,33	16	1,68	0,04	16	-0,06	n.s	3,50
TLI	6,38	0,17	16	3,56	0,18	16	-2,82	++	++
VLI	1,57	0,04	16	1,27	0,06	16	-0,30	**	-19,18
<b>V media</b>	<b>1,60</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,46</b>	<b>0,07</b>	<b>16</b>	<b>-0,14</b>	<b>**</b>	<b>-8,98</b>
Fc media	50,40	2,71	16	48,50	5,12	16	-1,90	n.s	-3,78
Lc media	1,91	0,08	16	1,82	0,21	16	-0,09	n.s	-4,69

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

Tabla 8. Media, desviaciones típicas y valores de la prueba t de los nadadores finalistas de 100 m estilo libre en los JOJE (2001) y Campeonato de Andalucía (2004).

Variables	JOJE 2001			Camp. And. 2004			Dif. Med.		% Dif.
	Media	d.t.	n	Media	d.t.	n			
<b>T100</b>	<b>54,27</b>	<b>1,33</b>	<b>16</b>	<b>58,34</b>	<b>1,86</b>	<b>16</b>	<b>4,06</b>	<b>**</b>	<b>7,49</b>
TS15	6,58	0,24	16	6,85	0,77	16	0,27	n.s	4,04
VS15	2,28	0,09	16	2,22	0,34	16	-0,06	n.s	-2,50
<b>T1</b>	<b>26,14</b>	<b>0,77</b>	<b>16</b>	<b>28,25</b>	<b>0,97</b>	<b>16</b>	<b>2,10</b>	<b>**</b>	<b>8,05</b>
<b>T2</b>	<b>28,13</b>	<b>0,69</b>	<b>16</b>	<b>30,09</b>	<b>0,99</b>	<b>16</b>	<b>1,96</b>	<b>**</b>	<b>6,97</b>
T2-T1	1,99	0,61	16	1,85	0,62	16	-0,14	n.s	-7,26
<b>V N1</b>	<b>1,83</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>1,71</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,12</b>	<b>**</b>	<b>-6,82</b>
<b>V N2</b>	<b>1,72</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,63</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>-0,09</b>	<b>**</b>	<b>-5,36</b>
Fc1	52,79	4,25	16	49,95	4,44	16	-2,85	n.s	-5,39
Fc2	49,87	3,32	16	48,69	3,42	16	-1,18	n.s	-2,37
Lc1	2,09	0,15	16	2,07	0,19	16	-0,03	n.s	-1,26
Lc2	2,08	0,14	16	2,01	0,15	16	-0,06	n.s	-2,97
TV	7,93	0,30	16	9,19	0,57	16	1,26	**	15,86
VV	1,89	0,07	16	1,64	0,10	16	-0,26	**	-13,47
TLI	5,81	0,20	16	3,12	0,22	16	-2,69	++	++
VLI	1,72	0,06	16	1,45	0,12	16	-0,27	**	-15,87
<b>V media</b>	<b>1,77</b>	<b>0,04</b>	<b>16</b>	<b>1,67</b>	<b>0,03</b>	<b>16</b>	<b>-0,11</b>	<b>**</b>	<b>-6,01</b>
Fc media	51,33	3,59	16	49,32	3,62	16	-2,01	n.s	-3,92
Lc media	2,08	0,13	16	2,04	0,16	16	-0,04	n.s	-2,10

\*P<05; \*\* P< 01; ns. no significativo ++ no se comparan por existir diferentes referencias

## Swimming Science I

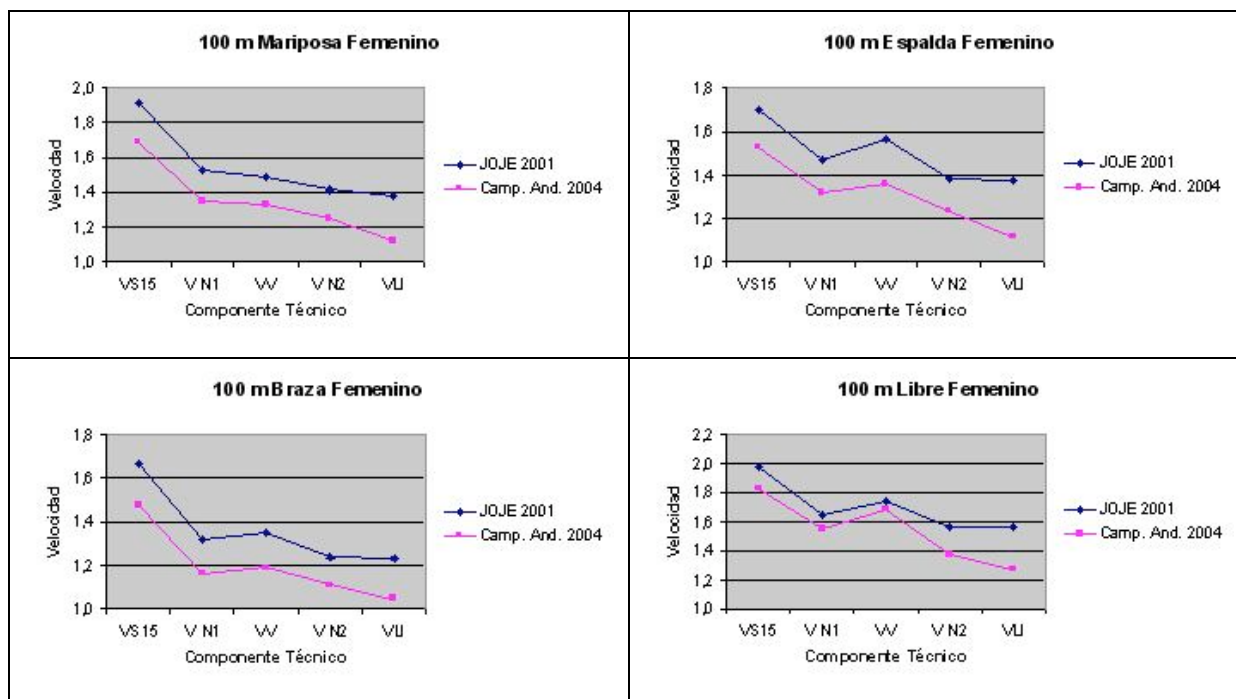


Figura 4: Diferencias entre los promedios de velocidad de los componentes técnicos de la prueba de 100m femenino en cada uno de los estilos, entre las participantes en los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea y los Campeonatos de Andalucía de la misma edad. Las diferencias de velocidad en cada fase son en todos los casos estadísticamente significativas.

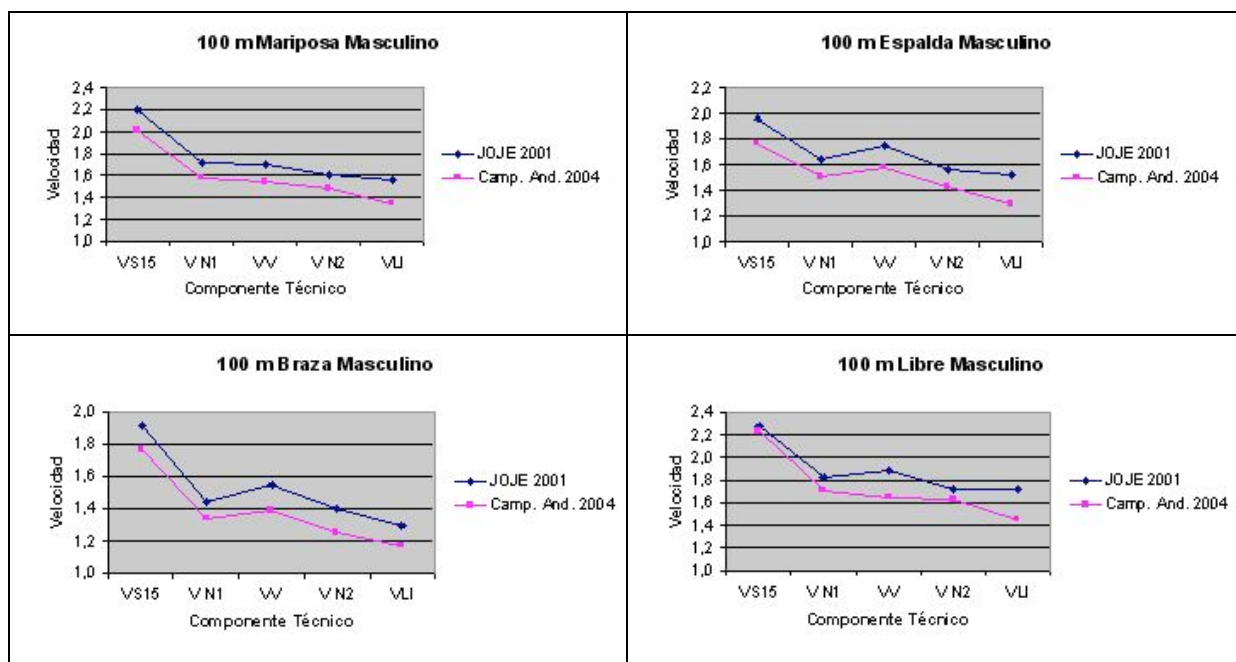


Figura 5: Diferencias entre los promedios de velocidad de los componentes técnicos de la prueba de 100m masculino en cada uno de los estilos, entre los participantes en los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea y los Campeonatos de Andalucía de la misma edad. Las diferencias de velocidad en cada fase son en todos los casos estadísticamente significativas.

### DISCUSIÓN

Como se podría esperar, las velocidades en las diferentes fases de los participantes en los JOJE (2001) fueron mayores que los obtenidos por los participantes en los Campeonatos de Andalucía (2004) en la misma categoría. Las diferencias temporales y de velocidad a nivel parcial o final se mostraron significativas en todos los estilos y para ambos géneros, prueba de la mejor preparación y rendimiento de los nadadores internacionales.

El análisis de la competición realizado nos muestra las diferencias significativas que se producen entre niveles y géneros dentro de una misma categoría infantil, debido a la diferencia de edad entre ambos (niñas 13-14 años y niños 15-16 años) y al desarrollo en estas edades de la fuerza, capacidad anaeróbica, etc. (Vorontsov y Binevsky, 2003). Las diferencias entre niveles nacional e internacional corroboran los datos obtenidos en anteriores estudios. Las diferencias entre géneros coinciden con los estudios de análisis de la competición centrados en la comparación de los resultados de ambos nadadores (Arellano y col. 1994; Arellano y col. 2002; Sánchez y Arellano 2002).

Los resultados relacionados con la Fc, según los datos obtenidos en los que no se encuentran diferencias claramente significativas, se relacionan como en estudios anteriores con la edad de desarrollo de los sujetos más que con el nivel de rendimiento. Si comparamos la variable Fc entre estilos es la mariposa la que tiene mayor frecuencia seguida del crol, la braza y la espalda tanto en nadadores nacionales como en internacionales, coincidiendo con los datos de Chollet (2003). En la variable Lc tanto nadadores nacionales como internacionales obtienen mayores longitudes en espalda y crol frente a la mariposa y la braza, resultados de acuerdo con los obtenidos por Chollet (2003).

Los valores relacionados con la estrategia con la que afrontan los nadadores cada prueba, que representamos por la diferencia entre el parcial del segundo largo y el primero, han mostrado dos grupos de resultados, los obtenidos en los estilos asimétricos y los obtenidos en los simétricos. Los valores de esta diferencia se aproximan a 2 s en el primer caso y a 4 s en el segundo. No existieron diferencias significativa entre géneros ni entre nivel de competición en valores absolutos o diferencia de tiempos.

### CONCLUSIONES

Tanto los nadadores como las nadadoras de nivel internacional participantes en los Juegos Olímpicos de la Juventud Europea 2001 tuvieron mejores rendimientos en todos los estilos que los participantes de nivel nacional en el Campeonato de Andalucía 2004, siendo de las mismas categorías y existiendo tres años de diferencia entre ambos campeonatos.

Los nadadores nacionales e internacionales afrontan las pruebas dentro del mismo estilo con modelos paralelos en cada una de las fases de nado, diferenciándose fundamentalmente en el rendimiento obtenido en cada una de ellas.

Todas las variables técnicas analizadas muestran una clara diferencia de rendimiento en todos los estilos y para ambos géneros, mostrándose en la velocidad un mayor descenso en los nadadores nacionales que en los internacionales exponiendo con ello una menor fatiga y un mayor entrenamiento.

La variable frecuencia de ciclo no sigue ningún patrón de comportamiento, mostrándose independiente al nivel de rendimiento y asociándose más con la edad de los nadadores y a su desarrollo.

La longitud de ciclo no sigue ningún modelo de actuación de forma significativa, permaneciendo casi constante en los nadadores de nivel intencional frente a una mayor disminución a lo largo de la prueba en los nadadores nacionales.

Las diferencias de tiempo entre el segundo parcial de 50m y el primero tienden a unos valores absolutos de 2 s en el caso del estilo libre y el estilo espalda; y de 4 s en el caso de los estilos mariposa y braza, independientemente del nivel de competición y género.

### BIBLIOGRAFÍA

Absaliamov y Timakovoy (1990). Aseguramiento Científico de la Competición. Moscú, Vneshtorgizdat.

## Swimming Science I

- Arellano, R. (1991). Análisis Estadístico Básico de los Resultados Obtenidos en los Campus de Promesas Realizados en Cartagena. Consejo Superior de Deportes - Federación Española de Natación.
- Arellano, R. (2004). "Aplicación de la evaluación biomecánica en el entrenamiento de nadadores." Comunicaciones Técnicas. Escuela Nacional de Entrenadores. R.F.E.N.3:15-22.
- Arellano, R., P. Brown, y col. (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., A. Ferro, y col. (2001). Estudio de los resultados del análisis de la competición en las pruebas estilo libre en los Campeonatos de España Absolutos 1999 y 2000. Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel. R. Arellano y A. Ferro. Madrid, Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia. 32: 51-86.
- Arellano, R., J. A. Sánchez-Molina, y col. (2001). 2001 European Youth Olympic Days Analysis Of Competition Project. Murcia (Spain), Spanish Olympic Committee: 150.
- Arellano, R., J. A. Sánchez-Molina, y col. (2002). Analysis of 100-m Backstroke, Breaststroke, Butterfly and freestyle swimmers at the 2001 European youth Olympic days. IX Symposium Mondial Biomécanique et Médecine de la Natation, Saint-Etienne (France), Université Saint-Etienne.
- Chollet, D. (2003). Capítulo III: Evaluación de la técnica. Natación deportiva. Enfoque científico. INDE. Barcelona: 175-252.
- Ferro, A., A. Rivera, y col. (2001). Metodología para el análisis biomecánico de actividades desarrolladas en el medio acuático. Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel. R. Arellano and A. Ferro. Madrid, Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia. 32: 239-260.
- Haljand, R. (1996). Methods of kinematic evaluations for competition technique in swimming and conclusions for training. Symposium. Kölner Schwimmsporttage., German Sport University Cologne. Institute for Aquatics
- Hay, J. G., A. C. S. Guimaraes, y col. (1983). A Quantitive Look at Swimming Biomechanics. Starting, Stroking & Turning (A Compilation of Research on the Biomechanics of Swimming, The University of Iowa, 1983-86). J. G. Hay. Iowa, Biomechanics Laboratory, Departament of Exercise Science: 76-82.
- Mason, B. (1999). Where are races won (and lost)? SWIMMING: Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports. R. Sanders and J. Linsten. Perth, Western Australia, School of Biomedical and Sports Science. 1: 1-10.
- Pease, D. (1999). "Sporting technique faults - Below & above the water." Paper presented at the Swimming: Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports. Perth: Western Australia.
- Ruiz, L. M. (1994). Deporte y Aprendizaje. Procesos de Adquisición y Desarrollo de Habilidades. Madrid, Visor.
- Sánchez, J. A. y R. Arellano (2001). El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología. Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel. R. Arellano and A. Ferro. Madrid, Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia. 32: 9-50.
- Ruiz, L. M. y F. Bañuelos (1997). Rendimiento Deportivo. Claves para la Optimización de los Aprendizajes. Madrid, Gymnos.
- Smith, D. J. (2003). "A framework for understanding the training process leading to elite performance." Sports Medicine 33(15): 1103-1126.
- Thayer, A. y J. Hay (1984). "Motivating start and turn improvement." Swimming Technique II (Fer- Apr): 17-20.
- Thomson, K. G., R. Haljand, y col. (2000). "An Analysis of Selected kinematic variables in national and elite male and female 100-m and 200-m breaststroke swimmers." Journal of Sports Sciences 18: 421-431.
- Veiga, S. (2005). "Análisis de la competición en natación: su utilidad para el entrenador." Comunicaciones Técnicas. Escuela Nacional de Entrenadores. R.F.E.N. 6: 51-50.



## Swimming Science I

- Vorontsov, A. y D. Binevsky (2003). Swimming speed, stroke rate and stroke length during maximal 100 m freestyle of boys 11-16 years of age. Biomechanics and medicine in swimming IX. J.-C. Chatard. Saint-Etienne, Université de Saint-Etienne: 195-200.
- Wakayoshi, K., T. Nomura, y col. (1992). Analysis of Swimming Races in the 1989 Pan Pacific Swimming Championship and 1988 Japanese Olympic Trials. Sixth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Liverpool (Inglaterra), E & FN Spon.
- Ykuta, Y., K. Okuno, y col. (2003). A comparison of finalists to semi finalists in the 50 m swimming events at the 9th Fina world swimming championships Fukuoka 2001. Saint-Etienne, France, University of Saint-Etienne.

### LA ACELERACIÓN INTRA-CICLO: SU APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA EN NATACIÓN.

Víctor Tella, Juan Benavent, Joaquín Madera, Jordi Jordá, Luís M González  
Universitat de València

#### RESUMEN

El rendimiento en natación depende de la interacción mecánica entre el agua y las acciones dinámicas realizadas por el cuerpo del nadador. De esta interacción surge una relación de fuerzas (i.e. propulsivas y resistivas), que son las causantes de la velocidad de nado. De esta forma, en función de su magnitud se va a producir un mayor o menor desplazamiento del nadador, siendo tan sólo eficaces aquellas fuerzas que producen aceleraciones en la dirección de nado. Las fuerzas que se aplican durante el nado pueden caracterizarse a través del análisis de la aceleración producida. Tanto el análisis en el dominio temporal como en el dominio frecuencial (i.e. power spectral analysis) de la aceleración producida durante el nado nos permiten caracterizar las técnicas de nado. Basándose en estos análisis, tanto la amplitud de la aceleración producida como la aceleración empleada a determinadas frecuencias parecen tener una influencia directa sobre el nado. Sin embargo, limitar el análisis de la aceleración de nado en una única dirección puede reducir las posibilidades de interpretación y por consiguiente su aplicación técnica. Las coordinaciones temporales de los brazos así como las coordinaciones temporales de las piernas pueden ser “anti phase” (crol y espalda) o “in phase” (braza y mariposa). Así, la coordinación “anti phase” tiene como resultado principal los desplazamientos del nadador en la dirección antero-posterior y medio-lateral. En la coordinación “in phase”, los desplazamientos son en la dirección antero-posterior y superior-inferior. El presente trabajo pretende analizar la relevancia del análisis de aceleración intra-ciclo y su aplicación en la evaluación de la técnica de nado.

**Palabras clave:** Power spectral density, eficiencia propulsiva, fatiga, crol

#### INTRODUCCIÓN

El rendimiento en natación depende de la interacción mecánica entre el agua y las acciones dinámicas realizadas por el cuerpo del nadador. De esta interacción surge una relación de fuerzas (i.e. propulsivas y resistivas), que son las causantes de la velocidad de nado. Todo ello provoca una serie de fluctuaciones de la velocidad durante cada ciclo de nado (Millar, 1975).

Estas variaciones en la velocidad intraciclo han sido estudiadas para caracterizar la técnica de natación teniendo en cuenta parámetros espacio-temporales (Alves et al. 1994, Holmer 1979, Miyashita 1971, Vilas-Boas 1992 y 1996, Alberty et al 2005, Tella et al. 2006).

Asimismo las variables cinemáticas obtenidas durante un ciclo, se han empleado para estudiar la coordinación (Collet 2000), la duración o cambios de velocidad de las diferentes fases y la eficiencia propulsiva en términos fisiológicos (Vilas-Boas 1996, Barbosa et al 2005) o biomecánicos. Así, Vilas-Boas y colaboradores (Seifert 2004) sugieren que la metodología para el estudio de la velocidad intraciclo permite reflejar la eficacia en coordinar las fuerzas que se aplican durante el nado.

En general la mayor parte de la literatura analizada se ha centrado principalmente en el análisis de la velocidad. Sin embargo, es la aceleración el resultado directo de la aplicación de las fuerzas que intervienen durante el nado. De esta forma, en función de su magnitud se va a producir un mayor o menor desplazamiento del nadador (Reiwald & Bixler, 2001), siendo tan sólo eficaces aquellas fuerzas que producen aceleraciones en la dirección de nado (Bixler, 2005).

### ***Analisis de la aceleración en la dirección de nado***

Con el objetivo de caracterizar las fuerzas que se aplican en el estilo crol, Tella y colaboradores (Tella et al. 2007) han analizado la aceleración producida en la dirección de nado. Estos autores focalizaron su análisis tanto en el dominio temporal como en el dominio frecuencial (i.e. power spectral analysis) de la aceleración. Parece a tenor de sus resultados, que tanto la amplitud de la aceleración producida, como la energía empleada a determinadas frecuencias pueden tener una influencia directa sobre el rendimiento. Tradicionalmente la señal de aceleración ha sido tratada utilizando como parámetros estadísticos, el promedio, el rango y el coeficiente de variación. En nuestro estudio hemos utilizado como estadístico principal para caracterizar la amplitud de la aceleración la RMS (también llamado valor eficaz). Estos datos mostraron una clara relación entre los valores obtenidos en la RMS y la velocidad alcanzada por los sujetos, mostrándose así como un parámetro robusto en la caracterización de las señales de aceleración en nadadores. En la Figura 1 podemos observar la representación de la aceleración producida por un nadador de crol, su RMS y sus valores máximos y mínimos. El que la aceleración y la deceleración sean parte de un ciclo normal de nado, queda corroborado por el hecho de que los dos estadísticos de dispersión calculados, el máximo y el mínimo, aparecen en nuestro resultados correlacionados con la velocidad positivamente el primero y negativamente el segundo.

La segunda parte del análisis se centró en el dominio frecuencial. Para la descomposición de la señal en sus distintas frecuencias, se empleó un proceso matemático basado en la transformada rápida de Fourier (FFT). Usualmente el análisis visual de una gráfica, correspondiente a una señal no periódica, no suele dar información sobre que ciclos se repiten y a que frecuencia se dan estos. No obstante, al ser la natación un deporte cíclico se ha analizado normalmente de forma visual las periodicidades que componen un ciclo de nado. Incluso la observación de las graficas y el recuento de picos han sido empleados para caracterizar los diferentes componentes del nado (Maglisco, 1993). Sin embargo, las señales de natación no pueden ser caracterizadas como señales periódicas, y en función de esto a través de una FFT se puede matematizar este proceso y acotar con exactitud una serie de parámetros que de forma visual escaparían al investigador. Las variables dependientes calculadas en el dominio frecuencial fueron: peak power (PP), peak power frequency (PPF) y la potencia total contenida en el área del espectro (AS), esto es la suma de la potencia de todo el espectro entre 0 y 20 Hz. En la Figura 1 se puede observar un ejemplo del análisis realizado.

En todos los modelos aparecidos en ese trabajo (Figura 2) se puede observar que aparece un máximo pico de potencia, en el cual se acumula la mayor parte de la energía producida. La frecuencia a la que se da este pico oscila en un rango comprendido entre 4,39 Hz y 8,91 Hz. No obstante, dependiendo del modelo, se puede observar la aparición de dos o más picos de menor magnitud en frecuencias distintas. Parece en consecuencia que, en el modelo c, los diferentes osciladores que potencialmente podrían estar incidiendo en la amplitud del pico se están produciendo a una frecuencia similar (i.e. los distintos osciladores muestran una coherencia en frecuencia). Sin embargo en el modelo b, se puede intuir la acción de dos osciladores con distinta amplitud y frecuencias diferentes. El modelo a, muestra una mayor entropía que los otros.

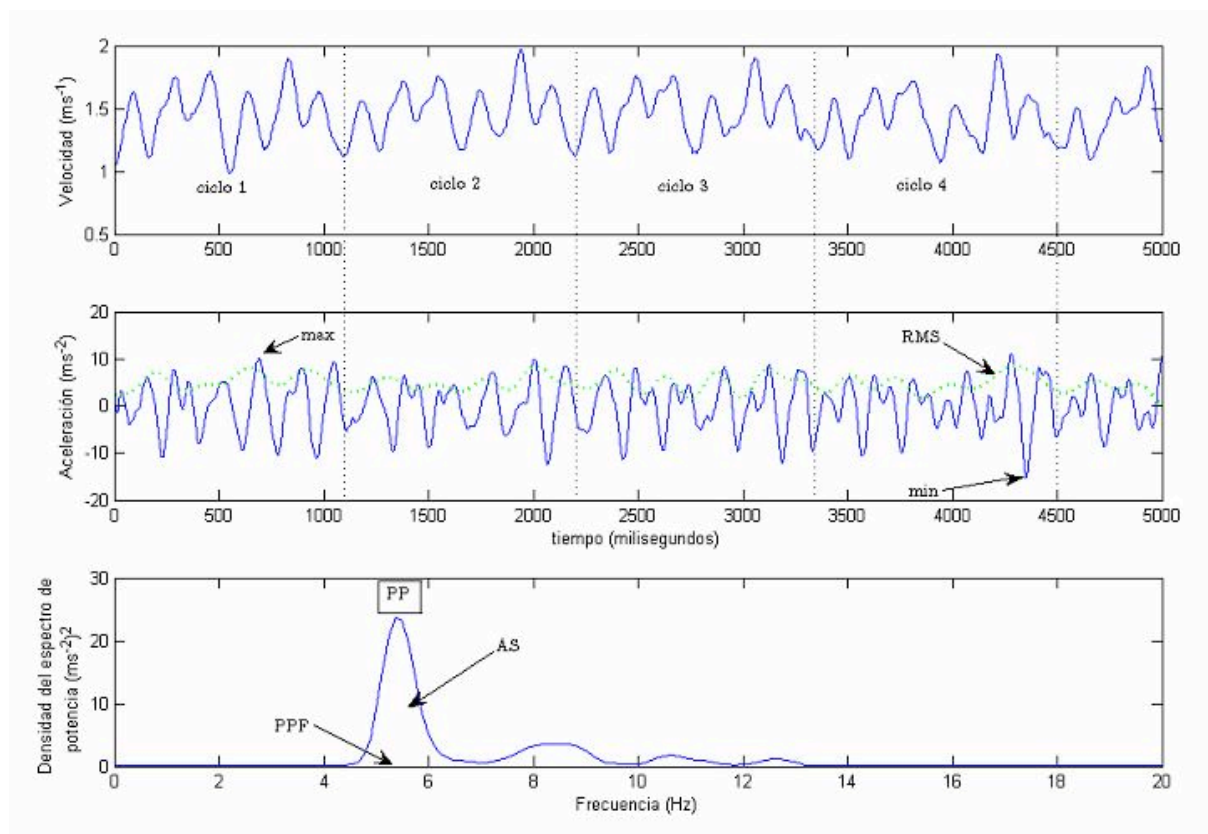


Figura 1. Ejemplo del análisis realizado con la señal de posición en el tiempo. En el panel superior se muestra la representación usual de la velocidad intraciclo (en el ejemplo, un promedio de  $1.45\text{ms}^{-1}$ ). En el panel central se representa nuestra propuesta de análisis de los cambios intraciclo en función de la aceleración. Se muestra la señal de aceleración original de un sujeto típico y su valor cuadrático medio (RMS), asimismo se señala el valor máximo y mínimo que toma la aceleración (e.g.  $\text{RMS}=5,92\text{ ms}^{-2}$ ;  $\text{Max}=14,41\text{ ms}^{-2}$ ;  $\text{Min}=16,91\text{ ms}^{-2}$ ). En el panel inferior aparece el correspondiente análisis frecuencial de la señal de aceleración. En el se muestra el pico de potencia (PP), la frecuencia a la que se da el máximo pico de potencia (PPF) y el área bajo la curva del espectro (AS). En el presente ejemplo los valores correspondientes fueron para la variable  $\text{PP}= 17,26\text{ (ms}^{-2}\text{)}^2$ , para  $\text{PPF}= 5,25\text{ Hz}$  y un  $\text{AS}= 270,20\text{ (ms}^{-2}\text{)}^2$ .

El análisis visual de los espectros hallados en ese trabajo, nos mostraron ante todo un pico de máxima amplitud, el cual coincidía en casi todos los modelos analizados. Al parecer, existe un oscilador que se sitúa en torno a una frecuencia de 5 Hz que en nuestros nadadores ha aportado un alto porcentaje de la aceleración producida durante la señal. Parece obvio que este pico máximo puede deberse a las aceleraciones producidas principalmente por los brazos. Las limitaciones de este tipo de análisis (i.e. tan sólo se midió la aceleración del cuerpo) no permiten deducir con exactitud la aportación de los pies en la aceleración. No obstante pensamos que la acción de los pies pueda aparecer acoplada con la de los brazos. Sería interesante profundizar en futuras investigaciones esta premisa, midiendo de forma sincrónica la aceleración de brazos y piernas. De esta forma se podría realizar un análisis completo de coherencia en frecuencia y en fase de ambas señales ante diferentes situaciones.

Además de que el análisis de la aceleración del cuerpo del nadador a través de procesos matemáticos (e.g. FFT) nos pueda permitir conocer de forma más precisa la sucesión de fuerzas propulsivas durante el nado, este tipo de análisis también se ha sido utilizado por los mismos autores para determinar cambios en la técnica de nado como resultado de la aparición de la fatiga. La reducción mostrada en los valores del dominio temporal y

concretamente en el dominio frecuencial del PP, PPF y AS, nos muestra una vía de análisis para determinar la aplicación diferente de fuerzas propulsivas en condiciones de fatiga.

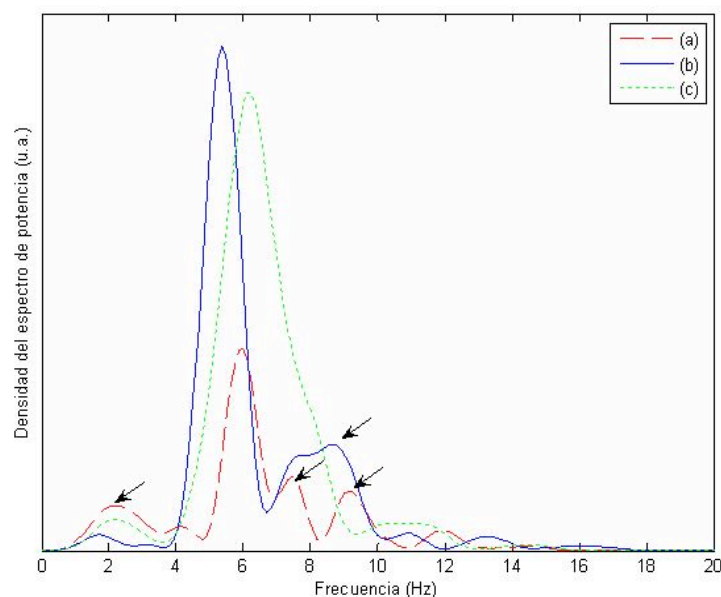


Figura 2. Distintos espectros de frecuencias obtenidos durante los intentos de nado sin fatiga. En la figura aparecen tres formas de espectros tipo. Los picos submáximos de potencia están señalados por una flecha. El espectro (a) muestra distintos picos de potencia a lo largo del espectro, la frecuencia a la que se da el pico de máxima amplitud es 5,98 Hz, observándose asimismo tres picos más pequeños a 2,11 Hz, 7,44 Hz y 9,13 Hz. El modelo (b) muestra un pico de potencia con una gran amplitud y con una frecuencia asociada de 5,37 Hz, teniendo tan sólo un segundo pico porcentualmente menor y que se sitúa a 8,6 Hz. La forma (c) muestra un espectro con un único pico de potencia situado en 6,22 Hz.

No obstante, el hecho de limitar el análisis de las fuerzas generadas en una única dirección reduce las posibilidades de interpretación. Según Handford y colaboradores (Handford et al. 1997) las coordinaciones temporales de los brazos así como las coordinaciones temporales de las piernas pueden ser “anti phase” (crol y espalda) o “in phase” (braza y mariposa). La coordinación “anti phase” tiene como resultado principal los desplazamientos del nadador en la dirección antero-posterior y medio-lateral. En la coordinación “in phase”, los desplazamientos son en la dirección antero-posterior y “superior-inferior”.

### ***Análisis de la aceleración en la dirección anteroposterior y medilateral***

En este apartado pretendemos analizar las aceleraciones en las direcciones que son relevantes en el desplazamiento del nadador. En crol, las dirección antero-posterior y medio-lateral son las principales en el desplazamiento del nadador. Por ello, hemos realizado un estudio con triatletas con diferentes objetivos (Jordá y cols 2007). En primer lugar consideramos relevante caracterizar la señal de aceleración en ambas direcciones, tanto en el dominio temporal como en el dominio frecuencial. Otro de los objetivos se centró en analizar los posibles cambios que se podrían producir durante una prueba submáxima de 100 metros. Por último, se estudió las posibles relaciones de los parámetros temporales y frecuenciales con la velocidad y las posibles relaciones entre los registros temporales entre la dirección antero-posterior y la dirección medio-lateral.

En el análisis de la aceleración en el dominio temporal, los resultados obtenidos al respecto muestran un valor RMS ligeramente inferior que los obtenidos con nadadores en el estudio realizado sobre la dirección de nado (Tella y cols. 2007). Esta diferencia puede tener su explicación en el hecho de que la velocidad promedio de ambos estudios difiere un 10%. Sin embargo la principal coincidencia de ambos estudios es la fuerte relación entre la magnitud del parámetro RMS y la velocidad final que alcanzan los nadadores. Parece que estos

## Swimming Science I

últimos datos refuerzan los obtenidos en el citado estudio ya que hemos encontrado relaciones en la dirección AP, tanto en el primer parcial de 50 como en el segundo parcial de 50, claramente superiores (0.96 y 0.94  $p < 0,001$ ).

Por otro lado la comparación de la aceleración entre los dos parciales realizados por los triatletas, muestran una diferencia significativa en cuanto a su amplitud en ambas direcciones, siendo necesario realizar una breve explicación al respecto. Aunque el protocolo de nuestro estudio fijaba una velocidad estándar para todo el recorrido, vemos que los triatletas cambian su patrón de comportamiento, aumentando la aceleración a lo largo de la prueba. Así, en el segundo parcial los sujetos mantenían la velocidad con magnitudes de aceleración significativamente más grandes que en el primer parcial. La explicación más factible, apunta al aumento de la fatiga de los sujetos ante estímulos submáximos (i.e. 95% de su mejor marca) como los experimentados a lo largo del protocolo de nuestro trabajo.

Aunque no se ha medido la posición del cuerpo del nadador, parece claro que la fatiga puede estar influyendo sobre los patrones técnicos del nadador (e.g. descoordinación de caderas y hombros y/o modificaciones hidrodinámicas). De tal forma que las fluctuaciones en la aplicación de fuerzas propulsivas y resistivas que se producen durante un ciclo y que pretenden minimizar la resistencia y maximizar la propulsión (Toussaint and Beek, 1992; Toussaint, 2002), pueden verse afectadas por la fatiga acumulada.

Parece desprenderse de lo descrito una clara aplicación práctica, el nadador deberá incrementar sus fuerzas propulsivas y sus correspondientes aceleraciones para poder contrarrestar el incremento de resistencia activa. Esta premisa que ya ha sido apuntada con anterioridad por otros autores (Chatard, Lavoie, Bourgoin, Lacour, 1990) toma fuerza a la luz de nuestros datos.

Otro tema importante que se desprende del análisis realizado, es aquel en el que relaciona las aceleraciones en función de la dirección en que se han producido. De esta forma los triatletas alcanzan valores medios superiores en la dirección ML en comparación con la AP. Esta diferencia puede sorprendernos, ya que las mayores aceleraciones se deberían producir en la dirección de nado (Bixler 2005), aunque existen una serie de fuerzas que actúan en otras direcciones. El nado de crol es el producto de la alternancia de movimientos tanto de los brazos como de las piernas (Magischo, 1993). Esta alternancia es facilitada por la acción del rolido (Castro, Minghelli, Floss, Guimaraes (2003), Liu, Hay, Andrews (1993)) o puede ser perjudicada por la respiración (Tommy Pedersen, Per-Ludvik Kjendlie (2006), Cardelli C, Lerda R, Chollet D (2000), provocando una mayor o menor simetría espacial en las acciones propulsivas (Haffner & Cappaert 1999, Cappaert & Van Heest 1999, Arellano, Lopez-Contreras, Sanchez-Molina 2003. Goldfuss & Nelson 1971, Potts et al. 2002, Yanai & Hay 2000 y Aujouannet, Rouard, Bonifazi, 2006). Esta asimetría provocaría una mayor resistencia de forma (Vorontsov & Rumyantsev, 2000).

Otro aspecto interesante nos lleva a relacionar las aceleraciones producidas en el eje AP con el eje ML. Esta relación se puede expresar a través del índice IRMS (RMSAP/RMSML), el cual nos permite destacar la relevancia de las aceleraciones en la dirección AP con respecto a las aceleraciones en la dirección ML. Este índice muestra la relación entre las fuerzas propulsivas (i.e. las generadas en la dirección AP que benefician el nado) con las fuerzas resistivas (i.e. las generadas en la dirección ML que podrían aumentar la resistencia al avance). Los valores obtenidos en este índice son inferiores a 1 en ambos parciales ( $0,52 \pm 0,10$  y  $0,60 \pm 0,12$ ), por lo que podemos considerar que hay un predominio de las aceleraciones en la dirección ML en este grupo de triatletas.

La fuerte correlación encontrada entre la velocidad y el IRMS en ambos parciales, nos puede indicar que cuando mayor es el valor del IRMS mayor puede ser su eficiencia propulsiva. De esta manera, la eficiencia propulsiva en el nado de crol estaría relacionada con el incremento de las aceleraciones en la dirección AP y con la reducción de las aceleraciones en la dirección ML. Es decir, a mayor valor de este índice mayor eficiencia propulsiva, lo que supone una mejor relación entre las aceleraciones producidas en la dirección AP con respecto a la dirección ML. A modo de ejemplo, el triatleta que nado a mayor velocidad generó aceleraciones en el eje AP y ML similares que dieron un valor de 1,05 en el IRMS, mientras que el nadador con peor rendimiento realizó aceleraciones

## Swimming Science I

superiores en la dirección ML a las registradas en la dirección AP y en consecuencia su IRMS fue de 0,35.

Si consideramos que el nivel técnico de los triatletas testados es inferior al de los mejores nadadores, es posible que tengan más dificultad para mantener una posición del cuerpo hidrodinámica y en consecuencia sus acciones propulsivas puedan ser más asimétricas como ya se ha señalado anteriormente. Por todo ello, pensamos que el IRMS puede discriminar el comportamiento eficaz del nadador ya que relaciona la proporción entre las aceleraciones que éste produce en ambas direcciones.

En el dominio frecuencial se obtienen una serie de perfiles como los que se pueden apreciar en las Figuras 3 y 4. En cuanto al espectro frecuencial de la aceleración en la dirección antero-posterior se obtiene un pico de potencia (PP) que van incrementando sus valores a a través de los diferentes parciales de 25. También se destaca el incremento de la frecuencia asociada al PP.

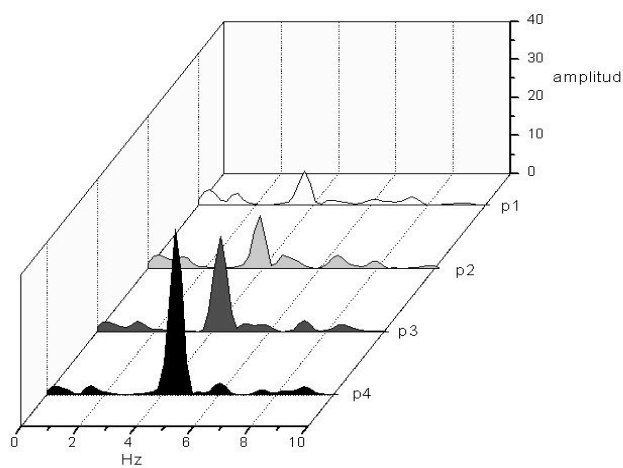


Figura 3. Espectro de frecuencias en la dirección antero-posterior. En la figura aparecen cuatro formas de espectros tipo. Cada uno de estos espectros corresponde a los sucesivos parciales de 25 metros en una prueba de 100 metros crol. Cabe destacar el incremento progresivo tanto del PP como de la PPF

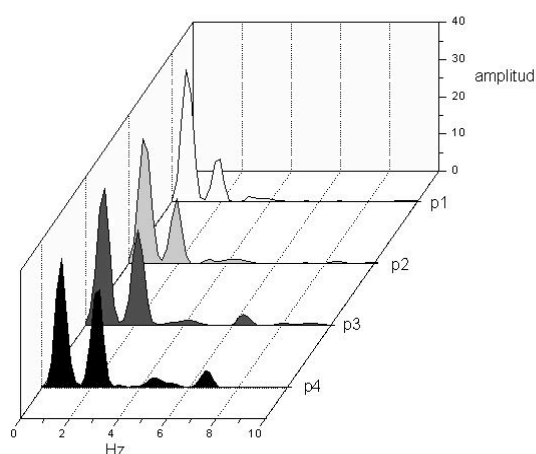


Figura 4. Espectro de frecuencias en la dirección medio-lateral. En la figura aparecen cuatro formas de espectros tipo. Cada uno de estos espectros corresponde a los sucesivos parciales de 25 metros en una prueba de 100 metros crol. Cabe destacar el incremento progresivo tanto del PP como de la PPF.



La aportación más novedosa de estos datos es la representación espectral en la dirección ML de las aceleraciones producidas durante el nado. Parece que al igual que en la representación espectral de las aceleraciones AP, aparece un patrón muy estable en cuanto a su comportamiento frecuencial. Una observación rápida de la forma, muestra dos claros picos de potencia. Posiblemente la frecuencia a la que se producen sea el resultado de los movimientos de rolido y respiración durante el nado. De la misma forma que en la dirección antero-posterior la frecuencia asociada a ambos picos incrementa durante los parciales de la prueba de 100 metros.

### CONCLUSIONES

A modo de resumen el análisis de la aceleración del cuerpo del nadador a través de procesos matemáticos (e.g. FFT) nos permite conocer de forma más precisa la sucesión de fuerzas propulsivas durante el nado y en concreto cómo se modifican éstas después de un protocolo de fatiga. La RMS se muestra como un parámetro eficaz que caracteriza la eficacia del nado de crol. El  $I_{RMS}$  puede aportar información relevante sobre la eficiencia en la aplicación de fuerzas propulsivas y resistivas en el nado de crol. Por último, los espectros de frecuencia añaden una información visual que permite completar la evaluación de las técnicas de nado

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberty M, Sidney M, Huot-Marchand F, Hespel JM, Pelayo P. Intracyclic velocity variations and coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *Int J Sports Med*; 26: 471-475
- Alves F, Santos PM, Veloso A, PintoCorreia I, Gomes-Pereira J. Measurement of intracycle power variation in swimming. *Motricidad Humana* 1994; 10: 69-75
- Arellano R, Lopez-Contreras G, Sanchez-Molina JA (2003). Quantitative evaluation of technique in International Spanish junior and pre-junior swimmers: an analysis of error frequencies. In: Chatard JC (ed.), *Biomechanics and medicine in swimming IX*. Presses Universitaires de l'Université de Saint Etienne, 87-92.
- Barbosa TM, Keskinen KL, Fernandes R, Colaço P, Lima AB, Vilas-Boas JP. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *European Journal of Applied Physiology* 2005; 5-6: 519-523
- Bixler B., Riewald S. (2001). Analysis of a swimmer's hand and arm in steady flow conditions using computational fluid dynamics. *Journal of Biomechanics* 35:713-717
- Bixler, B. (2005). Resistance and propulsion En: JM Stager, DA Tanner (Eds). *Swimming*. (Second Edition). Blackwell Publishing
- Cardelli C, Lerda R, Chollet D (2000). Analysis of breathing in the crawl as a function of skill and stroke characteristics. *Percept Motor Skills*, June: 979-987.
- Castro F, Minghelli F, Floss J, Guimaraes A (2003). Body roll angles in front crawl swimming at different velocities. In Chatard JC (ed.), *Biomechanics and medicine in swimming IX*. Publications de l'Université de Saint Etienne, 111-114.
- Chollet D, Chabies S, Chatard JC. New index of coordination for the crawl: description and usefulness. *Int J Sports Med* 2000; 20: 54-59
- Costill, D.L., Kowaleski, J., Porter D., Kirwan J., Fielding R., King D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events, 6, 5, 266-270
- Counsilman y Wasilak (1982),
- Di Prampero PE, Pendergast DR, Wilson DW, Rennie DW. (1974). Energetics of swimming in man. *J Appl Physiol.*; 37: 1-5
- East D.J. (1970). Swimming: An analysis of stroke frequency, stroke length and performance. *New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 3, 16-27
- Hanford C, Davids K, Bennett S. Button C. Skill acquisition in sport: some applications of an evolving practice ecology. *Journal of sports sciences* 1997; 15: 621-640

## Swimming Science I

- Holmer I. Analysis of acceleration as a measure of swimming proficiency. In: Terauds J, Bedingfield EW (eds). *Swimming Science III*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1979: 119-125
- Jordá J, Tella V, Benavent J, Colado J, Madera J, González LM (2007). Análisis de la aceleración antero-posterior y medio-lateral durante el nado de crol. XVII Congreso AETN. Valencia
- Lerda R, Cardelli C (2003). Breathing and propelling in crawl as a function of skill and swim velocity. *Int J Sports Med*, 24:75-81.
- Liu Q, Hay JG, Andrews JG (1993). Body roll and hand path in freestyle swimming: an experimental study. *J Appl Biomech*, 9: 238-253
- Maglischo E.W. (1993). *Swimming even faster* (1ª ed.). Mountain View, California: Mayfield Publishing Company
- Millar D. Biomechanics of swimming. *Exerc Sport Sci Rev* 1975; 3: 219-248
- Miyashita M. An analysis of fluctuations of swimming speed. In: Lewillie L, Clarys JP (eds.). *Proceeding of the First International Symposium on "Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving"*. Bruxelles: Université Libre de Bruxelles, 1971: 53:58
- Seifert L, Chollet, Bardy BG. Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. *Journal of sports sciences* 2004; 22: 651-660
- Tella V, Jordá J, Madera J, Benavent J, Llana S. Fatigue effects on intra-cycle velocity in freestylers. *Portuguese Journal of Sport Sciences* 2006; Vol. 6 (Supplement 2): p.105-107
- Tella V., Toca-Herrera J.L., Gallach J.E., Benavent J., González L.M., Arellano R. (2007) Effect of fatigue on the intra-cycle acceleration in front crawl swimming: A time - frequency analysis. *Journal of Biomechanics* (2007), doi:10.1016/j.jbiomech.2007.07.012
- Tommy Pedersen, Per-Ludvik Kjendlie (2006). The effect of the breathing action on velocity in front crawl sprinting. *Portuguese Journal of Sport Sciences* 2006; Vol. 6 (Supplement 2): pp 75-77
- Toussaint HM, Beek PJ (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med*, 13:8-24.
- Vilas-Boas JP. A photo-optical method for acquisition of biomechanical data in swimmers. In: Ronado R, Ferringo G, Santambrogio G (eds). *X Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*. Milan: Edi. Ermes, 1992: 142-146
- Vilas-Boas JP. Speed fluctuations and energy cost of different breaststroke techniques. In: Troup JP, Hollander AP, Strass D, Trappe SW, Cappaert JM, Trappe TA (eds) *Biomechanics and Medicine in Swimming: Swimming Science VII*. London: E. & F. N. Spon, 1996: 167-171
- Vorontsov, A.R., Romyantsev, V.A., *Resistive Forces in Swimming*. *Biomechanics in Sport*. Encyclopaedia of Sports Medicine. Vol. IX, pp.193-196, 2000.
- Y.A Aujouannet<sup>1</sup>, A.H. Rouard<sup>1</sup>, M. Bonifazi<sup>2</sup> (2006). Effects of fatigue on the kinematic hands symmetry in freestyle. *Portuguese Journal of Sport Sciences* 2006; Vol. 6 (Supplement 2): pp 24-25
- Yanai T, Hay JG (2000). Shoulder impingement in frontcrawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1): 30-40.).

### PROGRAMA ACUÁTICO MULTIDISCIPLINAR DE INTERVENCIÓN EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA

Gracia López, Pedro Baena, Esther Morales, Raúl Arellano y Jordi Mercadé

F.CC.A.F.y D. Universidad de Granada, Granada, España.

**RESUMEN:** Bajo la perspectiva terapéutica, el medio acuático se utiliza como forma de tratamiento a diversas patologías existentes, sin embargo debemos tener en cuenta que cuando exista una labor terapéutica, debe contarse con la participación de profesionales de la salud. Esto nos lleva al planteamiento de que el camino más adecuado para diseñar un programa de terapia acuática, implicará la colaboración y coordinación de un equipo integrado por fisioterapeutas y expertos en el ejercicio en el medio acuático. El programa de intervención que planteamos responde a esta necesidad. El presente trabajo tiene la intención de mostrar la organización, desarrollo de contenidos y resultados de un programa acuático multidisciplinar ante alteraciones motóricas, que está dando muestras de eficacia en cuanto a la consecución de objetivos relacionados con el aprendizaje y adaptación al medio acuático, así como en cuanto a la mejora de la percepción subjetiva de estado de vida saludable y mejora de la calidad de vida de los usuarios.

**Palabras clave:** natación terapéutica; rehabilitación motriz; natación y salud; actividad acuática y discapacidad;

#### INTRODUCCIÓN

El creciente uso de la actividad acuática con fines terapéuticos, adaptada a poblaciones con distintas características, queda evidenciado por la proliferación de lugares y programas donde se aplica esta modalidad buscando una contribución positiva en el estado de vida saludable de los sujetos que la realizan.

La práctica de ejercicio en el agua, inicialmente fue empleada como medio de contribución favorable al tratamiento de personas con algún tipo de discapacidad, afectadas física o mentalmente, y en pacientes con problemas neurológicos, con el objetivo de proporcionar estímulos aprovechando las características específicas del medio acuático. Actualmente, su uso se está extendiendo a otros terrenos, tales como enfermedades que cursan con dolor crónico, rehabilitación de alteraciones cardiovasculares, rehabilitación de la espalda y pacientes con problemas traumatológicos y ortopédicos, en todos ellos con la finalidad de mejora de la calidad de vida. Igualmente en alteraciones transitorias, como puede ser el caso de lesiones deportivas, se aplica como acondicionamiento para el trabajo físico, y recuperación de lesiones del aparato locomotor, con la finalidad de conseguir una recuperación más rápida de la funcionalidad.

El medio acuático, por sus características específicas, es capaz de ofrecer importantes ventajas para el desarrollo de la salud, basado en la presencia de un ambiente motivador y portador de una serie de cualidades que le permiten ser útil para todos los sectores de población. Bajo la perspectiva terapéutica el medio acuático se utiliza como forma de tratamiento a diversas patologías existentes, o bien, como tratamiento complementario a terapias de tipo convencional. (Lloret y cols, 2001).

Debemos tener en cuenta que cuando exista una labor terapéutica, debe contarse con la participación de profesionales de la salud –fisioterapeutas-. Son éstos los que indican el tipo de trabajo a realizar, las limitaciones que presentan las diferentes patologías, las necesidades de movimiento o las pautas de intervención, sin embargo, los profesionales del medio acuático, son los indicados para colaborar activa y positivamente contribuyendo con sus conocimientos y medios tanto al planteamiento de ejercicios y desarrollo de habilidades de aprendizaje o entrenamiento adecuadas, como al estudio científico de los efectos que el trabajo en el agua tiene sobre la persona individualmente.

La persona encargada de ejecutar un programa de actividad física acuática deberá ser capaz de seleccionar los ejercicios y las condiciones más adecuadas para realizarlos. Para

## Swimming Science I

ello, deberá conocer y estar capacitado para aplicar al ejercicio en medio acuático las propiedades físicas del agua: su masa, viscosidad y presión hidrostática; las fuerzas que actúan sobre un cuerpo sumergido en el agua y los principios físicos que gobiernan el movimiento de un cuerpo en su seno.

Sólo conociendo a fondo las leyes de la hidrodinámica el profesional puede individualizar la forma de trabajo más adecuada a cada persona (López-Contreras & González, 2005). No se trata únicamente de conocer o disponer de toda una base de datos con ejercicios aplicables aunque sin fundamento, sino de conocer las bases sobre las cuales poder crear sin límite actividades, situaciones y ejercicios adecuados y optimizados a las características y necesidades de cada sujeto.

El conocimiento profundo de la biomecánica de la natación nos proporciona información adecuada para poder aplicar correctamente sus principios en el campo de la preparación física y rehabilitación física y deportiva, utilizando o adaptando la técnica a las características individuales de los sujetos tratados. Podemos determinar cómo repercuten en cada caso las leyes físicas en el medio acuático, cómo se pueden utilizar y cuándo hay que vencerlas (Arellano, 2004). De esta forma respondemos adecuadamente a los requerimientos que los fisioterapeutas puedan hacer de nuestra labor.

Esto nos lleva al planteamiento de que el camino más adecuado para diseñar un programa de terapia acuática, implicará la colaboración y coordinación de un equipo integrado por fisioterapeutas y expertos en el ejercicio en el medio acuático.

El programa acuático multidisciplinar de intervención en personas con discapacidad motora que presentamos a continuación es un intento de conciliar ambos conceptos.

### ORIGEN DE LA ACTIVIDAD

La idea parte del Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad de Granada, concretamente del Gabinete de Atención Social al Estudiante. Desde este departamento se oferta, a la comunidad universitaria con discapacidad motora, la posibilidad de realizar una actividad deportiva en medio acuático. Al mismo tiempo se solicita, a la Facultad del Deporte la colaboración con el programa, tanto con la cesión de las instalaciones como con la participación de profesores vinculados a las áreas de actividad acuática y actividad física y salud, así como de estudiantes de dichas especialidades, en prácticas, que ejercen labores de enseñanza.

La actividad se plantea con un doble objetivo, por un lado el beneficio aportado a los usuarios de la actividad: se pretende mejorar o al menos mantener un estado de bienestar y calidad de vida reduciendo el deterioro físico y psicológico relacionado con la evolución de la patología; por otro lado favorecer la formación de los alumnos-docentes: fomentar la sensibilidad de los estudiantes universitarios hacia este sector de la población y posibilitar el desarrollo de su práctica profesional. Tras unos años de experiencia, y comprobada la gran aceptación del programa, se consideró la posibilidad de aunar el trabajo de los alumnos de Ciencias de la Actividad Física y el deporte con el de los alumnos de fisioterapia. El objetivo: realizar un trabajo multidisciplinar enriqueciendo la labor hacia los usuarios y el aprendizaje recíproco de estudiantes de ambas disciplinas.

### OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Bajo esta perspectiva se presenta un programa de actividad acuática con los siguientes objetivos hacia los usuarios:

- Promover la actividad acuática favoreciendo el bienestar físico, psíquico y social, junto a la calidad de vida.
- Introducir la actividad física acuática como práctica habitual en su modo de vida.
- Proporcionar esparcimiento y recreación a través de la actividad física acuática.
- Conocimiento de las posibilidades y limitaciones del propio cuerpo.
- Desarrollar aspectos funcionales que repercutan positivamente en la salud.
- Fomento de las relaciones interpersonales entre los alumnos y profesor-alumno.
- Objetivos específicos vinculados al conocimiento y dominio del M.A.

Sin olvidar los objetivos orientados a los alumnos-docentes:

## Swimming Science I

- Desarrollo de la experiencia tanto profesional como personal.
- Comprender las relaciones entre la actividad física en el medio acuático y su aplicación ante necesidades motrices específicas.
- Cubrir las necesidades y expectativas específicas de cada usuario del programa.
- Elaboración, realización y evaluación de un programa de trabajo coordinando las competencias de las disciplinas de actividad física en el agua y fisioterapia.
- Seguimiento sistemático de la incidencia de la propuesta de la actividad sobre el alumno.

### EQUIPO DE TRABAJO

Detrás de este trabajo hay un numeroso equipo que permite que se haga realidad, formado en primer lugar por los propios usuarios, que cada curso oscilan entre 15 y 18 con diferentes patologías, las más frecuentes son esclerosis múltiple, ataxia, limitación funcional de diferente origen, escoliosis e ictus; los estudiantes de CCAFD (denominados en adelante monitores) que deben ser, al menos, el mismo número que usuarios puesto que el trabajo se hace completamente individualizado (un usuario por monitor) y que cursen las especialidades de actividades acuáticas y actividad física y salud, su función es programar las actividades a realizar para conseguir los objetivos planteados, elaborar las sesiones de trabajo y evaluar la consecución de los mismos; los estudiantes de fisioterapia participantes suelen ser entre 8 y 10, su labor es ir rotando por los distintos usuarios para realizar movilizaciones, correcciones posturales e indicaciones terapéuticas oportunas; dos coordinadores, normalmente estudiantes de último año o de tercer ciclo con experiencia en el programa de años anteriores, cuya misión es organizar la distribución de alumnos y monitores, controlar el correcto funcionamiento del material utilizado en piscina y supervisar la coordinación del trabajo de los monitores y fisioterapeutas; y por último los profesores colaboradores, entre los que se distinguen un médico rehabilitador, dos fisioterapeutas y dos profesores de ciencias de la actividad física y el deporte, uno especialista en actividad física y salud y otra en actividades acuáticas que son los responsables de impartir las jornadas previas de formación, de supervisar las programaciones, sesiones y resultados elaborados por los alumnos y mantener sesiones de tutorización, con los estudiantes implicados, en cualquier momento a lo largo del desarrollo del programa.

### ORGANIZACIÓN

El programa se inicia con las jornadas de formación para los alumnos participantes. Estas jornadas, que se desarrollan de modo teórico-práctico, tienen como finalidad dar una visión al alumno de la aplicabilidad de los contenidos tratados en su formación académica a la práctica profesional real, en las condiciones que se nos presentan en este programa. Así se imparten charlas sobre: organización, desarrollo y evaluación de programas de salud; adaptación de la actividad en medio acuático a personas con discapacidad; características, necesidades de movimiento y limitaciones funcionales de las diferentes patologías; formas de agarre, movilizaciones y estimulación del movimiento en fisioterapia... Pero fundamentalmente se pretende que los alumnos tomen confianza y seguridad ante el proyecto que inician puesto, que al principio, surgen temores y dudas sobre cómo debe ser su trato hacia los usuarios, qué hacer o no hacer para no perjudicar o causar algún daño al usuario, cómo saber hasta dónde pueden llegar en sus exigencias de trabajo...temores que se disipan en cuanto comienzan su trabajo y perciben las respuestas de aprendizaje y satisfacción de sus alumnos y la gran cantidad de información que, simplemente escuchando, pueden obtener de ellos para su correcta labor, que al fin y al cabo, responde a la normalidad de un trabajo completamente individualizado y nada más.

Al finalizar las jornadas de formación se realiza el primer encuentro entre usuarios y alumnos-docentes, efectuándose la distribución de los grupos de trabajo. A partir de ahí comienza el desarrollo de las sesiones.

### METODOLOGÍA

**Individualización:** como ya hemos indicado anteriormente, el trabajo se realiza de forma completamente individualizada existiendo un monitor, y en ocasiones dos, por usuario además de un fisioterapeuta en rotación. De esta forma se facilita la comunicación verbal entre monitor y alumno, antes, durante y después de la sesión, lo que permite conocer sus inquietudes, estado de ánimo, expectativas, dificultades...dando al monitor pautas para orientar correctamente el trabajo previsto al estado real del alumno, que generalmente es muy cambiante por diversas causas. Por otro lado, también aumenta la confianza y seguridad que siente la persona con discapacidad en el agua lo que le permitirá obtener mayores beneficios en su progresión individual. Igualmente, la estrecha relación que se establece entre profesor y alumno, genera una gran complicidad entre ambos beneficiosa, sin duda, para el enriquecimiento personal de todos. De hecho las valoraciones que realizan al finalizar el programa son siempre muy positivas tanto por parte de los usuarios como de los monitores y estudiantes de fisioterapia.

**Frecuencia:** habitualmente se realizan dos sesiones por semana durante un periodo de siete meses. El nivel medio de participación (cuantificado por la asistencia a las sesiones) por parte de las personas con discapacidad está próximo al 70%, como podemos ver en la figura 1. Una de las principales causas de ausencia está originada por la falta de autonomía de algunos usuarios para desplazarse hasta la piscina, dependiendo normalmente de terceros que deben acompañarlos o llevarlos a las instalaciones y que en ocasiones carecen de disponibilidad. Otra causa importante es la climática, al desarrollarse gran parte del programa en periodo invernal, las jornadas muy frías y/o lluviosas reducen en gran medida el número de usuarios. Aún así consideramos que el grado de participación es bastante bueno, y lo podemos considerar un índice del nivel de motivación e interés por la actividad.

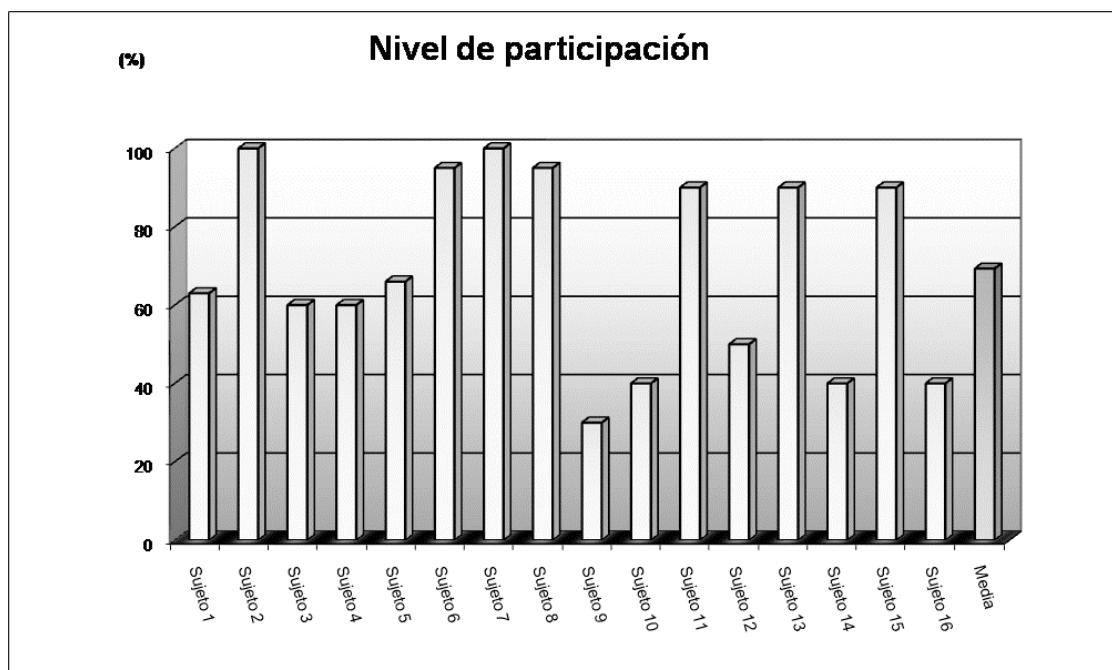


Figura 1: El nivel de participación de los usuarios con discapacidad, cuantificado por el porcentaje de asistencia a las sesiones de trabajo.

**Procedimiento:** al inicio de la actividad se realiza una evaluación con la finalidad de conocer la situación de partida de los usuarios, ésta se realiza mediante una prueba de nivel de dominio del medio acuático y la valoración de su percepción del estado de salud a través del cuestionario SF-36 (Alonso y cols, 1995).

## Swimming Science I

A través de una entrevista entre monitor, usuario y fisioterapeuta, se establecen conjuntamente los objetivos a plantear a corto y medio plazo, considerando los intereses y expectativas del alumno discapacitado, las posibilidades reales de aprendizaje y evolución en el medio acuático que considere el monitor y las posibilidades de mejora funcional o estimulación que bajo la perspectiva del fisioterapeuta sean oportunas.

A partir de este momento se inician las sesiones de trabajo. La duración de las sesiones es de aproximadamente 45 minutos, en ellas se establecen una serie de contenidos preestablecidos como necesarios en todos los casos:

Equilibrio (fig. 2a): en las diferentes discapacidades motóricas es frecuente la pérdida del esquema corporal primitivo, debiendo ser reeducado y adaptado a su situación actual, (sedestación, inmovilidad segmentaria, posiciones de inestabilidad...) recuperando la estabilidad corporal y el esquema corregido.

El medio acuático, por su mayor viscosidad aumenta la sensibilidad exteroceptiva, ya que refuerza la percepción de receptores táctiles, de forma que el alumno "siente" en toda la superficie corporal el apoyo o presión del agua. Además tiene que controlar permanentemente su equilibrio y posición en el agua, ya que al carecer de apoyos estables debe desarrollar la capacidad de hacer cambios de posición y reequilibración continuamente tratando de mantener una alineación corporal correcta

Por otro lado, al poder adoptar fácilmente posiciones no habituales del cuerpo favorecemos el dominio postural y segmentario además de la coordinación. Se llevará a cabo con ejercicios variados, ofreciéndoles distintas posibilidades de apoyos, y utilizando diferentes materiales, es decir, con gran variedad de situaciones y siempre teniendo en cuenta la progresión más lógica (fácil-difícil; muchos apoyos-pocos apoyos, superficies muy estables-menor estabilidad...).

Respiración (fig. 2b): surge la necesidad de enseñarles a respirar correctamente, básicamente porque el medio acuático requiere de un dominio respiratorio específico que permita coordinar las fases de inmersión de vías respiratorias con la espiración y las de emersión con la inspiración, esto implica un control voluntario de la respiración que favorece la toma de consciencia de este acto. Por otro lado, la acción de la presión hidrostática sobre el cuerpo del sujeto hace que se deba incrementar el esfuerzo muscular para llevar a cabo los movimientos ventilatorios.

El dominio de la respiración va a favorecer el desarrollo de una respiración completa y profunda tanto torácica como abdominal, que mejoren los posibles problemas respiratorios asociados a muchas de las patologías motóricas, o a mejorar las posibilidades de trabajo aeróbico en el agua y facilitar la relajación general por medio de la respiración profunda.

Flotación (fig. 2c): El medio acuático disminuye el impacto con el suelo y con esto las tensiones sobre las articulaciones. Ayuda a que los participantes con algún tipo de limitación en su movilidad puedan ver facilitados sus movimientos por descarga de peso y la posibilidad de realizar movimientos espaciales sin dificultad en posiciones habituales y no habituales. Las personas con sobrepeso, problemas articulares, etc. pueden realizar ejercicios dentro del agua con mucho menor riesgo.

El objetivo es conseguir que el alumno con discapacidad sea capaz de mantenerse en la superficie de forma autónoma, sin material auxiliar, como elemento de dominio del medio o ayudado por material auxiliar, que nos va a permitir mantener posiciones estables (estáticas o dinámicas); ayudar a la realización del movimiento tanto de forma pasiva, a merced de la fuerza de flotación, como de forma activa asistida, contracción voluntaria ayudada por la flotación; o resistir la realización del movimiento (movimiento excéntrico). Para ello es necesario conocer y utilizar correctamente todos los medios y material de los que dispongamos y en función del objetivo pretendido daremos diferentes usos a la fuerza de flotación.

Desplazamientos (fig. 2d): gracias a la lentitud de movimientos, debida a la mayor viscosidad del agua y la resistencia hidrodinámica, experimentarán que las caídas son más difíciles, puesto que tienen un mayor tiempo para reaccionar y no existe impacto violento, lo cual da seguridad a sus desplazamientos, cuando estos se realizan en zonas poco profundas y con los pies en contacto con el fondo. Es un entorno más estable para los

## Swimming Science I

participantes, poder mantener la sensación de equilibrio estable y sensación de gravedad (aunque reducida), que nos permite trabajar en posición vertical, con mayor o menor lentitud en las acciones y por tanto moderar la intensidad del trabajo según interese en cada momento.

Sin embargo, otro de los objetivos que nos planteamos con todos los usuarios es conseguir su independencia en el medio acuático, lo cual implica a su vez que sea capaz de desplazarse con seguridad y eficacia en zonas profundas o poco profundas sin apoyo en el fondo, mediante movimientos propulsivos en posiciones horizontales, dorsales o ventrales, lo cual pasa por un proceso de aprendizaje de técnicas básicas de nado adaptadas a sus posibilidades reales de movimiento.

Movilidad articular (fig. 2e): la inmersión en el agua, produce una relajación de la musculatura, por disminución del tono muscular basal a nivel general, que no necesita mantener la posición corporal venciendo la fuerza de la gravedad. Además, el medio acuático favorece la relajación de los centros nerviosos, cuyos estímulos mantienen la contracción muscular, originando como consecuencia un estado de relajamiento fisiológico que favorece un mayor radio de acción en las articulaciones. Es necesario movilizar todas las articulaciones, ya sea pasiva o activamente para evitar o reducir la rigidez articular como consecuencia de la inmovilización; para reducir los problemas circulatorios (problemas por éxtasis venoso) debido a la debilidad o parálisis muscular y para que el efecto masaje del agua sobre la superficie de la piel mejore el trofismo cutáneo.

Se incluye, también un trabajo de estiramiento muscular tratando de elongar la musculatura que se encuentra más hipertónica generando mayor tensión articular. Debemos mantener la musculatura en su tono normal con lo cual, evitamos lo anterior y además favorecemos la relajación y los movimientos autónomos que presente cada individuo. Cobra especial importancia en aquellos sujetos que padecen espasticidad (aumento del tono muscular mantenido, de origen central) problema asociado a un gran número de patologías.

Tonificación muscular (fig. 2f): La resistencia homogénea que existe alrededor del cuerpo facilita un trabajo equilibrado de pares musculares, esto es que los movimientos opuestos de un mismo segmento corporal siempre serán realizados de forma concéntrica por músculos antagonistas. Esto es posible porque la resistencia hidrodinámica se mantiene tanto a la ida del movimiento como a la vuelta. Por otro lado, al estar sumergido y sometido a hipogravidez se favorece la ejercitación de grupos musculares poco habituales en tierra, de hecho se ejercita toda la musculatura del cuerpo, incluso aquellos músculos que habitualmente apenas trabajan. A su vez, este trabajo tan global, también influirá en una mejora más significativa de la capacidad aeróbica, puesto que la cantidad de oxígeno solicitada es superior, influyendo muy eficazmente no sólo sobre el corazón y pulmones, sino también a nivel global sobre el sistema vascular y las células musculares (Colado, 2004). Utilizaremos la realización de diferentes tipos de trayectorias (rectilíneas o espaciales), modificando la longitud y tamaño de las superficies propulsivas y la velocidad de ejecución para modular la intensidad del esfuerzo en base a las posibilidades y necesidades de los practicantes.

Relajación (fig. 2g): es importante terminar la sesión siempre con ejercicios de relajación como medio de vuelta a la calma.

La distribución del tiempo de dedicación a cada uno de los contenidos o los ejercicios o actividades a desarrollar serán establecidos por los monitores y fisioterapeutas en función de las necesidades específicas de cada usuario y los objetivos planteados en cada caso.



## Swimming Science I



Figura 2: Imágenes de los contenidos de trabajo en las sesiones del programa.

Evaluación del programa: Finalmente, cada grupo de trabajo realiza una valoración de los objetivos conseguidos y grado de satisfacción del usuario en relación a la evolución del programa.

A lo largo de estos años de experiencia se han realizado algunos estudios cuyos resultados nos han permitido hacer una valoración de la evolución y mejora de diferentes sujetos con nuestro programa. López-Contreras y Baena, (2003) indicaron que el trabajo realizado en este programa de actividad acuática para discapacitados motóricos aportó unos resultados adecuados y favorables, tanto en el proceso de adaptación, dominio y aprendizaje en el medio acuático como en la mejora subjetiva de la calidad de vida de los participantes.

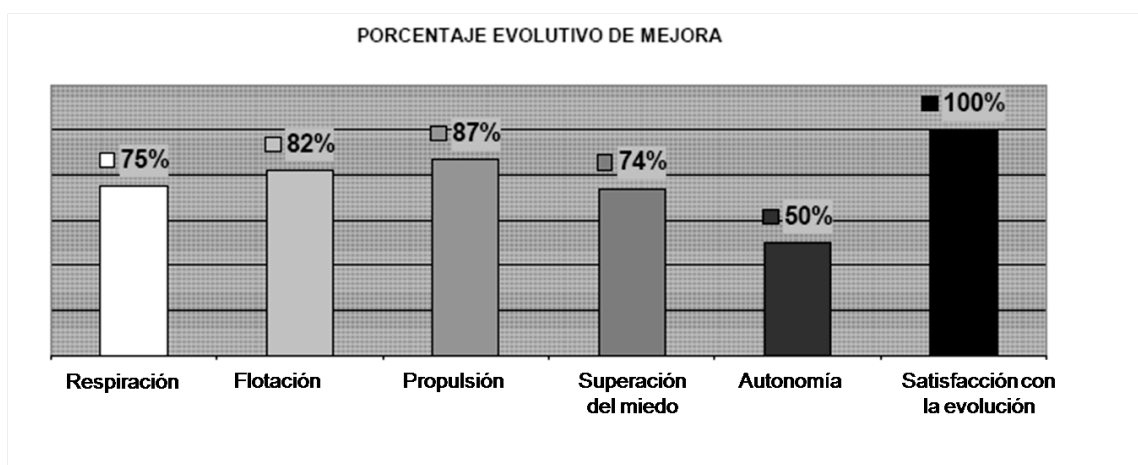


Figura 3: Porcentaje de evolución de parámetros indicativos del grado de adaptación al medio acuático (de López y Baena, 2003)

## Swimming Science I

Posteriormente, López-contreras y cols, (2006) analizaron la utilidad de la escala subjetiva de percepción del esfuerzo (RPE) para controlar la intensidad del trabajo realizado con sujetos que padecían distinto grado de afectación de esclerosis múltiple. Concluyeron que tras un periodo de aprendizaje de tres semanas los sujetos eran capaces de diferenciar tres niveles de intensidad en tres ejercicios diferentes de entrenamiento dentro y fuera del agua. Destacan que esta diferenciación era más clara en las actividades realizadas dentro del agua, aunque estaba condicionada por el tipo de habilidad y el grado de dominio del medio por parte del sujeto.

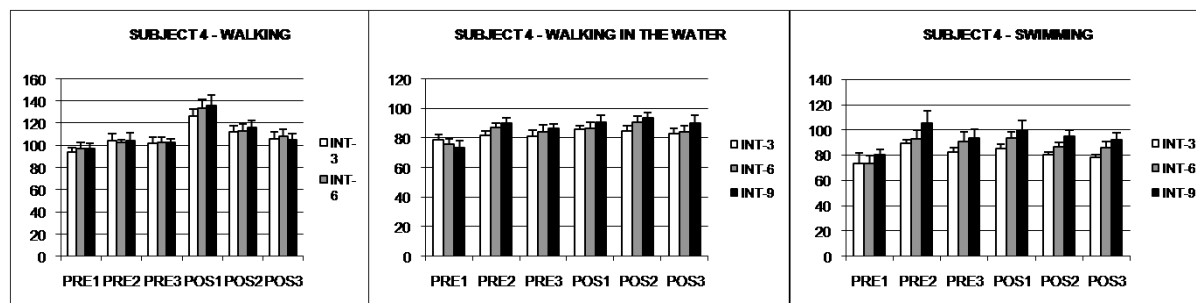


Figura 4: comparativa intensidades (fc) pretest-postest por bloques de tareas (de López y cols, 2006)

Por último Delgado y Wanderley (Pendiente de publicación) analizan la calidad de vida de los pacientes que realizaron tratamiento en piscina terapéutica. Estableciendo la hipótesis de que un programa de natación terapéutica personalizado evitará la pérdida de calidad de vida del grupo de discapacitados motóricos a lo largo de un curso académico. La conclusiones indican que el nivel de calidad de vida global y sus diferentes dimensiones es aceptable considerando que todos los sujetos tienen una discapacidad físico-motórica superior al 70%; que inicialmente el tipo de discapacidad físico-motórica condiciona diferencias significativas en las dimensiones de Capacidad Funcional, Estado General Salud y Vitalidad a favor de aquellos que no necesitan utilizar sillas de ruedas, pero tras el programa de intervención se reducen las diferencias significativas iniciales en las dimensiones de calidad de vida tan solo a vitalidad entre las diferentes discapacidades.

## CONCLUSIONES

La experiencia y los análisis realizados a lo largo de estos años, nos permiten afirmar que el trabajo realizado en el medio acuático a través de un programa de intervención, tiene unos resultados positivos, objetivamente valorables, en cuanto al aprendizaje y dominio de habilidades en el medio acuático. Consiguiendo un grado de independencia y autotomía en la mayoría de los sujetos que les permita mantener un hábito de práctica física acuática continuada además de aprovechar y disfrutar del carácter lúdico y recreativo del agua.

En general, el programa de intervención mediante natación terapéutica evita una pérdida de la calidad de vida de los sujetos discapacitados, que sería habitual en la evolución de la patología. Aunque es medida con una escala subjetiva de percepción por parte del usuario, sin duda si se "siente bien" y valora positivamente las distintas dimensiones indicativas de la calidad de vida tenemos que pensar que efectivamente hay un efecto favorable sobre estos parámetros, aunque no tengamos certeza de si esta evolución conlleva o no mejoras físicas u orgánicas asociadas.

La participación conjunta de un equipo multidisciplinar constituido en las sesiones prácticas por especialistas en el trabajo en medio acuático y fisioterapeutas ha completado y enriquecido la labor de estimulación, desarrollo y aprendizaje de los usuarios e igualmente ha provocado un aprendizaje recíproco entre los alumnos de las diferentes disciplinas, siendo valorada muy positivamente la experiencia por todos los implicados. Somos conscientes que en la práctica profesional aún no hay posibilidades de este tipo de interacciones, y menos de forma altruista como se lleva a cabo en nuestro programa, pero

## Swimming Science I

qué duda cabe que si las incluimos en su periodo de formación se abrirá una expectativa futura de colaboración con profesionales de otros ámbitos.

A partir de estas nuevas perspectivas interdisciplinarias nos queda el reto futuro de comprobar y medir los posibles efectos que un programa de actividad física en el medio acuático puede tener sobre los aspectos funcionales, físicos y orgánicos de las personas con discapacidad motora que lo llevan a cabo

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Alonso, J., Regidor, E., Barrio, G., Prieto, L., & Rodriguez, C. &. (1995). Versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de salud SF36). *Medicina Clínica* , 771-776.
- Arellano, R. (2004). ¿Puede la biomecánica ayudarnos a aplicar programas de fitness acuático con más corrección? *Comunicaciones Técnicas*. Real Federación Española de Natación , 17-27.
- Colado, J. C. (2004). *Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Paidotribo.
- Delgado, M., & Wanderley, C. (Pendiente de publicación). Análisis de la calidad de vida de pacientes portadores de discapacidades físicas motóricas en tratamiento en piscina terapéutica. *Fitness performance journal* , pendiente de publicación.
- Lloret, M., Benet, I., León, C., & Querol, E. (2001). *Natación y Salud. Guía de ejercicios y sesiones*. Madrid: Gymnos.
- López Contreras, G., & Baena Beato, P. (2003). Experiencia práctica de un programa de actividades acuáticas para discapacitados motóricos. *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. (págs. 215-222). Granada: Universidad de Granada.
- López Contreras, G., & González Rubiño, J. (2005). Bases teóricas de un programa de actividad acuática con fines terapéuticos. *II Jornadas de Ciencias de la Salud* .Granada: Universidad de Granada.
- López-Contreras, G., Baena, P., & Zabala, M. (2006). Application of a protocol for exercise intensity perception in subjects with multiple sclerosis exercising in the water. *Portuguese Journal of Sport Sciences*. Biomechanics and Medicine in Swimming , 331-333.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Al comité organizador del Programa Sociodeportivo de Natación y Rehabilitación Terapéutica para Discapacitados Motóricos: el Gabinete de Atención Social al Estudiante y el Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad de Granada. A la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, por la cesión de las instalaciones deportivas, y a todos los profesores colaboradores, alumnos y personas con discapacidad que participan, de modo completamente altruista en este programa.

## Swimming Science I

### METODOLOGÍA MULTIDISCIPLINAR PARA LA FACILITACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA TÉCNICA EN NATACIÓN

Andreu Roig<sup>1</sup>, Xantal Borràs<sup>1,2</sup>, Eduardo Amblar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'Alt Rendiment, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España.

<sup>2</sup>Universitat de Vic, Vic, Barcelona, España.

#### RESUMEN

Se ha diseñado y aplicado una metodología multidisciplinar con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje de la técnica del nadador.

Este método se está llevando a cabo como parte del proceso de entrenamiento con grupos de nadadores que entrenan en el Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès.

Para la puesta en marcha del proyecto, se utiliza el modelo de análisis cualitativo propuesto por Knudson y Morrison (1997). Este modelo se estructura en cuatro fases: preparación, observación, evaluación e intervención.

El equipo de trabajo es uno de los puntos fuertes de la metodología. Está compuesto por profesionales de diferentes disciplinas que intervienen de forma integrada durante la aplicación del método.

Hacer consciente al nadador de lo que hace en el agua y del resultado que se obtiene al modificar su técnica de nado, favorece la adaptabilidad a los cambios técnicos. En consecuencia se facilita el proceso de aprendizaje.

**Palabras clave:** biomecánica, feedback, concentración, videografía, velocímetro.

#### INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la técnica es un proceso complejo (Roca, 1989). Cada deportista tiene unas características individuales e intenta reproducir unas pautas técnicas para adaptarlas a sus peculiaridades. Además, el carácter cíclico de algunos deportes, como la natación, puede convertirse en un arma de doble filo. Por un lado la posibilidad de ensayar múltiples veces un mismo gesto facilita su automatización, observación, evaluación, análisis y corrección. Por otro lado, la repetición de un gesto realizado incorrectamente podría generar un hábito muy difícil de corregir (vicios técnicos).

La información que recibe el nadador durante el entrenamiento técnico es doble: las sensaciones que tiene en el agua de lo que cree que está realizando y la consigna que le da el entrenador. La concordancia entre ambos tipos de información no siempre se consigue y ralentiza el proceso de entrenamiento técnico. Puede ocurrir que el nadador interprete erróneamente lo que realiza durante el nado, ya que la percepción motriz y el esquema corporal que cada uno tiene no siempre se corresponde con la realidad. Además, la sensación que se obtiene tras modificar ligeramente el gesto técnico es muy diferente a la original y puede generar confusión. Un ligero cambio puede percibirse como muy exagerado.

Cuando se da una instrucción para modificar la técnica y el nadador no consigue realizarla pese a un gran esfuerzo para lograrlo, la percepción de incapacidad aumenta considerablemente: es más, si cree que ha mejorado y la información externa le contradice, la implicación en seguir esforzándose en ese objetivo no será igual que si es consciente de su déficit.

La mejora de la técnica viene determinada por la toma de conciencia de lo que se está realizando, de las modificaciones que se proponen y del resultado al que se llegará. Si se consigue hacer más consciente al nadador de lo que realmente hace en el agua aceleraremos su aprendizaje técnico.

## Swimming Science I

De forma parecida, si comprende las consecuencias que tienen las modificaciones técnicas de su estilo sobre su velocidad intra-ciclo de nado (rendimiento deportivo), también entenderá mejor el proceso de aprendizaje. Es decir, relacionará “lo que siente” con “lo que hace” y “el resultado de lo que hace”.

La biomecánica, como disciplina que estudia y analiza el movimiento, ayuda a unificar la información que da el entrenador y la que percibe el deportista. Además, permite trabajar en el conocimiento de su esquema corporal y romper con los mecanismos automatizados que pueden ser perjudiciales para su rendimiento y salud deportiva.

El objetivo de este trabajo es el diseño y la aplicación de una metodología con el fin de optimizar el proceso de aprendizaje de la técnica del nadador. La integración de múltiples ciencias aplicadas al deporte permitiría un mayor control sobre las diferentes variables que aparecen durante el entrenamiento.

## MÉTODO

### Sujetos de estudio

Para la puesta en práctica de la metodología han participado algunos de los grupos de nadadores, que entrenan en el CAR de Sant Cugat, pertenecientes a las Federaciones Española y Catalana de Natación y a la Federación Española de Deportes de Minusválidos Físicos. Un total de 25 nadadores con edades comprendidas entre los 14 y los 30 años.

Tabla 1.- Grupos participantes y número de sujetos de estudio de cada grupo.

Grupos	Nº nadadores
Federación Española de Natación	10
Federación Catalana de Natación	13
Federación Española de Deportes Minusválidos Físicos	2

### El modelo de análisis

Siguiendo la estructura propuesta por Knudson y Morrison (2002), el método de análisis utilizado consta de 4 fases.

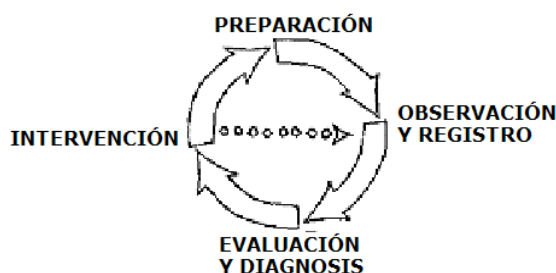


Figura 1. Modelo de análisis cualitativo propuesto por Knudson y Morrison (1997)

La primera fase es la de **preparación** y recogida de información con la intención de establecer la base de conocimiento (Knudson y Morrison, 1997; Bloomfield, Ackland y Elliot, 1994). Los objetivos perseguidos son: unificar las líneas de trabajo de cada disciplina, determinar los indicadores mecánicos de ejecución, confeccionar las herramientas de observación e intervención a utilizar y protocolizar criterios sobre la aplicación del método. La segunda fase es la de **observación** del gesto técnico, individualizado para cada uno de los deportistas.

Dentro de esta fase existe un período de familiarización entre los nadadores y el grupo de trabajo multidisciplinar. Es necesario que los deportistas se acostumbren a las continuas

## Swimming Science I

visitas de los observadores y a algunas herramientas de registro, como las cámaras de vídeo.

La **evaluación** es la tercera fase del método. En este momento se identifican las desviaciones respecto de las pautas propuestas, se identifican los puntos fuertes y débiles, se proponen y ordenan los objetivos individuales a trabajar.

La última fase del método es la **intervención**. Se determinan las estrategias de corrección y se ponen en práctica. Es muy importante controlar el proceso de comunicación entre los profesionales implicados y el deportista.

Cabe destacar que las diferentes fases se van repitiendo y solapando en el tiempo, ya que la observación, evaluación e intervención son continuas.

### Equipo multidisciplinar y funciones

Se trata de un equipo multidisciplinar integrado, esto significa que está compuesto por profesionales de diferentes ámbitos; cada uno de ellos conoce el trabajo y las funciones del resto, respeta que cada especialista tenga bajo su responsabilidad aquello que más le compete; los diferentes colaboradores necesitan del trabajo del otro para realizar el suyo; la actuación se produce simultáneamente y para un objetivo conjunto.

El entrenador es la figura principal para que el método presentado se pueda llevar a cabo; éste tiene que entender el entrenamiento como un proceso que se enriquece de las ciencias aplicadas al deporte; como responsable del grupo y de la planificación, coordina el grupo de colaboradores que tiene a su disposición, estructura las sesiones de trabajo y programa tareas de enseñanza-aprendizaje para corregir y mejorar la técnica deportiva. El entrenador, es la persona que durante más tiempo está en contacto con los nadadores y, por lo tanto, quien tiene mayor incidencia y posibilidad para intervenir en el proceso.

El biomecánico tiene entre sus responsabilidades proporcionar algunos de los instrumentos de registro e intervención, evaluar la consecución de los indicadores mecánicos propuestos, cuantificar los parámetros físico-mecánicos y en algunas sesiones intervenir durante el entrenamiento dando consignas técnicas en forma de aclaración y recordatorio.

El especialista en psicología es responsable del registro de sensaciones para cada una de las correcciones durante los ejercicios propuestos, utilizando los indicadores mecánicos de ejecución como claves atencionales para facilitar la concentración en entrenamiento. Paralelamente, se encarga de confeccionar los planes de competición, en los que se utilizarán las pautas trabajadas en entrenamiento para su aplicación durante la carrera.

El nadador es un elemento más del equipo, es el ejecutor. Se le debe incentivar para que participe en la observación y en la intervención. Si no está convencido de la utilidad de esta metodología, ni de acuerdo con las modificaciones técnicas que debe realizar no podremos esperar ningún tipo de cambio, pues la implicación será mínima. Deberá pactarse con él las modificaciones técnicas que se le proponen para que las asimile como propias y deberá comprender las mejoras de rendimiento que se esperan con las modificaciones técnicas que se pretenden. En definitiva, se le tendrá que justificar la mayor implicación y esfuerzo que se espera de él.

### Herramientas de observación, registro e intervención.

Plantilla de registro: utilizadas en la intervención. Son usadas para recoger información sobre la atención y sensaciones del nadador durante el entrenamiento, es decir, anotar si está pendiente de la clave técnica y si cree que ha conseguido el objetivo propuesto. Para ello, se establece un criterio de recogida.

1. No me he fijado (=).
2. Si me he fijado pero no lo consigo (-).
3. Sí me he fijado pero sólo lo he conseguido en algunos instantes durante la serie (/).
4. Sí me he fijado y más o menos lo consigo (+).
5. Lo he conseguido por completo (#).

## Swimming Science I

El historial de sensaciones recogidas va a permitir observar su evolución y facilidad para el aprendizaje de tareas. Da la posibilidad a plantear nuevos retos más difíciles de conseguir.

**Diario de entrenamiento:** utilizado para la observación e intervención. Cada nadador anota en el diario diferentes aspectos del entrenamiento que se consideran importantes para facilitar la consecución de los objetivos propuestos: las series y las repeticiones, las distancias y la intensidad, el objetivo técnico, la atención al objetivo valorada del 1 al 5, el nivel de fatiga conseguido y sus comentarios personales.

El propósito del diario de entrenamiento es obligar al nadador a fijarse más en sus objetivos técnicos planteados, ya que al terminar la sesión tendrá que evaluar cuan pendiente ha estado de ello.

El diario le permitirá certificar que cuanto más cansado está, mayor dificultad para poder atender al feedback y peor su concentración para realizar correctamente el gesto.

**Carteles recordatorios:** utilizados para la intervención. Con esta herramienta se pretende condicionar al nadador a focalizar su atención en la modificación técnica propuesta durante el ejercicio que va a realizar a continuación. Se anotará la consigna que describe el objetivo a trabajar en un papel y la imagen pertinente, para colocarlo en el poyete de la piscina durante el entrenamiento.

**Videografía:** utilizada para la observación, evaluación e intervención. Se utilizan cámaras exteriores (Sony HDR-FX7) y subacuáticas (CCTV System, AC230V). La fase de carrera que está siendo trabajada determina su colocación en la piscina. Acertar los puntos de vista (lateral / frontal, supra / sub acuático, tomas mezcladas o separadas) facilitará la posterior revisión de los registros.

La señal digital de video se almacena en el ordenador. El programa informático TCD2007 (SportSupport) permite capturar, clasificar y visualizar el gesto técnico y calcular parámetros biomecánicos.

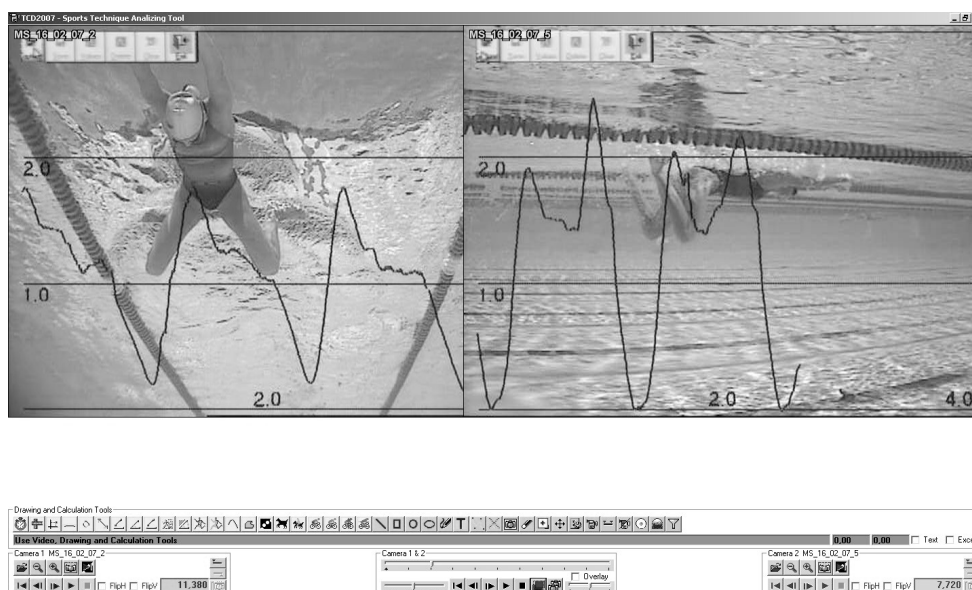


Figura 2. Herramienta informática para el análisis de la técnica deportiva, TCD2007.

La videografía proporciona un feedback visual de como están colocados y coordinados los segmentos corporales (Colman, Persyn, Daly y Stijnen, 1998).

Al poder mostrar dos películas simultáneamente, permite evidenciar las diferencias con nadadores de referencia o la evolución sufrida por un mismo nadador tras un proceso de entrenamiento.

La revisión de las películas puede ser realizada durante la misma sesión de entrenamiento o en la sala de proyección, donde las condiciones de observación van a ser mucho mejores.



## Swimming Science I

Velocímetro: utilizado en la observación, evaluación e intervención (Speedo-Meter Fahnemann).

El sistema SwimItEz (SportSupport) registra la velocidad instantánea de desplazamiento del nadador. Al traccionar una cuerda que va sujeta mediante un cinturón, se genera una señal analógica (voltaje) en el velocímetro. Este voltaje es digitalizado por una tarjeta conversora y enviada al ordenador.

El software permite mostrar las curvas de velocidad obtenidas y realizar algunos cálculos indirectos: velocidades mínimas, máximas y medias de uno o varios ciclos, así como frecuencias y longitudes de ciclo (Lukášek, 1999; Leblanc, Seifert, Tourny-Chollet y Chollet, 2007).

Estas curvas son superpuestas a la imagen de video (Vinegen) y posibilita un análisis cualitativo y cuantitativo de las curvas de velocidad. Se evidencia el efecto (rendimiento) producido un determinado gesto y se consigue establecer una relación causa–efecto, entre lo realizado (gesto) y su resultado (velocidad).

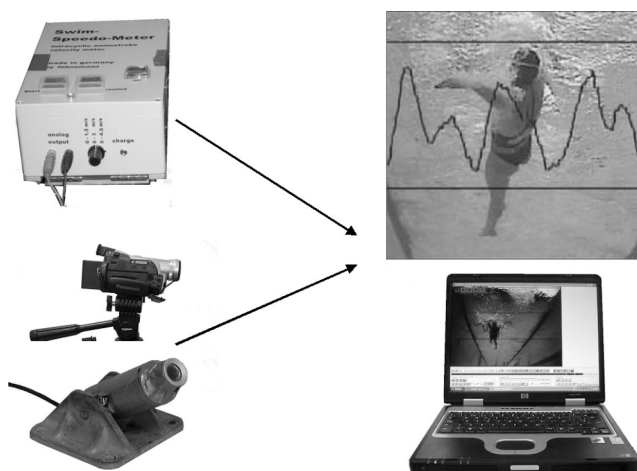


Figura 3.- Superposición de las velocidades de nado sobre la imagen de video

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para tener una idea clara del trabajo multidisciplinar realizado, es necesario explicar cómo se adaptan cada una de las fases del modelo de análisis.

En la fase de preparación se describen los indicadores mecánicos de ejecución técnica correcta, pues serán utilizados durante los entrenamientos como claves atencionales para facilitar la concentración de los nadadores y focalizar su atención en las modificaciones que se le proponen (Pérez, Solanas y Ferrer, 1993; Pérez, Marí y Font, 1993; Font, 1991).

Se confeccionan las plantillas de registro de sensaciones, los carteles recordatorios y los diarios de entrenamiento para que cada nadador tenga todo el material el primer día de trabajo.

Paralelamente, el entrenador deberá planificar la temporada. Esto significa, entre otros, establecer las competiciones prioritarias, los volúmenes e intensidades de cargas, las concentraciones y además, diseñar el formato y la frecuencia de las sesiones de observación, registro e intervención, teniendo en cuenta que la tecnología usada puede condicionar la distribución de las calles y las distancias de nado.

Finalmente se tendrá que poner a punto la tecnología que va a ser usada.

El proceso continúa con una/s sesión/es de observación de base. Es aquí donde se registra a cada nadador del grupo en las diferentes fases de la carrera de natación (salida, nado y viraje).

Se comprueba el cumplimiento de los indicadores mecánicos de ejecución técnica correcta, se compara con nadadores de referencia y se establecen los puntos fuertes y débiles de cada uno y se definen los objetivos de trabajo para la temporada y ciclo.

## Swimming Science I

Se establece una prioridad y orden de cada una de las modificaciones técnicas que se propondrán a cada nadador durante la temporada. Esta es una decisión importante. Una acertada decisión hará que el nadador evolucione rápidamente y la confianza en el sistema de trabajo y los especialistas sea muy alta.

Aquellas modificaciones técnicas que producirán un resultado mayor y aquellas que sean de más fácil consecución deberán tratarse inicialmente. El equipo técnico (entrenador, biomecánico y psicólogo) deberán intentar acertar qué objetivos de trabajo iniciales serán más adecuados para cada nadador, ya que proponer un cambio muy drástico en la forma de nado puede desestabilizar al nadador a nivel anímico y de confianza en el método. Es importante que el deportista tenga la percepción de mejora pasado poco tiempo, sobre todo en los primeros cambios técnicos propuestos, para que adquiera el compromiso y la confianza necesaria para continuar con el trabajo durante varias temporadas.

En estas sesiones iniciales será necesario el registro de la mayor cantidad de variables que puedan recogerse durante la realización del nadador. Cuanto más control se tenga de las diferentes variables que afectan al nadador, mejor debería ser el juicio tomado posteriormente.

Esta será la primera evaluación y conformará el punto de partida para la intervención.

A partir de este momento, realizada la exploración de base, establecidos y ordenados los objetivos de trabajo para cada nadador se entrará en un ciclo de sesiones de entrenamiento donde observación, registro, evaluación e intervención se irán sucediendo.

En la fase de intervención se han diseñado una serie de estrategias para que el nadador recuerde en la mayor parte del entrenamiento que debe fijarse en su técnica de nado. Por ejemplo los carteles recordatorios individualizados y diario de entrenamiento.

Para fomentar la implicación en el trabajo y la motivación por el mismo, se hicieron parejas con los nadadores por estilos de nado, para que los unos a los otros se fueran controlando y corrigiendo en cada entrenamiento. Se incluyó una casilla en el diario de entrenamiento donde se anotaba la información o los comentarios que su pareja le había realizado durante la semana. Los comentarios podían ser desde calificar la consecución o no del objetivo hasta correcciones en momentos determinados del entrenamiento. Lógicamente, cada pareja sabía de antemano cual era el objetivo que su compañero tenía que trabajar esa semana.

En las sesiones de intervención, se tuvieron en cuenta una serie de criterios para que el feedback fuera más efectivo. Estas consideraciones fueron las siguientes:

- Inmediatez. Se minimizaba el tiempo de respuesta entre la ejecución y el feedback para aumentar la efectividad de la información que se le daba al nadador sobre sus acciones. El mejor feedback es aquel que se realiza incluso durante la propia ejecución. Se alternaban sesiones de feedback inmediato en la propia piscina, con el que se le daba en las sesiones semanales individualizadas, donde se visionaban detenidamente con el nadador las imágenes grabadas.
- Volumen de la información. Se reducía dicha información a uno o dos objetivos, para evitar la dispersión atencional. Una cantidad excesiva de información puede provocar un bloqueo en el nadador. Este fenómeno se conoce como “parálisis por análisis” (Knudson, 2007)
- Formato de comunicación.
  - Visual (a través de las imágenes del vídeo). El vídeo la consideramos como la herramienta más apropiada para el entrenamiento motor perceptivo (Ives).
  - Verbal: comentarios de los distintos profesionales.
  - Escrito. El nadador terminaba la sesión individual con un pequeño informe donde se especificaban sus mejoras y objetivos propuestos.La comunicación entre especialista y nadador puede combinar diferentes formatos de comunicación.
- Repetición. El mensaje deberá irse recordando en el tiempo para conseguir las modificaciones deseadas. Difícilmente el nadador conseguirá una modificación técnica de la cual ha sido informado una única vez.
- Adaptar el mensaje al receptor en función de su edad y del nivel de maduración.

## Swimming Science I

- Sencillez y claridad de la información. Utilización de palabras clave. Son consignas breves de información que resumen el objetivo perseguido para que la comunicación sea más directa.
- Enfoque positivo. Recaltar las mejoras obtenidas y no focalizar la información en los errores, sino en las tareas a realizar. Se dirige al nadador sobre el propio movimiento realizado (conocimiento de acción) y no sobre el resultado de la acción.

La experimentación del método nos ha llevado a diferenciar cinco tipos de sesión:

**Sesión tipo 1:** intervienen nadadores y entrenador. Son las más numerosas y por lo tanto, importantes. La implicación del nadador en el proceso de aprendizaje técnico y la habilidad y persistencia del entrenador son primordiales. Son el día a día, y donde más metros se recorren y más brazadas se realizan. La incorrecta realización del nado en estas sesiones perjudicará la consecución de los objetivos técnicos planteados. Por tanto, es fundamental que el entrenador vaya insistiendo y revisando que los nadadores centren una parte importante de su atención durante el entrenamiento a estos objetivos técnicos.

**Sesión tipo 2:** son sesiones donde únicamente se recoge información sobre la ejecución (imagen de vídeo y, a veces, velocidad intra-ciclo) y sobre las sensaciones y valoraciones del propio nadador sobre su ejecución. Se está obligando al nadador a concentrarse en el objetivo técnico y a focalizar su atención en aquellos aspectos o modificaciones de la salida, nado o viraje que está trabajando.

**Sesión tipo 3:** se realizan fuera del agua y pueden servir para que el nadador revise las películas de lo que ha realizado o lo que otros nadadores realizan, para clarificar objetivos de trabajo, para observar la evolución de su entrenamiento en lo referente a la técnica y/o para aplicarlo a las competiciones próximas.

**Sesión tipo 4:** son sesiones ágiles de observación-intervención, donde no se interrumpe la dinámica habitual de entrenamiento. Se insiste en las consignas, durante las pausas de recuperación entre series, como recordatorio y aplicación inmediata.

**Sesión tipo 5:** se utilizan la videografía y el velocímetro intra-ciclo. Las distancias recorridas son de 25 metros debido a las limitaciones del velocímetro. Se proporciona la consigna técnica y las condiciones de nado (tiempo, frecuencia y longitud de brazada). Allí mismo, al borde de la piscina y aún dentro del agua, se anotan las sensaciones vividas por el nadador, se visualizan las imágenes recogidas y se establecen tareas (diferentes o iguales a las anteriores) para la nueva serie de nado que se va a realizar a continuación. En estos casos, la inmediatez de la evaluación e intervención son muy positivos, pero alteran el funcionamiento normal de las sesiones de entrenamiento diarias, porque las pausas son mayores.

Según se van acercando las competiciones, se realiza un plan de competición para cada nadador, donde se incluyen las claves atencionales que en ese momento se han estado trabajando, como prioridad a controlar durante la prueba. De esta manera, se optimiza la concentración durante la competición, desviando la atención de los estímulos irrelevantes e incontrolables o pensamientos negativos que surgen durante la misma (Pérez, 1995).

Se ha diseñado una metodología pensada para facilitar el aprendizaje de la técnica en natación. Parte de la metodología se adapta a modelos de análisis cualitativo propuestos anteriormente (Knudson y Morrison, 2002; Bloomfield et al., 1994) pero se amplía con métodos cuantitativos como el velocímetro transformándose en un modelo mixto de análisis.

El rendimiento deportivo depende de innumerables variables, es por ello que nos resulta complicado poder confirmar que la utilización del método lleve implícito una mejora en el rendimiento deportivo. Además, no tenemos datos estadísticos que nos confirmen la efectividad del método ya que no se ha podido disponer de grupo control.

Sin embargo, los medios utilizados en la intervención muestran una evolución de la técnica en el sentido propuesto. Siguiendo la línea de estudios anteriores, también se observa una mejora en la atención de los nadadores (Font, 1993; Pérez, Solanas y Ferrer, 1993).

Mediante las plantillas de registro se observa que la utilización de la videografía permite establecer una relación entre lo que el nadador cree que realiza (sensaciones) y lo que realmente realiza (imagen gravada de vídeo). Con el análisis de las curvas de velocidad

## Swimming Science I

proporcionadas por el velocímetro y el registro videográfico podemos establecer una relación causa-efecto entre lo que el nadador realiza (gesto técnico) y el resultado de velocidad obtenido (rendimiento deportivo).

### **Ejemplo 1:**

Error técnico: Flexión excesiva de cadera durante la fase recuperación de las piernas.

Consecuencia: Es una posición poco hidrodinámica y un freno considerable para el avance. La velocidad desciende hasta cero en esta fase.

Objetivo de trabajo: Aumentar el ángulo de la articulación coxo-femoral.

Clave atencional: Realizar un recobro de piernas flexionando menos la cadera y manteniendo la superficie de apoyo.

Resultado: El ángulo de cadera es mayor y el velocímetro nos permite objetivar que la velocidad en esta fase no disminuye tanto como al inicio.

Registro de sensaciones: “Noto menos apoyo con la patada pero el movimiento es más continuado”.

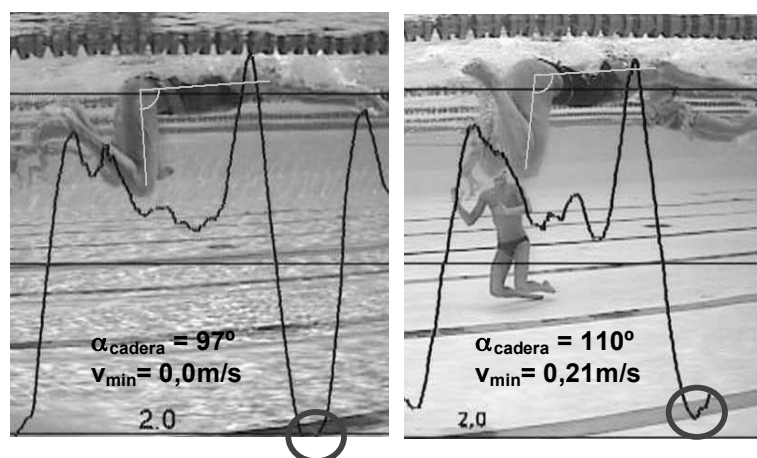


Figura 4. Modificación de la técnica de nado en braza y su efecto en la velocidad.

### **Ejemplo 2:**

Error técnico: El codo está extendido y la propulsión se realiza, en su mayoría, hacia el fondo de la piscina.

Consecuencia: Las fuerzas durante el agarre no van en la dirección correcta. El brazo está orientado hacia el fondo de la piscina produciendo elevación. Si se acelera la mano y el codo se mantiene alto durante el agarre, la dirección de fuerzas propulsivas será hacia los pies del nadador y aumentará el desplazamiento del nadador hacia delante.

Objetivo de trabajo: Mejorar la dirección de la propulsión durante el agarre.

Clave atencional: “Codo Alto”

Resultado: Mediante la videografía se puede observar una mejora considerable de la posición del brazo durante el agarre. La plantilla de registro demuestra que el nadador está pendiente de sus sensaciones en el agua y percibe que su facilidad para el avance es mejor.

Registro de sensaciones: “Haciendo menos esfuerzo noto que avanzo mas” y “voy por encima del agua”.

Comentario: “Ahora ya lo consigo en las últimas series, cuando estoy más cansado. Porque veo que si quiero hacer el tiempo que me pide el entrenador, sólo lo puedo hacer así”.

## Swimming Science I

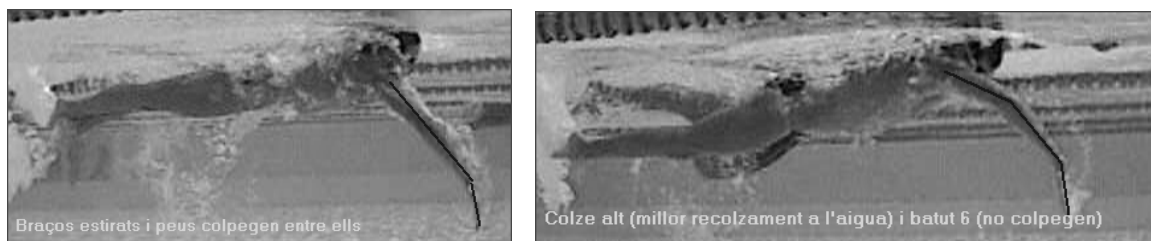


Figura 5. Corrección de la dirección del apoyo en crol.

En el mundo de la natación se acostumbra a valorar el entrenamiento en base a la marca o tiempo obtenido y la frecuencia de brazada. Nadadores y entrenadores acostumbran a valorar las sesiones de entrenamiento por los metros realizados y la intensidad de las series. El hecho que las fases propulsivas del nado se produzcan debajo del agua, es un problema añadido para el entrenador, puesto que las condiciones de observación no son las ideales.

La aplicación de esta metodología pretende valorar de igual manera, el cuanto y el como. Incidir en la calidad del entrenamiento al igual que la cantidad.

La frecuente asistencia al entrenamiento de diferentes especialistas, el seguimiento diario del entrenador y las herramientas utilizadas para llevarlo a cabo, permiten que el seguimiento sea completo y el control del proceso de aprendizaje muy exhaustivo.

El hecho que los entrenadores hayan integrado esta metodología de trabajo en su entrenamiento después de un periodo de prueba, nos confirma su aceptación. También ha tenido buena acogida por los deportistas.

El interés que demostramos los componentes por esta nueva forma de trabajo nos reafirma que estamos yendo en dirección correcta.

De forma implícita en la metodología propuesta, se obtiene una formación general del deportista: Aprende a observarse, valorarse y concentrarse. El deportista toma conciencia de que lo que él cree que hace en el agua, es lo que realmente hace. El mismo puede ir contrastando la información propioceptiva, sus sensaciones, con la información que le proporcionan los diferentes especialistas y las herramientas informáticas y videográficas.

Para poder llevar a cabo este tipo de metodología de trabajo y tener éxito es imprescindible la implicación, predisposición y compromiso de todos los participantes, deportistas inclusive, en el proceso de entrenamiento.

### CONCLUSIONES

Creemos que este método acelera y mejora el proceso de aprendizaje de técnicas deportivas complejas, como la natación. Esta metodología está siendo utilizada en el CAR en otras disciplinas como la gimnasia artística deportiva, la natación sincronizada, el waterpolo y halterofilia.

La principal desventaja es su difícil aplicación fuera de un centro deportivo como el CAR ya que requiere una estrecha y frecuente colaboración entre los diferentes especialistas, una asistencia habitual de los especialistas a las sesiones de entrenamiento, y una visita frecuente de los deportistas a los miembros del equipo técnico para recibir asesoramiento.

Como líneas de futuro, es necesario encontrar formas de medición estadísticas para poder comprobar la validez y fiabilidad del método.

Nos hemos propuesto llevar a cabo nuevas fórmulas de intervención, por ejemplo, realizar simulaciones de competición. Creemos que ayudará al deportista a trasladar y plasmar sus mejoras a la competición.

En definitiva, creemos que aunque la metodología está siendo usada desde hace ya algún tiempo, se encuentra en fase de desarrollo y en continua mejora. La evolución de la gran mayoría de los deportistas analizados y el feedback proporcionado por entrenadores y deportistas nos confirman que vamos en la dirección adecuada.

### BIBLIOGRAFÍA

- Balius, X; Roig, A. (2001). *Asesoramiento biomecánico a los deportes acuáticos*. Estudio sobre Ciencias del Deporte, 32, 131-148. Consejo Superior de Deportes.
- Bloomfield, J., Ackland, T.R., Elliott, B.C. (2004) *Analysis of technique in sport*. En: Applied anatomy and biomechanics in sport. Blackwell Scientific Publication.
- Colman, V., Persyn, U., Daly, D., Stijnen, V. (1998). A comparison of the intra-cyclic velocity variation in breaststroke swimmers with flat and undulating styles. *Journal of sports Sciences*, 16, 653-665.
- Font, J. (1991). Evaluación de la Concentración en Deportistas de Alto Rendimiento: Implicaciones en Ansiedad de Competición. *Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte*, 19, 50-62. Centro Nacional de Investigación y Ciencias del Deporte, Consejo Superior de Deportes.
- Kudson, D. (2007). Qualitative biomechanical principles for application in coaching. *Sports Biomechanics*, 6 (1), 109-118.
- Kudson, D., Morrison, C.S. (2002). *Qualitative analysis of human movement*. (2n ed). Champaign: Human Kinetics.
- Leblanc, H., Seifert, L., Tourny-Chollet, T., Chollet, D. (2007) Intra-cyclic distance per stroke phase, velocity fluctuations and acceleration time ratio of a breastroker's hip. A comparison between elite and nonelite swimmers at different race paces. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 140-147.
- Lukášek, M. (1999). Swimming velocity determination by crucial points of swimming technique. *Gymnica* 29 (2), 27-30.
- Pérez, G. (1995). Planes de competición. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48 (1), 77-94.
- Pérez, G.; Marí, J. y Font, J. (1993). CAR: Entrenamiento psicológico para los Juegos Olímpicos de Barcelona'92. *Revista de Psicología del Deporte*, 3, 67-79.
- Pérez, G; Solanas, A; y Ferrer, M. (1993). Monitorización continua del estado de ánimo en nadadores. *Apunts de Medicina de l'Esport*. 116, 87-96.
- Roca, J. (1989). *Aprendizaje perceptivo*. En J.Mayor i J.L.Pinillos (Eds.) Aprendizaje y condicionamiento. Madrid: Alhambra.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los entrenadores, con los que estamos colaborando, su contribución para el desarrollo de este trabajo, así como a nuestros compañeros de la Unidad de Ciencias del Deporte del CAR de Sant Cugat.

### MEJORA DE LAS SALIDAS DE NATACIÓN EN DEPORTISTAS DE ALTO NIVEL. MODELO DEL C.A.R. DE SIERRA NEVADA.

Blanca de la Fuente Caynzos<sup>1</sup>, Raúl Arellano Colomina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada, Granada, España. <sup>2</sup>F.C.C.A.F.y D. Universidad de Granada, España.

#### RESUMEN

El Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada ofrece múltiples posibilidades para la mejora de la salida en natación. Así, en función de las necesidades del nadador se realizan protocolos que estudian fundamentalmente la técnica mediante el registro en vídeo de las imágenes y su posterior tratamiento y análisis. Del mismo modo, existen protocolos de carácter cuantitativo donde se trata de analizar en profundidad el rendimiento y la relación entre las diversas fases para poder incidir y plantear objetivos específicos de entrenamiento. En este caso se pueden analizar tiempos y velocidades, distancias críticas recorridas por el nadador en determinadas fases, así como las fuerzas aplicadas en el poyete durante la fase de desequilibrio e impulso. Del mismo modo existe la posibilidad de incidir en la mejora de la técnica durante los entrenamientos mediante un sistema de registro y análisis donde se ofrece feedback inmediato informativo con vídeo.

**Palabras clave:** Análisis, Técnica, Rendimiento, Feedback, Objetivos.

#### INTRODUCCIÓN

El Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada ofrece a los deportistas que realizan sus estancias en el Centro, controles bien colectivos o individualizados con el propósito de ayudar a mejorar el rendimiento en su prueba de natación. En el caso que nos ocupa, la salida de natación debemos tener en cuenta que su importancia aumenta a medida que disminuye la distancia de prueba, por lo que será un aspecto importante a tener en cuenta para los especialistas de 50 m y 100 m. Por otro lado se debe tener en cuenta la importancia psicológica que supone emerger en los primeros puestos tras la fase acuática de la salida, así como evitar la resistencia de oleaje provocada por sus adversarios.

La técnica más popular ha sido la salida de agarre, aunque ya son muchos los que se decantan por la salida de atletismo para evitar el desequilibrio y la temida salida falsa.

Tratando de mantener la individualidad de cada deportista realizamos análisis de la salida incidiendo en uno u otro aspecto en función de las necesidades del nadador. Por un lado realizamos una serie de protocolos en los que se entregan los resultados a posteriori tras el procesamiento de los datos. En este tipo de análisis podemos centrarnos tanto en la calidad de la ejecución técnica como en determinados parámetros de rendimiento que detallaremos a continuación. Además también se colabora en la mejora de la salida durante las sesiones de entrenamiento mediante un sistema que permite ofrecer al nadador información sobre su ejecución a modo de feedback inmediato.


#### MÉTODO

Los protocolos en los que se entregan los resultados a posteriori tras el procesamiento de los datos se orientan hacia el análisis de la técnica de forma cualitativa o bien hacia el análisis cuantitativo de determinadas variables que afectan al rendimiento.

El análisis técnico se realiza grabando la ejecución a velocidad de competición y registrando la secuencia de imágenes con cámaras laterales de forma que se pueda seguir toda la ejecución del nadador. Es importante que el nadador realice el gesto a máxima velocidad para que los errores técnicos que tenga automatizados se produzcan durante el registro de las imágenes y puedan reflejarse en el análisis.


## Swimming Science I

A posteriori se procesan y analizan las imágenes codificando los principales errores observados y asignando a cada uno de ellos un valor numérico correspondiente a su grado de importancia que permitirá a entrenadores y nadadores determinar la prioridad en el proceso de corrección técnica. Finalmente se entrega además de la secuencia completa de imágenes, un informe técnico con la descripción del error y su fotograma correspondiente.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

CONSEJO SUPERIOR DE DEPORTES














FECHA TEST: 1/9/2005

**ARG4**

**Estilo:** CROL

**T Video:**

<b>TÉCNICA DE SALIDA</b>	514	1,5		La cadera no se adelanta durante el desequilibrio sino que el movimiento se limita a la flexión de rodillas.
	521	1,5		La cabeza permanece dirigida hacia el agua durante el impulso
	526	1		El cuerpo y las piernas se encuentran al final del despegue con un ángulo de salida demasiado abierto
	534	2		Las piernas se caen directamente hacia el agua
	543	1,5		La cabeza se encuentra demasiado próxima al pecho durante la entrada
	549	2		Entrada con las piernas flexionadas
	558	2		Oscilaciones verticales de los brazos que incrementan la resistencia.
	552B	2		Se levanta la cabeza antes de emerger a la superficie
	556	2		Se inicia la acción propulsiva de los brazos demasiado pronto, lo que produce que el primer recobro se realice total o parcialmente por debajo del agua.
	715	1,5		Demasiada profundidad en el deslizamiento



Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada. Telf: 958 48 20 03. Email:




Figura 1. Ejemplo de informe del análisis cualitativo de la salida.

Otro tipo de análisis que se ofrece en el centro son los protocolos de carácter cuantitativo en los que se analizan numéricamente determinadas variables susceptibles de influir en el rendimiento y por tanto en el tiempo total de salida.

En este caso, el proceso de registro de imágenes se realiza partiendo del Sistema de Análisis Temporal en Natación (TSAS) (Arellano et al., 1996; Arellano et al, 1999; Arellano et



## Swimming Science I

al, 2000), empleado hace años en el test de 50 m + viraje. Así, de las tres cámaras empleadas en el proceso, la primera registra la fase aérea de la salida abarcando un metro por detrás del poyete y cuatro metros en el sentido del desplazamiento del nadador lo cual permite obtener las imágenes correspondientes al despegue del poyete, así como la fase de vuelo y entrada en el agua. La segunda cámara se sitúa en la primera de las ventanas subacuáticas de la piscina del CAR de Sierra Nevada. Su orientación, permite abarcar una distancia desde los dos a los nueve metros. La tercera cámara situada también en la ventana subacuática, se orienta para registrar el tramo situado entre los 8 y los 16 m.

Una mezcladora de vídeo recibe la señal de las dos primeras cámaras, uniéndolas y sincronizándolas en una sola en sentido horizontal, de forma que ambas imágenes compartan el mismo fotograma: la fase aérea de la salida en la imagen superior y la fase subacuática en la imagen inferior.

Ambas señales mezcladas, son enviadas a un selector de vídeo que recibe a su vez la señal de la tercera cámara permitiendo conmutar entre ellas en función de la imagen que se desea registrar. Antes de enviar la señal de vídeo al magnetoscopio, para proceder a la grabación, se intercala un vídeo-cronómetro, que introduce la señal de un reloj digital en la imagen lo que facilitará el posterior análisis temporal. Desde el vídeo-cronómetro, se envía la señal de vídeo a un magnetoscopio para la grabación de las secuencias.

Para poder obtener datos cuantitativos a partir del registro de las imágenes, se requiere la utilización de un sistema de referencia que permita determinar a posteriori las distancias parciales. Así previamente al inicio de test se registra en vídeo un sistema de referencia vertical (figura 2) en el plano perpendicular al desplazamiento acuático del nadador.

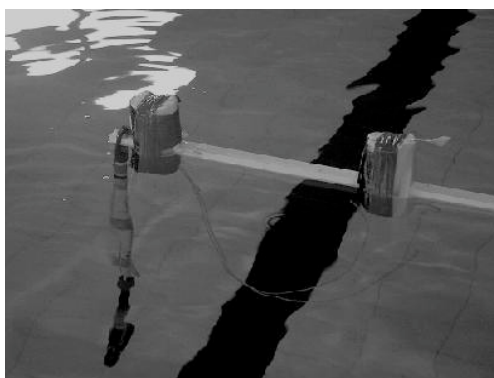


Figura 2. Sistema de referencia empleado para la determinación de las distancias parciales.

Para ello la referencia se mantiene estática durante unos segundos, en cada una de las distancias parciales, cuya medición se ha realizado previamente en el lateral de la piscina.

La sincronización del sistema se realiza gracias al sistema de cronometraje ALGE instalado en la piscina del CAR de Sierra Nevada. Así, la señal sonora de la bocina se manda al video-cronómetro de forma que al activar el pulsador se inicia el video-cronómetro quedando el tiempo sincronizado insertado en la secuencia de imágenes.

Una vez finalizado el proceso de colocación de material se procede a registrar las salidas. Como comentábamos anteriormente, el nadador debe realizar la salida a máxima velocidad tratando de simular las condiciones de competición. Cuando el nadador sube al poyete de salida, se inicia la grabación y tras la activación de la señal sonora se va conmutando el selector para seguir al nadador durante el desplazamiento.

Tras la finalización de la grabación se procede a capturar las imágenes y archivarlas en formato digital, quedando listas para la realización del análisis cinemático, el cual puede llevarse a cabo en varios niveles dependiendo de las necesidades del entrenador. Así, el primer nivel de análisis estudia los tiempos y velocidades parciales en cada fase y en los tramos analizados en la fase subacuática. (www.swim.ee). Así, las variables que se ofrecen en este nivel de análisis son:

## Swimming Science I

- Tiempo en el instante de Separación de Manos (T<sub>Sm</sub>).
- Tiempo en el instante de Separación de Pies (T<sub>Sp</sub>).
- Tiempo en el instante del contacto de las manos con el agua (entrada) (T<sub>Em</sub>).
- Tiempo en el instante de la Entrada de los Pies (T<sub>Ep</sub>).
- Tiempo de desequilibrio (T<sub>d</sub>): (T<sub>Sm</sub> – T<sub>Ø</sub>).
- Tiempo de Impulso (T<sub>i</sub>): (T<sub>Sp</sub> – T<sub>Sm</sub>).
- Tiempo de Vuelo (T<sub>v</sub>): (T<sub>Em</sub> – T<sub>Sp</sub>)
- Tiempo de Entrada del cuerpo (T<sub>E</sub>): (T<sub>Ep</sub> – T<sub>Em</sub>).
- Tiempo en 5 m tomando como referencia la cabeza del nadador (T<sub>5</sub>). Esta variable desecha la influencia que pueda tener la fase de nado sobre el tiempo total.
- Tiempo en 7.5 m (T<sub>7.5</sub>).
- Tiempo en 10 m (T<sub>10</sub>).
- Tiempo de salida (15 m) (T<sub>S</sub>).

Del mismo modo a partir de estos tiempos se obtienen las velocidades parciales en cada una de las distancias sometidas a estudio.

Todas estas variables se introducen en nuestra propia base de datos, la cuál realiza cálculos automáticos comparando tiempos y velocidades intermedias de forma que permite ofrecer comentarios sobre la relación entre fases para facilitar la determinación de los objetivos de entrenamiento.

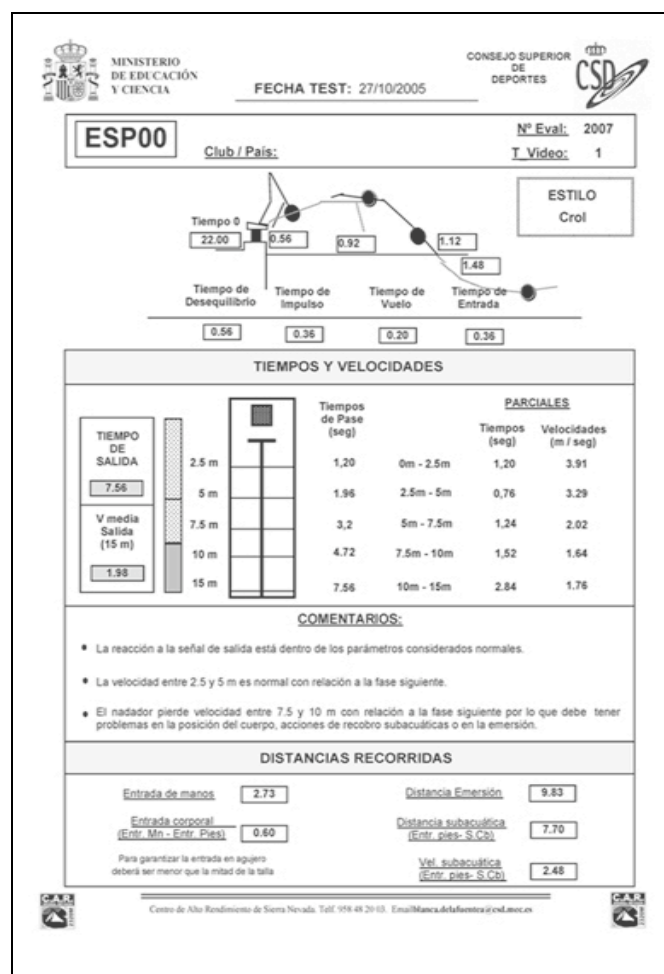


Figura 3. Informe cuantitativo: distancias recorridas en la entrada en el agua y fase subacuática. Tiempos, velocidades y relación entre fases.

## Swimming Science I

El siguiente protocolo, además de ofrecer los tiempos y velocidades parciales incluidos en el primer nivel, ofrece también algunas variables espaciales relativas a la salida. Para su obtención es necesario definir un origen de coordenadas. Así, algunos autores tuvieron en cuenta el borde anterior del poyete (Havriluck y Ward, 1979; Wilson y Marino, 1983; Counsilman et al, 1986) mientras que otros consideraron la superficie del agua en contacto con la pared de salida (García et al, 1995; Bezerra, 2000; Vilas – Boas et al, 2000; De la Fuente, 2001). En nuestro caso también consideramos el punto de contacto de la superficie del agua con la pared de salida en el centro de la calle. Así, las variables espaciales que se incluyen en este nivel de análisis (Figura 3) son:

- Distancia desde el origen hasta el contacto de las manos con el agua (DEm).
- Distancia desde el origen hasta el punto donde se sumergen los pies (DEp).
- Distancia de entrada del cuerpo (De): (DEm - DEp). Esta distancia es un indicativo de la efectividad de la entrada en agujero. Al ser un valor negativo indica la distancia que se pierde en la entrada por lo ésta deberá ser lo menor posible (García et al, 1995).
- Distancia desde el origen hasta el punto de Salida de la Cabeza (DSCb).
- Distancia subacuática (DSub): (DSCb - DEp)

El estudio de estas distancias puede ayudar a reducir la resistencia al mejorar la entrada en agujero, así como determinar en cada nadador su distancia óptima de emersión.

Por otro lado, el último nivel de análisis hace referencia a las fuerzas que aplica el nadador, en la fase de desequilibrio e impulso. Así, mediante la utilización de una plataforma de fuerza Kistler® situada en el poyete de salida, podemos registrar las fuerzas aplicadas en este instante. Del mismo modo, la sincronización de la plataforma de fuerza con el sistema de registro en vídeo y el registro temporal, permite relacionar las variables de fuerza con los tiempos en que éstas tienen lugar. Así las variables estudiadas (Figura 4) son:

- Máximo valor de fuerza vertical (Fz), anteroposterior (Fy) y lateral (Fx) durante el Tiempo de Poyete (TSp). Todas ellas expresadas en valores absolutos (Newtons) o relativos al peso corporal (%).
- Tiempos en que tienen lugar estas fuerzas.
- Relación de dichos tiempos respecto al instante del despegue,

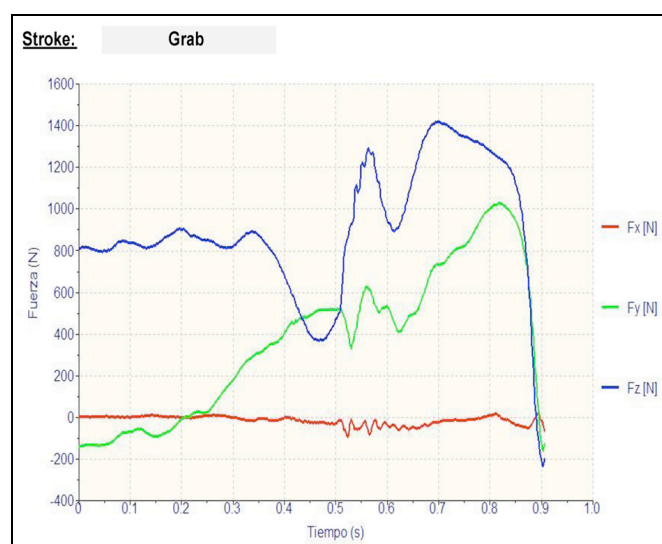


Figura 4. Registro de fuerza aplicada durante la ejecución de una salida de agarre.

## Swimming Science I

Además del análisis cuantitativo, ofrecemos la posibilidad de mejorar el “proceso de corrección técnica”, aportando al nadador feedback informativo con vídeo de forma inmediata tras la ejecución de cada salida. Así, se sitúa la imagen del nadador proyectada sobre una pantalla (figura 5) de manera que éste pueda visualizar su ejecución inmediatamente después de su conclusión. Esto, junto con la aportación del tiempo invertido en la ejecución, permite al nadador modificar el patrón motor de su ejecución guiado por el feedback intrínseco generado tras la ejecución. (De la Fuente, 2003). Además permite al entrenador sacar conclusiones sobre cada ejecución.



Figura 5: Pantalla sobre la que se proyecta cada ejecución del nadador durante las sesiones de entrenamiento.

### CONCLUSIONES

Mediante los sistemas de evaluación pretendemos poder dar respuesta a determinadas cuestiones: ¿He mejorado con el entrenamiento de varios ciclos? La comparación de la información de nuestra base datos a lo largo del tiempo nos permite observar si existe mejora significativa tanto a nivel cualitativo (mejora de la ejecución) como a nivel cuantitativo (mejora del rendimiento de determinadas variables).

El feedback inmediato informativo con vídeo (FIV) permite al entrenador mejorar su proceso de corrección técnica en ausencia de métodos tecnológicos. Por otro lado el feedback intrínseco del nadador contrastado con el FIV mejora no sólo el proceso de corrección técnica sino también la uniformidad de la ejecución tendiendo a mejorar los los tiempos de ejecución por fases y en su totalidad.

La utilización de uno u otro método (resultados inmediatos o tras el procesamiento de datos) se consensúa con el entrenador eligiendo uno u otro método en función planificación previamente adoptada en su grupo de trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, R., F. García, et al. (1996). Temporal analysis of the starting technique in freestyle swimming. XIV International 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. Biomechanics and Medicine in Swimming VIII. K. L. Keskinen, P. V. Komi and A. P. Hollander. Jyvaskyla (Finland), Department of Biology of Physical Activity of the University of Jyvaskyla: 269-275.
- Arellano, R., S. Pardillo, et al. (2000). A system to improve the swimming start technique using force recording, timing and kinematic analyses. Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports, Hong Kong, The Chinese University of Hong Kong.
- García, F., Gavilán, A., y Arellano, R. (1995). La salidad de Alexander Popov: Un caso de estudio. Paper presented at the XV Congreso Nacional Asociación Española de Técnicos de Natación, Sevilla.
- Havriluk, R. and T. Ward. (1979). "A Cinematographic Analysis of Three Grab Starts." Swimming Technique **16**(2): 50-52.
- Wilson, D. S. and G. W. Marino. (1983). "Kinematic Analysis of Three Starts." Swimming Technique **19**(4): 30-34.
- Counsilman, J. E., B. E. Counsilman, et al. (1986). Three Types of Grab Starts for Competitive Swimming. SW **5**: 81-91.
- Bezerra, M. J. and J. P. Vilas-Boas (2000). Estudo biomecânico de três técnicas de partida para provas ventrais de natação (Master Thesis). Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Porto, Universidade do Porto: 101.
- Vilas-Boas, J. P., M. J. Cruz, et al. (2000). Integrated kinematic and dynamic analysis of two track-start techniques. Applied Program: Application of Biomechanical Study in Swimming. R. Sanders and Y. Hong. Hong Kong, The Chinese University of Hong Kong. **1**: 75-82.
- Fuente, B. D. I., F. García, et al. (2001). Análisis cinemático y cinético de las salidas en natación en nadadores de alto nivel. Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel. R. Arellano and A. Ferro. Madrid, Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia. **32**: 147-182.

## Swimming Science I

### RESISTENCIA HIDRODINÁMICA EN NATACIÓN

Salvador Llana Belloch, Pedro Pérez Soriano

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia.

#### RESUMEN

El ser humano nada en una situación de "ingravidez hidrostática", por lo que la mayor parte del trabajo mecánico realizado está dirigido a superar la resistencia hidrodinámica. En su avance, el cuerpo de los nadadores desaloja el agua que se encuentra en su camino, transfiriéndole momento ( $P = m v$ ). El momento que el nadador transfiere al agua, es el que él pierde, y equivale a la fuerza de resistencia que se opone a su avance. Por ello, la resistencia hidrodinámica es una fuerza con la misma dirección y sentido contrario al avance del nadador, que dificulta o impide su desplazamiento en el agua. Si el nadador se encuentra en la fase cíclica del nado, se habla de "resistencia hidrodinámica activa", mientras que si está deslizando se habla de "resistencia hidrodinámica pasiva". Se trate de una u otra, las fuerzas responsables de la resistencia hidrodinámica se pueden clasificar en dos grandes grupos dependiendo de la forma en que se aplican en la superficie del nadador: (1) las fuerzas tangenciales o "de corte" a la superficie son responsables de la resistencia debida a la fricción (rozamiento) y (2) las fuerzas perpendiculares o normales a la superficie son responsables de la resistencia debida a la presión.

**Palabras clave:** resistencia pasiva, resistencia activa, arrastres

#### INTRODUCCIÓN

James Counsilman (1921-2004), uno de los entrenadores más laureados de la historia (sus nadadores consiguieron 47 medallas olímpicas y 52 records del mundo) y pionero en el estudio biomecánico de la Natación, escribió en su obra póstuma: "El cuerpo humano es, en un 65% agua, sin embargo, cuando se introduce en el medio acuático se encuentra en un elemento extraño para el que se está limitadamente diseñado y donde la locomoción es poco eficiente. Los peces y otros animales marinos están equipados con aletas que son relativamente grandes en comparación con el tamaño de su cuerpo, los humanos tenemos unos miembros superiores e inferiores largos y delgados que proporcionan muy poca superficie con la que interactuar con el agua" Counsilman y Counsilman (1994).

Las especies de animales cuya evolución filogenética se ha realizado en el medio acuático son capaces de desplazarse en este medio de forma eficiente. Por contra, el ser humano ha evolucionado en el medio terrestre, por lo que, aun siendo capaz de desplazarse en el interior del agua, este tipo de locomoción es muy poco eficiente. Esto es debido a las notables diferencias morfológicas entre de unos y otros que se pueden agrupar en:

- hidrodinámica de los cuerpos: los animales acuáticos presentan morfologías ausadas, lo que les hace ser muy hidrodinámicos.
- superficies propulsoras: las aletas de los animales marinos son grandes, en relación al tamaño de su cuerpo, y planas, lo que les permite generar gran fuerza propulsiva.

Por ello, la eficiencia mecánica (trabajo/energía gastada) para los animales marinos es muy superior a la del ser humano, que se cifra entre el 0'5% y el 7%.

En el presente texto se tratará con más detalle los aspectos relacionados con la fuerza de resistencia hidrodinámica.

### MARCO TEÓRICO DE LA RESISTENCIA HIDRODINÁMICA EN NATACIÓN

El ser humano nada en una situación de "ingravidez hidrostática", por lo que la mayor parte del trabajo mecánico realizado está dirigido a superar la resistencia hidrodinámica. En su avance, el cuerpo de los nadadores desaloja el agua que se encuentra en su camino, transfiriéndole momento ( $P = m v$ ).

El momento que el nadador transfiere al agua, es el que él pierde, y equivale a la fuerza de resistencia que se opone a su avance. Por ello, la resistencia hidrodinámica es una fuerza con la misma dirección y sentido contrario al avance del nadador, que dificulta o impide su desplazamiento en el agua. Si el nadador se encuentra en la fase cíclica del nado, se habla de "resistencia hidrodinámica activa", mientras que si está deslizando se habla de "resistencia hidrodinámica pasiva". Se trate de una u otra, las fuerzas responsables de la resistencia hidrodinámica se pueden clasificar en dos grandes grupos dependiendo de la forma en que se aplican en la superficie del nadador:

1) Las fuerzas tangenciales o "de corte" a la superficie son responsables de la resistencia debida a la fricción (rozamiento).

2) Las fuerzas perpendiculares o normales a la superficie son responsables de la resistencia debida a la presión.

Resistencia debida a las fuerzas tangenciales (de corte). En los textos de natación se le suele denominar resistencia debida a la fricción o rozamiento, o también, debida al arrastre viscoso. Este último término se utiliza debido a una característica física del agua denominada viscosidad, que es la resistencia interna de los fluidos, es decir, la fuerza que se opone a que dos capas del fluido se separen entre sí. En términos coloquiales, es la causa de que el agua "se pegue" a nuestra piel, es decir, de que nos mojemos. Al desplazarse en el interior del agua, la primera capa de agua tiende a adherirse y a desplazarse con los nadadores. Con ello, el nadador modifica la energía del agua, modificando su momento ( $p = m v$ ). La energía que el nadador transmite al agua, es la que él pierde. Esta energía se va transmitiendo de unas moléculas de agua a otras, de manera que se va disipando. El grosor de esta capa de moléculas que ven modificada su energía, se denomina "capa límite" o "capa de contorno", que en el caso de nadadores que se desplazan a unos 2 m/s, tiene un grosor de unos 25 cm en la zona abdominal (Bixler, 2005).

Cuando el nadador se desplaza a velocidades muy bajas, las moléculas de agua de la capa límite fluyen sin interferirse unas con otras, dando lugar a un flujo laminar. Por ello, la estela que deja detrás es delgada y suave. Sin embargo, a partir de una determinada velocidad (llamada velocidad crítica), las moléculas de agua empiezan a chocar entre sí, apareciendo movimientos erráticos y turbulentos de las partículas de agua. Cuando esto ocurre, el flujo pasa a denominarse turbulento. Este flujo es más evidente en la parte media y posterior del cuerpo, por lo que detrás del nadador aparece una estela ancha y arremolinada.

La velocidad crítica se determina por el denominado número de Reynolds ( $Re$ ). El número de Reynolds es el cociente entre las fuerzas de inercia (debidas a la interacción de dos cuerpos, o segmentos, con masa definida) y las de viscosidad (debidas a las fuerzas intermoleculares del agua) por unidad de volumen, es adimensional, y se cuantifica según:

$$Re = (v \cdot L \cdot \rho) / \eta \quad (1)$$

Donde,  $Re$  es el número de Reynolds,  $V$  es la velocidad de nado (m/s),  $L$  es la longitud del nadador (m),  $\rho$  es la densidad del agua ( $Kg/m^3$ ) y  $\eta$  es el coeficiente de viscosidad del agua ( $Ns/m^2$ )

Se denomina número crítico o umbral de  $Re$  al valor a partir del cual el flujo pasa de laminar a turbulento. Este valor es diferente según el objeto, según Bixler (2005) en el caso del ser humano, se sitúa alrededor de 3.000.000.



## Swimming Science I

Supongamos dos nadadores que midan 1'95 m y 1'70 m respectivamente, que compiten en dos pruebas, una de 100 mL y otra de 1500 mL. Supongamos que se desplazan a 1'9 m/s y 1'6 m/s respectivamente.

100 mL desplazándose a 1'9 m/s:

- Nadador A: si 1'95 m de talla,  $Re = 4.130.434$
- Nadador B: si 1'70 m de talla,  $Re = 3.600.891$

1.500 mL desplazándose a 1'6 m/s:

- Nadador A: si 1'95 m de talla,  $Re = 3.478.260$
- Nadador B: si 1'70 m de talla,  $Re = 3.032.329$

Como se puede observar, a las velocidades típicas de competición, los nadadores están envueltos por regimenes turbulentos.

La contribución a la resistencia hidrodinámica total depende del tipo de desplazamiento que esté realizando el nadador. Según Toussaint (2002) durante el nado en la superficie representa alrededor del 3% del total, mientras que en un deslizamiento subacuático puede representar el 20% del total (Bixler, 2005) (nótese que en esta condición se trata de resistencia pasiva y, además, no existe resistencia por oleaje). Se observa que es menos importante que la resistencia de forma y, sin embargo, es la que más ha marcado la estética de los nadadores: durante décadas al incitarles a la depilación y, actualmente, al desarrollarse bañadores de "piel de tiburón".

A continuación se presentan los factores que afectan a este tipo de resistencia:

a) Rugosidad de la superficie. Las superficies lisas generan menos resistencia por fricción, sin embargo, el valor estimado para indicar que una superficie deja de ser lisa, es cuando el tamaño de su rugosidad es superior a 0'05 mm (Bixler, 2005), lo que quiere decir que casi todas las superficies son rugosas.

b) Densidad del agua. La relación entre densidad y resistencia por fricción es proporcional, es decir que a más densidad, más fricción. En principio, la única manera de modificar la densidad del agua es modificándole la temperatura, pero como la temperatura de competición está reglamentada, en la práctica no resulta posible manipularla. Los nadadores tienen una posibilidad de disminuirla: mediante la denominada "ventilación", esto es, mediante la entrada de burbujas de aire debido a la entrada y salida del agua de los segmentos corporales. Cuando las burbujas de aire contactan con la superficie del nadador, la resistencia por fricción desaparece de esa zona. Sin embargo, si esto ocurre en las superficies propulsoras puede ser negativo, pues la fuerza propulsiva también disminuye al no haber rozamiento en la zona de contacto mano-burbujas. Esto ocurre cuando se tracciona hacia atrás demasiado pronto y con el codo bajo: es necesario que la mano deslice tras la entrada al agua y no traccionar hasta que se alcance la posición de agarre con el codo alto.

c) Tamaño, forma y orientación de la superficie. A menor superficie de contacto menor resistencia por fricción. Sin embargo, esta relación no es lineal, es decir, que al duplicar la superficie no se duplica la resistencia, sino que ésta aumenta pero en menor cantidad. Por otro lado, si la superficie no es hidrodinámica (por su forma u orientación) la capa límite se romperá, separándose del cuerpo. Entonces, la resistencia por fricción disminuye prácticamente a 0. Sin embargo, esto no es deseable, pues implica aumentar la resistencia de forma, que tiene un efecto muy superior.

b) Velocidad y aceleración. A más velocidad, más resistencia por fricción. Sin embargo, el efecto no es el mismo si la velocidad es constante o, por el contrario, está variando. Así, a velocidades constantes la resistencia es menor que para esa misma velocidad si está acelerándose.

Los bañadores de "piel de tiburón": La piel de las superficies no propulsoras de los tiburones dispone de unas estructuras denominadas dentículos dérmicos que forman unos surcos

## Swimming Science I

microscópicos, de tamaño y orientación modificable a voluntad del tiburón. Esta estructura impide que se generen grandes vórtices, impidiendo así la ruptura de la capa límite.

En la década de 1980, en el Langley Research Center de la NASA, se desarrolló un proyecto de investigación sobre este tipo de piel. Los resultados demostraron que la colocación de unas pequeñas ranuras en forma de "v" (denominados "riblets" en jerga aeronáutica), en la superficie de un ala o en el fuselaje de una aeronave reducía un 6-8% la resistencia total. A esta reducción se la denomina "efecto Ribblet". Esta tecnología pronto fue incorporada por la industria aeronaval y, en 1987, el yate "Barras y estrellas" se sirvió de esta tecnología para vencer en la Copa América (Takagi y Sanders, 2000). En los JJOO de Sydney-2000, la federación internacional de natación permitió por primera vez el uso de bañadores con este tipo de tecnología. Sin embargo, los estudios publicados hasta la fecha no parecen indicar que supongan una gran ventaja.

El estudio de Benjanuvatra y cols (2002) es el único que muestra ventajas con el uso de estos bañadores. En su trabajo, participaron 9 nadadores australianos de nivel nacional y utilizaron un sistema de poleas con un motor que permitía arrastrar a los nadadores a velocidades prefijadas, registrándose la resistencia con una célula de carga uniaxial. Sus resultados mostraron diferencias a favor de los bañadores de piel de tiburón en el rango de velocidades de 1.6 m/s a 2.8 m/s, tanto en superficie como a 0.4 m de profundidad.

Sin embargo, el trabajo de Llana y Klauck (2003), comparando la resistencia pasiva entre bañadores tradicionales y bañadores de "piel de tiburón", no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para la constante de arrastre (K) en resistencia pasiva, ni en arrastres en superficie ni en arrastres subacuáticos (tabla 1). Tampoco se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el efecto de dichos bañadores en función del género de los nadadores. En su estudio utilizaron un sistema de poleas y lastres (Klauck, 1999) consistente en dos ruedas concéntricas (ratio de diámetros 1:10) fijadas a un eje de movimiento común cuyo movimiento puede ser producido al tirar manualmente (diámetro mayor) o al dejar caer una masa (diámetro menor) de 100 Kg. En el estudio participaron 17 nadadores alemanes de categoría júnior de nivel nacional.

Tabla 1. Resultados para la constante de resistencia pasiva entre bañadores tradicionales y bañadores de "piel de tiburón" (Llana y Klauck, 2003)

	"K"			
	Superficie		Subacuático	
	Bañador tradicional	Bañador especial	Bañador tradicional	Bañador especial
Media	23.1	24.0	20.1	20.9
SD	0.7	0.6	0.6	0.6
p	0.386		0.401	

Estos resultados son coincidentes a los presentados por Toussaint (2002) quien estudió el efecto de estos bañadores en resistencia activa. Esta coincidencia en resultados es especialmente relevante debido a que el instrumental de medida utilizado (MAD system) y el nivel de los nadadores (13 nadadores holandeses de elite internacional) es diferente al utilizado por Llana y Klauck.

Roberts y cols (2003) tampoco encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre ambos tipos de bañadores. Compararon el efecto de este tipo de bañadores con los tradicionales, analizando variables de carácter fisiológico (lactato y consumo de  $O_2$ ), psicológicas (escala de Borg), cinemáticas (longitud y frecuencia de ciclo de nado) y cinéticas (resistencia pasiva).

Resistencia debida a las fuerzas perpendiculares: Resistencia debida a la forma ( $R_{fo}$ ). A velocidades de nado muy bajas, la capa límite permanece pegada al cuerpo del nadador fluyendo de forma laminar. Al aumentar la velocidad de nado y llegar a la  $Re$  crítico, la capa límite se empieza a separar del cuerpo del nadador, apareciendo un flujo turbulento en los

## Swimming Science I

puntos de ruptura, especialmente, en la parte media-posterior del nadador, produciéndose un descenso de la presión. Así aparece un gradiente de presiones entre la parte anterior (mayor presión) y la posterior (menor presión) del nadador, responsable de la denominada resistencia de forma o presión.

Su cálculo es posible gracias a una ecuación que formuló en el s.XVII sir Isaac Newton:

$$R_{fo} = \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot S \cdot V^2 \quad (2)$$

Donde,  $R_{Fo}$  es la resistencia de forma (N),  $\rho$  es la densidad del agua ( $\text{Kg/m}^3$ ),  $C_x$  es el coeficiente de forma (parámetro adimensional que depende de la forma del cuerpo, se determina experimentalmente),  $S$  es la superficie de choque ó área frontal proyectada ( $\text{m}^2$ ) y  $V^2$  es la velocidad de nado elevada al cuadrado ( $\text{m/s}$ )

Dado que la densidad del agua no puede modificarse (tan sólo un poco con la temperatura) y la velocidad no interesa disminuirla, sino todo lo contrario, para disminuir la resistencia de forma hay que intentar disminuir el coeficiente de resistencia y la superficie frontal. Esto se consigue, fundamentalmente, con una buena alineación del cuerpo tanto para las fases de deslizamiento, como para la fase cíclica de nado.

Un incremento de la flotación también disminuye la superficie frontal, por lo que ayuda a disminuir la resistencia. Así por ejemplo el uso de trajes de neopreno disminuye la resistencia hasta en un 13% (Toussaint y cols. 1988). Por contra, un excesivo hundimiento de los miembros inferiores o las denominadas “desalineaciones laterales” aumentan considerablemente este tipo de resistencia. Del mismo modo, un excesivo volumen muscular aumenta la superficie frontal, por lo que un exceso de entrenamiento dirigido a la hipertrofia muscular puede ser negativo. No obstante, los estudios de Miyashita & Tsunoda (1978) indican que, para disminuir la resistencia de forma, es más importante la técnica que el tamaño del cuerpo. Compararon dos nadadores europeos y un grupo de 8 nadadores japoneses a dos velocidades de nado, 0,8 m/s y 1,6 m/s. La superficie corporal era un 30% mayor ( $2,25 \text{ m}^2$ ) en los europeos que en los japoneses ( $1,75 \text{ m}^2$ ), sin embargo, no hubo diferencias en cuanto a la resistencia de forma.

Resistencia debida al oleaje ( $R_o$ ). Es un tipo de resistencia que aparece cuando un cuerpo se mueve en la superficie del agua o muy cerca de ella. Es generado tanto por el propio nadador, como por otros nadadores. En las piscinas descubiertas y en aguas abiertas, además hay que añadir el oleaje generado por el viento.

Cuando un objeto se mueve en la superficie del agua, genera un patrón de olas, es decir, que el oleaje sigue un esquema denominado patrón Kelvin de olas. En concreto, genera dos tipos de olas: (a) divergentes, en forma de V y con un ángulo de unos  $45^\circ$  con respecto al eje longitudinal del objeto, y (b) transversales, que van de extremo a extremo de cada ola divergente en forma de V. Además, y debido al constante introducir-sacar sus segmentos corporales del agua, los nadadores generan otros sistemas de olas locales y spray (lanzamiento de gotas de agua al aire), lo que hace que el patrón Kelvin no siempre sea visible. Los trabajos de Takamoto y col. (1985) muestran como una buena técnica disminuye el oleaje, y como consecuencia, la resistencia asociada.

El oleaje está en función del número de Froude (Fr), cuyo valor se puede calcular:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (3)$$

Donde,  $V$  es la velocidad de nado ( $\text{m/s}$ )  $G$  es la aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ ) y  $L$  es la longitud del nadador (m)

A bajas velocidades de nado la resistencia por oleaje no es muy importante. Tal y como aumenta la velocidad, la resistencia por oleaje aumenta, pero de forma exponencial. El sistema de olas generado por el nadador hace que éste se mueva en una depresión que va

## Swimming Science I

aumentando tal como aumenta la velocidad, hasta que la longitud de la depresión iguala la talla del nadador. Cuando esto ocurre, se dice que el nadador ha alcanzado su "hull speed" o velocidad máxima (Miller, 1975).

Nadadores de similar técnica generan el mismo patón de olas, por ello, a mayor talla mayor hull speed. Ésta se puede calcular en función de la talla de los nadadores (Llana, 2002):

- Nadador A: si talla = 1'95 m y  $Fr = 0'41$ , su velocidad máxima (hull speed) = 1'8 m/s (55'5 seg. en 100 m sin contar salida y virajes).
- Nadador B: si talla = 1'70 m y  $Fr = 0'41$ , su velocidad máxima (hull speed) = 1'67 m/s (59'8 seg. en 100 m sin contar salida y virajes).

No obstante, los trabajos de Toussaint y cols. (2002) muestran que los crolistas con buena técnica pueden superar dicha velocidad teórica aproximadamente un 10%. Esto es debido a que tras la entrada de un brazo en el agua, éste se estira y desliza hacia delante, con lo que "la talla" del nadador aumenta.

Este límite de velocidad de nado se puede evitar mediante el nado subacuático. Por ello, los nadadores tienen a recorrer la máxima distancia de esta manera, pues tras la salida y virajes se puede superar los 4 m/s, mientras que en la superficie es muy complicado superar los 2 m/s. Los estudios de Lyttle & Blanksby (2000) indican que la profundidad óptima para realizar deslizamientos en posición de mínima resistencia, es de 0'6 m, pues la resistencia por oleaje es prácticamente nula.

### MEDICIÓN EXPERIMENTAL Y CÁLCULO DE LA RESISTENCIA HIDRODINÁMICA

La medición directa de la resistencia hidrodinámica es muy complicada, por lo que los métodos desarrollados se basan en cálculos indirectos. En todos ellos, la premisa básica es que los registros se realicen a velocidad constante, pues en estas condiciones, la fuerza de resistencia es similar a la propulsiva, por lo que se puede calcular la constante de resistencia ( $K$ ).

Si  $v = \text{cte}$ , entonces  $\Sigma F = 0$ , es decir,  $F_p = F_r$  entonces:

$$F_p = F_r = K \cdot v^2 ; K = F_r / v^2 \quad (4)$$

Donde,  $F_p$  es la fuerza de propulsión (N),  $F_r$  es la fuerza de resistencia (N),  $K$  es el coeficiente o constante de resistencia (kg/m) y,  $v^2$  es la velocidad de nado elevada al cuadrado (m/s).

Medición experimental y cálculo de la resistencia hidrodinámica pasiva. El alemán Du Bois-Reymond fue pionero en el intento de medir la resistencia pasiva utilizando un dinamómetro. Pero fue Jules Amar (1920) el primero en demostrar que la resistencia estaba relacionada con el cuadrado de la velocidad ( $F_r = K v^2$ ). Sus resultados mostraron valores de  $K = 25'5$  kg/m para varones arrastrados en posición ventral. Karpovich (1930) fue el primero en utilizar un motor para asegurar la condición de velocidad constante, obteniendo valores medios de  $K = 30$  kg/m, para varones arrastrados en posición ventral. Por su parte, Jaeger (1937) fue el primero en utilizar un sistema de poleas con lastres para conseguir dicha condición.

Hemos utilizado un sistema de poleas y lastres (Llana y Klauck, 2003), tal y como se indica en la figura 1, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 1 para nadadores alemanes de categoría junior.

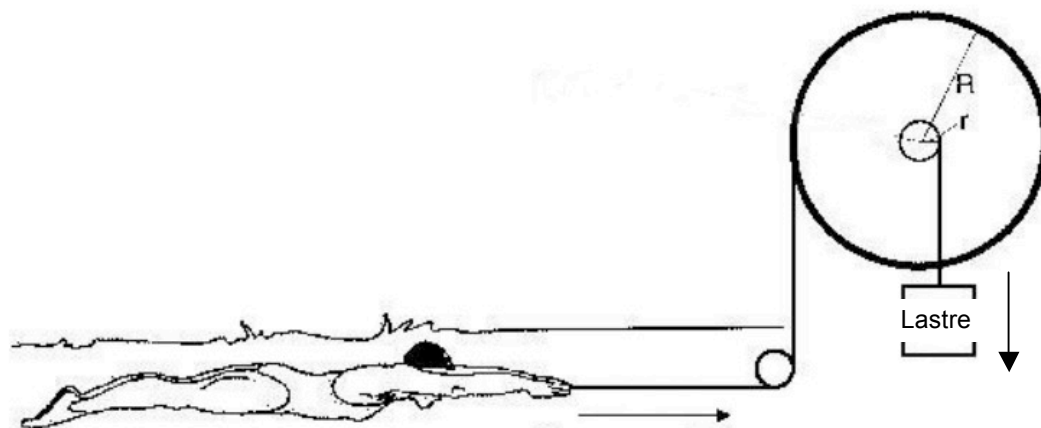


Figura 1: sistema para realizar arrastres basado en poleas y lastres (Klauck, 1997).

Medición experimental y cálculo de la resistencia hidrodinámica activa. Di Prampero y Rennie (1972) y Pedergast (1973) fueron los primeros en realizar estudios de resistencia activa en nadadores utilizando un método basado en la relación lineal entre el consumo de oxígeno y el nado con una resistencia creciente al añadir lastres a los nadadores. La resistencia activa se calculaba por la post-extrapolación de la línea de regresión lineal hasta un consumo de oxígeno nulo.

Un método diferente fue desarrollado por Schleihau (1979). Denominado Proceso de Análisis Hidrodinámico y permitía el cálculo tanto de las fuerzas de resistencia como de las propulsivas.

En la década de 1980 se desarrolló el MAD system (Measuring Active Drag). El sistema (Hollander y cols. 1986) consta de unas plataformas conectadas a un transductor de fuerza. El nadador se apoya en estas plataformas en cada brazada, registrándose así la fuerza aplicada. Si la velocidad de nado es constante, las fuerzas de propulsión (medidas por el sistema) son similares a las de resistencia.

A principios de la década de 1990, Kolgomorov y Duplisheva (1992) desarrollan el conocido como método de perturbación de la velocidad (PVM). Consiste en nadar dos veces 30 m a la máxima velocidad: primero a nado libre y, luego, resistido con un lastre denominado "cuerpo hidrodinámico". En ambas condiciones debe cumplirse que la velocidad sea máxima y a velocidad constante, si no, el método presenta grandes imprecisiones. La resistencia activa puede calcularse mediante el siguiente proceso, que presupone que la energía utilizada (Power Output: P) es igual en ambas situaciones:

$$P_1 = P_2 \quad (5)$$

Sustituyendo el valor de la potencia en cada miembro para cada repetición:

$$P_1 = F_{r1} \cdot v_1 \quad \text{y} \quad P_2 = F_{r2} \cdot v_2$$

Donde,  $v_1$ ,  $P_1$  y  $F_{r1}$  son respectivamente la velocidad media, la potencia resultante y resistencia hidrodinámica activa del intento sin el "cuerpo hidrodinámico" (m/s, wat y N) y  $v_2$ ,  $P_2$  y  $F_{r2}$  son respectivamente la velocidad media, potencia y resistencia hidrodinámica activa del intento con el "cuerpo hidrodinámico" (m/s, wat y N).

Los valores de resistencia se sustituyen por sus correspondientes ecuaciones por lo que  $F_{r1}$  y  $F_{r2}$  serán igual a:

## Swimming Science I

$$F_{r1} = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot v_1^2 \quad \text{y} \quad F_{r2} = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot v_2^2 + F_b$$

Donde,  $\rho$  es la densidad del agua ( $\text{Kg/m}^3$ ),  $C_x$  es el coeficiente de forma (parámetro adimensional que depende de la forma del cuerpo)  $S$  es la superficie de choque o área frontal proyectada ( $\text{m}^2$ ) y,  $F_b$  es la resistencia hidrodinámica del "cuerpo hidrodinámico" añadido en el segundo ensayo (N).

Combinando ecuaciones obtenemos:

$$\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot v_1^3 = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot v_2^3 + F_b \cdot v_2$$

Despejando podemos obtener el coeficiente de forma:

$$C_x = \frac{F_b \cdot v_2}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot (v_1^3 - v_2^3)}$$

Y finalmente la fuerza de resistencia hidrodinámica.

$$F_{r1} = \frac{F_b \cdot v_2 \cdot v_1^2}{v_1^3 - v_2^3}$$

Los resultados de su primer estudio pueden verse en la tabla 2. El estilo de nado que menor resistencia hidrodinámica presenta es el crol, siendo la braza el que más resistencia presenta. También puede observarse que las mujeres presentan valores inferiores a los hombres en los cuatro estilos.

Tabla 2. Valores de resistencia hidrodinámica en hombre y mujeres para el estilo de crol, braza, espalda, y mariposa.

Crol		Espalda		Mariposa		Braza	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
25.9	20.6	34.6	23.4	34.6	23.9	45.4	42.6

En 2004 Toussaint y Kolgomorov realizaron un estudio para comparar ambos sistemas (Toussaint y cols. 2004). Los resultados mostraron valores de resistencia activa un 20% mayores para el MAD que para el VPM, siendo dichas diferencias estadísticamente significativas. Concluyen que ambos sistemas son válidos, pero la fiabilidad del método VPM es menor, puesto que no siempre se cumple la condición de que los nadadores desarrollen la máxima potencia en las dos condiciones de nado (libre y lastrado).

### CONCLUSIONES

La resistencia hidrodinámica es un factor que limita la velocidad de desplazamiento del nadador a través del agua, siendo gran parte de la energía utilizada utilizada en superarla. Disminuir la resistencia es una de las formas más rápidas para mejorar el rendimiento tanto en la natación de competición como en el aprendizaje. Parece, dada la importancia relativa de cada tipo de resistencia, que mejorar la posición del cuerpo y cabeza (alcanzando posiciones más horizontales) nos ayudará a reducir la resistencia de forma y una profundidad óptima en las distintas fases de la prueba, nos reducirá la resistencia de oleaje.

### BIBLIOGRAFÍA

- Amar J. (1920) *The human motor*. G. Routledge. Londres.
- Benjanuvatra N, Dawson G, Blanksby BA. Elliot (2002) Comparison of buoyancy, passive and net active drag forces between Fastskin™ and standard swimsuits. *J. Sci. Med.Sport* 5 (2): 115-123.
- Bixler B. (2005) *The Biomechanics of Swimming*. En Stager y Tanner (Eds) *Swimming*. Second Edition. Blackwell Science.
- Counsilman J, Counsilman B (1994). *The new science of swimming*. Prentice-Hall. Di Prampero PE. Los mecanismos energéticos de la natación. *Sport & Medicina*. 1990
- Jaeger LD. (1937) Resistance of water as a limiting factor of speed in swimming. Tesis Doctoral. State University of Iowa.
- Hollander AP, Groot G, Ingen Schenau GJ (1986) Measuring fo active drag forces during swimming. *J. Sport Scien*. 4: 21-30.
- Karpovich P. (1930) Swimming speed analysed. *Sci. Amer*. 142, 224-225.
- Kolmogorov S, Duplisheva A. (1992) Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coeficient in different swimming strokes at maximal velocity. *J. Biomech*. 25: 311-318.
- Klauck, J. (1997) Kinetik und Kinematik seilzugbetriebener Hilfsgeräte im Schwimmen: Mechanisches Funktionsmodell und einfache Anwendung. In Daniel, Hoffmann, Klauck (Eds) *Symposiumsbericht der Kölner Schwimmsporttage*. Bockenem
- Klauck J. (1999) Man's water resistance in accelerated motion: An experimental evaluation of the added mass concept. En Keskinen, Komi, Hollander (Eds.) *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. University of Jyväskylä (Finland).
- Llana, S. (2002) Resistencia hidrodinámica en Natación. *Rendimientodeportivo.com*. nº2.
- Llana S, Klauck J. (2003) Tradicional versus last generation swimsuits: effect on pasive drag. *World Swimming Coaches Seminal*. Barcelona.
- McMahon TA, Bonner JT (1986) *Tamaño y vida*. Biblioteca Scientific American. Ed. Labor
- Miller D. (1975) *Biomechanics of swimming*. En: Willmore y Keogh (Eds.) *Exercise and Sport Sciences Reviews*. New York: Academic Press.
- Moin P, Kim J. (1997) Simulación de la turbulencia mediante superordenadores. *Investigación y Ciencia* nº3, 26-33
- Miyashita M, Tsunoda T. (1978) Water resistance in relatin to body size. En Eriksson, Furberg (Eds) *Swimming Medicine IV*. University Park Press.
- Pedergast DR. (1973) An analysis of the oxigen cost, mechanical work and efficiency of swimming the overarm crawl at two velocities. Tesis Doctoral. State University of New York.
- Roberts B, Kamel KS, Hedrick CE, McLean SP, Sharp RL (2003) Effect of a FastSkin suit on submaximal freestyle swimming. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Mar;35(3):519-24.
- Schleinhaufer R. (1979) An hidrodinamic analysis of swimming propulsion. En Terauds, Bedingfield (Eds) *International Series of Sport Science*, vol 8, *Swimming III*.
- Takagi H, Sanders R. (2000) Hydrodynamics makes a splash. *Physics Word*. Sep. 39-43.
- Toussaint HM, Groot G, Savelberg H, Vervoorn K, Hollander AP, Ingen Schenau, G.J. (1988) Active drag related to velocity in male and female swimmers. *J. Biomech*. 21: 435-438.
- Toussaint HM. (2002) The Fast-Skin™ "Body" suit: hip, hype, but does it reduce drag during front crawl swimming? *Applied Proceedings -Swimming-* del XX<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics in Sport. 1-5 de Julio. Cáceres (España).
- Toussaint HM, Roos PE, Kolmogorov S. (2004) The determination of drag in front crawl swimming. *J Biomech*. Nov;37(11):1655-63.

## Swimming Science I



### PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS VIRAJES EN NATACIÓN.

José Andrés Sánchez, Ramón Maañón, Javier Mon, Silvia González

Facultad de CC del Deporte y la Educación Física. Universidad de A Coruña, A Coruña, España.

#### RESUMEN

El propósito de incidir en un análisis técnico cuantitativo pormenorizado, que permita dar información e intervenir sobre los componentes de la prueba en natación de un modo individualizado contrasta con la reducida documentación sobre la aplicación de tratamientos específicos para la mejora del viraje. Ambos aspectos invitan a intentar profundizar tanto en el análisis de los parámetros que influyen sobre el rendimiento en el viraje como a realizar una intervención que nos demuestre las posibilidades de un trabajo técnico sistemático sobre un determinado factor del mismo. El empleo de medios materiales limitados condiciona la realización de un trabajo extensivo; sin embargo, no impide que se obtengan algunos resultados satisfactorios cuando se plantean objetivos basados en el conocimiento de la propia ejecución que conlleve al nadador a convencerse de que el esfuerzo técnico realizado redunde positivamente en su rendimiento.

**Palabras clave:** parámetros cinemáticos, entrenamiento técnico, criterios de eficacia.

#### INTRODUCCIÓN

Históricamente, muy pocos han sido los estudios dirigidos hacia la técnica de los virajes en natación; de hecho, resulta una observación generalizada las escasas investigaciones realizadas en este ámbito de la natación competitiva (Hay, 1988); y es cierto, independientemente de las razones que lo justifiquen, que no ha merecido la atención que los investigadores sugieren, aunque la tendencia en la última década ha cambiado.

En estudios realizados sobre el análisis de la competición en nadadores de alto nivel, se ha determinado que el tiempo de viraje resultó la variable que más altamente correlacionó con el rendimiento de prueba, siendo significativa en el 92% de los casos (Mason y Cossor, 2000); de igual modo Sánchez (2000a) concluyó que la importancia del viraje se incrementa a medida que aumenta la distancia de prueba llegando a superar el 50% en piscina corta y el 20% en piscina larga.

Los estudios longitudinales sobre el perfeccionamiento de acciones técnicas y su repercusión en el rendimiento del deportista son escasos, si bien se reconoce que la eliminación de una técnica incorrecta debe ser un objetivo importante en el trabajo del entrenador, y para ello, se han de analizar las posibles causas del defecto que interfiera en el progreso (Grosser y Neumaier, 1986), de este modo se podrán comprender los métodos a utilizar para su corrección.

El presente documento pretende ahondar en los medios de evaluación, así como en la influencia de la intervención técnica sobre los parámetros que permiten valorar el rendimiento del viraje de crol en natación.

#### EVALUACIÓN DEL VIRAJE

Los métodos empleados por entrenadores e investigadores en relación con los virajes son fundamentalmente el dinamográfico y el cinematográfico; en los estudios que emplean estos últimos se observan dos posibilidades: atender a parámetros técnicos, delimitando las fases del viraje en función de las acciones del nadador (Hay y Guimaraes, 1983; Chow, Hay, Wilson e Imel, 1984); o bien, atender a parámetros cinemáticos, delimitando las fases del

## Swimming Science I

viraje en función de unas distancias prefijadas, independientemente de las acciones que el nadador lleve a cabo y, normalmente, provienen de trabajos realizados durante el análisis de la competición, donde se estudia como un elemento más el viraje, si bien de una forma simplificada. El planteamiento determinista tradicional de Hay (1994) identifica las variables importantes que pueden medirse; el tiempo de viraje se puede considerar como la sumatoria de otros tiempos parciales, que pueden identificarse con distancias concretas (figura 1).

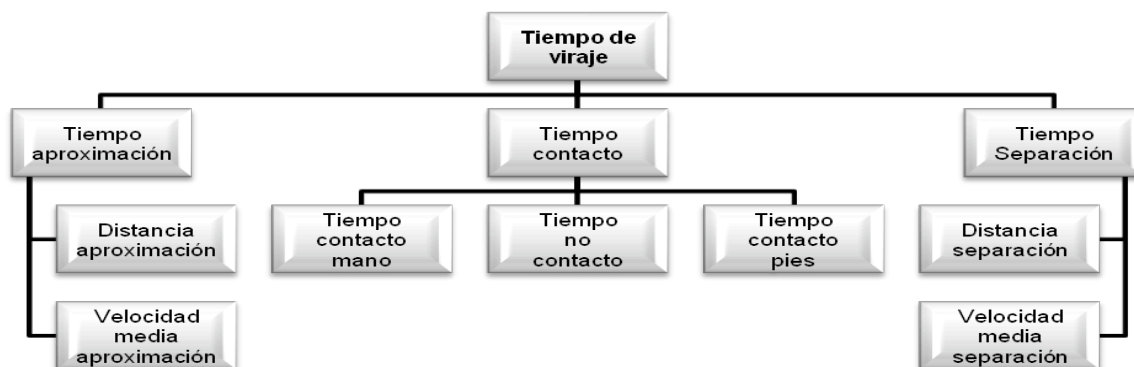


Figura 1. Parámetros que determinan el tiempo de viraje (Adaptado de Hay, 1985)

El tiempo de viraje lo definieron Thayer y Hay (1984) como el tiempo desde que la cabeza del nadador alcanza una distancia antes de la pared, previo al inicio del viraje, hasta que llega a la marca de separación, distancia desde la pared después de completar el viraje. Estas distancias se basaron en los datos obtenidos de un estudio previo (Hay y Guimaraes, 1983) donde se halló que el espacio considerado como viraje no variaba significativamente con la modificación de la distancia en las pruebas de estilo libre, sin embargo, sí se modificaba de un estilo con respecto a los demás. Los valores de estas distancias se eligieron para tener en cuenta a todos los nadadores, incluso a aquellos que iniciaban sus virajes más lejos de la pared o que los finalizaban más lejos de lo normal.

Es razonable pensar, que los estudios realizados con distancias no arbitrarias facilitan establecer distancias concretas de aproximación y de separación, parámetros que en el análisis de la competición permiten determinar el tiempo de viraje; sin embargo, estas distancias se han ido modificando según las necesidades, los procedimientos empleados, el reglamento o incluso la longitud de vaso (Sánchez, 2000a) (ver tabla 1). Con este fin, Absaliyev y Timakovi (1990) estudiaron el comportamiento de los nadadores en competición, observando que tras el viraje la mayoría terminaba el primer ciclo de nado a 7.5 m de la pared, proponiendo tal distancia para evaluar el tiempo de separación, que también resulta válida para nadadores de nivel inferior (Sánchez, 2000b) como se muestra en la figura 2.

La distancia de 7.5 m antes y después del viraje se ha empleado en estudios experimentales e incluso se sigue empleando en el análisis de la competición; sin embargo, cuando las distancias establecidas son a menudo demasiado largas e incorporan el nado, puede que no reflejen con precisión el rendimiento en el viraje. Por el contrario, si tales distancias son muy pequeñas (de 2.5 a 2.5 m) es posible que la fase de reanudación del nado no se contemple, por ello, el empleo de distancias de 5 m antes y 5 m después de la pared parecen convenientes para el estudio de los virajes (Blanksby, Gathercole y Marshall, 1996); además la coincidencia de la distancia con la línea de banderas, tanto en la aproximación como en la separación del viraje, favorece que los entrenadores puedan comparar los tiempos de los nadadores.

## Swimming Science I

Tabla 1. Modificación de las distancias arbitrarias del viraje

Autores, año	Aprox.	Separ.	Total viraje				
			Todos	Mariposa	Espalda	Braza	Libre
King (1957) y Scharf (1964)	0 m	5 yd (4.57 m)					
Fox (1963)	1.17 m	Separ. pies					
East (1971)			20 pies (6.1 m)				
Harris (1974)	5 yd	5 yd	10 yd (9.14 m)				
Takahashi, et al.(1983) Pfeifer (1984) Wakayoshi et al. (1992) Deleaval (1990)			10 m				
(Yancher, 1983) – vaso de 25 yds.		10 yd (9.14 m)					
Absaliamov y Timakovoi (1990)	7.5 m	7.5 m	15 m				
Thayer y Hay (1984)	2-3 m	6.5 – 9 m		8.5 m	8.5 m	11 m	9.5 m
Haljand (1992) – LEN – vaso 50 m Camp. España – 1991 a 1999 JJOO Barcelona '92 Campeonato Mundo '94 Campeonatos Europa desde 1989 Alves (1993) Burghardt y Stichert (1993)	7.5 m	7.5 m	15 m				
Haljand (1992) – LEN – vaso 25 m	5 m	10 m	15 m				
JJOO Seúl '88 – Kennedy et al. (1990)	5 m	10 m	15 m				
JJOO Atlanta '96	7.5-10 m	7.5-10 m		15 m	20 m	20 m	15 m
CM Barcelona '03	7.5 m	7.5 m	15 m				
Haljand – LEN – vaso 50 m	5 m	10 m	15 m				

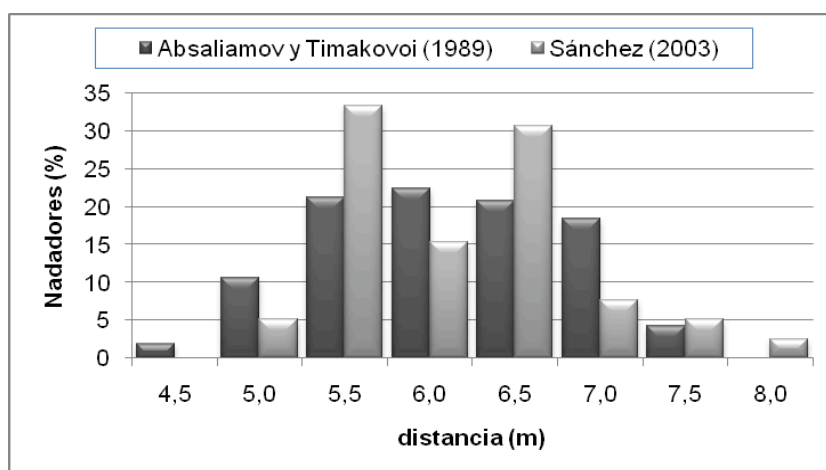


Figura 2. Distribución de nadadores (en %) según la distancia a la que finalizan el primer ciclo de nado tras el viraje

## Swimming Science I

En la actualidad el protocolo propuesto para el análisis técnico del viraje para los miembros de la red temática Swimming Science integrado en un test de 50 m a intensidad máxima, es el siguiente:

Tiempo de viraje

- tiempo (s) y velocidad ( $\text{ms}^{-1}$ ) de aproximación en 5 m (antes de la pared);
- tiempo (s) y velocidad ( $\text{ms}^{-1}$ ) de separación en 10 m (después de la pared);
- tiempo (s) y velocidad ( $\text{ms}^{-1}$ ) total viraje en 15 m;
- tiempo de giro (s) en braza y mariposa desde el contacto de las manos hasta el contacto de los pies;
- tiempo de impulso (s) desde el contacto de los pies hasta la separación de los pies en todos los estilos.

Cualquier intento de evaluar el viraje no puede plantearse aislando exclusivamente dicha acción, sino que se ha de integrar con el nado en superficie, a velocidades similares a las empleadas en competición, tanto antes como después de su ejecución.

Con el fin de conocer el comportamiento de los nadadores durante la acción de viraje se pueden plantear una serie de parámetros no arbitrarios como los propuestos por Haljand (2004) y Sánchez (2000b) que establecen distancias, tiempos y velocidades parciales sobre los fases establecidas por Chow et al. (1984).

- Fase de aproximación en el viraje: desde la entrada de la mano en la última brazada hasta que la cabeza queda completamente sumergida previo al giro.
- Fase de giro: distancia en que la cabeza queda completamente sumergida antes de la pared de viraje y tiempo desde el punto anterior hasta el contacto de los pies en la pared.
- Fase de deslizamiento: desde el contacto en la pared de viraje hasta el inicio de la propulsión subacuática con las extremidades inferiores.
- Fase de propulsión subacuática con las extremidades inferiores: desde el final del deslizamiento hasta el inicio de la tracción con las extremidades superiores.
- Fase de transición: desde el inicio de la tracción subacuática hasta el instante en que la mano va a entrar en el agua para iniciar la primera brazada previo recobro aéreo.
- Fase de separación: desde el contacto en la pared hasta el inicio de la tracción subacuática o inicio de la primera brazada en superficie, según criterio.

Otros parámetros empleados en estudios más recientes, donde un análisis más pormenorizado y específico se ha llevado a cabo al evaluar el nado ondulatorio subacuático son los siguientes (Arellano, Pardillo y Gavilán, 2002; Lyttle y Bejanuvatra, 2004):

- Amplitud del batido: desplazamiento vertical del pie (m)
- Distancia horizontal del pie en un ciclo de batido (m)
- Velocidad del centro de masas ( $\text{ms}^{-1}$ ) y sus componentes vectoriales.
- Frecuencia de batido (Hz).
- N° de Strouhal.
- Flexión máxima y mínima de la cadera (grados).
- Flexión máxima y mínima de la rodilla (grados).
- Flexión máxima y mínima del tobillo (grados).

A los que se podrían añadir otros parámetros:

- Distancia hasta la superficie (m): distancia en que la cabeza emerge.
- Situación en la que se realice el nado ondulatorio subacuático (dorsal, ventral o lateral).

La situación corporal parece modificar los valores de algunos de los parámetros antes considerados, como la frecuencia de batido, la amplitud o la flexión del tobillo (Alves, Lopes, Veloso y Martins-Silva, 2006); aunque no parece que haya una clara ventaja sobre el deslizamiento ni sobre la propulsión subacuática en el empleo de dicha situación o de una determinada acción de batido, alternativo o simultáneo (Lyttle, Blanksby, Elliott, y Lloyd, 2000).

El procedimiento de registro variará en función de los parámetros que se requieran, acordes con el objeto de estudio:

## Swimming Science I

Sistema de análisis temporal de la natación que de un modo secuencial permite el registro videográfico del nadador o nadadores mientras evolucionan a lo largo de la piscina, consistente en un sistema de filmación dotado de cámaras aéreas y subacuáticas conectadas a un selector que determina el empleo de una señal concreta, que a su vez puede ser mezclada con la de otra cámara simultáneamente (Arellano, Pardillo y García, 1999); el sistema puede complementarse con dispositivos diversos como placas de contacto, plataformas de fuerza o velocímetros.

Sistema de seguimiento directo del nadador: un sistema de registro de imágenes basado en la filmación aérea bidimensional y/o acuática con seguimiento paralelo al desplazamiento del nadador, empleándose un "travelling" colocado en la playa contigua a una de las calles laterales de la piscina; mediante una serie de referencias espaciales integradas en el vaso es posible cuantificar la evolución del nadador durante el tiempo que dure su desplazamiento.

Entre uno y otro sistema pueden encontrarse soluciones intermedias, pero en cualquier caso el registro en imágenes de las acciones del nadador es una constante, en la medida en que ayuda a interpretar los datos obtenidos.

Durante las competiciones en las que se suelen registrar parámetros arbitrarios, se disponen cámaras, normalmente alineadas con las referencias de paso de los nadadores, que proporcionan el tiempo en una distancia concreta; normalmente, se encuentran a gran distancia de la superficie del vaso y una filmación nítida se ve dificultada (reflejos, salpicaduras) o incluso impedida si algo se interpone dentro del campo de visión de las cámaras, de modo que hay que planificar la ubicación y orientación de las cámaras con antelación.

El empleo de plataformas de fuerza subacuáticas permite el registro directo de parámetros cinéticos y, si bien, su empleo normalmente va acompañado de grabación de las imágenes del movimiento, la tendencia es a obtener un feedback inmediato e independiente del equipamiento requerido para las mediciones cinemáticas (Roesler, 2003). Las plataformas de fuerza aplicadas al estudio del viraje ya fueron empleadas por Nicol y Krüger (1979) y Takahashi, Yoshida y Tsubakimoto (1983) y los parámetros objeto de estudio incluyen los siguientes:

- tiempo de contacto (mayor precisión, dada la mayor frecuencia de registro);
- impulso (Ns)
- pico de fuerza (N)

El grado de flexión de las articulaciones es un parámetro que es de interés durante la fase de impulso, como lo es durante el nado ondulatorio o incluso durante la fase de giro.

A partir de algunos registros cinemáticos o dinámicos analizados se pueden extraer conclusiones directas, pero también puede ser procesados mediante modelos matemáticos permitiendo extraer información aplicable de manera individualizada; en el caso del viraje, tanto las ecuaciones de regresión (Sander y Byatt-Smith, 2002) como las ecuaciones diferenciales (Klauck, J. 2003) tratan de determinar el momento adecuado de iniciar la propulsión subacuática tras el deslizamiento o de iniciar el nado en superficie. Mientras en el caso de las ecuaciones de regresión los datos necesarios para obtener información se basa en el desplazamiento del centro de masas o, en su defecto, de la articulación de la cadera; en las ecuaciones diferenciales la curva de velocidad obtenida a través del modelo matemático resulta tras asumir valores tiempo dependientes como la resistencia y la fuerza propulsiva, teniendo en cuenta que las ecuaciones que permiten estimar cuantitativamente el papel de diferentes parámetros como la resistencia del agua, la masa del agua añadida, la fuerza de impulso con respecto a la evolución de la velocidad durante el impulso, sólo pueden ser resueltas si los parámetros que componen la resistencia del agua son conocidos (Klauck, 2003).

Otro método que se está aplicando de forma puntual en la actualidad es el CFD (dinámica de fluidos computacional), el cual permite la simulación del comportamiento del nadador en el agua una vez construido un modelo de su superficie en tres dimensiones mediante un escáner láser. El modelo posibilita examinar la interacción del movimiento de las

extremidades inferiores (amplitud y frecuencia) con la velocidad y la profundidad desde la perspectiva de la dinámica de fluidos (Lyttle y Keys, 2004).

### PROCEDIMIENTOS DE MEJORA

Una vez que se han determinado cuáles son los parámetros, habrá que determinar cuáles son los elementos claves en el rendimiento del viraje para aplicar el tratamiento adecuado que mejore la velocidad de desplazamiento del nadador hacia la siguiente fase de nado, en el caso de que haya alguna deficiencia. La aplicación práctica no resulta tan sencilla pues como expresa Sanders (2002) las variables que pueden contribuir a mejorar el rendimiento son a menudo descuidadas u obviadas; si se identifican las características críticas pueden considerarse como principios mecánicos que conduzcan a mejorar el rendimiento. En la medida en que se identifique la influencia de la propulsión y de la resistencia, el rendimiento puede ser explicado, más que descrito, permitiendo la intervención sobre variables concretas y facilitando la mejora de la ejecución y, por tanto, del rendimiento.

Sanders (2002) cuando profundiza en el modelo jerárquico determinista de Hay (1994), no hace sino ahondar en las causas que condicionan el tiempo empleado en recorrer la distancia de competición; así por ejemplo, el tiempo de aproximación en el viraje se puede considerar determinado por la distancia a la pared en la que el nadador comienza a ajustar sus acciones de nado y por su velocidad media en tal distancia, que a su vez está determinada principalmente por la percepción del nadador de su velocidad de aproximación y por los cambios en esta velocidad que ocurren antes del contacto en la pared. Y para determinar si hay modificaciones en la velocidad previa a la ejecución del viraje, posiblemente justificadas por el ajuste de las acciones del nadador, se debería realizar un análisis pormenorizado de dicha velocidad. En la distancia de aproximación, Sánchez (2000b) halló diferencias de 0.2 m entre nadadores de diferente nivel de ejecución y Chow et al. (1984) hallaron que esta distancia disminuía al aumentar la distancia de prueba llegando a valores medios de  $1.95 \pm 0.14$  m y  $1.68 \pm 0.10$  m en los 1500 y 800 m, para cada uno de los sexos, respectivamente; siendo, por tanto, indicativo de una mayor velocidad de desplazamiento como exponen.

Un posible indicio de los ajustes de la brazada, previo al viraje, podría darse en una modificación de la frecuencia de ciclo, atendiendo a lo expresado por Absaliyev y Timakovoi (1990). Nadadores de menor nivel parecen ajustar más sus movimientos manifestándose a través de una considerable reducción de la  $F_c$  previo al giro, que se acompaña de un aumento de la  $L_c$  (Sánchez, 2000b).

Aunque una pérdida en el rendimiento en el viraje puede atribuirse a una reducida velocidad de aproximación a la pared (Daniel, Klauck y Bieder, 2003) es a partir del impulso donde se encuentran las principales razones de preocupación, en la medida en que influye sobre la evolución del fluido durante el deslizamiento y en las acciones propulsoras posteriores; sin olvidar que la velocidad final del impulso depende de la fuerza aplicada durante el mismo.

Según Mason y Cossor (2001) el principal aspecto del rendimiento del viraje es la fase subacuática, incluyendo el impulso contra la pared; pues, en la medida en que la distancia y el tiempo de la fase subacuática aumentan, el tiempo de viraje tiende a ser menor; ante ello, se plantea que los nadadores de nivel internacional deberían intentar utilizar la fase subacuática en la medida en que las reglas lo permitan.

Se podría sintetizar que la fase subacuática debería constar de un impulso efectivo aplicado a partir de una correcta posición hidrodinámica que se mantuviera durante el deslizamiento hasta que, en el momento adecuado, se iniciara un nado ondulatorio subacuático efectivo.

Analizando los criterios de efectividad planteados, podemos considerar las siguientes cuestiones:

*Desde cuándo adoptar la posición hidrodinámica.*

La alineación se debe adoptar antes de concluir el contacto con la pared, ya que la fuerza ejercida es la única que va a impulsar al nadador hacia delante hasta que no inicie su batido (Sanders, 2004); sin embargo, hemos de pensar en las posibles consecuencias que puede tener adoptar dicha posición de forma tardía aún sin haber despegado los pies de la pared,

porque la efectividad mayor del impulso se logra cuando tobillos, caderas y hombros están alineados y esto, de forma ideal, se debería de producir antes de comenzar el impulso (Lyttle y Benjanuvatra, 2004).

### *Cómo realizar un impulso efectivo.*

El impulso efectivo debe partir desde un apoyo a una profundidad de 0.30-0.40 m y en una posición en que las rodillas se encuentren flexionadas 120° aproximadamente (Lyttle y Benjanuvatra, 2004; Takahashi et al., 1983).

Un nadador al aplicar fuerza contra la pared, durante el viraje, puede conseguir un mismo impulso de dos formas distintas: aplicando una gran fuerza durante un breve periodo de contacto o una débil fuerza durante un tiempo de contacto prolongado. Los nadadores con menores tiempos en 10 m (5 antes y 5 m después de la pared) presentaron mayores picos de fuerza y un tiempo de contacto menor en la pared (Blanksby et al., 1996). Roesler (2003) considera que es preferible impulsar con gran aplicación de fuerza y rápidamente, considerando que el tiempo de contacto y el pico máximo de fuerza son buenos indicadores del tiempo de viraje; Lyttle y Benjanuvatra (2004) precisan la conveniencia de que dicho pico máximo se halle próximo al despegue una vez adoptada una completa posición alineada, ya que ha quedado demostrado que el mejor impulso implica un reducido pico de fuerza de resistencia hidrodinámica y un gran pico de fuerza de impulso aplicado durante un prolongado tiempo (Lyttle, Blanksby, Elliott y Lloyd, 1999a).

### *Cómo realizar el deslizamiento.*

Durante el deslizamiento se debe mantener una completa alineación y a una profundidad de 0.4 m para velocidades superiores a los  $1.9 \text{ ms}^{-1}$  y de 0.2 m para velocidades más lentas (Lyttle, Blanksby, Elliott y Lloyd, 1999b), manteniendo dicha posición hasta 1 m de la pared, con el fin de reducir la resistencia y beneficiarse de la alta velocidad conseguida tras el impulso; a partir de ese momento, los nadadores deberían ascender gradualmente (Lyttle y Blanksby, 2000).

### *Cuándo finalizar el deslizamiento.*

Klauck (2003) a través de un modelo matemático considera que es preferible iniciar la propulsión tras el deslizamiento de una forma temprana, con el fin de alcanzar una distancia estándar (7.5m) que esperar a propulsar cuando la velocidad se aproxime a la velocidad de nado. Sin embargo, considerando que ha de aprovecharse la acción subacuática mientras que la velocidad sea superior a la de nado, es evidente que la eficiencia del batido determinará en gran medida la distancia en que se prolongue éste. Sanders y Byatt-Smith (2001) encontraron que la mayoría de los nadadores analizados propulsaban con las extremidades inferiores demasiado pronto; es razonable pensar que comenzar a propulsar cuando la velocidad es más alta que la que se puede alcanzar con el batido resultaría negativo, debido a que la resistencia es mayor que la propulsión y a que se produce un inútil gasto energético; tras realizar el registro de la velocidad del desplazamiento de un punto de la cadera a numerosos nadadores establecieron una ecuación de regresión que permite calcular en qué momento y a qué distancia el nadador debe iniciar el nado ondulatorio subacuático; de igual modo, el mismo procedimiento, permite determinar cuándo éste debe de concluir para iniciar el nado en superficie. Según Lyttle et al. (2000) los nadadores expertos deben esperar hasta que la velocidad media de desplazamiento se halle entre 2.2 y  $1.9 \text{ ms}^{-1}$  para iniciar la propulsión con las extremidades inferiores, independientemente de la orientación espacial a emplear; recomendándose una determinada acción, batido simultáneo ventral o dorsal o el batido alternativo ventral, en función de lo eficiente que resulte para el nadador.

### *Cómo realizar el movimiento ondulatorio subacuático*

Cabe preguntarse en qué medida el nado ondulatorio subacuático es efectivo; según Arellano et al. (2003), la mejor forma de aprovechar este medio de desplazamiento es mediante una reducción de la amplitud del batido a la vez que se incrementa su frecuencia, junto con un incremento de la flexión de las rodillas en el inicio del batido descendente; siendo indiferente, en cuanto a velocidad de desplazamiento se refiere, realizar la acción ventral o dorsal (Arellano, Gavilán y García, 1999; Lyttle et al., 2000).

**EJEMPLO DE PROPUESTA PRÁCTICA**

Un planteamiento escogido para reducir los errores del viraje en crol consistió en aprovechar los recursos del nadador mediante una intervención técnica secuencial sobre los patrones de movimiento de cada fase, de forma que él pudiera discernir entre lo que había asimilado tras años de ejecución y lo que consideraba el modelo óptimo (Maañón, Sánchez, Eiroa, Braña y Mon, 2003). Se ha de aceptar que cuando se comienza una intervención técnica correctora se produce un incremento en el número de errores en las fases sobre las que se trabaja, lo cual puede justificarse según Grosser y Neumaier (1986) porque al introducirse un patrón de movimiento nuevo, el antiguo se desestructura y los errores aumentan. Al final del proceso de entrenamiento la velocidad del nadador hasta 4 m se incrementó conforme se optimizó la posición hidrodinámica de sus extremidades superiores tanto en la fase de impulso como durante la fase de deslizamiento; también se logró prolongar el deslizamiento para reducir el tiempo de llegada a dicha distancia, a pesar de incrementarse el tiempo de impulso, ya que con ello conseguía adoptar la posición hidrodinámica requerida; sin embargo, no se logró mejorar el tiempo en 7.5 m, apreciándose un periodo de entrenamiento corto para afianzar y completar el aprendizaje (Maañón et al., 2003), si bien un gran número de los problemas observados previos a la intervención técnica fueron resueltos tras la misma (ver figura 3).

Si somos capaces de tener presente algunos de los aspectos tratados, puede que no debiéramos olvidar que si dentro del estilo libre, el viraje puede ser una de las principales bazas para obtener mejores resultados; la dificultad para mejorar este elemento radica, fundamentalmente, en que el elevado número de acciones incorrectas o defectuosas que se realizan a lo largo del entrenamiento es muy superior a las ejecutadas correctamente; por lo que si se pretende mejorar, ya no solo el viraje, sino cualquier elemento técnico, interesa llevar a cabo un aprendizaje mediante el cual no se adquieran hábitos inadecuados puesto que eliminar éstos conlleva emplear un tiempo del que a veces no se dispone y, además, al someter al nadador a un estrés importante como es la competición, dichos errores reaparecerán.

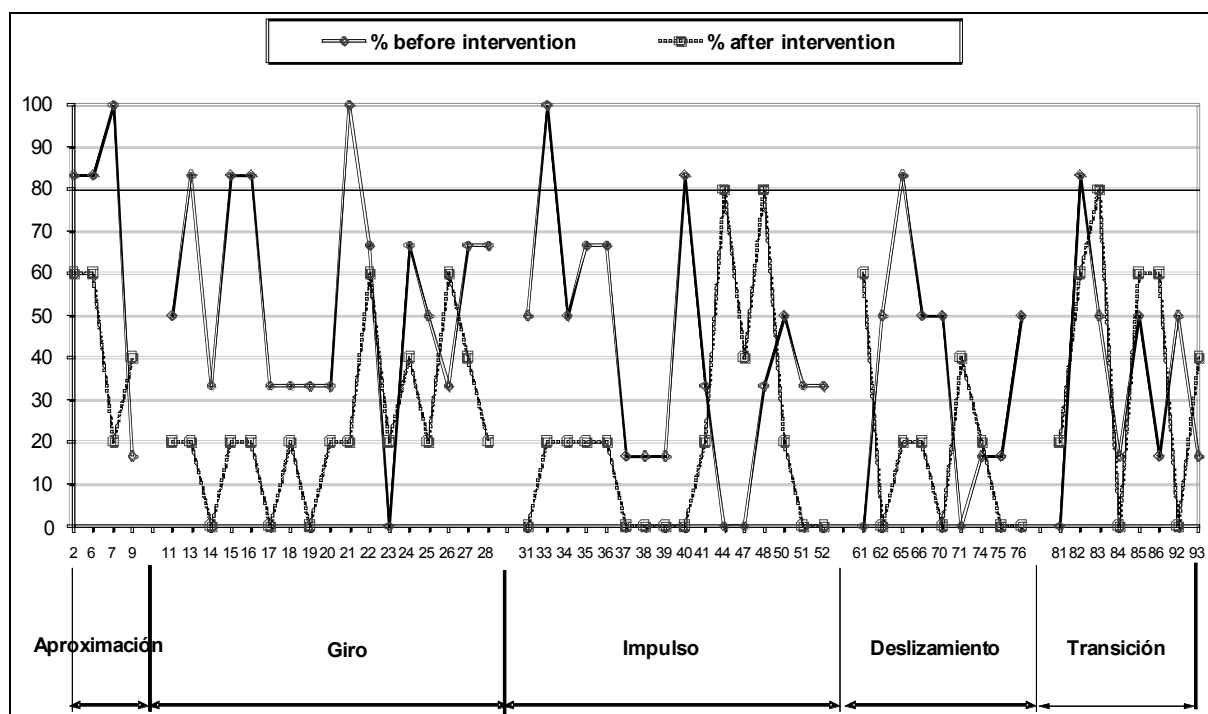


Figura 3. Porcentajes de errores en el viraje antes y después de la intervención, según fases (Maañón et al. 2003).



### CONCLUSIONES

Existe una preocupación de los autores por simplificar los parámetros a registrar permitiendo de igual modo aportar información significativa para el entrenador en el desarrollo de su trabajo de una manera casi inmediata; póngase por ejemplo, los registros de fuerza de impulso o de la velocidad del desplazamiento de la cadera, que permita por ejemplo, procesar los datos y conocer en qué medida el nadador está ajustando sus acciones impulsoras o propulsoras en el tiempo para obtener un mejor rendimiento. En este sentido, los sistemas de registro continuo de la velocidad o de la aceleración aplicados en la acción de viraje parecen idóneos para detectar tanto los posibles ajustes del nado previo a la fase de giro como las acciones posteriores, donde pueden manifestarse grandes desaceleraciones motivadas tanto por inadecuadas posiciones corporales como por desajustes temporales en la aplicación de la fuerza.

### BIBLIOGRAFÍA

- Absaliamov, T. y Timakovoi. (1990). Análisis de la actividad competitiva del nadador (A. I. Zvonarev, Trans.). In Aseguramiento científico de la preparación de los nadadores (pp. 58-81). Moscú: Vneshtorgizdat.
- Alves, F., Lopes, P., Veloso, A. y Martins-Silva, A. (2006). Influence of body position on dolphin kick kinematics. In International Symposium on Biomechanics in Sports (Vol. 24, pp. 67-70). Salzburg, Austria: University of Salzburg.
- Arellano, R., Gavilán, A. y García, F. (1999). A comparison of the underwater undulatory swimming technique in two different body positions. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pp. 25-28). Jyväskylä: Gummerus Printing.
- Arellano, R., Pardillo, S. y 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* (pp. 269-275). Jyväskylä: Gummerus Printing.
- Arellano, R., Pardillo, S. y Gavilán, A. (2002). Underwater undulatory swimming: kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. In International Society Biomechanics Sports. Cáceres.
- Blanksby, B., Gathercole, D. G. y Marshall, R. N. (1996). Force plate and video analysis of the tumble turn by age-group swimmers. *Journal of Swimming Research*, 11(40-45).
- Blanksby, B., Simpson, J. R., Elliot, B. C. y McElroy, G. K. (1998). Biomechanical factor influencing breaststroke turns by age-group swimmers. *Journal Applied of Biomechanics*, 14(2), 180-189.
- Chow, J., Hay, J., Wilson, B. y Imel, C. (1984). Turning techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 23(2 (Inv.)), 241-255.
- Grosser, M. y Neumaier, A. (1986). *Técnicas de Entrenamiento*. Barcelona: Martínez Roca.
- Haljand, R. (2004). Model of freestyle turn technique. Retrieved Abril, 2005
- Hay, J. G. (1988). The Status of Research on the Biomechanics of Swimming. In B. Ungerechts, K. Wilke & K. Reischle (Eds.), *Swimming Science V* (Vol. 18, pp. 3-14). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Hay, J. G. y Guimaraes, A. C. (1983). A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. *Swimming Technique*, 20(2), 11-12; 14-17.
- Hay, J. G. (1994). Swimming. In *The Biomechanics of Sports Techniques* (3ª ed., pp. 345-395). New Jersey: Prentice-Hall International.
- Klauck, J. (2003). Swimming speed estimation based on forward dynamics model. In J. E. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 75-80). Saint-Étienne: Université de Saint-Étienne.
- Lyttle, A. D., Blanksby, B. A., Elliott, B. C. y Lloyd, D. G. (1999a). Investigating kinetics in the freestyle flip turn push-off. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 242-252.

## Swimming Science I

- Lyttle, A., Blanksby, B., Elliott, B. y Lloyd, D. (1999b). Optimal depth for streamlined gliding. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pp. 165-170). Jyväskylä: Gummerus Printing.
- Lyttle, A., Blanksby, B., Elliott, B. y Lloyd, D. (2000). Net forces during tethered simulation of underwater streamlined gliding and kicking techniques of the freestyle turn. *Journal of Sport Sciences*, 18, 801-807.
- Lyttle, A. y Blanksby, B. (2000). A look at gliding and underwater kicking in the swim turn. In R. Sanders & Y. Hong (Eds.), *Proceedings of XVIII Symposium on Biomechanics in Sports: Applied Program: Application of Biomechanical Study in Swimming* (pp. 56-63). Hong Kong: Department of Sports Science and Physical Education The Chinese University of Hong Kong.
- Lyttle, A. y Benjanuvatira, N. (2004). Optimising Swim Turn Performance. Retrieved Julio, 2004, from <http://www.coachesinfo.com/article/281/>
- Lyttle, A. y Keys, M. (2004). Computational fluid dynamics - a tool for future swimming technique analysis. Retrieved Junio, 2005, from <http://coachesinfo.com/category/swimming/355/>.
- Maañón, R., Sánchez, J. A., Eiroa, J. J., Braña, S. y Mon, J. (2003). Evolution of the Crawl Turn After Technical Intervention in the Swimming Training. In J. C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 225-230). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Mason, B. y Cossor, J. (2000). What can we learn from competition analysis at the 1999 Pan Pacific Swimming Championships? In R. Sanders & Y. Hong (Eds.), *Proceedings of XVIII Symposium on Biomechanics in Sports: Applied Program: Application of Biomechanical Study in Swimming* (pp. 75-82). Hong Kong: Department of Sports Science and Physical Education The Chinese University of Hong Kong. Faculty of Education.
- Mason, B. y Cossor, J. (2001). Swim Turn Performances at the Sydney 2000 Olympic Games. Paper presented at the Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports, University of San Francisco.
- Nicol, K. y Krüger, F. (1979). Impulses exerted in performing several kinds of swimming turns. In J. Terauds & E. Bedingfield (Eds.), *Swimming III* (pp. 222-232). Baltimore: University Park Press.
- Roesler, H. (2003). Turning force measurement in swimming using underwater force platforms. In J. E. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 243-248). Saint-Étienne: Université de Saint-Étienne.
- Sánchez, J. A. (2000a). Análisis de la Actividad Competitiva en Natación: Diferencias en Función de la Longitud del Vaso, el Nivel de Ejecución, el Sexo, el Estilo y la Distancia de Prueba. Unpublished Tesis Doctoral, Granada.
- Sánchez, J. A. (2000b). Estudio sobre recursos metodológicos no usuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del viraje estilo crol. Paper presented at the XX Congreso Internacional de Actividades Acuáticas y Natación Deportiva, Toledo.
- Sanders, R. (2002). New analysis procedures for giving feedback to swimming coaches and swimmers. In K. E. Gianikellis, B. R. Mason, H. M. Toussaint, R. Arellano & R. H. Sanders (Eds.), *Scientific Proceedings - Applied Program - XXth International Symposium on Biomechanics in Sports - Swimming* (pp. 1-14). Cáceres: University of Extremadura.
- Sanders, R. y Byatt-Smith, J. (2001). Improving Feedback on Swimming Turns and Start Exponentially. In J. R. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), *Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 91-95). San Francisco: University of San Francisco.
- Takahashi, G., Yoshida, A. y Tsubakimoto, S. (1983). Propulsive Force Generated by Swimmers during a Turning Motion. In P. Hollander, P. Huijing & G. de Groot (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming* (Vol. 14, pp. 192-198). Champaign, Illinois: Human Kinetics.

### EFFECTS OF DIFFERENT DISTANCE OF SWIM ON PHYSIOLOGICAL AND TECHNICAL VARIABLES IN FRONT CRAWL SWIMMING.

Jordi J. Mercadé, Raúl Arellano, Belén Feriche, Esther Morales y Gracia López.

F.C.C.A.F. y D. University of Granada, Granada, Spain.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to analyse how affects the distance of swim on physiological and technical parameters during a sub-maximal intensity. Seven males and four females swam three different distances (200, 400 and 800 m) at 92% of the maximal mean velocity of a 400 m full speed test. The exact speed at each length was given with a visual light pacer. Stroke rates (SR), stroke length (SL) and stroke index (SI) were recorded at each lap. To estimate changes in physiological parameters blood lactate concentration (BLa), heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) were registered after each trial. All variables increased as distance except SL and SI that decreased. Results showed significant differences in all variables analysed comparing trials ( $p < 0.05$ ).

**Key words:** Swimming distance, stroke parameters, lactate, börg scale, heart rate.

#### INTRODUCTION

In swimming, velocity is defined as the product of the stroke rate (SR) and distance travelled in each cycle (SL). Various factors have been observed to influence this relationship: training, intensity, swimming distance, gender, style of swimming, altitude (Nomura and Shimoyama, 2003; Laffite et al., 2004; Mercade et al., 2006). Therefore we could consider fatigue as one of the major factors that modify swimming technique.

When swimmers increase swim speed, they have to increase both SL and SR or increase SR with relatively decreasing SL (Craig and Pendergast, 1979). Swimmers actually control these stroke parameters according to appropriate swim speed during swim training. There were some previous studies concerning the relationship between swim speed and stroke parameters. Keskinen & Keskinen (1999) indicated that there was the point where SL reached its maximum value from the relationship between swim speed and SL using under-water pace-maker light, and speculated that swim speed at that point might be optimal training speed to develop both the mechanical efficiency of swimming and the endurance capacity. However they were unable to measure the physiological parameter during the experiment.

Many studies have observed the behaviour of physiological and technical parameters over different swimming distances and intensities, as a way to evaluate training adaptations (Santos, 1999; Pelayo et al., 2000, Nomura and Shimoyama, 2003). Previous studies demonstrated that significant correlations exist between oxygen uptake and swim speed (Toussaint et al., 1988) and between oxygen uptake and stroke rate (Wakayoshi et al., 1995). From the previous investigations, it was suggested that stroke parameter corresponding to various swim speeds would be associated with physiological responses during swimming. For this reason, it could be interesting to know the different physiological adaptations to exercise and the strategies in the evolution of stroking parameters during the increase of swimming distance at same speed. Therefore, the aim of this study was to investigate changes on physiological and technical variables in swimming due to the increase in the distance of swim for a sub-maximal work load.

#### METHODS

Eleven swimmers (seven males and four females), students of the Faculty of Physical Activity and Sport Science of the University of Granada and members of water-polo and

## Swimming Science I

swimming team clubs, participated in this study. They all live in the City of Granada at 690m altitude. Means and standard deviations of: height, arm span, maximum body length and body mass are shown in table 1.

Before participation, all swimmers were fully informed about the demands and procedures of the study and provided their written consent to take part. The experiment was approved by the University Ethic Committee and was in compliance with Spanish Laws. Also participants were informed that they should not attempt a test unless they were in good health and that they could terminate it at any time. They were also asked to abstain from alcohol, caffeine and fatty foods on the days of testing and not to consume food in the 3 hours before a test. All swims were completed in randomized order and at the same time of day ( $\pm 60$  min) to minimize biological variation (Thompson et al., 2002).

Table 1. Subjects' characteristics.

	N	Age (yrs.)	Height (cm.)	Weight (Kg.)	Wingspan (cm.)	Max. Body Length (cm.)	Time (s.)
Males	7	22.7 (1.6)	181,0 (4.7)	76.1 (4.0)	187.9 (5.7)	244.6 (7.5)	317.8 (23.5)
Females	4	19.8 (2.5)	171,3 (4.3)	64.6 (8.0)	178.9 (7.6)	232.1 (8.4)	293.3 (16.7)

The experiment was carried out in the 25 m swimming-pool of the Faculty of Physical Activity and Sport Science of the University of Granada (Granada, Spain) at 690 m altitude and 717 mmHg barometric pressures. Swimmers completed a maximal 400 m front crawl trial from a water start after a standard 800 m warm-up. From the finishing time, the time to complete 200, 400 and 800 m repetition at 92% of the mean velocity was calculated. Each subject was assigned randomly to three different groups, performing each distance with a difference of time of forty-eight hours after a standardized warm up and five minutes rest (Figure 1).

Light sequencing was used to control the right pace in all swimmers, maintaining swimming velocity constant in all laps. This system consisted in a lane of underwater successive lights ( $n=25$ ), separating one meter from the next, connected to a speed controller box (Swim Master). This lighting system was placed on the pool floor, as placed in previous investigations (Keskinen, 1997). Also the time of lighting was adjusted in all turns, on the basis of an estimation made for them. All participants were habituated to the underwater lighting system with previous training sessions.

During all testing trials, a sagittal camera (mini DV) recorded each trial. SR was measured lap by lap (cycle/min). It was determined over five cycles. Its value was obtained as a quotient of number of cycles and time employed to finish five completed cycles, multiplied by sixty. SL was then calculated dividing swimming speed ( $V$ ) by SR in Hz and expressed as the result of the distance swum during a complete cycle (m/cycle). Finally stroke index (SI) was obtained as result of the product of  $V$  and SL.

Once each trial was completed, heart rate (measured using a Polar 610 stop-watch and breast band) and Börg's rating of perceived exertion (RPE) were registered. Blood lactate concentration (BLa) was taken three and five minutes after finishing the test from the fingertip, using a portable blood lactate analyser Lactate Pro. The highest blood lactate concentration obtained was considered as the peak or maximum value.

For statistics analyses was used SPSS 12.1. Descriptive data was obtained and expressed as mean and standard deviation (SD). Homogeneity and normality of data was analyzed before studying the variance. The difference between repetition distances was tested by repeated measures (ANOVA). When a significant differences was detected this was further examined by Sidak post-hoc test. The interval of confidence accepted for all comparisons was less than 0.05.

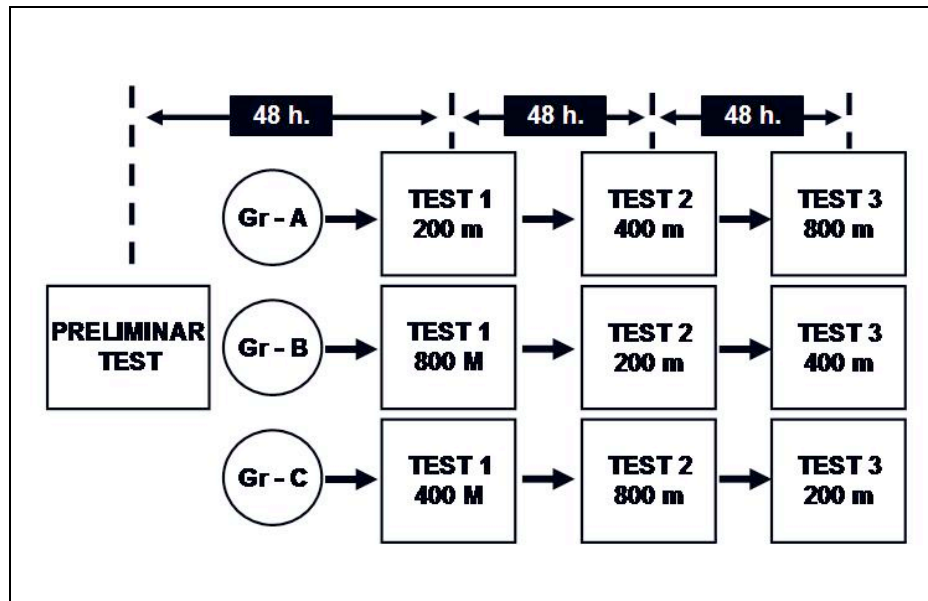


Figure 1. Experimental design.

## RESULTS AND DISCUSSION

The purpose of the present study was to investigate changes on physiological and technical parameters in swimming due to the increase in the distance of swim for a sub-maximal work load.

Results of  $BLa$  ( $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), RPE (6-20), HR post-effort (bpm), SR ( $\text{cycle}\cdot\text{min}^{-1}$ ), SL ( $\text{m}\cdot\text{cycle}^{-1}$ ) and SI during experimental test are displayed in Tables 2, 3 and 4.

Our data revealed that there were significant differences between all experimental conditions in the technical variables ( $p < 0.05$ ). As distance increased, SR augmented 6.71% (from 200 to 400 m test), 8.59% (from 200 to 800 m test) and 1.76% (from 400 to 800 m test). On the other hand SL and SI decreased a similar percentage. Between 200 and 400 m test the decrement was 6.09 and 6.14% for SL and SI, respectively. Comparing the 200 and 800 m test, the decrease was bigger, 7.88 and 7.89% respectively. Finally, the 400 m compared to the 800 m test, the decrease in value was lower than the other three, 1.91 and 1.86% for each of them.

The behaviour of technical parameters observed confirms what it has been many times described in the literature. SR and SL behave in opposite way. While the first one increases the other decreases and vice versa (Wakayoshi et al., 1996; Maglischo, 2003; Mercade et al., 2006). Perhaps, the lower increment or decrement in the technical parameters between the 400 and 800 m than between the shortest distance (200 m) and the 400 and 800 m test, could be explained because the point where SL reached its maximum value was nearly achieved around the 200m distance (Keskinen and Keskinen, 1999).

Certain studies have related changes in swimming technique due to physiological stress generated during swimming (Dekerle et al., 2005) and the implication of anaerobic metabolism on it (Keskinen and Komi, 1993). Thus, swimmers can keep a high level of SL values throughout exercises performed at slow and aerobic speed corresponding to moderate and heavy sub maximal intensities. However, when the intensity increases above the maximal lactate steady state, the reduction in SL becomes progressively greater (Keskinen and Komi, 1993; Wakayoshi et al., 1996; Dekerle et al., 2005), overcoming this lost in SL with an increase in SR to maintain the swimming speed during constant load tests. In this sense, our data reveal that there were significant differences between the three experimental conditions in the physiological variables ( $p < 0.05$ ).

It was observed an increase in the physiological parameters as the distance of swim augmented (Maglischo, 2003).  $BLa$ , RPE and HR increased 15.94, 7.69 and 8.48%, respectively during the 200 and 400 m test at 92% of the mean velocity of a maximal 400 m

## Swimming Science I

test ( $p < 0.05$ ). Comparing the 200 and 800 m test, the increase was greater, corresponding to 47.67, 17.31 and 11.38% ( $p < 0.05$ ), respectively. Finally, the 400 m compared to the 800 m test, the increment was 27.34, 8.93 and 5.24% .

BLa increased from  $5.2 \pm 2.0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (200 m test) to  $7.7 \pm 3.3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (800 m test). A greater muscle lactate release and a reduced muscle pH occur (Jones et al., 1977; Jacobs et al., 1983). We believe that the level and conditioning of our subjects generated such increase in BLa; especially for such low percentage of the maximal mean velocity adopted for the experimental testing. This results are consistent with the RPE response obtained (Taylor and McLaren, 1999; Mercadé et al., 2006). As it has been described in other works (Jones et al., 1977; Dekerle et al., 2005), a decrease in pH produces fatigue, which could be defined as a reduction of the capacity to deliver a high amount of work per stroke as well as the capacity to swim at a high propelling efficiency (Dekerle et al., 2005) in the presence of an increased perception of effort (Requena et al., 2005). This increment was from  $14.2 \pm 1.5$  (200 m test) to  $16.6 \pm 1.7$  (800 m test).

HR was the physiological variable that increased less, as show other studies that compare physiological parameters (Mercadé et al., 2006). HR varied from  $154.2 \pm 15.6 \text{ bpm}$  to  $171.7 \pm 16.3 \text{ bpm}$ . These three variables showed the magnitude of effort subjects had to do to maintain the same pacing with the increase of the swimming distance.

These findings are similar to those reported in several studies (Keskinen and Komi, 1993; Santos, 1999; Nomura and Shimoyama., 2003) for front crawl swimming, as they reported that the degree of anaerobic metabolism determined the stroking characteristics. In fact, technical parameters appear to be very sensitive to increases in physiological stress (Thompson et al., 2004; Dekerle et al., 2005; Mercade et al., 2006).

Table 2. Comparison of results obtained over a distance of 200 and 400 m at 92% of the mean velocity of a maximal 400 m test. Where: BLa=Peak of maximum blood lactate concentration; RPE=Rating of Perceived Exertion; HR=Heart Rate; SR=Stroke Rate; SL=Stroke Length; SI=Stroke Index.

	BLa ( $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	RPE RPE (6-20)	HR HR (bpm)	SR ( $\text{cycle}\cdot\text{min}^{-1}$ )	SL ( $\text{m}\cdot\text{cycle}^{-1}$ )	SI
200 m	5.2 (2.0)	14.2 (1.5)	154.2 (15.6)	29.37 (5.17)	2.52 (0.37)	3.04 (0.42)
400 m	6.0*(2.63)	15.3**(1.3)	163.2**(15.3)	31.34**(5.40)	2.37**(0.34)	2.85**(0.39)

\*Indicates  $p < 0.05$  \*\* Indicates  $p < 0.01$

Table 3. Comparison of results obtained over a distance of 200 and 800 m at 92% of the mean velocity of a maximal 400 m test. Where: BLa=Peak of maximum blood lactate concentration; RPE=Rating of Perceived Exertion; HR=Heart Rate; SR=Stroke Rate; SL=Stroke Length; SI=Stroke Index.

	BLa ( $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	RPE RPE (6-20)	HR HR (bpm)	SR ( $\text{cycle}\cdot\text{min}^{-1}$ )	SL ( $\text{m}\cdot\text{cycle}^{-1}$ )	SI
200 m	5.2 (2.0)	14.2 (1.5)	154.2 (15.6)	29.37 (5.17)	2.52 (0.37)	3.04 (0.42)
800 m	7.7**3.3)	16.6**(1.7)	171.7**(16.3)	31.89**(5.50)	2.32**(0.35)	2.80**(0.41)

\*Indicates  $p < 0.05$  \*\* Indicates  $p < 0.01$

Table 4. Comparison of results obtained over a distance of 400 and 800 m at 92% of the mean velocity of a maximal 400 m test. Where: BLa=Peak of maximum blood lactate concentration; RPE=Rating of Perceived Exertion; HR=Heart Rate; SR=Stroke Rate; SL=Stroke Length; SI=Stroke Index.

	BLa ( $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ )	RPE RPE (6-20)	HR HR (bpm)	SR ( $\text{cycle}\cdot\text{min}^{-1}$ )	SL ( $\text{m}\cdot\text{cycle}^{-1}$ )	SI
400 m	6.0 (2.63)	15.3 (1.3)	163.2 (15.3)	31.34 (5.40)	2.37 (0.34)	2.85 (0.39)
800 m	7.7**(3.3)	16.6**(1.7)	171.7**(16.3)	31.89*(5.50)	2.32*(0.35)	2.80*(0.41)

\* Indicates  $p < 0.05$  \*\* Indicates  $p < 0.01$

### CONCLUSIONS

We concluded, on the base of the results analyzed, that stroking parameters are affected during front crawl swimming by the distance of swim at the same velocity. The results also have shown an important effect of the swimming distance in the physiological respond to effort, especially in the level of acidosis reached. To obtain the same physiological response for two different distances, the shortest should have a relative higher mean velocity. However, we suggest having into consideration the distance to swim when programming work load through the seasonal, monthly and weekly plan. Also, an important way to evaluate if there is an improvement in the mechanical efficiency is to observe the technical parameters for the same distance after a period of training.

### REFERENCES

- Craig, A.B.J., Pendergast, D.R. (1979). Relationship of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med Sci. Sports*, 11: 278-283.
- Dekerle, J., Nesi, X., Lefevre, T., Depretz, S., Sidney, M., Hout Marhand, F., Pelayo, P. (2005). Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *Int J. Sports Med*, 26: 53-58.
- Jacobs, I., Tesch, P.A., Bar-Or, O. (1983). Lactate in human skeletal muscle after 10 s and 30 s supramaximal exercise. *J Appl Physiol*, 55: 365-367.
- Jones, N.L., Sutton, F.R., Taylor, T., Toews, C.J. (1977). Effect of pH on cardiorespiratory and metabolic responses to exercise. *J Appl Physiol*, 43: 959-964.
- Keskinen, K.L. (1997). Reliability of pool testing: ability of swimmers to swim at predetermined speeds. In: Proceedings of the XVI Congress of the International Society of Biomechanics, page 155. Tokyo: University of Tokyo.
- Keskinen, K.L., Komi, P.V. (1993). Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. *J Biomech*, 9: 219-226.
- Keskinen, K.L., Keskinen, O.P. (1999). Performance test for swimmers: A new approach utilizing pace maker lights a pilot study. In: K.L. Keskinen, P.V. Komi & A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pg. 245-248). Gummerus Printing, Jyvaskyla, Finland.
- Laffite, L.P., Vilas-Boas, J.P., Demarle, A., Silva, J., Fernandes, R., Billat, V.L. (2004). Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400-m free swimming test in elite swimmers. *Can J Appl Physiol*, 29: S17-S31.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Mercade, J.J., Arellano, R., Feriche, B. (2006). Effects of acute moderate altitude on physiological and technical performance in front crawl swimming. *Portuguese J Sports Sci.*, suppl 2: 148-150.
- Nomura, T., Shimoyama, Y. (2003). The relationship between stroke parameters and physiological responses at the various swim speeds. In: J.C. Chatard (Ed.). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pg. 355-360). Saint-Etienne, France.
- Pelayo, P., Dekerle, J., Delaporte, B., Gosse, N., Sydney, M. (2000). Critical Speed and critical stroke rate could be useful physiological and technical criteria for coaches to monitor endurance performance in competitive swimmers. In: R. Sanders, Y. Hong (eds). *Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports*, 83-87.
- Requena, B., Zabala, M., Padiar, P., Feriche, B. (2005). Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J. Strength Con. Res.*, 19, 1: 213-224.
- Santos, J.V. (1999). Velocity, stroke rate, stroke length and stroke index values of a female swimming team during a short course competitive season. In: K.L. Keskinen, P.V. Komi, A.P. Hollander. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 449-451.
- Taylor, S.R., McLaren, D. (1999). The relationship between blood lactate concentration and rate of perceived exertion in competitive swimmers. In: Keskinen, K.L.; Komi, P.V. & Hollander, A.P. (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 359-362.

## Swimming Science I

- Thompson, K.G., MacLaren, D., Lees, A. and Atkinson, G. (2002). Accuracy of pacing during breaststroke swimming using a novel pacing device, the Aquapacer™. *J Sports Sci*, 20: 537-546.
- Thompson, K.G., MacLaren, D., Lees, A. and Atkinson, G. (2004). The effects of changing pace on metabolism and stroke characteristics during high-speed breaststroke swimming. *J Sports Sci*, 22: 149-157.
- Thompson, K.G., Haljand, R., MacLaren, D. (2000). An analysis of selected kinematic variables in national and elite male and female 100-m and 200-m breaststroke swimmers. *J. Sports Sci*, 18, 421-431.
- Toussiant, H.M., Beelen, A.R., Rodenburg, A., Sargeant, A.J., Groot, G., Hollander, A.P., Schenau, G.J. (1988). Propelling efficiency of front crawl swimming. *J. Appl. Physiol.*, 65: 2506-2512.
- Wakayoshi, K., D'Acquisto, J., Cappaert, J.M., Troup, L.P. (1996). Relationship between metabolic parameters and stroking characteristics in front crawl. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, & T.A. Trappe (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*. London: E & FN Spon, 152-158.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financed by the Consejo Superior de Deportes and supported by the research group "Physical Activity and Sports in Aquatic Environment (CTS-527)" and the University of Granada, Spain.



### LA FORMACIÓN PARA TÉCNICOS ACUÁTICOS ESPECIALISTAS EN LA PRIMERA INFANCIA: UNA PROPUESTA BASADA EN EL ASESORAMIENTO.

Gemma Boluda<sup>1</sup>, Eduard Ramírez<sup>1</sup>, Gil Pla<sup>1</sup>, Núria Simó<sup>1</sup>, Carles Romagosa<sup>1</sup>

F.CC.A.F. Universidad de Vic, Barcelona, España

#### RESUMEN

El propósito de este proyecto es desarrollar un programa de formación permanente basado en el asesoramiento a técnicos acuáticos especialistas en la primera infancia (0-3 años). El desarrollo del proyecto incluye una formación inicial a los técnicos, el seguimiento de la formación inicial a través de la reflexión que los participantes en la formación realizarán a través de la observación de las grabaciones de todas las sesiones impartidas y una reunión mensual para observar y reflexionar en grupo sobre los cambios en su formación. Los técnicos recogerán datos de cada sesión y realizarán un diario personal que refleje su evolución de aprendizaje.

Las observaciones realizadas serán sistemáticas siguiendo un patrón de observación participante (Póctic y Ketele, 1988)

La perspectiva de investigación en la que situamos el proyecto parte de la perspectiva interpretativa para profundizar en la perspectiva orientada al cambio y a la toma de decisiones.

El objetivo principal que se pretende conseguir consiste en formar a técnicos acuáticos como profesionales capaces de flexibilizar sus propuestas y de analizar su propia práctica, abiertos a cambios y a procesos de innovación.

#### PALABRAS CLAVE

Actividades acuáticas para bebés; formación permanente; observación sistemática; asesoramiento en formación.

#### INTRODUCCIÓN

La formación docente es un problema clave dentro del sistema educativo (Ferry, 1991), de la misma forma que la necesidad de desarrollar investigaciones y estudios entorno a dicha formación es evidente (Ferry, 1991). Zeichner (1988) afirma que la mejora de los programas de formación es un componente importante en cualquier plan para la mejora de la calidad de la enseñanza en un sistema educativo estatal. Alison y otros (2006) destacan que la educación pre-escolar es un asunto de incumbencia mundial.

El texto que presentamos se centra en la importancia de la reflexión sobre la práctica en esta etapa de formación (Postic, 1978) de forma que los técnicos que se están formando desarrollen tareas que les lleven a la observación y al análisis de experiencia (Villar 2004). Como afirman Harrison, Dymoke y Pell (2006) el proceso de aprendizaje debe basarse en experiencias derivadas de su propia práctica. Entendemos al profesional práctico reflexivo como aquel que aprende a reflexionar de forma global sobre sus propias experiencias en situaciones complejas (Schön, 1992). Para Zeichner (1993) las expresiones profesional reflexivo y enseñanza reflexiva se han convertido en lemas característicos a favor de la reforma de la enseñanza y la formación del profesorado en todo el mundo. Con este marco de referencia, los cambios manifestados por el profesor, en las reuniones de asesoramiento, entre los resultados de su actuación y los objetivos planteados (Villar, 1990), son la base de nuestra propuesta. La capacidad de teorizar sobre la práctica y reflexionar sistemáticamente sobre la experiencia es compartida por Hopkins (1989). Nuestra intención se basa en formar a un profesional que no sea un simple aplicador de técnicas, sino un profesional que a través de su práctica aprenda a construir y constatar nuevas estrategias, nuevas formas de investigación, nuevos modos de comprender y plantear los problemas que surjan de su práctica (Carro, 2000).

Entendemos *el asesoramiento como la ayuda que se ofrece a una persona o grupo, con el objetivo de movilizar sus recursos* (Sánchez, 1994). El asesor sería la persona que guía,

## Swimming Science I

orienta, ayuda a buscar soluciones y a agilizar los procesos de cambio y mejora educativa (Sánchez, 1997). El concepto de asesoramiento que proponemos se fundamenta con las diferentes estrategias utilizadas para producir el cambio y la mejora educativa. La condición necesaria de este asesoramiento consistirá en articular y expresar un intercambio que propicie el aprendizaje activo y una capacitación para poder afrontar problemas similares en el futuro (Nieto y Portela, 2006). Nos posicionamos en un concepto de práctica asesora y educativa, al pretender facilitar y apoyar la adquisición de un conocimiento educativo (Monereo y Pozo, 2005).

La formación de los técnicos acuáticos no ha sido hasta el momento objeto principal de investigación en el ámbito de las prácticas acuáticas en la Primera Infancia. Encontramos numerosos artículos relacionados con las prácticas en estas edades centrados en el incremento de la popularidad de estas prácticas, en la definición del término, en el análisis de la evolución histórica de las tendencias, en las condiciones de su práctica, en los objetivos de las mismas, en los contenidos a trabajar y en los beneficios del trabajo en el medio acuático.

Cuando aparecen los términos animador, monitor, monitor cualificado, profesor cualificado, educador acuático, o técnico acuático, los artículos, libros o tesis citados contemplan únicamente aspectos referentes al rol que deben desempeñar en las prácticas, pero nunca citan ni profundizan en un aspecto que consideramos fundamental: ¿Cómo se forman estos profesionales (nosotros los denominamos técnicos acuáticos) que posteriormente desarrollarán un papel tan importante para el bebé en la educación de la motricidad en el medio acuático?.

Las consideraciones anteriores nos llevaron a idear una propuesta de formación basada en la observación sistemática de las sesiones que desarrollaría el técnico acuático, basándonos en la observación como medio para seguir y fundamentar la experiencia (Postic y Ketele, 1988) conjuntamente con una reflexión continuada sobre las finalidades y métodos (Postic, 1978) y todo centrado en el sujeto que se está formando (Postic, 1978).

Las hipótesis de partida en la que se sustentan los objetivos del proyecto son: 1) determinar la eficacia del asesoramiento como método innovador para formar a técnicos acuáticos especializados en la primera infancia; 2) valorar la importancia de la reflexión sobre la práctica en grupo en estas etapas de formación y; 3) validar una propuesta innovadora de formación que permita la generalización a otras instalaciones y contextos.

### MÉTODO

El método de investigación seguido es un estudio de casos evaluativo desde un punto de vista metodológico de carácter interpretativo siguiendo a Pascual (1995). Las decisiones básicas sobre la orientación metodológica de nuestra investigación se fundamentan en el desarrollo del proceso de asesoramiento. El proyecto que adoptamos como referente utiliza una metodología cualitativa de análisis de casos. El proceso de observación es participante siguiendo a Anguera (1989) al definir al observador que recoge, registra e interpreta los datos como un participante más en la vida del grupo que estudia. En el proceso educativo la observación participante activa se dirige a provocar una modificación de los alumnos (Ketele, 1984). Siguiendo estos conceptos, nuestra investigación se incluye dentro de la observación participante activa dentro de un proceso educativo.

Nuestra propuesta de asesoramiento, siguiendo las indicaciones de Bolívar (1999), pretende mejorar la acción formativa de un grupo de técnicos acuáticos. El proceso de asesoramiento, vivido por los técnicos que participan en el programa, ofrece a los estudiantes la supervisión y el apoyo fundamentales en todo aprendizaje (Veenman, 1988).

El proceso de asesoramiento aplicado en la investigación constó de:

- Creación de un pacto inicial por aceptación mutua entre los técnicos, asesores e instalaciones deportivas.
- Diagnóstico de la organización de los grupos de formación y análisis de los principales problemas que podían surgir.
- Oferta de alternativas para la solución de problemas.
- Desarrollo del programa, entre septiembre de 2006 y junio de 2007.

- Evaluación del programa, feedback y toma de decisiones.

La tarea de asesoramiento posibilitará la aplicación del programa en cada una de las cuatro instalaciones participantes buscando la fidelidad en su puesta en práctica. Los aspectos más destacados siguiendo a Villar (1990) son: la aceptación por parte de los técnicos participantes (ocho en total) de una observadora externa que siga el desarrollo de las sesiones; la posibilidad de intercambio en las sesiones de formación; la estabilidad en la realización de los seminarios de supervisión; y la necesidad de que los técnicos se abran a la innovación y quieran poner en marcha el programa diseñado. La asesora es, pues, una formadora de técnicos.

### RESULTADOS

Los instrumentos de recogida de datos que hemos utilizado en nuestra investigación han combinado datos cualitativos y cuantitativos (Filstead, 1986), pues consideramos importante contrastar los datos cuantitativos obtenidos de la observación sistemática de la conducta docente y contrastarlas con datos cualitativos obtenidos del análisis del pensamiento. Camerino (1996) denomina a esta combinación integración metodológica y considera que nos servirá para valorar y interpretar de forma longitudinal el proceso educativo de los técnicos en las actividades planteadas. Stake (1998) propone para la recogida de datos integrar las siguientes técnicas: cuestionarios, entrevistas, observaciones y análisis documental. Halai (2006) añade a las anteriores las conversaciones informales. En nuestra investigación utilizamos, siguiendo las propuestas de éstos autores y de Del Rincón, Arnal, Latorre y Sans (1995):

- Instrumentos: cuestionarios, observación sistemática.
- Estrategias: entrevista, observación participante, análisis de documentos
- Medios audiovisuales: vídeo, documentales.

Tras haber diseñado las diferentes técnicas de recogida de datos, es necesario realizar su validación y la formación de técnicos. La validación se produjo mediante expertos que validaron los instrumentos, y se formó específicamente a los técnicos para la recogida de la información en la formación inicial. Desde el inicio la recogida de datos, el análisis, la interpretación y la teoría, se dieron conjuntamente, y esta ida y vuelta entre los datos y la teorización permitió generar interactivamente conocimiento fundamentado en los datos (Mendiazábal, 2006).

Los criterios regulativos para garantizar el rigor metodológico que seguimos en la investigación son los propuestos por Del Rincón et al. (1995): criterio de credibilidad, criterio de aplicabilidad, criterio de consistencia y criterio de neutralidad o confirmabilidad.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES** En estos momentos la triangulación de los datos recogidos se encuentra en plena realización. De todas maneras podemos avanzar algunas conclusiones a pesar de que la brevedad de que la brevedad exigida por el editor no nos permite reflejar los resultados obtenidos a través de los diferentes instrumentos de recogida de datos. Las primeras conclusiones finales que obtenemos del análisis de los mismos en relación a las hipótesis de partida son:

- Los cuestionarios trimestrales que respondieron los técnicos y las entrevistas a los coordinadores de la instalación han determinado de forma muy positiva la valoración del asesoramiento como método de formación.
- El aspecto más valorado en la formación por los técnicos participantes han sido las reuniones mensuales de asesoramiento en grupo reducido en las que se discutían aspectos relacionados con su práctica diaria.
- La propuesta se realizó en cuatro instalaciones diferentes y los resultados nos llevan a creer que es posible la transferencia a instalaciones y contextos diversos. Este punto quedaría pendiente de comprobación.

### BIBLIOGRAFIA

## Swimming Science I

- Alison et al. Observed differences between early childhood programs in the US and Korea: Reflections of “developmentally appropriate practices” in two cultural contexts. *Journal of Applied Developmental Psychology* 2006;27(5):427-443.
- Anguera M.T. Metodología de la observación en las ciencias humanas. 4ª ed. Barcelona: Cátedra; 1989.
- Bolívar A. Cómo mejorar los centros educativos. Madrid: Síntesis; 1999.
- Camerino O. Integración metodológica en la investigación de la enseñanza de la educación física, su aplicación en la interacción educativa. In: Villar F(), editor. La investigación en la enseñanza de la educación física. Universidad de Extremadura: UEX; 1996. p. 157-184.
- Carro, L. La formación del profesorado en investigación educativa. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 2000, nº 39 pp. 15-32
- Del Rincón D, Arnal J, Latorre A, Sans A. Técnicas de investigación en ciencias sociales. Madrid: Dykinson; 1995.
- Ferry G. El trayecto de la formación. Barcelona: Paidós; 1991.
- Filstead WJ. Una experiencia necesaria en la investigación evaluativa. In: Cook TD, Halai A. Mentoring in-service teachers: Issues of role diversity. *Teaching and Teacher Education* 2006;22(6):700-710
- Harrison J, Dymoke S, Pell T. Mentoring beginning teachers in secondary schools: An analysis of practice. *Teaching and Teacher Education*. 2006;22(8):1055-1067.
- Hopkins D. Investigación en el aula. Guía del profesor. Barcelona: PPU; 1989.
- Ketеле JM. Observar para educar. Observación y evaluación en la práctica educativa. Madrid: Visor; 1984.
- Mendizábal N. Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa. In: Vasilachis I(), editor. Estrategias de investigación cualitativa. Barcelona: GEDISA; 2006. p. 65-106.
- Monereo C, Pozo JI. Enfoques, prácticas y contextos para el asesoramiento educativo. La práctica del asesoramiento educativo a examen. Barcelona: Graó; 2005. p. 12-21.
- Nieto JM, Portela A. Una perspectiva ampliada sobre el asesoramiento en educación. *Revista de Educación* 2006(339):77-96.
- Pascual MC. Evaluación de un programa de Educación Física para la formación inicial del profesorado, basado en la reflexión. 1995:3-552. tesis doctoral sin publicar.
- Postic M. Observación y formación de los profesores. Madrid: Morata; 1978.
- Postic M, Ketеле JM. Observar las situaciones educativas. Madrid: Narcea.; 1988
- Sánchez M. El proceso de asesoramiento. In: Marcelo C, López J, editors. Asesoramiento curricular y organizativo en educación. Barcelona: Ariel; 1997. p. 332.
- Sánchez MR. Evaluación del asesoramiento a profesores y la colaboración institucional. In: AAVV, editor. Manual de entrenamiento: evaluación de procesos y actividades educativas. Barcelona: PPU; 1994. p. 451-474.
- Schön D. La formación de profesionales reflexivos hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje. Madrid: Paidós; 1992
- Stake RE. Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata; 1988
- Veenman S. El proceso de llegar a ser profesor: un análisis de la formación inicial. In: Villa A(), editor. Perspectivas y problemas de la función docente. Madrid: Narcea; 1988. p. 41-52
- Villar LM. Capacidades docentes para una gestión de calidad en Educación Secundaria. Madrid: McGraw Hill; 2004.
- Villar LM. El profesor como profesional: formación y desarrollo personal. Granada: Universidad de Granada; 1990.
- Zeichner K. El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía* 1993(220).
- Zeichner K. Estrategias alternativas para mejorar la calidad de enseñanza por medio de la reforma de la formación del profesor: tendencias actuales en Estados Unidos. In: Villa A, editor. Perspectivas y problemas de la función docente. Madrid: Narcea; 1988. p. 110-121.

### ¿APRENDEN LOS BEBÉS LAS HABILIDADES MOTRICES ACUÁTICAS?

Gemma Boluda<sup>1</sup>, Eduard Ramírez<sup>1</sup>, Gil Pla<sup>1</sup>, Núria Simó<sup>1</sup>, Carles Romagosa<sup>1</sup>

F.C.C.A.F. Universidad de Vic, Barcelona, España

#### RESUMEN

Nuestra aportación pretende determinar si los aprendizajes de las habilidades motrices acuáticas que se producen en el medio acuático como consecuencia de una intervención sistemática intencionada se aprenden o surgen filogenéticamente. La investigación se ha realizado a través de la observación continuada de éstas habilidades durante nueve meses, en un grupo de doce bebés que han participado en nuestra propuesta acuática. La investigación concluye afirmando que las habilidades motrices acuáticas se producen a través de un proceso ontogenético, de intervención directa, y no se aprenderían si no hubiese una práctica intencional de las mismas.

**Palabras clave:** Actividades acuáticas para bebés, aprendizaje ontogenético.

#### INTRODUCCIÓN

La importancia del trabajo diferenciado de las habilidades motrices básicas en el medio acuático y la especificidad de algunas de estas habilidades, que se podrían considerar básicas porque todos los bebés<sup>1</sup> las logran en su dominio del medio, aún siendo específicas de este entorno, hace que algunos autores las denominen *habilidades motrices acuáticas* (Castillo Obeso, 1992, 1997, 2001 y 2003; Moreno y otros, 2003). El siguiente texto permite entrever si el aprendizaje de estas habilidades es un *proceso ontogenético y no filogenético* y para su aprendizaje se necesitan oportunidades de práctica en cantidad y calidad suficientes.

Las habilidades motrices acuáticas. Castillo Obeso (2003) ha observado cambios en la conducta motriz acuática que varían en función del grado de madurez y de la experiencia de los bebés, afirmando que los bebés de más edad o más maduros presentan mayor actividad motriz acuática, son más autónomos y logran más habilidades motrices acuáticas. Este punto es importante, porque son habilidades que no surgen simplemente por maduración, como las habilidades motrices básicas, sino que es necesaria una experiencia en el medio acuático para que se produzcan, considerando que si el bebé no vuelve a tener contacto con el medio acuático después del nacimiento no tendrá posibilidades de adquirir dichas habilidades (Castillo Obeso, 2001). Langendorfer y Bruya (1995) citan las destrezas acuáticas y la posibilidad de que puedan ser enriquecidas a través de experiencias tempranas en el medio acuático, aunque el rango de edades puede ser muy amplio. Erbaugh (1978) destaca el interés de las habilidades acuáticas de los niños en estas edades.

#### MÉTODO

Nuestra comunicación pretende, teniendo en cuenta los referentes teóricos expuestos hasta aquí detallar si las habilidades motrices acuáticas se aprenden en el medio acuático como consecuencia de un programa específico, o surgen madurativamente de acuerdo con la edad.

Nuestra investigación utiliza una metodología cualitativa, con el fin de constatar los aprendizajes que se producen como consecuencia de una intervención específica. Con el objetivo de elaborar este proceso hemos partido de un método inductivo y deductivo, pues

---

<sup>1</sup> Durante la comunicación utilizaremos el término bebé siguiendo las indicaciones de Muyor (2004), que explicita el concepto "natación para bebés" y considera que la edad óptima de los alumnos para la realización de estas actividades se sitúa entre los cinco meses y los dos años. El término se utilizará indistintamente al referirse a los dos sexos.

## Swimming Science I

tenemos la base de la experiencia de dieciséis años de dedicación a estas prácticas y la fundamentación de los datos que nos aportan las investigaciones de los principales autores. Las habilidades motrices acuáticas de los 12 bebés que han participado en la investigación han sido estudiadas en un entorno “natural” (piscina del polideportivo Sagrada Familia de Barcelona), en el periodo comprendido entre octubre y junio del curso 2002 – 2003.

El proceso de observación seguido para la recolección de los datos ha sido longitudinal al responder a la finalidad de describir los comportamientos de un mismo sujeto o de un grupo de sujetos durante un periodo de tiempo más o menos largo (Ketele, 1984) y transversal, para obtener un cuadro suficientemente representativo de los comportamientos de un grupo de sujetos en un momento preciso.

La duración de la investigación en los nueve meses de duración del programa, permitió que todos los bebés tuvieran la oportunidad de manifestar las conductas resultantes de los aprendizajes que iban adquiriendo.

La recogida de datos se ha realizado según un modelo de observación participante (Anguera, 1989), donde se combinaba la observación sistemática (Ketele, 1984) y el registro semanal del grupo de estudio con el fin de recoger la aparición de las habilidades motrices acuáticas.

La primera fase de la investigación consistió en la observación sistemática de los bebés en cada una de las sesiones del programa y observamos que había unas habilidades motrices acuáticas específicas de este medio, surgidas a partir de las experiencias vividas y que no mostraban los bebés de la misma edad que no habían asistido con la misma regularidad a las sesiones (ver tabla 2). Así, en la segunda fase nos centramos en observar cuáles eran las habilidades motrices acuáticas que aprendían los bebés en el programa. En esta segunda fase fue muy importante la diversificación de herramientas de recogida de información que describimos más adelante, con el fin de garantizar la rigurosidad de la información recogida.

La investigación evidenció a lo largo de su desarrollo la evolución de los aprendizajes que los bebés realizaban, teniendo el apoyo del medio acuático como entorno favorable y una determinada metodología y contenidos de trabajo como ejes vertebradores de la experiencia.

La intervención educativa se enmarca dentro de una perspectiva *interaccionista*, considerando que el entorno tiene una acción importante en la maduración y crecimiento del sujeto y fundamentada en los principios que expone Vigotski (2000, 2001) proponiendo la actuación educativa en la zona de desarrollo próximo, que es aquella que puede llegar a hacer el bebé con la ayuda de un adulto o compañero más eficaz.

Descripción de la muestra: Estaba formada por un grupo de 12 bebés de edades comprendidas entre cuatro y doce meses, en el momento de iniciar la investigación. Los bebés estaban divididos en dos grupos y el criterio de división era el horario (un grupo iniciaba las sesiones a las 14:00, y el otro a las 14:30).

Los dos grupos asistían a la piscina una vez por semana, un grupo a continuación del otro. La sesión acuática duraba 30'. A los bebés los acompañaba dentro del agua como máximo un adulto responsable (solía ser el padre o la madre), por exigencia de la instalación. La implicación de los padres es fundamental para el desarrollo de éstos programas, tal y como afirman Fantuzzo, Perry y Childs (2006).

El proceso de recogida y análisis de la información: Para la recogida de datos utilizamos los instrumentos siguientes en diferentes momentos de la investigación:

- Observación sistemática de las habilidades motrices acuáticas durante los nueve meses del programa.
- Registro semanal de la aparición de las mismas durante los nueve meses del programa.
- o Grabación en vídeo de dos sesiones durante el tercer trimestre.

Recogida de datos: La recogida de datos nos permitió constatar que había un conjunto de habilidades motrices acuáticas que sólo aparecían si el bebé tenía la oportunidad de practicar con el medio acuático y especialmente nos interesaban aquellas producidas por un

## Swimming Science I

proceso metodológico sistemático y específico. La observación sistemática de las conductas es un instrumento adecuado para nuestro objetivo, pues respeta al máximo la naturalidad de las conductas. La observación de la aparición de estas conductas en los bebés la realizábamos personalmente a través de un registro en papel donde recogíamos las conductas. También grabamos dos sesiones en vídeo para poder tener registradas estas conductas y su evolución en dos momentos concretos: dos meses antes de acabar el curso y al finalizar éste. El registro de las conductas en papel describen el comportamiento de cada bebé de la muestra participante durante todas las sesiones que se realizaron, obteniendo de esta forma un registro del proceso que sigue cada bebé en el aprendizaje de las conductas acuáticas. El registro de las conductas en vídeo no alteró las conductas de los bebés y/o padres, ni el desarrollo normal de la sesión.

Nuestra práctica reflexiva nos permitió integrar el programa de actividades acuáticas educativas y observar que, independientemente de la variación de las etapas evolutivas de los bebés, se producían unos aprendizajes dentro del medio acuático (flotación ventral y dorsal con material, giros, propulsiones,...) que repercutían en el repertorio motriz acuático y en otros ámbitos de la conducta del bebé (por ejemplo, los padres observaron en casa un mayor interés del bebé por descubrir y explorar).

El registro con cámara de vídeo digital (formato miniDVD) se utilizó como una herramienta de contraste para poder asegurar que las habilidades motrices acuáticas realmente se estaban produciendo y se realizó de forma natural (durante el desarrollo de una sesión) por un técnico acuático especializado en bebés que siguió de forma externa (fuera del agua) todas las sesiones y entrenado para grabar las habilidades motrices acuáticas que se pretendía observar.

El análisis de resultados nos llevó a verificar que los logros de las diferentes habilidades motrices acuáticas por parte de cada bebé, que estaban registradas en papel y que se habían anotado al finalizar cada sesión, se habían logrado. Con este objetivo se compararon las imágenes grabadas en vídeo, con los datos registrados en papel obtenidos a lo largo del programa.

A continuación, especificamos el resultado de las observaciones de cada habilidad motriz acuática al final del tercer trimestre, donde se puede observar el logro de cada una en función de cada bebé y su edad. Estos datos nos sirven para corroborar que las habilidades motrices acuáticas son habilidades ontogenéticas, que solo se adquieren mediante una práctica intencionada y sistemática.

Tabla 1. Seguimiento de las observaciones de las habilidades motrices acuáticas al acabar el tercer trimestre

Sujeto	Ni.	S.	J.	I.	K.	M.	A.	L.	E.
Nº DE SESIONES(*)	3	10	2	9	9	6	8	10	8
EDAD EN MESES(**)	15	23	14	16	16	11	11	9	9
Flot. ventral con mater.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Flot. dorsal con mater.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Flot. ventral sin mater.	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Flot. dorsal sin mater.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Giros	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Propuls. / desplazam.	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI
Inmersiones	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Posición ventral	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Posición dorsal	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Posición vertical	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Posición sentada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(\*) Número de sesiones que ha asistido durante el trimestre

(\*\*) Edad en meses en que ha finalizado el trimestre

## DISCUSIÓN

Podemos observar que las habilidades motrices acuáticas son consecuencia de la práctica sistemática y sólo las adquieren aquellos bebés que han asistido con regularidad a las sesiones. Los alumnos que no venían con asiduidad a la piscina y que evolutivamente tenían la misma edad que los que asistían no lograban las habilidades motrices acuáticas.

## Swimming Science I

Con el objetivo de comprobar que las habilidades motrices acuáticas se logran a través de la práctica y no por tener una determinada edad cronológica, podemos observar en la siguiente tabla como los bebés, a pesar de tener la misma edad cronológica, no tienen logradas las mismas habilidades motrices acuáticas que sus compañeros.

Tabla 2. Comparación del logro de las habilidades motrices acuáticas a los 9 meses.

Sujetos	Ni.	A.	L.	E.	G.
EDAD EN MESES	9	9	9	9	9
Flotación ventral con material	NO	NO	SI	SI	NO
Flotación dorsal con material	NO	NO	SI	SI	NO
Flotación ventral sin material	NO	NO	NO	NO	NO
Flotación dorsal sin material	NO	NO	NO	NO	NO
Giros	NO	NO	SI	SI	NO
Propulsión/ desplazamientos	NO	NO	SI	SI	NO
Inmersiones	NO	NO	SI	SI	NO
Posición ventral	SI	SI	SI	SI	NO
Posición dorsal	NO	SI	SI	SI	NO
Posición vertical	NO	SI	SI	SI	NO
Posición sentada	NO	NO	SI	SI	NO

Con el objetivo de comprobar que las habilidades motrices acuáticas se adquieren mediante la práctica, compararemos el avance del aprendizaje de las habilidades motrices acuáticas de los diferentes alumnos, a través de los trimestres, en la siguiente tabla:

Tabla 3. Seguimiento del logro de las habilidades motrices acuáticas de seis bebés, a lo largo de los tres trimestres

Sujetos	Ni.			P.			S.			J.			I.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TRIMESTRES	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Flotación ventral con material	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Flotación dorsal con material	NO	SI	SI	NO	NO		NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI
Flotación ventral sin material	NO	NO	NO	NO	NO		NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Flotación dorsal sin material	NO	NO	NO	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Giros	NO	SI	SI	NO	NO		NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI
Propulsión / desplazamientos	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI
Inmersiones	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Posición ventral	SI	SI	SI	SI	NO		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Posición dorsal	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Posición vertical	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Posición sentada	NO	SI	SI	NO	NO		SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI

### CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación que queremos destacar en esta comunicación son:

Respecto a la hipótesis que el aprendizaje de estas habilidades es un proceso ontogenético y no filogenético, podemos afirmar que el desarrollo de la motricidad acuática es el resultado de un proceso ontogenético que se produce mediante un aprendizaje. Para que se pueda realizar dicho aprendizaje es necesario que existan posibilidades de práctica (experiencia acuática) y que el bebé tenga un nivel de madurez suficiente para poder dar respuesta a aquellas situaciones de exigencia que se le demandan.

Con relación a la hipótesis que para el aprendizaje de las habilidades motrices acuáticas se necesitan oportunidades de práctica en cantidad y calidad suficientes, podemos afirmar que las habilidades motrices acuáticas no se aprenden si no se produce una práctica intencional y continuada de las mismas. Los bebés que han realizado las sesiones con asiduidad han mostrado cambios visibles en sus habilidades motrices acuáticas, observables tanto por profesionales del medio acuático (técnicos acuáticos presentes en la investigación), como por no profesionales (padres y familiares que asistían a las jornadas de puertas abiertas y manifestaban abiertamente los cambios que veían en los alumnos a nivel de motricidad acuática).



### BIBLIOGRAFÍA

- Anguera, M.T. Metodología de la investigación en las ciencias humanas. 3ªed. Madrid: Cátedra; 1989
- Castillo Obeso, M. (2001). La experiencia acuática en la primera infancia como aprendizaje motor enriquecedor del desarrollo humano: un estudio en la Escuela Acuática Infantil del INEF de Galicia. Tesis para la obtención del grado de Doctor en Educación Física. La Coruña: Xaniño.
- Castillo Obeso, M. "El desarrollo de la motricidad acuática en la primera infancia. Revisión de estudios científicos". NSW, 2003, nº 2
- Castillo Obeso, M. "Estimulación precoz en el medio acuático. Los bebés y el agua". Comunicaciones Técnicas, 1992, nº 1
- Castillo Obeso, M. "Reflexions al voltant de l'activitat aquàtica en educació infantil". Apunts. Educació física i Esports, 1997, nº 48
- Erbaugh SJ. Assessment of swimming performance of preschool children. Percept.Mot.Skills 1978 12//;47(3 Pt 2 (Print)):1179-1182.
- Fantuzzo J, Perry MA, Childs S. Parent Satisfaction with Educational Experiences scale: A multivariate examination of parent satisfaction with early childhood education programs. Early Childhood Research Quarterly 2006/0/2nd; 21(2):142-152.
- Ketelle, J.M. Observar para educar. Observación y evaluación en la práctica educativa. Madrid: Visor; 1984
- Langendorfer, S.; Bruya, D. Aquatic readiness developing water competence in young children. Champaign, IL [etc.] Human Kinetics cop. 1995
- Moreno, J.A. i altres El descubrimiento del medio acuático de 0 a 6 años. Revista digital efdeportes, 2003, nº67 [Consulta: 2003]
- Muyor, J.M. "Características y consideraciones a tener en cuenta en la natación para bebés. Una revisión bibliográfica". Comunicaciones Técnicas, 2004, nº 1
- Vigotski, L. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Crítica
- Vigotski, L. (2001). Psicología pedagógica. Argentina: Aique

## Swimming Science I

### EL APRENDIZAJE DE LA NATACIÓN EN HORARIO ESCOLAR: UNA PERSPECTIVA EDUCATIVA CENTRADA EN EL INDIVIDUO Y EN EL PROCESO

*Una experiencia diferente: Hoy hemos dejado que el aula de la escuela se inundase y hemos aprovechado para nadar*

**Eduard Ramírez, Gil Pla, Gemma Boluda y Núria Simó.**  
F.CC.A.F.y D. Universidad de Vic, Barcelona, España.

#### RESUMEN

Nadar en el aula de la escuela debe de ser muy difícil pero aprender a nadar en un contexto educativo ya es posible.

La formación en las aulas de educación primaria ha experimentado muchos cambios durante los últimos años, a nivel cualitativo y en referencia a la forma de enfocar los aprendizajes de los alumnos desde diferentes puntos de vista acentuando su formación integral. ¿Por qué no ha cambiado también en el aprendizaje de la natación? ¿Por qué en esta área de enseñanza (en horario escolar) aun seguimos con los procedimientos tradicionales, arcaicos y repetitivos? ¿Cuándo llegarán los cambios hacia una escuela de natación centrada en el individuo?

En el presente trabajo, intentaremos aproximar la escuela y el aprendizaje de la natación para alumnos de educación primaria en horario escolar, proponiendo la revisión de unas estrategias de enseñanza que nos han de permitir variar la forma de presentar las actividades a los alumnos para que estos se impliquen en mayor grado en el proceso de aprendizaje de la natación, dándoles así, mayor protagonismo.

#### **Palabras clave:**

Contexto educativo escolar, estrategias de enseñanza, interacción, cambio.

#### INTRODUCCIÓN

El acercamiento entre escuela y piscina es posible. De hecho es necesario cuando los alumnos que asisten a los cursillos de natación son de educación primaria y lo hacen en horario escolar. Dicho acercamiento, se refiere al hecho de dar la misma importancia al proceso de aprendizaje de estos alumnos cuando están en la piscina que cuando están en las aulas con los maestros y, siendo conscientes de que los maestros no imparten las clases de natación, proponemos unas estrategias de enseñanza para los monitores, muy sencillas de utilizar, que les ha de permitir implicar a sus alumnos en los procesos de aprendizaje, insisto, procesos, puesto que cada alumno participa del suyo en particular, y probablemente debiera ser diferente al de sus compañeros en función de sus características y necesidades. Nada mejor que nuestros alumnos aprendan a nadar potenciándoles además, su formación integral mediante su implicación cognitiva en el proceso de aprendizaje. Vamos a presentar las bases que nos han de permitir “el cambio” cuando a la forma de orientar los cursillos de natación en horario escolar.

#### MÁS ALLÁ DEL APRENDIZAJE BASADO EN EL MODELO

Una imagen vale mas que mil palabras, y la imagen que tengo gravada en la retina y que me sirve para desencadenar las bases del cambio hacia un aprendizaje de la natación en el que los alumnos se impliquen cognitivamente, es la de un grupo de escolares haciendo cola, esperando su turno ansiosamente para, en realidad, repetir sin mas y sin menos, eso si, de la mejor forma posible, la acción presentada por el monitor de natación. ¿Dónde está pues, la implicación en el proceso de aprendizaje de estos, podríamos decir, futuros *robots* de la natación? ¿No se aburren más porqué el medio acuático es lúdico por naturaleza. Planteando los cursillos de natación con la metodología tradicional o del modelo en horario escolar nos puede acercar más rápidamente que no despacio, hacia un abismo muy peligroso, un abismo marcado por el distanciamiento entre aquello que realmente es educativo y que, por lo tanto, debería tenerse en cuenta para las edades de educación

## Swimming Science I

primaria, y aquello que realmente se está aplicando en los cursillos de natación, propio de etapas posteriores de desarrollo motriz, de modelos competitivos.

Si tuviésemos en cuenta a nuestros alumnos del cursillo de natación y les preguntásemos antes de saltar al agua algo tan sencillo y simple como *de que forma les gustaría desplazarse por el agua*, seguro que saldrían muchas propuestas originales y serían capaces de proponer cosas increíbles que probablemente a nosotros no se nos ocurriría. Estaríamos potenciando su creatividad, su implicación cognitiva y motriz, y fruto de su protagonismo en la toma de decisiones, también su afectividad y autoestima. En contraposición, aquellas metodologías basadas en el modelo y la reproducción, que tanto nos facilitan el hecho de que los alumnos lleguen muy rápido a la idea que todos tenemos de los estilos de natación, no solamente anulan la capacidad de creación de los alumnos sino que limitan al propio monitor, que, eso sí, puede que tenga muy claro donde quiere que sus alumnos lleguen, aunque probablemente no sepa como poder hacerlo de diferente forma, implicando a sus alumnos en el proceso hacia el aprendizaje de la natación.

Está claro que la enseñanza de la natación tiene una pequeña trampa: el hecho de tener que llegar a unos modelos que todos conocemos como son el crol, la espalda, la mariposa y la braza, y las ventajas que la metodología tradicional nos ofrece para ello: “copiar y pegar”. De momento, estos modelos son los modelos competitivos, regidos por un estricto reglamento federativo que limita cualquier otra posibilidad de desplazamiento que no sea la predeterminada durante la competición. Pero en la etapa educativa escolar, que no es de competición sino de formación y aprendizaje, no debiéramos ir tan rápidos hacia estos modelos, sino que debiéramos potenciar en nuestros alumnos, la experimentación, el hecho de inventar formas de desplazamientos y saltos para, en definitiva, ayudar a comprender la importancia del medio acuático y favorecer el desarrollo personal en el mismo por parte de los alumnos que asisten en horario escolar a la piscina. Ya tienen suficiente con tener que practicar dichos estilos, que no dejan de ser modelos (aunque aceptados por la sociedad) rígidos y limitantes del desarrollo personal, que además dedicamos toda la sesión a tal aberración. Es necesario introducir aquellas estrategias de enseñanza que nos han de permitir implicar a los alumnos y combinarlas con la metodología más tradicional puesto que al final, están matriculados en un cursillo de *natación*. De esta forma todos contentos, los padres porque sus hijos nadan crol y mariposa, los monitores porque se les reconoce públicamente, durante el último día de cursillo, la hazaña de domesticar a sus pequeños robots andarines y finalmente, los maestros (sobretudo los de educación física) doblemente satisfechos, ante el desarrollo personal de sus alumnos durante el cursillo de natación en un medio no habitual, y también, porque han aprendido a nadar divirtiéndose.

Junto a la perspectiva más bien tradicional localizada dentro de las teorías que hacen una interpretación mecanicista de la construcción de significados que presenta unas relaciones entre el monitor de natación y alumnos normalmente basada también en la pedagogía del modelo y orientada a la repetición y copia de los movimientos presentados previamente por el monitor de natación, está una perspectiva fundamentada en el cognitivismo, corriente que pretende enfocar el aprendizaje de la natación como un proceso de modificación interno, con cambios no sólo cuantitativos, sino también cualitativos, produciéndose como resultado de otro proceso interactivo, con un carácter claramente intencional, entre la información que proviene del educador y del medio por un lado, y de un sujeto activo por el otro. La interpretación cognitiva del aprendizaje no se limitará a la conducta observable, sino que tendrá en cuenta la capacidad mental del alumno, que reorganizará su campo psicológico (conceptos, memoria...) como respuesta a la experiencia que obtiene en los procesos de aprendizaje. En este caso, el niño será un agente activo ante la información recibida, capaz de interpretar, reestructurar y modificar aquello que ya sabe para conseguir nuevos aprendizajes.

### **REFERENTES PSICOPEDAGÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA NATACIÓN CENTRADA EN EL INDIVIDUO**

La concepción constructivista y consecuentemente, el aprendizaje significativo serán las corrientes pedagógicas que nos permitirán establecer las bases para el *cambio* ya

mencionado. Un constructivismo que integra una serie de principios que permiten comprender la complejidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, articulándose como dice Zabala, A. (1995), alrededor de la actividad intelectual implicada en la construcción de conocimientos. En la piscina, nos serviría el ejemplo de hacer conscientes a nuestros alumnos de la importancia de la correcta utilización de las superficies propulsoras, mediante diferentes actividades interrelacionadas entre ellas con la misma finalidad, la de avanzar. En base a esta implicación cognitiva, claro está, será imprescindible una buena intervención por parte del monitor cuanto a su interacción con los alumnos a la hora de presentar las actividades a realizar de forma que estas se presenten planteando un pequeño problema a resolver mediante la indagación. También será muy importante presentar actividades más bien abiertas que no cerradas, es decir, con más de una respuesta posible y todas correctas, para de esta forma, incluir a todos los alumnos del grupo en función de su nivel y ritmo de aprendizaje.

En referencia a la idea de Gagnon, G. (1983) pues, planteamos la interacción educativa en los cursillos de natación como la relación entre el monitor/a y los alumnos en un contexto educativo en que el educador, con intencionalidad, interacciona de una determinada forma para guiar, en cierto modo, los aprendizajes de sus alumnos.

Esta forma de plantear el cursillo de natación identificará el concepto *educativo* del mismo, es decir, tratando el cursillo de natación como una asignatura más del currículum de educación primaria, siendo el desarrollo personal de los alumnos, uno de los objetivos a tener en cuenta, en este caso, en un medio diferente al habitual. De no ser así, el aprendizaje de la natación puede ser más superficial y mecánico, caracterizado por un limitado número de relaciones que se pueden establecer con los esquemas de conocimiento presentes en la estructura cognoscitiva y, por lo tanto, fácilmente sometidos al olvido.

Enfocando los cursillos de natación desde la óptica del constructivismo pues, no sólo conseguiremos que los alumnos se impliquen más en el propio proceso de aprendizaje sino que también lo harán los monitores-educadores, puesto que son ellos los que tendrán que pensar y prever diferentes propuestas de implicación de sus alumnos (teniendo siempre en cuenta sus necesidades y posibilidades reales de actuación) en los procesos de aprendizaje para que estos comprendan el porqué de las actividades que se plantean para llegar al objetivo final, siempre condicionado claro está, por el modelo de los estilos de natación.

### **LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS QUE NOS PUEDEN FACILITAR ESTA IMPLICACIÓN DE LOS ALUMNOS: LAS TAREAS DIDÁCTICAS SEMIDEFINIDAS**

El tratamiento de los cursillos de natación centrados en el proceso y en la implicación de los alumnos requiere focalizar la atención en aquellas estrategias de enseñanza que permitan al monitor (educador) guiar a sus alumnos hacia la creatividad y el descubrimiento, entendiendo por descubrimiento, aquel contexto educativo a partir del cual los alumnos se implicarán cognitivamente en los procesos de aprendizaje, fruto de la utilización de unas determinadas estrategias de enseñanza por parte del educador al presentar las actividades.

Entendemos por estrategias de enseñanza, aquellas actividades y recursos que pueden usar los maestros en la práctica educativa y de manera intencionada, con la finalidad de lograr unos objetivos preestablecidos. Stenhouse (1984) habla de estrategia de enseñanza refiriéndose a la planificación de la enseñanza y del aprendizaje teniendo en cuenta que no parte de una idea de adaptación del maestro a unas metodologías determinadas (cómo podría ser el concepto de método de enseñanza), sino que este, desde una visión creativa, decide qué recursos usar a partir de una línea de conducta determinada y basándose en la intencionalidad. Por lo tanto, el concepto de estrategia de enseñanza lo asociamos más a la capacidad de decisión del maestro o de la maestra en relación con un plan de acción para lograr los objetivos preestablecidos. En referencia al descubrimiento, lo podríamos describir como aquel proceso cognitivo por el cual pasará el niño/a ante una situación provocada intencionadamente por el educador a partir de la presentación de un tipo determinado de tareas (Famose, 1982). Las tareas que nos pueden ayudar a hacer esto posible debido a la naturaleza de su estructura, serán las semidefinidas. Una estructura que llevará a los

## Swimming Science I

alumnos a pensar y decidir (implicación cognitiva) cuanto a la ejecución motriz a realizar (implicación corporal) en una situación concreta<sup>1</sup> provocada por el monitor.

Las tareas nos han de permitir enfocar de una forma determinada el conjunto de interacciones que habrá entre educador y aprendices acerca de unas habilidades motrices o acciones relacionadas con un gesto deportivo determinado. Esto nos ha de posibilitar el hecho de implicar en los procesos de aprendizaje a nuestros alumnos en mayor o menor grado, dependiendo de la forma de presentar dichas tareas o mas bien, del tipo de tarea que se utilice, siempre en función del objetivo que se plantee el educador y, claro está, de las características de sus alumnos.

Galera, A. (2001), en referencia a este proceso interactivo en el que situamos la tarea didáctica y desde la óptica del educador, añade que este dispone de dos componentes para hacerlo: La preparación del entorno y del material, y las instrucciones para su utilización. Aspecto que nos servirá pues, para complementar la interacción cuanto a la presentación de la tarea a realizar por parte de los alumnos y su implicación, concretando o no, la forma de utilizar el material, a veces, imprescindible en la iniciación y aprendizaje de la natación.

La utilización de unas metodologías directivas relacionadas con el modelo (siempre en busca de una mayor eficacia del gesto deportivo) en las sesiones de natación para niños y niñas de educación primaria en horario escolar, deberían complementarse pues, con aquellas estrategias de enseñanza ya presentadas, de manera que el camino a recorrer por parte de los alumnos hacia el aprendizaje de la natación fuese un proceso rico y variado en relación a su aprendizaje, llegando estos, claro está, al final del mismo, donde encontramos los estilos de natación.

Las tareas didácticas semidefinidas serán pues, las estrategias de enseñanza por las que nos posicionamos en este artículo y que nos permiten tales actuaciones.

Veamos como clasifica Famose, (1982) los diferentes tipos de tareas en función del grado de definición y precisión de las instrucciones que da el educador en referencia a utilización del material, objetivo de la actividad a desarrollar y modo de ejecución de la misma.

- Tareas no definidas (No especifica las tareas motrices a llevar a cabo ni el objetivo)
- Tareas semidefinidas (Especifica un objetivo pero no las tareas motrices a llevar a cabo)
- Tareas definidas (Especifica las tareas motrices a llevar a cabo y la forma de utilizar el material o espacio).

### “EL CAMBIO”

Frente a la imagen que ya había descrito en la primera parte del artículo y que me ha servido para provocar el cambio de planteamiento de los cursillos de natación para alumnos de educación primaria en horario escolar, sirva el siguiente ejemplo, fruto de la experiencia personal del día a día en la piscina, y formando parte ya, de la puesta en marcha de las ideas correspondientes al nuevo *cambio* de planteamiento del cursillo de natación. Sirva el ejemplo también, para crear, aunque de forma imaginaria, en todos los lectores, una nueva imagen de cursillo de natación educativo:

#### **Contextualización de la situación educativa en la piscina:**

Grupo de siete alumnos de educación primaria del ciclo inicial (6-7 años), en una sesión de natación educativa a las 15.30h de un jueves (curso escolar 07-08):

**Consigna del monitor:** - *Vamos a cruzar la piscina con los brazos dentro del agua* (los alumnos conocen el *que* pero no el *como*).

#### **Tareas motrices a llevar a cabo:**

No están especificadas.

#### **Objetivo de la actividad o tarea:**

Cruzar la piscina con los brazos dentro del agua.

---

<sup>1</sup> Siempre de acuerdo con los objetivos que el educador se plantea para aquella sesión de natación.

## Swimming Science I

**La intencionalidad educativa por parte del educador se manifiesta en los objetivos siguientes, correspondientes a la actividad propuesta:**

- Desarrollar diferentes tipos o formas de propulsión con diferentes partes del cuerpo.
- Tomar consciencia de la importancia de las superficies propulsoras.
- Ser capaces de tomar decisiones.
- Iniciarse, aunque de forma indirecta, a la propulsión de brazos de braza.

Conductas a destacar por parte de los alumnos frente a la utilización de las tareas semidefinidas: los alumnos no están acostumbrados a participar activamente en función de las respuestas a realizar y empiezan a salir dudas referentes al como lo deben hacer. Los que siempre saltan primero pasan a la cola, y se empieza a ver quienes emprenden iniciativas tomando decisiones. Hay que decir que cuando los alumnos ya están iniciados a este nuevo planteamiento educativo de trabajo de creación personal y descubrimiento, se enriquecen las sesiones y se divierten escogiendo la respuesta a realizar participando activamente del proceso de aprendizaje de la natación en una etapa educativa muy importante para ellos.

**Respuestas de los alumnos frente a la tarea inicial presentada por el monitor:**

Se dan muchas respuestas llevando los brazos por debajo del agua, cada niño una de diferente, y todas ellas válidas:

- Hacia delante propulsión con dos brazos alternativa
- Hacia delante propulsión con dos brazos simultáneos
- Hacia atrás brazos alternativos
- Hacia atrás brazos debajo cabeza
- Hacia atrás brazos simultáneos
- Hacia delante solo propulsión pies
- Hacia delante brazos extendidos
- Hacia delante solo propulsión manos
- Hacia atrás solo propulsión manos alternativas

De esta forma, las ventajas a nivel educativo al presentar las tareas con la intención de implicar a los alumnos en el proceso de aprendizaje las podemos resumir en los siguientes puntos:

- Creatividad de los alumnos mediante su participación activa en el proceso de aprendizaje y la toma de decisiones, siendo cada uno de los alumnos del grupo, protagonista de las acciones a realizar.
- Ritmo individual en la progresión hacia los estilos de natación respecto al grupo, lo que ayuda a su autoestima y confianza.
- Significación de los aprendizajes y transferencia con otros.
- Desarrollo personal/integral en un medio no habitual.

### CONCLUSIONES

Con la aplicación en los cursillos de natación de las estrategias de enseñanza presentadas, ya no hace falta inundar las aulas de la escuela para aprender a nadar en un contexto educativo, sino que la piscina, en horario escolar, se convierte en una aula gigante llena de agua, donde los monitores de natación, enseñan en un contexto educativo parecido al escolar.

Debido a las características del aprendizaje de la natación entendida como modelo deportivo a llegar, será necesaria la combinación de las estrategias de enseñanza planteadas con la ya mencionada metodología tradicional del modelo. Mediante la utilización de las estrategias de enseñanza presentadas, no sólo se implicaran en mayor grado los alumnos, sino que

## Swimming Science I

también lo harán los monitores, puesto que tendrán que plantear diferentes actividades para hacer pensar a los alumnos la forma de resolverlas.  
Vamos todos pues, a ser un poco mas creativos!

### BIBLIOGRAFÍA

- Blázquez, D. (1982). Elección de un método de enseñanza en educación física: las situaciones problema. *Revista Apunts*. vol. XIX. Juny,. Núm. 74, p. 91-99.
- Coll, C. (1995). *El constructivismo en el aula*. Barcelona : Graó de Serveis Pedagògics.
- Famose, J. P. (1983). *Tâches motrices et stratégies pédagogiques en éducation physique et sportive / Institut National des Sports et de l'Education Physique*. Paris : E.P.S.
- Famose, J. (1992). *Aprendizaje motor y dificultad de la tarea*. Barcelona: Paidotribo.
- Gagnon, G. (1983). *Guide pédagogique – primaire- Education physique*. Québec, Direction générale de développement pédagogique, p.14. A:
- Galera,A. (2001). *Manual de didáctica de la Educación física: una perspectiva constructivista integradora*. Barcelona: Paidós.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata.
- Zabala, A. (1995). *La practica educativa. Como enseñar*. Barcelona: Graó.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi directora del DEA por su dedicación y apoyo durante todo el proceso de investigación, del cual ha podido salir la presente trabajo. Gracias Núria Simó.



### ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF THE DELTOIDEUS MUSCLE IN TWO TYPES OF ARM RECOVERY IN FRONT CRAWL

Pedro Figueiredo<sup>1</sup>, Ricardo Fernandes<sup>1</sup>, Ana Sousa<sup>1</sup>, Sónia Vilar<sup>1</sup>, Susana Pereira<sup>2</sup>, Pedro Gonçalves<sup>1</sup>, João Paulo Vilas-Boas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sport, Porto University, Portugal. <sup>2</sup>State University of Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

#### ABSTRACT

The purpose of the present study was to analyse the electromyographic activity of the Deltoideus muscle (posterior, middle and anterior portions) in the lateral (LRP) and bend (BRP) arm recovery patterns in front crawl, both in the inspiratory (IC) and non-inspiratory cycles (NIC). A male trained swimmer performed an intermittent protocol of 10 repetitions of 25 m for surface electromyographic activity assessment. In the analysis of the activation time, there were found differences between IC and NIC, in the LRP. When considering the IC, it was observed differences between the two recovery patterns regarding the percentage of activation (%MVC) of the middle portion of the Deltoideus. Regarding the NIC, differences were found in middle and posterior portions of Deltoideus. In LRP, differences were observed between IC and NIC, to the %MVC in posterior and middle portions. In iEMG, differences between recovery techniques were found in NIC (posterior portion) and LRP (posterior and middle portions). Thus, when referring to the muscle activation, it seems that there is not possible to distinguish a better pattern of recovery. Additionally, although IC takes more time to complete the arm action, it allow lower muscular activity.

**Keywords:** Swimming; Electromyography; Recovery Phase; Technique Analyzes.

#### INTRODUCTION

At the elite level, the improving of swimming performance is being achieved using progressively high accurate training methods. Some of those methodologies are used to correct and perfect swimmers movements and their skill control, especially in a traditional rhythmic and cyclic sport such as swimming (Clarys e Rouard, 1996). Nonetheless it is commonly accepted that technique is a very important factor in swimming (Arellano et al., 2006), not all of the motor patterns of the arms and legs were exhaustively studied. For instance, it is well accepted that the bend arm recovery technique in front crawl is more efficient than the lateral one (Costill et al., 1992), but a small amount of related scientific studies are presented in the literature. Additionally, electromyographic (EMG) recordings in aquatic environment are commonly used (Pink et al., 1991; Clarys and Rouard, 1996; Caty et al., 2007) but only Clarys (1983) referred, synthetically, that the posterior portion of the Deltoideus muscle presented great EMG variability related with the bend and lateral recovery.

Following Costill et al. (1992), the recovery of the arms during front crawl was divided in: (i) a underwater phase, from the emersion of the elbow until the emersion of the hand at the water surface and (ii) two over the water phases, namely a 1<sup>st</sup> one that lasts from the emersion of the hand at the surface until the middle point of the arm aerial trajectory, and a second phase from the middle point of the arm trajectory until the hand enters the water. In the recovery actions of the arms in front crawl, the Deltoideus muscle was considered very important (Rouard and Billat, 1990).

The purpose of the present study was to analyse the electromyographic activity of the Deltoideus muscle (posterior, middle and anterior portions) in the lateral and bend arm recovery patterns in front crawl. As a secondary aim, it was proposed to compare the Deltoideus muscle EMG during inspiratory and non inspiratory arm cycles (IC and NIC, respectively).

**METHODS**

One male trained swimmer (24 years old, 68.5 kg, 172.9 cm and 15 years of competitive swimming experience) participated in this case study. He performed a protocol of 10x25 m, at the 200 m front crawl speed (3 min interval), for EMG assessment, alternating the LRP and BRP. The surface EMG signals of the Deltoideus muscle were obtained at the dominant side of the body. After the skin was shaved, rubbed and cleaned, the electrodes were fixed with adhesive tapes, plastic films (Tegaderm3M®) and silver tape (Figure 1) on the epidemic surface projection of the muscles, according to standard procedures (cf. Hermens et al., 2000). Disposable surface electrodes (Al/AgCl, Unilect), with 5mm diameter, were placed on the skin, center-to-center at a distance of 20 mm. Myoelectrical signals were recorded with the reference electrode placed on clavicle. The active electrode configuration uses, in core, a preamplifier (AD621 BN) with a 100 gain and a common mode rejection ratio of 110 dB. The swimmer used a Fast Skin ® swimsuit (Speedo®), with a cable entrance opened in the medium-dorsal position. Additionally, over the water, at a 2 m height, a steel cable was extended with a sheave, to which the cables corresponding to each one of the three electrodes (joined in a single beam) were fixed. All these procedures were used in order to reduce the mobility of the electrodes and to increase the comfort of the swimmer, allowing all “natural” movements during the test. The signals were acquired and converted from analog-to-digital (BIOPAC Systems, Inc.) with a sample frequency of 1000Hz and then processed by ACQ 3.2.5 software (for a more detailed description cf. Gonçalves et al., 2006). The routines used for the treatment of the EMG signal were: (i) digital filtering, pass-band of 30-450 Hz; (ii) removal of the common component (DC offset); (iii) full-wave rectification; (iv) linear envelope calculation; (v) normalization of the signal for the maximum value of the isometric contraction and (vi) integral of treated signal (iEMG). Mean ( $\pm$ SD) computations for descriptive analysis were obtained for all variables (all data were checked for distribution normality). Independent sample t-test was used to compare the different patterns of recovery and different cycles for significant differences (statistical significance was set at  $p<0.05$ ).



Figure 1. Isolation process of the electrodes after the preparation of the swimmer’s skin

**3. RESULTS**

In Figure 2 it is possible to observe a filtered and rectified example of the EMG-signals for each portion of Deltoideus muscle and for both studied patterns of arm recovery in front crawl.

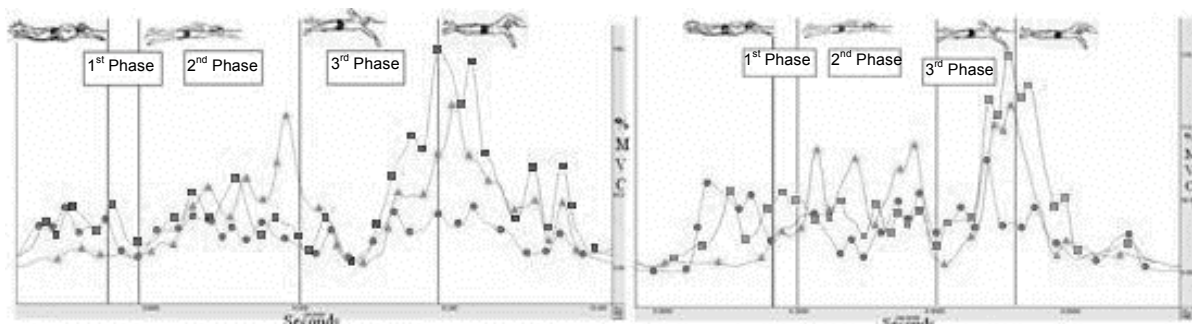


Figure 2. EMG-signal of the Deltoideus muscle (posterior ● ; middle ■ ; and anterior ▲ portions) obtained during arm lateral (right panel) and bend (left panel) recoveries in front crawl.

## Swimming Science I

Regarding the activation time, it is possible to observe in table 2, the results concerning the several arm recovery phases (and the total time) comparing the bend and lateral patterns of recovery of the arms during the IC and NIC. Notice that all presented results are from the whole Deltoideus muscle since the respective portions were always active during the entire phase of recovery.

Table 2. Mean ( $\pm$ SD) values for activation time during the IC and NIC for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> phases and total time of the recovery of the arms in front crawl.

Recovery Pattern	1 <sup>st</sup> Phase	2 <sup>nd</sup> Phase	3 <sup>rd</sup> Phase	Total Time
Bend (IC)	0.042 $\pm$ 0.007	0.185 $\pm$ 0.025	0.142 $\pm$ 0.020	0.369 $\pm$ 0.021
Lateral (IC)	0.049 $\pm$ 0.010	0.188 $\pm$ 0.018	0.149 $\pm$ 0.017	0.387 $\pm$ 0.15
<i>p</i>	0.02	0.617	0.257	0.008
Bend (NIC)	0.044 $\pm$ 0.014	0.184 $\pm$ 0.031	0.142 $\pm$ 0.031	0.368 $\pm$ 0.040
Lateral (NIC)	0.047 $\pm$ 0.011	0.189 $\pm$ 0.023	0.136 $\pm$ 0.023	0.371 $\pm$ 0.019
<i>p</i>	0.510	0.597	0.504	0.728

In Table 3, the two types of cycles are also compared for LRP and BRP of the arms during the 3 phases and the total time of recovery.

Table 3. Mean ( $\pm$ SD) values for activation time (LRP and BRP) for 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> phases and total time of the recovery of the arms in front crawl.

Cycles	1 <sup>st</sup> Phase	2 <sup>nd</sup> Phase	3 <sup>rd</sup> Phase	Total Time
Inspiratory (LRP)	0.049 $\pm$ 0.010	0.188 $\pm$ 0.018	0.149 $\pm$ 0.017	0.387 $\pm$ 0.015
Non Inspiratory (LRP)	0.047 $\pm$ 0.011	0.189 $\pm$ 0.023	0.136 $\pm$ 0.023	0.371 $\pm$ 0.019
<i>p</i>	0.421	0.982	0.045	0.006
Inspiratory (BRP)	0.042 $\pm$ 0.007	0.185 $\pm$ 0.025	0.142 $\pm$ 0.020	0.369 $\pm$ 0.021
Non Inspiratory (BRP)	0.044 $\pm$ 0.014	0.184 $\pm$ 0.031	0.142 $\pm$ 0.031	0.368 $\pm$ 0.040
<i>p</i>	0.658	0.939	0.968	0.897

In Figure 3 it is possible to observe the mean ( $\pm$ SD) percentage of maximum voluntary contraction (%MVC) obtained both in NIC, IC and LRP (A, B and C panel, respectively).

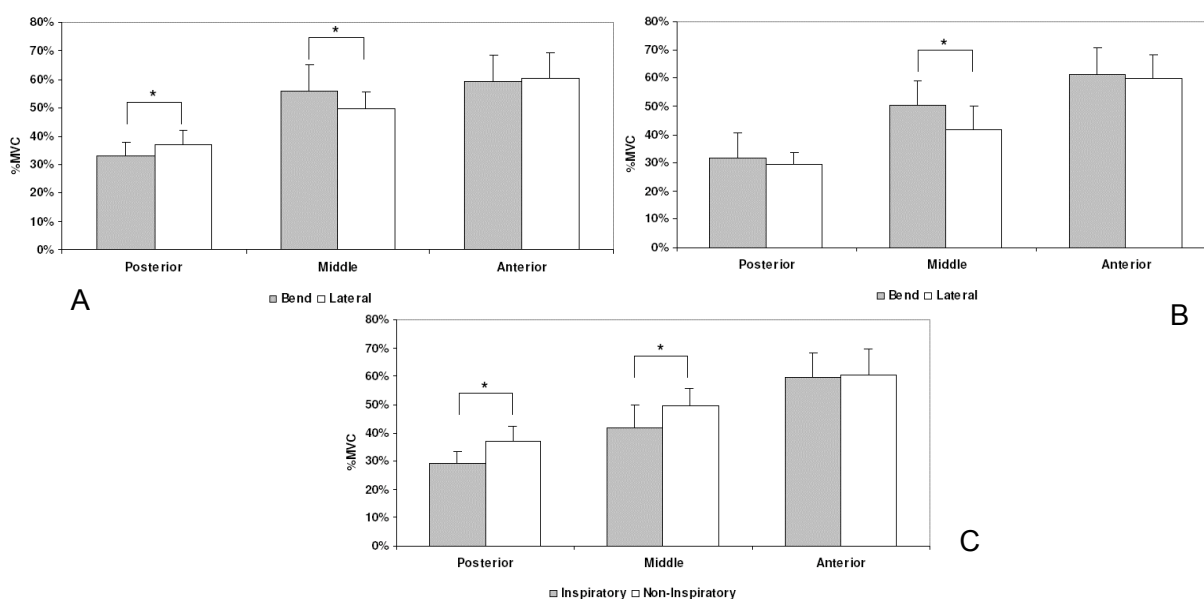


Figure 3. Values of %MVC (mean  $\pm$ SD) for posterior, middle and anterior portions of Deltoideus muscle in NIC, IC and LRP (A, B and C panel, respectively) ( $*p < 0.05$ ).

## Swimming Science I

In Figure 4 it is possible to observe the mean ( $\pm$ SD) values of iEMG for the posterior, middle and anterior portions of the Deltoideus muscle in NIC (A panel) and in LRP (B panel).

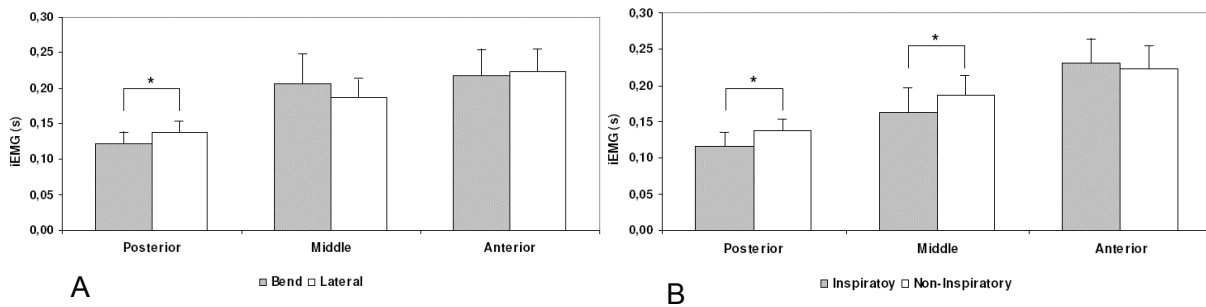


Figure 4. Values of iEMG (mean  $\pm$ SD) for posterior, middle and anterior portions of Deltoideus muscle, of NIC (A) and LRP (B) ( $*p < 0.05$ ).

## DISCUSSION

In the present study, a pattern of three peaks of muscle contraction was observed for the posterior portion of the Deltoideus. These data corroborates the study of Clarys (1983), nonetheless the great variability reported by this author between the BRP and LRP. As it was possible to observe in Figure 2, the 1<sup>st</sup> peak appears, as in the study of Clarys (1983), in the final phase of the upswing and the beginning of the underwater recovery of the arm. Additionally, the 2<sup>nd</sup> peak of contraction occurs during the 1<sup>st</sup> aerial phase (2<sup>nd</sup> phase of the recovery), and the 3<sup>rd</sup> peak happens in the 3<sup>rd</sup> and last phase of the recovery of the arms. Concerning the middle portion of Deltoideus muscle, the existence of a pattern of two peaks of contraction, as reported by Clarys (1983), is also observable in our results. However, the higher peak of contraction occurred in the 3<sup>rd</sup> phase, in opposition to the 2<sup>nd</sup> phase reported by the author reported above. Finally, in the anterior portion, it was observed the existence of two peaks of contraction, the 1<sup>st</sup> occurring in the 2<sup>nd</sup> phase and the other in the 3<sup>rd</sup> phase of the recovery of the arms, corroborating, once more, Clarys (1983).

Concerning the IC and the NIC, through the analysis of the EMG-signal, it was not observed high differences between these two types of arm stroke. However, a tendency is observable in the posterior portion in the IC, namely for the 1<sup>st</sup> peak of contraction, which evidences higher values than the ones obtain for the NIC. In the middle portion, the 2<sup>nd</sup> peak seems to be higher in the NIC. Complementarily, in the anterior portion, a higher reduction of the EMG value between the contraction peaks was observed.

In the LRP, it was once more noted that the posterior portion of the Deltoideus muscle presented a pattern with three peaks of contraction. However, while for the BRP the first peak corresponded to the final phase of the ascending action and to the underwater phase of recovery, in the LRP the same peak occurs only during the ascending phase. This fact occurs probably because of a larger extension of the arm, requiring a higher contraction of the Deltoideus posterior portion in this phase. In the middle portion it was found the same pattern of two contraction peaks, corresponding to the described peaks and phases observed in the BRP, but in the NIC, a tendency for higher peaks of contraction was observed. This fact seems to be due to the highest rotation of the body in the IC, facilitating the recovery of the arms. Concerning the anterior portion, it was verified, in consistency with the BRP, the existence of two peaks of contraction, but with higher values. This higher values are explained by the fact that the anterior portion, in this pattern of recovery, plays a very important role in the abduction of the arm, namely by the increasing distance between the centre of gravity of the segment and the shoulder joint (higher moment of inertia).

In the total activation time in the IC there were observed higher values for LRP. However, the only phase that presented statistically significant differences was the 1<sup>st</sup> one. This observed difference traduces the existence of a deceleration in this phase on the LRP, increasing its duration (in accordance with the perspective of Maglischo, 2003). Finally, higher values for

## Swimming Science I

the activation time for LRP in the IC were observed (as well as in the 3<sup>rd</sup> phase), corroborating an unpublished study of our group.

To our knowledge, this is the first study that compares BRP and LRP through the EMG, so it will not be possible to deeply discuss this subject. However, it is possible to make some considerations. In regard to the NIC, higher values of activation (%MVC) were observed in posterior portion for the LRP and in the middle portion for BRP. The values of the posterior portion are related to the fact that the movement is more lateral and the swimmer is in ventral position, which implies higher contribution of the gravity force, implying a more requisition of this portion. The higher values obtained for the middle portion seems to imply, especially in the NIC, that they are due to the necessity to raise more the elbow, demanding more of the muscle (Basmajian and DeLuca, 1985).

Concerning the differences in the middle portion of the Deltoideus muscle between the BRP and the LRP (with a higher value for BRP) in the IC, it is possible to establish that the occurrence of inspiration is determinant to the %MVC, since, in all the portions of the Deltoideus, the NIC presented higher values than IC. In fact, the implications of rotation of the body in the EMG are clear (Lewillie, 1976). Despite this tendency, only the posterior and middle portions presented differences, with higher values in the NIC, relatively to the IC. The differences found in the anterior portion are very tenuous, because of the existence, in the LRP with inspiration, of a great increase in %MVC during the 1<sup>st</sup> phase.

The correct interpretation of the integral concept (iEMG) is purely mathematical and consists in the determination of the delimited area of the rectified curve. In this sense, there are strong relations between iEMG and the biomechanical parameters of the action developed by the muscles, indicating the intensity of the muscular action (Clarys and Cabri, 1993). Concerning the NIC, the LRP obtained iEMG higher results in the posterior portion of the studied. This difference was due to the pattern of recovery, which required more muscle activity, once there were not found differences between LRP and BRP for the activation time, since, according with the results obtained by Clarys and Rouard (1996), there is a linear relationship between time distribution and muscular intensity in the front crawl recovery of the arms. In LRP differences were found in the posterior and middle portions, with higher values in the NIC. Despite of this finding, differences in the activation time have also been observed, but with opposing tendency to the described in the above-referred sentence. However, in the iEMG, the NIC had higher values than the IC. This result is in accordance with Payton et al. (1999), that referred that the inspiration has important implications in the global technique for front crawl stroke.

### CONCLUSION

The present study examined the differences in the electrical activity of the Deltoideus muscle in two different patterns of recovery of the arms in front crawl, and the differences between the IC and NIC. The results showed little differences between the two recovery patterns. It can be concluded that, in terms of muscular activity, there is not a better pattern of arm recovery. Concerning the types of cycles, the activation time was higher for the IC ones, but with less %MVC and iEMG, mainly in LRP. Moreover, in future studies, it will be interesting to measure the EMG in the opposite arm of the recovery, during the different patterns of these technical actions.

### REFERENCES

- Arellano, R., Terrés-Nicoli, J. M., & Redondo, J. M. (2006). Fundamental hydrodynamics of swimming propulsion. In J. P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X, Portuguese Journal of Sport Sciences* (Vol. 6, pp. 15-20). Porto.
- Basmajian, V., & De Luca, C. (1985). *Muscles Alive*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Caty, V., Aujouyannet, Y., Hintzy, F., Bonifazi, M., Clarys, J., & Rouard, A. (2007). Wrist stabilization and forearm muscle coactivation during freestyle swimming. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17( 3), 285-291.

## Swimming Science I

- Clarys, J. (1983). A review of EMG in swimming: explanation of facts and/or feedback information. In A. Hollander, P. Huijing & G. Groot (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming* (pp. 123-135). Illinois, USA: Champaign.
- Clarys, J., & Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sports movements: a review. *Journal of sport sciences*, 11, 379-448.
- Clarys, J., & Rouard, A. (1996). The front crawl downsweep: Shoulder protection and/or performance inhibition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 121-126.
- Costill, D., Maglischo, E., & Richardson, A. (1992). *Swimming*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Gonçalves, P., Pereira, S., Vilar, S., Figueiredo, P., Sousa, A., Fernandes, R., Vilas-Boas, J.P. (2006). Underwater electromyograph system and his dialog with other instrumentation. In J. P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Eds.), *International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming X, Portuguese Journal of Sport Sciences* (Vol. 6, pp. 21). Porto.
- Hermens, H., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensors placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.
- Lewillie, L. (1976). Variability of myoelectric signals during swimming. In K. P.V. (Ed.), *Biomechanics VI* (pp. 230-234). Baltimore, USA: University Park Press.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Mountain View: Mayfield Publishing Company.
- Payton, C. J., Bartlett, R. M., & Baltzopoulos, V. (1999). The Contribution of Body Roll to Hand Speed in Front Crawl Swimming - An Experimental Study. In K. Keskinen, P. Komi & A. Hollander (Eds.), *VIII Biomechanics and Medicine in Swimming*. Finland: Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä.
- Pink, M., Perry, J., Browne, A., Scovazzo, M., & Kerrigan, J. (1991). The normal shoulder during freestyle swimming: an electromyographic analysis of twelve muscles. *American Journal of Sports Medicine*, 19(6), 569-576.
- Rainoldi, A., Cescon, C., Bottin, A., Casale, R., & Caruso, I. (2004). Surface EMG alterations induced by underwater recording. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 325-331.
- Rouard, A., & Billat, R. (1990). Influences of sex and level of performance on freestyle stroke: an electromyography and kinematic study. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 150-155.

### ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS CINEANTROPOMÉTRICAS ENTRE LOS JUGADORES DE WATERPOLO DE LAS CATEGORÍAS JUNIOR Y SENIOR

Francisco Argudo<sup>1</sup>, Helena Vila<sup>2</sup>, Carmen Ferragut<sup>2</sup>, Nuria Rodríguez<sup>2</sup>, Fernando Alacid<sup>2</sup>, Lorena Correas<sup>2</sup>, Arturo Abraides<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Dr. Educación Física, Murcia, España. <sup>2</sup>Universidad Católica San Antonio, Murcia, España.

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir la estructura cineantropométrica de los mejores jugadores de waterpolo españoles. Participaron 19 jugadores pertenecientes a la selección española en las categorías junior y senior. Se les realizó una valoración antropométrica completa y se compararon las diferencias más importantes entre ambas categorías a través de al prueba T de Student. La principal conclusión fue que los factores antropométricos más importantes y donde se producen diferencias entre ambas categorías son aquellos que tienen relación directa con los niveles de fuerza.

**Palabras clave:** somatotipo, porcentaje grasa, porcentaje muscular.

#### INTRODUCCIÓN

Las características antropométricas son parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. Diversos estudios han descrito el perfil antropométrico de poblaciones de diferentes deportes (Andreoli y col., 2001; De Lorenzo y col., 2000; Frenkl, Meszaros, Soliman & Mohacsi, 2001; Lozovina & Pavicic, 2004; Monsma y Malina, 2005; Tsekouras y col., 2005). La cineantropometría aporta una clara información de la estructura del deportista en un determinado momento y cuantifica las modificaciones causadas por el entrenamiento. Es por ello que los factores antropométricos constituyen uno de los parámetros que orientan la identificación de talentos en diversas modalidades deportivas, tanto psicomotrices como sociomotrices (Falk, Lidor, Lander & Lang, 2004; Fujii, Demura & Matsuzawa, 2005; Rodríguez, 1999). A través de los diferentes estudios, se ha tratado de definir un perfil ideal en cada deporte, estableciendo las relaciones entre determinadas características físicas y el rendimiento deportivo. El rendimiento óptimo requiere de ciertas características físicas que variarán en función del deporte e incluso de la categoría en la que se compita. Norton & Olds (2001) indica que en cada deporte, e incluso dentro del mismo deporte, la posición que ocupa el deportista requiere de unos atributos físicos y fisiológicos únicos, que le permitirán obtener un alto rendimiento deportivo. No obstante, el ámbito del waterpolo no ha sido analizado con profundidad. El principal objetivo de este estudio fue describir la estructura cineantropométrica de los mejores jugadores de waterpolo españoles en las categorías junior y senior y establecer las diferencias entre ambos.

#### MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos: Diecinueve jugadores de la selección española junior (7) y senior (12) masculina han participado en este estudio. Los porteros no han sido valorados. De edades comprendidas entre los 18 y 37 años. Todos los deportistas y cuerpo técnico han sido informados de las pruebas que se van a realizar, así como de los posibles riesgos y beneficios de las mismas. Este estudio tiene carácter descriptivo y transversal. Se analizaron dimensiones corporales relacionadas con el rendimiento deportivo (Carter & Ackland, 1994; Platanou, 2005; Platanou & Geladas, 2006; Smith, 1998; Tsekouras y col., 2005).

## Swimming Science I

Para las mediciones se siguieron las normas y técnicas de medida recomendadas por el International Working Group of Kinanthropometry (Ross & Marfell-Jones, 1995) y los criterios de la ISAK, adoptadas por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC). La evaluación de las características cineantropométricas se realizó en aquellos parámetros considerados importantes para el rendimiento deportivo en general y para el waterpolo en particular.

El peso y talla se midió con una báscula y tallímetro SECA (SECA, Alemania) con precisión de fracciones de 100 g. para el peso y de 0.1 cm. para la talla. Los perímetros se midieron por triplicado, con una cinta métrica inextensible milimetrada de fibra de vidrio Holtain (Holtain Ltd. Reino Unido). Los diámetros (biestiloideo y bicondileo húmero, fémur y biacromial) se determinaron con un paquímetro Holtain de 1mm de precisión (Holtain Ltd. Reino Unido).

En la composición corporal se valoró el porcentaje graso a través de la fórmula de Yuhasz (Yuhasz, 1974), el porcentaje muscular a través de la fórmula de Martín (Martín, Spens, Drinkwater & Clarys, 1990) y el Índice de Masa Corporal (IMC).

Para el somatotipo se siguió el método antropométrico utilizado por Heath & Carter (Carter, 1975).

**Análisis estadístico:** Los resultados han sido almacenados en una base de datos creada a tal efecto y posteriormente tratados mediante un programa estadístico comercial (SPSS para Windows, versión 15.0). Se analizó la distribución de probabilidad de las distintas variables de estudio mediante el cálculo de estadísticos descriptivos básicos (media y desviación típica) y la realización de la prueba de homogeneidad de Levene y una comparación de medias a través de una T de Student, para averiguar las posibles diferencias significativas entre categorías. Se consideró que existen diferencias probablemente significativas para  $p \leq 0.05$ , diferencias significativas para  $p \leq 0.01$  y diferencias muy significativas para  $p \leq 0.001$ .

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las diferentes variables estudiadas.

Tabla 1. *Características cineantropométricas de los jugadores junior y senior (media y desviación típica)*

	Junior (n=7)	Senior (n=12)	p-value
<b>Caracterización de la muestra</b>			
Peso (kg)	82.61 ± 7.84	93.95 ± 12.56	$p \leq 0.027$
Altura (cm)	185.71 ± 7.43	187.84 ± 7.07	
Envergadura (cm)	193.78 ± 9.56	195.88 ± 8.34	
<b>Porcentaje graso y muscular</b>			
IMC (kg*m <sup>-2</sup> )	23.93 ± 1.56	26.56 ± 2.61	$p \leq 0.028$
% Graso método Yuhasz (%)	9.78 ± 0.78	11.09 ± 2.63	
% Muscular método Martín	49.54 ± 5.35	55.77 ± 7.41	$p \leq 0.05$
<b>Diámetros (cm)</b>			
Húmero	7.22 ± 0.28	7.25 ± 0.85	
Biestiloideo	5.82 ± 0.31	6.35 ± 0.32	$p \leq 0.005$
Fémur	9.98 ± 0.29	10.30 ± 0.69	
Diámetro biacromial	44.04 ± 1.46	44.60 ± 3.41	
<b>Perímetros (cm)</b>			
Brazo relajado	33.15 ± 1.56	36.00 ± 2.72	$p \leq 0.01$
Brazo contraído	35.67 ± 1.06	38.53 ± 2.55	$p \leq 0.004$
Antebrazo	28.35 ± 0.96	30.43 ± 1.67	$p \leq 0.003$
Muñeca	17.04 ± 0.81	18.04 ± 0.74	$p \leq 0.02$
Tórax espi.	101.25 ± 4.11	109.53 ± 5.58	$p \leq 0.002$
Cintura	83.31 ± 4.01	88.92 ± 6.53	$p \leq 0.033$
Glúteo	97.27 ± 3.02	103.29 ± 4.74	$p \leq 0.004$
Med. muslo	52.34 ± 3.06	56.27 ± 3.68	$p \leq 0.025$
Pierna	36.95 ± 2.13	38.09 ± 2.19	
Tobillo	22.58 ± 1.50	23.72 ± 1.59	

El somatotipo de los jugadores junior se sitúa en el mesomórfico equilibrado, mientras que los jugadores senior presentan un somatotipo endo-mesomórfico.



### DISCUSIÓN

Los jugadores senior presentan en todas las variables cineantropométricas estudiadas mayores valores que los junior. Estos datos, principalmente en aquellos que se producen diferencias significativas, indican la importancia que los valores de fuerza tienen en esta especialidad deportiva.

Si se comparan los resultados de este estudio en la población senior con otras poblaciones de similares características de ámbito internacional (ver Tabla 2), se puede comprobar que los jugadores españoles en las variables de peso y altura son superiores a los de los jugadores de la selección chilena y a la de los griegos, y en peso a los croatas, pero no en altura; e inferiores en ambas variables a los presentados por Tsekouras y col. (Tsekouras y col., 2005).

Tabla 2 Características cineantropométricas de jugadores senior internacionales  
(media y desviación típica).

	Peso (kg)	Altura (cm)	Edad (años)
Selc. Nac. Chile (Saez, 2005)	78.66 ± 6.99	178 ± 0.04	27.25 ± 5.7
1ª Div. Griega (Platanou & Geladas, 2006)	85.2 ± 9.82	183 ± 0.05	22.5 ± 3.4
Élite Croata (Lozovina & Pavicic, 2004)	85.9 ± 6.9	189.5 ± 5.02	
Word Champ. 2003 (Tsekouras y col., 2005)	90.7 ± 6.4	189.5 ± 4.3	25.5 ± 5

Referente a los valores de los diámetros y perímetros de los jugadores españoles son superiores a los presentados por Lozovina & Pavicic (Lozovina & Pavicic, 2004), a excepción del medial del muslo.

Se confirma la predominancia del componente mesomórfico y endomórfico para este deporte, coincidiendo con el estudio presentado por Enseñat, Matamal & Negro (1992)

### CONCLUSIONES

Los factores antropométricos más importantes para el rendimiento son aquellos que tienen relación directa con los perímetros de zonas corporales en las que predomina la proporción de músculo, siendo posible inferir que tienen relación la cualidad física: fuerza.

### BIBLIOGRAFÍA

- Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U., & De Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 33(4), 507-511.
- Carter, J., & Ackland, T. (1994). *Kinanthropometry in aquatic sports: a study of world class athletes* (Vol. 5). Champaign (IL): HK Sport Science Monograph.
- Carter, J. E. (1975). *The Heath-Carter somatotype method*. California.
- De Lorenzo, A., Bertini, I., Iacopino, L., Pagliato, E., Testolin, C., & Testolin, G. (2000). Body composition measurement in highly trained male athletes. A comparison of three methods. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2), 178-183.
- Enseñat, A., Matamala, R., & Negro, A. (1992). Estudio antropométrico de nadadores y waterpolistas de 13 a 16 años. *Apunts*, 29, 12-17.
- Falk, B., Lidor, R., Lander, Y., & Lang, B. (2004). Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *J Sports Sci*, 22(4), 347-355.
- Frenkl, R., Meszaros, J., Soliman, Y. A., & Mohacsi, J. (2001). Body composition and peak aerobic power in male international level Hungarian athletes. *Acta Physiol Hung*, 88(3-4), 251-258.
- Fujii, K., Demura, S., & Matsuzawa, J. (2005). Optimum onset period for training based on maximum peak velocity of height by wavelet interpolation method in Japanese high school athletes. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 24(1), 15-22.

## Swimming Science I

- Lozovina, V., & Pavicic, L. (2004). Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croat Med J*, 45(2), 202-205.
- Martin, A. D., Spent, L. F., Drinkwater, D. T., & Clarys, J. P. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22 (5), 729-733.
- Monsma, D. V., & Malina, R. M. (2005). Anthropometry and somatotype of competitive female figure skaters 11-22 years. Variation by competitive level and discipline. *J Sports Med Phys Fitness*, 45(4), 491-500.
- Norton, K., & Olds, T. (2001). Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports Med*, 31(11), 763-783.
- Platanou, T. (2005). On-water and dryland vertical jump in water polo players. *J Sports Med Phys Fitness*, 45(1), 26-31.
- Platanou, T., & Geladas, N. (2006). The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *J. Sports Sci.* , 24(11), 1173-1181.
- Rodríguez, F. A. (1999). *Cardiorespiratory and metabolic field testing in swimming and water polo: From physiological concepts to practical methods*, Finland.
- Ross, W. D., & Marfell-Jones, R. J. (1995). Cinantropometria. In J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger & H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- Saez, E. (2005). Relación entre frecuencia cardíaca y rendimiento en la precisión del lanzamiento en waterpolo. *Apunts*, 53-58.
- Smith, H. K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Med*, 26(5), 317-334.
- Tsekouras, Y. E., Kavouras, S. A., Campagna, A., Kotsis, Y. P., Syntosi, S. S., Papazoglou, K., y col. (2005). The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *Eur J Appl Physiol*, 95(1), 35-41.
- Yuhasz, M. (1974). *Physical Fitness Manual*. London: Ontario.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración prestada al cuerpo técnico y jugadores que forman la Selección Española de Waterpolo.

### EFFECTO DE DOS PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO ACUÁTICO DE UN AÑO DE DURACIÓN SOBRE LA DENSIDAD DE MASA ÓSEA

Germán Díaz, María Carrasco, Andrés Barriga, Fernando Jiménez, Susana Aznar, Fernando Navarro

Laboratorio de Entrenamiento Deportivo, Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla la Mancha, Toledo, España.

#### RESUMEN

Aunque parece demostrado que el trabajo de impacto y el de fuerza ayuda a incrementar el valor de la densidad de la masa ósea, no está tan claro el efecto de la práctica de la natación sobre ella. Nuestro estudio comparó la influencia de dos programas de actividad física con un año de duración sobre la citada densidad en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas. Se seleccionaron 84 mujeres divididas en 3 grupos: 1) grupo de natación; grupo de impacto y; grupo de control).

Tras un año de intervención no se encontraron diferencias significativas en la densidad de la masa ósea entre los tres grupos ( $p = 0.48$ ) por lo que estos programas de actividad física no han servido para que estas mujeres mejoren la densidad de sus huesos.

Palabras claves: osteopenia, postmenopausia, ejercicios acuáticos, piscina poco profunda, piscina profunda

#### INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es una enfermedad conocida desde muy antiguo. Sin embargo, ha sido en los últimos 50 años cuando ha tenido una importancia mayor. Actualmente es la enfermedad crónica con una mayor prevalencia entre mujeres mayores de 65 años (Valdivia y Szot, 1999).

A los 30-35 años se encuentra el nivel más alto de la DMO (Densidad de Masa Ósea). Es a partir de este momento cuando se produce una pérdida que se acelera a partir de la menopausia (Aloia, 1997).

Es sobradamente conocida la importancia de la actividad física sobre la salud. Con respecto a la relación que mantienen la actividad física y la reducción de la DMO, hay una gran cantidad de estudios que vienen a demostrar la influencia positiva que tiene el trabajo de impacto y de fuerza sobre la DMO (Asikainen, Kukkonen-Harjula, y Miiumpalo, 2004; Bonaiuti y cols., 2006; Rutherford, 1997). Otros autores ponen en cuarentena el valor del ejercicio como única intervención para la prevención de la pérdida de DMO (Kanis, 1994; Kelley y Kelley, 2006).

Con respecto a la natación, se encuentran diversos estudios que preconizan efectos contrapuestos sobre la DMO (Courteix y cols., 1998; Yurtkuran, 2005). Es por esto por lo que planteamos como objetivo del estudio, comprobar la influencia de dos programas de actividad física con un año de duración sobre la DMO de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas.

#### MÉTODO

La captación de las participantes se realizó a través de recoger listas de voluntarias en centros de salud, asociaciones de mujeres de Toledo así como por medio de la divulgación del proyecto realizado por las mujeres participantes a amigas suyas. El total de mujeres que fueron evaluadas fue de 505. Una vez evaluadas, se seleccionaron aquellas mujeres que presentaban unos valores que correspondía, según la Organización Mundial de la Salud (Kanis, 1994), a un grado de pérdida de la masa ósea denominado osteopenia. El número

## Swimming Science I

de mujeres que presentaron osteopenia fue 177. La valoración del grado de osteopenia se realizó utilizando el densitómetro portátil Lunar Achilles Express, fabricado por GE Healthcare del grupo General Electric. Diversos estudios demuestran que este tipo de densitómetros por ultrasonido permiten discriminar la falta de DMO (Cook, Collins, Tucker, y Zioupos, 2005; Gluer y cols., 2004; Pluijm, Graafmans, Bouter, y Lips, 1999).

Del total de mujeres diagnosticadas con osteopenia, se excluyeron todas aquellas que tenían un tratamiento hormonal permitiendo el tratamiento con calcio. De las participantes que cumplían con los requisitos marcados, se seleccionaron 84 mujeres para la participación en el estudio. Estas 84 mujeres (edad media 56.4 años) fueron divididas en 3 grupos. Por cuestiones de logística y de forma aleatoria, la composición de los grupos fue la siguiente:

- a) Grupo de natación (GN), formado por 29 participantes. Este grupo realizaba actividades en la piscina profunda evitando el uso de cualquier implemento que aumentara la resistencia propia que ejerce el agua al avance de los participantes. El uso de elementos de propulsión también fue evitado. Tras el año de tratamiento, sólo 17 participantes terminaron el tratamiento (por cuestiones ajenas a la investigación).
- b) Grupo de impacto (GI), formado por 35 participantes. Este grupo realizaba actividades en la piscina poco profunda con una profundidad de 80 cm. Las participantes que estaban incluidas en este grupo realizaban actividades fundamentalmente de fuerza y de impacto en dicha piscina. Las actividades realizadas tenían implementos que aumentaban la resistencia en el medio acuático tales como hidroboots, minifins, aletas, palas, gomas, mancuernas de agua, etc... Tras el año de tratamiento, 20 participantes terminaron.
- c) Grupo de control (GC), formado por 20 participantes. Las participantes en este grupo realizaron su vida normal sin ningún tipo de tratamiento regulado por nosotros. Tras el tratamiento terminaron 15 participantes.

**Tabla 1.- Valores promedios de las participantes del estudio**

	Peso (kg)	Talla (cm)	ICC	% Grasa	DMO (T Score)
Media	63.88	154.5	0.84	34.15	-1.41
SD	9.21	8.2	0.05	6.23	0.46

Previo al comienzo del estudio, las participantes rellenaron una hoja de consentimiento de participación en el estudio. Además de esto, se les pasó el cuestionario PAR-Q para descartar posibles patologías coronarias, así como un historial médico.

El diseño del estudio consistía en una evaluación previa al inicio del programa de actividad física de la DMO así como de diversos valores antropométricos como peso, talla, % de grasa y Índice cintura-cadera (ICC). Esta misma evaluación se repitió tras 12 meses de programa. Previa valoración inicial, se realizó un programa de familiarización en el medio acuático para asegurarnos que todas las participantes eran capaces de tener un mínimo dominio del medio acuático. En la tabla 2, se presenta el diseño de la investigación realizada.

El programa de entrenamiento tuvo una duración de 12 meses respetando el calendario escolar por lo que no hubo intervención en las vacaciones de navidad, de Semana Santa ni en los dos meses de verano. Durante estos 12 meses se realizaron 2 sesiones dirigidas por semana con una duración de 45 minutos por sesión. La sesión estaba dividida en: a) Calentamiento (10 min.); b) Parte principal (30 min.); c) Vuelta a la calma (cinco min.). Con las premisas ya explicadas, las participantes realizaron un total de 40 semanas de intervención.

Las variables analizadas se dividieron en medidas antropométricas y DMO. La DMO se expresa en el valor T Score. Este valor representa el número de desviaciones típicas que presenta el valor del sujeto comparado con el valor medio de una persona joven de su mismo sexo y raza. Las medidas antropométricas fueron peso, % grasa e ICC. El peso está expresado en kilogramos; el % de grasa, en porcentaje; y el ICC es un cociente.

## Swimming Science I

**Tabla 2.- Diseño de investigación**

	Familiarización	Evaluación PRE-	Tratamiento	Evaluación POST-
GN	10 sesiones	DMO, peso, talla, % grasa, ICC	Trabajo en piscina profunda sin cargas añadidas. Duración 12 meses	DMO, peso, talla, % grasa, ICC
GI	10 sesiones	DMO, peso, talla, % grasa, ICC	Trabajo en piscina poco profunda con uso de implementos. Duración 12 meses	DMO, peso, talla, % grasa, ICC
GC	10 sesiones	DMO, peso, talla, % grasa, ICC	Sin tratamiento. Duración 12 meses	DMO, peso, talla, % grasa, ICC

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 14.0. Se utilizó el estadístico de Kolmogorov-Smirnov para la normalidad de la muestra. Para comparar las diferencias entre los diferentes grupos y diferentes momentos de evaluación se realizó una ANOVA de un factor añadiendo el análisis post hoc de Bonferroni. Para comprobar las mejoras de cada grupo durante el año de tratamiento se realizó una prueba t para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significación de  $p < 0.05$ .

### RESULTADOS

Tras comprobar la normalidad de la muestra con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, se realizaron las pruebas estadísticas paramétricas para los análisis de los resultados.

A continuación se presentan los valores previos (PRE-) de los tres grupos del estudio. Como podemos ver no existen diferencias significativas entre los tres grupos en el momento del inicio del programa en ninguna de las variables de estudio

**Tabla 3.- Variables descriptivas en el momento de la evaluación PRE-**

	GN	GI	GC	$p$
Peso (kg)	62.92	64.18	63.95	0.61
Talla (cm)	156.88	154.71	150.91	0.18
ICC	0.85	0.84	0.81	0.67
% grasa (%)	32.21	35.35	34.41	0.54
DMO (T Score)	-1.41	-1.42	-1.40	0.85

Después de comprobar que no hay ninguna diferencia significativa al inicio del programa, mostraremos los valores obtenidos en los tres grupos después del programa para comprobar si existen diferencias significativas entre los tres grupos tras el año de tratamiento.

**Tabla 4.- Variables descriptivas en el momento de evaluación POST-**

	GN	GI	GC	$P$
Peso (kg)	61.38	62.5	64.55	0.60
ICC	0.81	0.82	0.80	0.87
% grasa (%)	33.37	34.70	35.60	0.52
DMO (T Score)	-1.44	-1.23	-1.21	0.48

## Swimming Science I

Tras observar los datos obtenidos, se puede observar que no existen diferencias significativas entre ninguno de los grupos al final del tratamiento.

A continuación se exponen los cambios de las diferentes variables tras el año de tratamiento.

**Tabla 5.- Diferencia de medias tras un año de tratamiento**

	GN		GI		GC	
	$\Delta$	<i>P</i>	$\Delta$	<i>p</i>	$\Delta$	<i>p</i>
Peso (kg)	-1.54	0.002	-1.68	>0.001	0.6	0.114
ICC	-0.04	>0.001	-0.02	0.02	-0.01	0.35
% grasa (%)	1.16	0.30	-0.65	0.07	1.19	0.01
DMO (T Score)	-0.03	0.91	0.19	0.42	0.19	0.59

En la tabla 5 se puede observar como la DMO no se ha modificado en ninguno de los grupos tras el tratamiento de forma significativa, produciendo un ligero aumento de la pérdida en el GN, mientras que el GI y el GC tienen una ligera pérdida.

Con respecto a las variables antropométricas, se producen resultados dispares en los tres grupos. El peso se ve disminuido de forma significativa en los dos grupos experimentales mientras que en el grupo de control, el peso se ve aumentado sin que esta diferencia sea significativa. Observando el ICC, se puede comprobar que hay una disminución en los tres grupos, siendo este cambio significativo en los dos grupos experimentales, mientras que este cambio no es significativo en el GC. Por último el % de grasa, sólo se ve modificado de forma significativa en el GC, mientras que el GI, tiene una disminución próxima a la significación ( $p=0.07$ ), mientras que el GN presenta un aumento que no es significativo.

En los gráficos que se presentan a continuación se pueden observar la evolución de las diferentes variables durante el año de tratamiento.

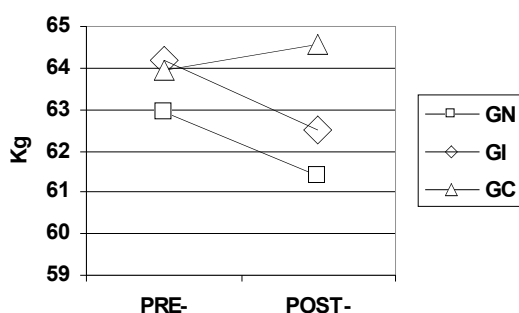


Gráfico 1.- Evolución del peso

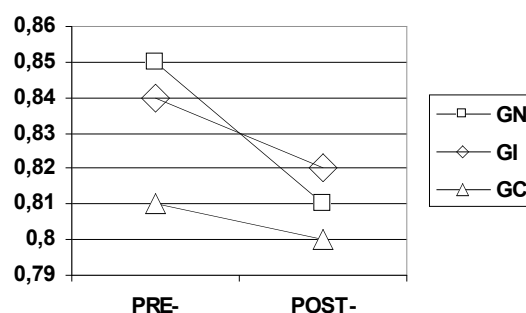


Gráfico 2.- Evolución del ICC

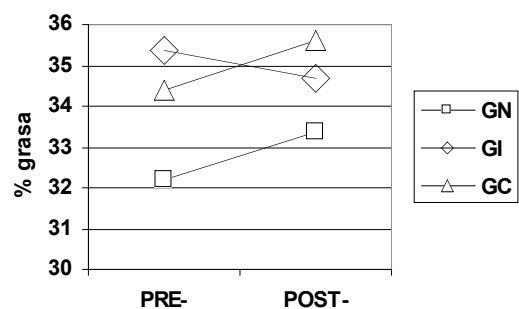


Gráfico 3.- Evolución del % de grasa

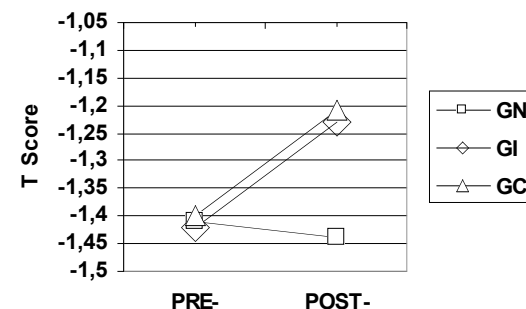


Gráfico 4.- Evolución de la DMO

### DISCUSIÓN

Con el presente estudio se ha pretendido comprobar si la participación en alguno de los dos programas de actividad física en el medio acuático de un año de duración nos permite aumentar la DMO de las mujeres postmenopáusicas y osteopénicas

El trabajo en la piscina profunda pretende trabajar la fuerza con la resistencia que ejerce el medio acuático, sin ningún otro implemento, ya que la actividad física tiene una incidencia directa sobre el tejido óseo a través de las tensiones provocadas en el hueso durante la realización del ejercicio físico

El programa de impacto en la piscina poco profunda que se realizó en este estudio intenta unir un trabajo de bajo impacto con un aumento del trabajo de fuerza con el uso de implementos para el medio acuático. En la literatura hemos encontrado que no es necesario que los ejercicios sean de alto impacto para provocar una mejora de la DMO. Bastan ejercicios de bajo impacto para mejorar la disminución de la DMO (Dalsky y cols., 1988; Pruit, Taaffe, y Marcus, 1995).

Además de la DMO, se ha querido controlar la composición corporal ya que la modificación de estos parámetros pueden modificar los resultados del estudio ya que estas modificaciones se mantienen durante su vida con lo que un aumento del peso puede aumentar el nivel de DMO (Bevier y cols., 1989)

Analizando los datos obtenidos se puede observar que no se han encontrado cambios significativos en la DMO en ninguno de los grupos tras un año de intervención. Además se mantiene la ausencia de diferencias significativas entre los tres grupos tras un año de tratamiento. Estos resultados coinciden con un gran número de autores (Courteix y cols., 1998; Fehling, Alekel, Clasey, Rector, y Stillman, 1995; Matsumoto, Nakagawa, Nishida, y Hirota, 1997) que no encontraron mejoras significativas entre entrenamiento de natación y el GC, que no realizaban ninguna actividad regulada por los investigadores.

El GN ha tenido una pérdida significativa en el peso ( $p > 0.01$ ) lo mismo que ha sucedido con el GI que también ha tenido un descenso significativo en el peso ( $p > 0.001$ ). El GC no ha sufrido ninguna modificación de forma significativa en el peso por lo que, basando en lo señalado en la literatura en la que se hace referencia a que mujeres con mayor peso tienen mayores mejoras de la DMO, este cambio podría haber compensado la falta de actividad física en el GC. Sin embargo, al no existir diferencias entre los tres grupos en el peso al final del tratamiento, no creemos que este cambio haya afectado en el nivel de DMO

### CONCLUSIONES

El trabajo intentó ser lo más aplicable posible por lo que respetó el calendario escolar ya que es éste el que siguen todos los patronatos municipales de deportes y otras instituciones para el desarrollo de sus actividades.

Tras el análisis de los resultados se puede observar que, a pesar de hacer un trabajo de fuerza e impacto o sólo de fuerza, ninguno de los dos programas de actividad física en el medio acuático con un año de duración han servido para mejorar la DMO en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas.

Los dos métodos de entrenamiento en el medio acuático han permitido que las participantes disminuyan su peso de forma significativa, cosa que no sucede en el grupo control.

Este estudio nos hace preguntarnos nuevas interrogantes como si una mayor frecuencia en el tratamiento puede mejorar el nivel de DMO en este tipo de población. Además de una mayor frecuencia, también nos preguntamos si una mayor intensidad en las sesiones podría mejorar la DMO

### BIBLIOGRAFIA

- Aloia, J. (1997). *Atlas en color de osteoporosis*. Madrid: Harcourt Brace de España.
- Asikainen, T., Kukkonen-Harjula, K., y Miilumpalo, S. (2004). Exercise for Health for Early Postmenopausal Women. A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 34(11), 753-778.

## Swimming Science I

- Bevier, W., Wiswell, R., Pyka, G., Kozak, K., Newhall, K., y Marcus, R. (1989). Relationship of body composition, muscle strength, and aerobic capacity to bone mineral density in older men and women. *Journal of bone and mineral research*, 4(3), 421-432.
- Bonaiuti, D., Shea, B., Iovine, R., Negrini, S., Robinson, V., Kemper, H., y cols. (2006). Ejercicios para la prevención y el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas (Revisión Cochrane traducida). *La Biblioteca Cochrane Plus*, 3, 1-29.
- Cook, R., Collins, D., Tucker, J., y Zioupos, P. (2005). Comparison of questionnaire and quantitative ultrasound techniques as screening tools for DXA. *Osteoporosis International*, 16(12), 1565-1575.
- Courteix, D., Lespessailles, E., Peres, S., Obert, P., Germain, P., y Benhamou, C. (1998). Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporosis International*, 8(2), 152-158.
- Dalsky, G., Stocke, K., Ehsani, A., Slatopolsky, E., Lee, W., y Birge, S. J. (1988). Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med*, 108(6), 824-828.
- Fehling, P. C., Alekel, L., Clasey, J., Rector, A., y Stillman, R. J. (1995). A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone*, 17(3), 205-210.
- Gluer, C., Eastell, R., Reid, D., Felsenberg, D., Roux, C., Barkmann, R., y cols. (2004). Association of five quantitative ultrasound devices and bone densitometry with osteoporotic vertebral fractures in a population-based sample: the OPUS Study. *Journal of bone and mineral research*, 19(5), 782-793.
- Kanis, J. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporosis International*, Nov;4(6), 368-381.
- Kelley, G., y Kelley, K. (2006). Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: A meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*(194), 760-767.
- Matsumoto, T., Nakagawa, S., Nishida, S., y Hirota, R. (1997). Bone density and bone metabolic markers in active collegiate athletes: findings in long-distance runners, judoists, and swimmers. *International Journal of Sport Medicine*, 18(6), 408-412.
- Pluijm, S., Graafmans, W., Bouter, L., y Lips, P. (1999). Ultrasound measurements for the prediction of osteoporotic fractures in elderly people. *Osteoporosis International*, 9(6), 550-556.
- Pruit, L., Taaffe, D., y Marcus, R. (1995). Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *Journal of bone and mineral research*, 10(11), 1788-1795.
- Rutherford, O. (1997). Bone density and physical activity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 56(3), 967-975.
- Valdivia, G., y Szot, J. (1999). Epidemiología de la osteoporosis. *Boletín de la escuela de medicina*, 28(1-2), 1-8.
- Yurtkuran, A. (2005). Influence of aquatic and weight-bearing exercises on Quantitative Ultrasound Variables in Postmenopausal. *Am J Phys Med Rehabil*, 84, 52-61.

### AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto ha sido financiado por la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. Además el Fondo Social Europeo y la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha concedieron una ayuda para la realización del proyecto al primer autor de este artículo.



### DIFERENCIAS EN FUNCIÓN DEL GÉNERO EN LA PRÁCTICA DE LAS ACTIVIDADES ACUÁTICAS EN EXTREMADURA. UN ESTUDIO PILOTO

De la Cruz, E., Domínguez A.M., García, A., Escalante Y. y Saavedra J.M.

Grupo de Investigación AFIDES. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Cáceres, España.

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue (i) establecer diferencias en función del género en la práctica de actividades acuáticas en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Participaron en el estudio 686 sujetos ( $44.3 \pm 17.8$  años) residentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La muestra fue clasificada en función del género, 332 hombres ( $43.8 \pm 18.2$  años) y 354 mujeres ( $46.77 \pm 19.5$  años). El instrumento empleado fue un cuestionario realizado *ad hoc* para este estudio. Las principales conclusiones que se pueden sacar de este trabajo son (i) la participación en actividades acuáticas no está condicionada en función del género, si bien se observan ciertos estereotipos sexistas según la modalidad, así por ejemplo, el aquaeróbic cuenta con mayor participación femenina; (ii) las motivaciones declaradas a la hora de practicar actividades acuáticas no difieren en función del género, si bien se observa que los hombres contemplan su participación deportiva en estos deportes como una forma de socializarse en mayor medida que las mujeres.

**Palabras clave:** natación, aquaeróbic, estereotipos, hombre, mujer.

#### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se vive un interés creciente por la actividad física en general (García, M. 2001) y por mantener unos hábitos de vida más saludable. Las actividades acuáticas no son ajenas a este creciente interés por una vida más sana, así existe un aumento de infraestructuras para desarrollar este tipo de actividades y la gran demanda social que reciben de manera continuada en estas instalaciones da fe de ello.

Esta gran demanda, puede venir justificada entre otras cosas, por que el agua ofrece un componente lúdico al ser humano, además de exigir menor exigencia que moverse en tierra, las características propias de este medio como la menor gravedad, la viscosidad del agua o la flotabilidad, ofrecen un campo inimaginable de experiencias para todo tipo de población ya sean, hombres, mujeres, jóvenes, adultos, ancianos... (Guerrero, R. 1995).

Quienes hacen ejercicios acuáticos, consiguen una mayor participación de la totalidad del cuerpo, al igual que ocurre con otras actividades aeróbicas tales como el ciclismo, a lo que además hay que sumarle la experiencia agradable y refrescante el agua. Cualquiera que sea nuestro objetivo físico, el agua puede mejorarlo, consiguiendo resultados efectivos y sin lesiones (Pappas, M.B. 1998).

Asimismo, la natación es el deporte más practicado en nuestro país, en el año 2000, el 39% de los españoles, afirmaba practicar natación, porcentaje que no se ve reflejado en el número de licencias, donde la natación se encuentra en vigésimo octavo lugar (García, M., 2000). En Extremadura el número de licencias de natación deportiva ocupa el décimo lugar (INE, 2004). Esto hace patente que la población española no realiza actividades acuáticas de forma reglada, sino que las practica de forma autónoma.

Extremadura, siempre ha sido una de las comunidades a la cola en cuanto al nivel de interés y práctica deportiva (García, M. 1991, 1997, 2000), llegando incluso a un 78% de población sedentaria que no realiza ninguna actividad física (García M. 1997), encontrándose muy por encima de la media española, situada en un 37% (García M. 2001). Pero al igual que ocurre con el resto de comunidades de nuestro país, este porcentaje de población es muy superior en mujeres que en varones, llegando a haber un 19% de diferencia entre mujeres que no

practican ninguna actividad física y hombres en la misma situación (García M. 2000). Por todos estos motivos se hace patente la necesidad de elaborar un estudio sobre la práctica de la actividad física y el deporte en Extremadura, incluyendo obviamente la práctica de las actividades acuáticas. Así pues el objetivo del estudio fue establecer diferencias en función del género en la práctica de actividades acuáticas en la región de Extremadura

### MÉTODO

Participaron en el estudio 686 sujetos (44.3±17.8 años) residentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La muestra fue clasificada en función del género, 332 hombres (43.8±18.2 años) y 354 mujeres (46.77±19.5 años).

El instrumento empleado en dicho trabajo fue un cuestionario realizado *ad hoc* a partir de la literatura existente y otros cuestionarios ya elaborados en estudios previos (García, M. 1990, 1991, 1993, 1997, 2001). Los ítems que se analizan en este trabajo fueron cuatro:

- ¿Qué deporte o deportes practica y con qué frecuencia?.
- ¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio, pueblo o sus proximidades?.
- ¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?.
- ¿Por qué motivo realiza estas actividades?.

Se realizó un análisis de frecuencias para establecer la distribución porcentual de las diferentes variables establecidas, se calculó el estadístico *chi* cuadrado para establecer diferencias entre ambos sexos. El nivel de significación aceptado fue  $p < 0.05$ .

### RESULTADOS

Por lo que respecta al ítem “¿Qué deporte o deportes practicas y con qué frecuencia?”, hallamos como la natación es la actividad física que más se practica, seguida de la gimnasia de mantenimiento. Se encuentran diferencias significativas entre hombres y mujeres la mayoría de las actividades y deportes practicados (tabla 1).

Tabla 1. Distribución porcentual en función del sexo de las respuestas a la pregunta: “¿qué deporte o deportes practicas y con qué frecuencia?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre hombres y mujeres.

Deporte o actividad física	Total (n=686)	Hombres (n=332)	Mujeres (n=354)	$\chi^2$	p
Natación	60.8	59.9	61,6	0.194	0.660
Gimnasia de mantenimiento	11.1	6.9	15.0	11.253	0.001**
Fútbol	8.0	15.7	0.8	50.999	0.000*
Footing	7.0	12.7	2.5	22.306	0.000***
Ciclismo	5.0	6.6	3.4	3.810	0.051
Fútbol sala	4.4	8.7	0.3	29.269	0.000***
Tenis	4.4	7.8	1.1	18.398	0.000*
Atletismo	3.6	5.4	2.0	5.788	0.016*
Caminar	2.9	1.8	4.0	2.792	0.095
Baloncesto	2.6	5.1	0.3	15.695	0.000***
Aeróbic	1.9	0.6	3.1	5.782	0.016*
Voleibol	1.2	2.1	0.3	4.965	0.026*
Otros	4.7	0.9	2.5	26.055	0.405

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

## Swimming Science I

En cuanto al ítem “¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio o pueblo o en sus proximidades?”, observamos que según la población de estudio las piscinas cubiertas, seguido de los polideportivos cubiertos son las instalaciones que deberían construirse. En este caso no encontramos diferencias significativas entre ambos sexos (tabla 2).

Tabla 2. Distribución porcentual en función del sexo de las respuestas a la pregunta: “¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio o pueblo o en sus proximidades?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre hombres y mujeres.

Instalación	Total (n=686)	Hombres (n=332)	Mujeres (n=354)	$\chi^2$	p
Piscina cubierta	37.8	36.4	39.0	0.469	0.493
Polideportivo cubierto	27.3	29.5	25.1	1.655	0.198
Piscina al aire libre	27.0	28.0	26.0	0.356	0.551
Polideportivo descubierto	25.1	26.2	24.0	0.439	0.508
Pista de atletismo	22.3	23.5	21.2	0.526	0.408
Pista de tenis	20.7	21.4	20.1	0.184	0.668
Campo de fútbol	20.1	23.2	17.2	3.788	0.052
Frontón	19.1	19.9	18.4	0.256	0.613
Otras	4.5	5.7	3.2	14.057	0.080

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

Por lo que respecta al ítem “¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?”, encontramos el nado libre como la actividad acuática más practicada, seguida de lejos por la natación deportiva. Se encuentran diferencias significativas entre hombres y mujeres tan sólo en la práctica del aquaerobic (tabla 3).

Tabla 3. Distribución porcentual en función del sexo de las respuestas a la pregunta: “¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre hombres y mujeres.

Tipo de actividad	Total (n=686)	Hombres (n=332)	Mujeres (n=354)	$\chi^2$	p
Natación deportiva	12,4	13,2	14,6	0.570	0.811
Clases de natación	1,5	2,8	2,2	1.393	0.238
Aquaerobic	2,6	0,3	4,6	6.663	0.010*
Nado libre	43,7	42,7	39,9	2.556	0.076
Otras	0,6	0,9	0,3	1.140	0.286

\*  $p < 0.05$

En cuanto al ítem “¿Por qué motivo realiza actividades acuáticas?”, observamos que el motivo principal de práctica es la diversión, seguido por la salud y el mantener la forma. Tan sólo encontramos diferencias significativas en el motivo de relacionarse con los demás (tabla 4).

## Swimming Science I

Tabla 4. Distribución porcentual en función del sexo de las respuestas a la pregunta: “¿Por qué motivo realiza estas actividades?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre hombres y mujeres.

Tipo de actividad	Total (n=686)	Hombres (n=332)	Mujeres (n=354)	$\chi^2$	p
Por diversión	32,2	31,8	28,5	2.084	0.149
Por salud	11.7	9.6	13.7	2.556	0.110
Por mantenerme en forma	10.9	10.2	11.6	0.316	0.574
Por aprender	3.2	2.7	3.7	0.510	0.475
Por competir	2.3	2.0	2.5	0.142	0.707
Por relacionarme	0.3	2.5	1.5	5.991	0.014*
Otras	0.2	0.4	0.1	0.321	0.345

\* p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001

### DISCUSIÓN

Parece que las actividades acuáticas atraen en la misma medida a ambos sexos: no existen diferencias significativas entre los grupos en la práctica de natación, aunque a tenor de los resultados observados en función del género, podemos decir que existen diferencias en función de la modalidad acuática practicada, siendo el aquaerobic una actividad en la que predomina la participación femenina, algo que en otros estudios de forma similar al presente se ha observado, ya que socialmente se consideran ciertas actividades como típicamente masculinas o femeninas por los propios participantes como puede ser el fútbol en el caso de los hombres o el aeróbic y la gimnasia de mantenimiento en el caso de las mujeres (Alley, T.R. & Hicks, C.M. 2005). Tal y como podemos ver en este trabajo y en otros, los estereotipos sexistas en la práctica de actividades deportivas son frecuentes en nuestra sociedad (Csizma, K.A. y col. 1988) y en España en concreto, como puede desprenderse de la participación deportiva observada en la población general en función de la modalidad (García, M. 1997). Este hecho podría influir en la competencia percibida y en la motivación a la hora de practicar ciertas modalidades consideradas tradicionalmente como típicas de un determinado género (Belcher, D. y col. 2003), estando además la figura de la mujer deportista socialmente menos valorada (Capranica, L. y col. 2005). Es necesario estudiar con mayor detenimiento y ahondar en los motivos que llevan a practicar ejercicio: en el presente estudio no hallamos diferencias significativas en los motivos declarados de práctica de ejercicio físico, si bien encontramos que la edad y el sexo pueden ser factores relevantes al definir los mismos; los hombres compiten con mayor frecuencia cuando realizan deporte en su tiempo libre, algo observado de forma general en otros trabajos en los que se aprecia en el colectivo masculino una mayor tendencia a participar en modalidades competitivas (García, 1997), mientras que las mujeres aluden a otros motivos como la socialización, la salud y la mejora de la propia imagen como principal aliciente para practicar ejercicio de forma general (De Bourdeaudhuij, I. & Sallis, J. 2002). En lo referente a necesidades de nuevas instalaciones deportivas no parecen existir discrepancias en función del género, ya que tanto hombres como mujeres no difieren al manifestar su opinión sobre este tema.

### CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden sacar de este trabajo son (i) la participación en actividades acuáticas no está condicionada en función del género, si bien se observan ciertos estereotipos sexistas según la modalidad, así por ejemplo, el aquaerobic cuenta con mayor participación femenina; (ii) las motivaciones declaradas a la hora de practicar actividades acuáticas no difieren en función del género, si bien se observa que los hombres contemplan su participación deportiva como una forma de socializarse en mayor medida que las mujeres.

## Swimming Science I

A pesar de ser el primer estudio en la Comunidad Autónoma de Extremadura que analiza la práctica de actividades acuáticas, este tiene algunas limitaciones. La primera de ellas, es que la recogida de datos fue realizada principalmente entre los meses de mayo y julio, lo que al ser meses estivales y por tanto de uso de piscinas descubiertas estos datos pueden suponer una sobrevaloración de la práctica de las actividades acuáticas. La segunda limitación, es no se trata de un estudio representativo de la Comunidad Autónoma, si bien este hecho se revisará en el futuro con la finalización del proyecto de investigación, asegurando la representatividad de la muestra.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alley T.R. & Hicks C.M. (2005). Peer attitudes towards adolescent participants in male- and female-oriented sports. *Adolescence*, 40, 273-280.
- Belcher, D., Lee, A.M., Salmon, M.A. & Harrison L. (2003). The influence of gender-related beliefs and conceptions of ability on women learning the hockey wrist shot. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74, 183-192.
- Capranica, L., Minganti, C., Billat, V., Hanghoj, S., Piacentini, M.F., Cumps, E. & Meeusen, R. (2005). Newspaper coverage of women's sports during the 2000 Sydney Olympic Games: Belgium, Denmark, France and Italy. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76, 212-223.
- Csizma, K.A., Witting, A.F. & Schurr, K.T. (1988). Sports stereotypes and gender. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10, 62-74.
- De Bourdeaudhuij, I. & Sallis, J. (2002). Relative contribution of psychosocial variables to the explanation of physical activity in three population-based adult samples. *Preventive Medicine*, 34, 279-288.
- INE (2004). *Número de licencias por modalidad deportiva y Comunidad Autónoma*. Madrid:INE.
- García, M. (1991). *Los españoles y el deporte: Un análisis sociológico*. Madrid: Consejo Superior de Deportes. Madrid.
- García, M. (1997). *Los españoles y el deporte: 1980-1995 (Un estudio sobre comportamientos actitudes y valores)*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- García, M. (2001). *Los españoles y el deporte: Prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- García, M. & Maestre, J.A. (2000). *Los hábitos deportivos de la población de Valencia*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Guerrero, R. (1995). *Guía de las actividades acuáticas*. Barcelona: Paidotribo.
- Pappas, M.B. (1998). *Actividades acuáticas. Ejercicios de tonificación, cardiovasculares y de rehabilitación*. Barcelona: Paidotribo.

### AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por la Dirección General de Deportes de la Consejería de los Jóvenes y el Deporte de la Junta de Extremadura a través del proyecto "Observatorio de la Actividad Física y el Deporte" (113/05).

## Swimming Science I

### DIFERENCIAS EN FUNCIÓN DEL NÚCLEO DE POBLACIÓN EN LA PRÁCTICA DE LAS ACTIVIDADES ACUÁTICAS EN EXTREMADURA. UN ESTUDIO PILOTO

García A., Domínguez A.M., De la Cruz E., Escalante Y. y Saavedra J.M.

Grupo de Investigación AFIDES. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Cáceres, España.

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue (i) establecer diferencias en función del núcleo de población de residencia en la práctica de actividades acuáticas en la región de Extremadura. Participaron en el estudio 373 sujetos ( $45.2 \pm 18.1$  años) residentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La muestra fue clasificada en función del núcleo de población en, rural ( $n=97$ ,  $47.4 \pm 19.5$  años) y urbano ( $n=276$ ,  $44.28 \pm 18.3$  años). El instrumento empleado fue un cuestionario realizado *ad hoc* para este estudio. Las conclusiones que se pueden extraer del presente trabajo son: (i) en zonas rurales se percibe más necesidad de disponer de instalaciones deportivas acuáticas; (ii) no existen diferencias significativas entre grupos en la práctica declarada de natación, aunque sí en las distintas modalidades, siendo el aquaerobic más practicado en zonas urbanas y el nado libre mayor en zonas rurales; (iii) los habitantes de núcleos urbanos ven en la salud el motivo de práctica de actividades acuáticas en mayor medida que sus congéneres de zonas rurales, mientras que éstos, su principal motivo de práctica es la diversión que supone practicar este tipo de deportes.

**Palabras clave:** natación, aquaerobic, piscina, rural, urbano.

#### INTRODUCCIÓN

El número de espacios, para la realización de actividades acuáticas en la comunidad autónoma de Extremadura, ha aumentado considerablemente en los últimos años, tanto en instalaciones al aire libre, pasando de las 399 con las que se contaba en 1985 (CSD, 1987), a las 611 con las que se contaba en el último censo de instalaciones (CSD 2007), tanto en instalaciones cubiertas, pasando de una sola instalación acuática cubierta en 1985 (CSD, 1987), a ocho en 1997 (CSD, 1998) llegando a las actuales 19, según el último censo de instalaciones deportivas publicado por el CSD en 2007. Este aumento en el número de instalaciones también se ha visto reflejado en el aumento del número de asociaciones deportivas destinadas a la práctica y promoción de las actividades acuáticas, así por ejemplo, se han creado nuevos club y escuelas de natación, a la par que se han ido construyendo nuevas instalaciones cubiertas en las respectivas localidades.

Extremadura es la comunidad autónoma con mayor longitud de costa interior, además de contar con instalaciones descubiertas en la mayoría de las localidades, por lo que los ciudadanos, en época estival tienen acceso a la realización de actividades acuáticas. Sin embargo en la época invernal, donde el número de instalaciones es menor, sólo pueden disfrutar los núcleos urbanos de esta instalación, ya que dada la extensión de la Comunidad Autónoma, normalmente están muy distanciadas entre si, de este modo un reducido porcentaje de población tendría acceso a ellas.

Hasta ahora, han existido grandes diferencias en el número de personas sedentarias en función del núcleo de residencia, diferencias que vienen siendo cada vez mayores según pasan los años, así pasamos de sólo un 7% de diferencia en el año 1990, hasta llegar a un 13% en el año 2000, casi el doble (22%) en sólo 10 años (García, M., 2001), pero esta diferencia no viene dada por una disminución en los hábitos deportivos de las personas residentes en núcleos rurales, sino por un aumento en los hábitos deportivos de las personas que residen en núcleos urbanos.

## Swimming Science I

La importancia de este estudio, surge en la necesidad de conocer si los ciudadanos de las localidades más pequeñas (ámbito rural), realizan actividades acuáticas, o si por el contrario, hay grandes diferencias con los ciudadanos de grandes localidades (ámbito urbano) Así pues, el objetivo del presente trabajo fue, establecer diferencias en función del núcleo de población de residencia en la practica de actividades acuáticas en la región de Extremadura.

### MÉTODO

Participaron en el estudio 373 sujetos ( $45.2 \pm 18.1$  años) residentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La muestra fue clasificada en función del núcleo de población en, rural ( $n=97$ ,  $47.4 \pm 19.5$  años) y urbano ( $n=276$ ,  $44.28 \pm 18.3$  años). Se consideró núcleo rural aquel que tenía menos de de 2.000 habitantes y núcleo urbano el que tenía más de 20.001 habitantes.

El instrumento empleado en dicho trabajo fue un cuestionario realizado *ad hoc* a partir de la literatura existente y otros cuestionarios ya elaborados en estudios previos (García, M. 1990, 1991, 1993, 1997, 2001). Los ítems que se analizan en este trabajo fueron cuatro:

- ¿Qué deporte o deportes practica y con qué frecuencia?.
- ¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio, pueblo o sus proximidades?.
- ¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?.
- ¿Por qué motivo realiza estas actividades?.

Se realizó un análisis de frecuencias para establecer la distribución porcentual de las diferentes variables establecidas, se calculó el estadístico *chi* cuadrado para establecer diferencias entre ambos sexos. El nivel de significación aceptado fue  $p < 0.05$ .

### RESULTADOS

Por lo que respecta al ítem “¿Qué deporte o deportes practicas y con qué frecuencia?”, observamos como la natación es la actividad que más se practica en ambos ámbitos, seguido de la gimnasia de mantenimiento. Es significativamente mayor la práctica de la gimnasia de mantenimiento y el caminar en el núcleo urbano en comparación con el núcleo rural (tabla 1).

En cuanto al ítem “¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio o pueblo o en sus proximidades?”, hallamos que según la población de estudio las piscinas cubiertas, seguido de los polideportivos cubiertos y piscinas al aire libre son las instalaciones que deberían construirse en opinión de los encuestados. Encontramos diferencias significativas entre ambos ámbitos en la mayoría de las instalaciones deportivas (tabla 2).

Por lo que respecta al ítem “¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?”, encontramos que el nado libre es la actividad acuática más practicada, seguida de muy de lejos por la natación deportiva. Se encuentran diferencias significativas entre los ámbitos, en la práctica del aquaerobic (mayor en el ámbito urbano) y nado libre (mayor en el ámbito rural) (tabla 3).



## Swimming Science I

Tabla 1. Distribución porcentual en función del núcleo de población de las respuestas a la pregunta: “¿Qué deporte o deportes practicas y con qué frecuencia?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre el ámbito rural y urbano.

Deporte o actividad física	Total (n=470)	Rural (n=97)	Urbano (n=373)	$\chi^2$	p
Natación	45.8	52.2	43.5	2.394	0.122
Gimnasia de mantenimiento	12.1	2.1	15.6	12.363	0.000***
Fútbol	9.1	8.2	9.4	0.119	0.730
Footing	6.2	4.1	6.9	0.945	0.331
Ciclismo	5.1	4.1	5.4	0.255	0.613
Tenis	4.0	3.1	4.3	0.293	0.588
Atletismo	3.8	3.1	4.0	0.158	0.691
Fútbol sala	3.5	5.2	2.9	1.086	0.297
Baloncesto	2.7	2.1	2.9	0.193	0.661
Caminar	2.1	0.0	2.9	2.873	0.045*
Aeróbic	1.6	1.8	1.0	0.276	0.559
Otros	5.4	5.2	5.5	1.849	0.739

\* p<0.05; \*\*\*p<0.001

Tabla 2. Distribución porcentual en función del núcleo de población de las respuestas a la pregunta: “¿Qué tipo de instalaciones deportivas diría usted que habría que construir en los próximos años en su barrio o pueblo o en sus proximidades?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre el ámbito rural y urbano.

Instalación	Total (n=470)	Rural (n=97)	Urbano (n=373)	$\chi^2$	p
Piscina cubierta	38.3	21.6	44.2	15.444	0.000***
Polideportivo cubierto	37.8	33.0	39.5	1.291	0.256
Piscina al aire libre	37.5	42.3	35.9	1.253	0.263
Polideportivo descubierto	33.5	24,7	36.6	4.525	0.033*
Pista de tenis	27.6	26.8	27.2	0.043	0.832
Campo de fútbol	27.1	19.6	29.7	11.447	0.001**
Pista de atletismo	25.2	12.4	29.7	11.447	0.001**
Frontón	24.9	14.4	28.6	7.772	0.005*
Otras	2.5	2.0	2.9	4.747	0.557

\* p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001

Tabla 3. Distribución porcentual en función del núcleo de población de las respuestas a la pregunta: “¿Qué tipo de práctica de actividades acuáticas realiza?”. Se muestra el valor de  $\chi^2$  y p para las diferencias entre el ámbito rural y urbano.

Tipo de actividad	Total (n=470)	Rural (n=97)	Urbano (n=373)	$\chi^2$	p
Nado libre	30.0	34.6	21.2	4.111	0.043*
Natación deportiva	9.5	15.5	14.3	2.239	0.307
Clases de natación	2.9	2.1	3.3	0.361	0.548
Aquaerobic	2.9	0.0	4.0	2.781	0.013*
Otras	0.5	0.0	0.7	0.716	0.411

\* p<0.05

En cuanto al ítem “¿Por qué motivo realiza actividades acuáticas?”, observamos que el principal motivo de práctica de actividades acuáticas es la diversión, en menos porcentaje encontramos el motivo de la salud. Existen diferencias significativas en la variable “diversión” observando valores más elevados en el núcleo rural, mientras que en las variables “salud” y “mantenerme en forma” los valores son mayores en el núcleo urbano (tabla 4).

Tabla 4. Distribución porcentual en función del núcleo de población de las respuestas a la pregunta: “¿Por qué motivo realiza estas actividades?”. Se muestra el valor de  $X^2$  y p para las diferencias entre el ámbito rural y urbano.

Tipo de actividad	Total (n=470)	Rural (n=97)	Urbano (n=373)	$X^2$	p
Por diversión	26.4	38.3	18.4	7.796	0.048*
Por salud	7.4	3.1	12.0	12.009	0.001**
Por mantenerme en forma	3.5	3.1	4.5	9.416	0.002*
Por aprender	3.8	3.1	4.0	0.158	0.691
Por competir	2.3	2.0	2.5	0.193	0.661
Por relacionarme	2.5	2.1	2.9	0.024	0.876
Otras	0.3	0.4	0.1	0.590	0.312

\* p<0.05; \*\*p<0.01

## DISCUSIÓN

Resulta sorprendente no encontrar diferencias en la práctica general de natación en función del entorno de residencia, ya que tradicionalmente, la oferta y el acceso a servicios deportivos públicos o privados es más numerosa en los núcleos de población urbanos, ya que en principio las características del entorno rural, con una densidad de población menor, suponen un mayor impedimento para acceder a determinados servicios públicos. Este hallazgo puede deberse a que en Extremadura el número de instalaciones acuáticas por población es muy elevado y a que existe un Plan de Dinamización Municipal Deportiva en los núcleos menores de 20.000 habitantes, que ha conseguido equiparar la participación deportiva general al de zonas urbanas de otras regiones españolas (Escalante, Y. y col. 2005). Es interesante reseñar que el porcentaje de personas que camina en el núcleo rural es muy inferior al del núcleo urbano, quizás por qué esta actividad, caminar, es utilizado como un medio de transporte y no como una actividad físico deportiva.

Por lo que respecta a la necesidad de construir instalaciones, las piscinas tanto cubiertas como descubiertas son de las más demandadas, si bien las piscinas cubiertas se ven como una mayor necesidad por los sujetos de los núcleos urbanos, quizás debido a que la ratio de piscina por habitantes es elevada, por ejemplo en la ciudad de Badajoz, la más poblada de Extremadura, la ratio es de 1 piscina por cada 41000 habitantes, mientras que la ciudad de Cáceres, la ratio es sensiblemente menor, 1 piscina por cada 21000 habitantes. No obstante el esfuerzo inversor de las instituciones públicas y privadas, ha hecho que en los últimos años el aumento de instalaciones haya sido importante (CSD, 2007).

En cuanto a las práctica de actividades acuáticas, los habitantes de zonas rurales tienden a practicar el nado libre, mientras que el aquaerobic es más practicado en núcleos urbanos, lo que probablemente pueda achacarse al tipo de instalaciones al que se tiene acceso, siendo más frecuentes en zonas urbanas aquellas que funcionan ininterrumpidamente durante todo el año. Al tiempo que el grado de especialización de los técnicos deportivos, suele ser mayor en los núcleos urbanos. En principio, estas dos podrían ser algunas de las causas de que en algunos trabajos se encuentre que en zonas rurales la prevalencia del sedentarismo es mayor (Rütten, A. y col. 2001) así como la morbilidad asociada a la inactividad física (Johansson, S.E. & Sundquist, J. 1999).

## Swimming Science I

Por otro lado, el ámbito geográfico de residencia también influye en la motivación de la práctica de actividad física, hecho que ha sido corroborado anteriormente (Damore 2002), encontrando en el presente trabajo que los habitantes de zonas rurales tienden a practicar actividades acuáticas por diversión en mayor medida, mientras que los residentes en núcleos urbanos tienen la salud como motivo de práctica de las actividades acuáticas.

### CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden obtener de este trabajo son: (i) en zonas rurales se percibe más la necesidad de disponer de instalaciones deportivas acuáticas; (ii) no existen diferencias significativas entre grupos en la práctica declarada de natación, aunque sí en las distintas modalidades, siendo el aqueróbic más practicado en zonas urbanas y el nado libre más en las zonas rurales; (iii) los habitantes de núcleos urbanos ven en la salud el motivo de práctica de actividades acuáticas en mayor medida que sus congéneres de zonas rurales, mientras que éstos, su principal motivo de práctica es la diversión que supone practicar este tipo de deportes.

A pesar de ser el primer estudio en la Comunidad Autónoma de Extremadura que analiza la práctica de actividades acuáticas, este tiene algunas limitaciones. La primera de ellas, es que la recogida de datos fue realizada principalmente entre los meses de mayo y julio, lo que al ser meses estivales y por tanto de uso de piscinas descubiertas estos datos pueden suponer una sobrevaloración de la práctica de las actividades acuáticas. La segunda limitación, es que no se trata de un estudio representativo de la Comunidad Autónoma, si bien este hecho se revisará en el futuro con la finalización del proyecto de investigación, asegurando la representatividad de la muestra.

### BIBLIOGRAFÍA

- Consejo Superior de Deportes (1987). *Instalaciones deportivas de la comunidad Autónoma de Extremadura 1985*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Consejo Superior de Deportes (1998). *II Censo Nacional de instalaciones deportivas. Extremadura 1997*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Consejo Superior de Deportes (2007). *Instalaciones deportivas*. Consultado el 19 de octubre de 2007. Fuente: <http://www.csd.mec.es/csd/instalaciones/publicaciones-del-censo-nacional-de-instalaciones-deportivas-2005.htm>.
- Damore D.T. (2002) Prechool and school age activities: comparison of urban and suburban population. *Journal of Community Health*, 27, 203-211.
- Escalante Y., De la Cruz E., Pino J. & Saavedra J.M. (2005) The practice of physical sports among adults in rural areas. In J. Alves, F. Carreiro da Costa & M. Onofre (Eds). *Proceedings of the 2005 AIESEP World Congress. Active Lifestyles: The Impact of Education and Sports* (p.124). Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana.
- García, M. (2001). *Los españoles y el deporte: Prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Johansson, S.E. & Sundquist J. (1999). Change in lifestyle factors and their influence on health status and all-cause mortality. *International Journal of Epidemiology*, 28, 1073-1080.
- Rütten, A., Abel, T., Kannas, L., Von Lengerke, T., Lüschen, G., Rodríguez-Díaz, J.A., Vinck J. & Van der Zee, J. (2001) Self reported physical activity, public health and perceived environment: results from a comparative European study. *Epidemiology and Community Health*, 55, 139-146.

### AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por la Dirección General de Deportes de la Consejería de los Jóvenes y el Deporte de la Junta de Extremadura a través del proyecto "Observatorio de la Actividad Física y el Deporte" (113/05).

## Swimming Science I

### CAMBIOS EN LA FUERZA DE MUJERES POSTMENOPAUSICAS Y OSTEOPENICAS TRAS 14 MESES DE INTERVENCION EN EL MEDIO ACUATICO

Carrasco, Maria; Díaz, Germán; Muñoz, Victor Eugenio; Clemente, Vicente; Villarino, Sira; Barriga, Andrés; Jiménez, Fernando; Navarro, Fernando.

Laboratorio de Entrenamiento Deportivo. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. España.

#### RESUMEN

Las mujeres postmenopáusicas experimentan, debido a esta revolución hormonal, el declive repentino de todas las funciones corporales, en detrimento de su salud y calidad de vida. Este trabajo tiene como objetivo analizar los cambios en la fuerza-resistencia (FR) y el pico máximo de fuerza (PMF) del tren superior; y en la capacidad de salto (CS), de dos grupos de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas que realizan programas distintos de actividad física en el medio acuático durante 14 meses, dos días/semana, de 45 minutos/sesión: uno en piscina poco profunda basado en ejercicios de impacto y con resistencias adicionales (GIR), y otro en piscina profunda con ejercicios propios de la natación (GN). El GIR se compone de 22 mujeres con una media de  $55.86 \pm 6.9$  años,  $65.32 \pm 15.9$  Kg,  $155.25 \pm 6.4$  cm y  $35.51 \pm 6.9$  de % grasa. Y el GN, por 21 mujeres con los siguientes valores medios:  $58.83 \pm 6.5$  años,  $61.15 \pm 7.7$  Kg,  $156.30 \pm 6$  cm y  $33.07 \pm 4.8$  de % grasa. La FR y el PMF se valoraron con un medidor de fuerza del tren superior isocinético: Biometer Swim Bench; y la CS, con las barreras de salto ErgoJump Bosco System. La FR del GIR ha mejorado significativamente ( $p < 0.01$ ), y existe una tendencia a la mejora de la CS del GN y, sin embargo, a la reducción de la CS del GIR.

PALABRAS CLAVE: impacto, natación, fuerza-resistencia, salto, mujeres.

#### INTRODUCCION

El paso del tiempo ejerce un efecto negativo irreversible sobre la capacidad funcional de los seres vivos, desequilibrando todas las estructuras y funciones del cuerpo humano en detrimento de la salud y la calidad de vida. Uno de los procesos que se desencadenan con los años es la menopausia, que ocasionará la ralentización de la función ovárica de la mujer y la consecuente aparición de la amenorrea (Greeves, Cable, Reilly, & Kingsland, 1999). Esta baja producción de hormonas femeninas llevará a fuertes cambios endocrinológicos que, unidos a un estilo de vida sedentario, facilitarán el declive repentino de todas las funciones corporales, fundamentalmente de la fuerza y masa muscular, la capacidad aeróbica, la densidad de masa ósea, y la composición corporal (Asikainen, Kukkonen-Harjula, & Miilunpalo, 2004).

La masa muscular se ve reducida con la edad debido a la disminución del tamaño de las fibras musculares, especialmente las fibras tipo II o rápidas (Häkkinen et al., 2002), y a la atrofia que se produce a nivel fibrilar (Deschenes, 2004). Esta pérdida de masa muscular se conoce con el nombre de **sarcopenia**. Comienza entre los 20-30 años en personas sedentarias, que pueden llegar a perder hasta un 10% de masa muscular entre los 24-50 años (Roig, 2003). A partir de los 50 años, el ritmo de degeneración fibrilar puede aumentar si no se pone remedio, hasta un 1% cada año (Deschenes, 2004). Las consecuencias de este proceso son importantes, por un lado, se reduce el metabolismo basal, al igual que la capacidad del esqueleto para cargar peso (Taaffe & Marcus, 2000); y por otro, se deja de practicar actividad física debido a esta reducción de la capacidad funcional. Se crea un círculo vicioso que producirá la disminución de la densidad de masa ósea, de la capacidad cardiovascular y, principalmente, de la fuerza muscular (Rikli, 2005), empeorando la calidad de vida.

Una de las alteraciones más interesantes y no menos preocupantes asociadas a la sarcopenia es, como se ha indicado anteriormente, la pérdida de fuerza. En términos generales, la disminución de la **fuerza absoluta** (máxima capacidad de generar fuerza de un modo voluntario) con la edad es un hecho. Entre los 30 y los 50 años, se puede perder hasta un 15% de fuerza absoluta y a partir de esta edad la merma puede ascender hasta un 3% cada año (Roig, 2003). En el caso del **pico máximo de fuerza** (la máxima fuerza realizada en un solo movimiento) y la **resistencia muscular** (la capacidad de resistir la fatiga muscular), los resultados científicos no muestran claridad sobre la disminución o no de las mismas. Parece ser que es la degeneración del sistema nervioso la que causa la dificultad de reclutamiento de fibras musculares, y no solo la pérdida de masa muscular.

En las personas mayores, la disminución de la fuerza y la masa muscular incrementa el riesgo de padecer limitaciones funcionales en la realización de tareas de la vida cotidiana como caminar, subir escaleras o levantarse de una silla (Sipilä et al., 2004). Incluso aumenta el riesgo de sufrir caídas y fracturas. De hecho, gran parte del coste médico atribuido al tratamiento de personas mayores está asociado a la sarcopenia (Deschenes, 2004).

Existen diversas opiniones sobre como mejorar la fuerza en las personas mayores. Tanto mediante caminatas programadas a un ritmo medio-alto (60% VO<sub>2</sub>max) durante un tiempo prolongado de 6 meses (Murphy & Wastford, 2005), como mediante trabajos continuados de fuerza-resistencia, potencia, o fuerza máxima de 3 a 6 meses, o incluso un año, en gimnasio (Fuscaldi et al., 2005; Häkkinen et al., 2001; Henwood & Taaffe, 2005; Porter et al., 2002; Taaffe et al., 2005), se ha comprobado que se consigue mejorar la fuerza tanto del tren superior como del inferior en personas mayores y mujeres postmenopáusicas, con un espectro de edad de 50 a 80 años. Es importante reseñar que este tipo de trabajos en gimnasio tienen un efecto positivo sobre la fuerza incluso con mayores que han sufrido fracturas de cadera (Host et al., 2007)

Ante el riesgo que supone realizar ejercicios de fuerza e impacto en el medio terrestre con mujeres postmenopáusicas y con osteopenia, debido a su fragilidad, este estudio pretende afrontar nuevos programas de ejercicios en el medio acuático con el fin de reducir la abrasividad de los impactos y las cargas y, por otro lado, de mejorar la fuerza este tipo especial de población.

Así pues, este estudio tiene como objetivo principal analizar los cambios que se producen en la fuerza-resistencia y el pico máximo de fuerza del tren superior, y la capacidad de salto, durante 14 meses de intervención en un grupo de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas que realizan ejercicios de impacto y con resistencias adicionales y apoyo de los pies en el suelo en la piscina poco profunda, denominado **Grupo de Impacto y Resistencias (GIR)**. Estos datos se compararán con los obtenidos en el grupo de mujeres postmenopáusicas y osteopénicas que realizan ejercicios de nado tradicionales con desplazamiento en la piscina profunda, **Grupo de Natación (GN)**.

## MATERIAL Y METODO

### Descripción de la muestra

La muestra se formó con 62 mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo capital, de las que quedaron 43 al final del estudio. 21 de ellas forman el GN, con media de edad de 58.83±6.5 años, peso medio de 61.15±7.7 Kg, estatura media de 156.3±6.9 cm, y porcentaje de grasa medio de 33.07±4.8% (Tabla 1). Por su parte, el GIR se compone de 22 mujeres, con media de edad de 55.86±6.9 años, peso medio de 65.32±15.9 Kg, estatura media de 155.25±6.4 cm, y porcentaje de grasa medio de 35.51±6.9% (Tabla 2)

**Tabla 1:** Descripción del GN.

GRUPO	N	CARACTERÍSTICAS	MEDIA EDAD (años)	MEDIA PESO (Kg)	MEDIA TALLA (cm)	MEDIA %GRASO (%)
GN	21	Mujeres Postmenopáusicas Osteopénicas	58.83±6.5	61.15±7.7	156.3±6.9	33.07±4.8

## Swimming Science I

**Tabla 2:** Descripción del GIR.

GRUPO	N	CARACTERÍSTICAS	MEDIA EDAD (años)	MEDIA PESO (Kg)	MEDIA TALLA (cm)	MEDIA %GRASO (%)
GIR	22	Mujeres Postmenopáusicas Osteopénicas	55.86±6.9	65.32±15.9	155.25±6.4	35.51±6.9

### Diseño de investigación

Los dos grupos (GIR y GN) se formaron aleatoriamente. Cada participante fue informada del objeto de estudio en el que iban a introducirse. Todas ellas aceptaron las condiciones el mismo y firmaron una hoja de consentimiento.

En la evaluación inicial y en la final se aplicaron las siguientes pruebas (Tabla 3):

- *Pruebas antropométricas:* peso (Kg), talla (cm), edad y % grasa.
- *Medición del pico máximo de fuerza isocinética del tren superior en posición prona (PMFp):* tumbadas prono, dejando brazos y hombros libres, realizaron un movimiento con éstos de delante a atrás semicircular y en el plano vertical, con brazos completamente estirados y a la máxima velocidad (Newtons).
- *Medición del pico máximo de fuerza isocinética del tren superior en posición supina (PMFs):* tumbadas supino, con cabeza y pies apoyados, realizaron un movimiento con ambos brazos de arriba abajo en el plano horizontal, con éstos completamente estirados y a la máxima velocidad (Newtons).
- *Medición de la fuerza-resistencia media isocinética del tren superior durante 30 segundo (FR):* en la misma posición tumbadas prono, realizar el mismo movimiento durante 30 segundos (Newtons).
- *Medición de la capacidad de salto (CS):* salto con contramovimiento, con las manos en las caderas (cm).

**Tabla 3:** Descripción de las pruebas utilizadas en las evaluaciones.

VARIABLE (VAR)	PLANO	UNIDAD	REPETICIONES	VELOCIDAD
PMF	Vertical y Horizontal	Newtons (N)	2	Máxima
FR	Vertical	Newtons (N)	30"	Máxima
CS	Vertical	Centímetros (cm)	2	Máxima

Durante los 14 meses, cada grupo llevó a cabo su programa de intervención, entrenando 2 días por semana, 45 minutos al día. Estos programas consistían en:

- *GIR:* actividades de carrera, saltos, lanzamientos y recepciones, juegos, bailes, acuacrobic, etc, con materiales que ejerzan resistencia en el agua.
- *GN:* actividades propias de la natación sin materiales adicionales.

### Material y medidas

Para la evaluación del pico máximo de fuerza y de la fuerza resistencia del tren superior se utilizó un medidor de fuerza del tren superior isocinético denominado *Biometer Swim Bench, de Fahnmann*. Y para la evaluación de la capacidad de salto, las barreras de salto *ErgoJump Bosco System*.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa para análisis estadísticos SPSS 15.0 para Windows. Para comparar los resultados entre grupos, se ha utilizado la prueba T para

## Swimming Science I

muestras independientes; y para comparar resultados intragrupos, la prueba T para muestras relacionadas.

### RESULTADOS

Desde el inicio del estudio el GN ha mejorado la fuerza en todas las variables analizadas excepto en el PMFp (-1.21%). El GIR ha mejorado el PMFp y la FR, pero ha perdido fuerza en el PMFs (-0.25%) y en la CS (-4.34%) (Tablas 4 y 6). De estos datos solo se puede afirmar que existen diferencias significativas en la mejora del 8.83% de la FR del GIR (Tabla 4).

**Tabla 4:** Diferencias iniciales y finales intra –grupos.

VAR	GRU POS	N	EV.INICIAL (EI) X±DT	EV.FINAL (EF) X±DT	DIFERENCIA EI-EF (Δ EI-EF)	%DIFERENCIA EI-EF (%Δ EI-EF)	t	df	p
PMFp (N)	GIR	22	45.09±7.7	46.90±8.7	-1.82	6.71	-0.71	21	
	GN	20	46.35±7.7	45.20±9.5	1.15	-1.21	0.51	19	
PMFs (N)	GIR	20	40.20±8.5	39.35±8.6	0.85	-0.25	0.44	19	
	GN	19	40.68±7.6	42.05±7.7	-1.37	5.41	-0.71	18	
FR (N)	GIR	22	23.27±3.1	25.27±4.8	-2	8.83	-2.79	21	**
	GN	20	26.20±5.4	27.50±4.6	-1.30	7.67	-1	19	
CS (mm)	GIR	19	0.122±0.03	0.117±0.4	0.005	-4.34	0.78	18	
	GN	20	0.135±0.04	0.141±0.4	-0.006	7.12	-0.77	19	

\* p<0.05\*\* p<0.01

Por otro lado, el GIR ha mejorado la fuerza con respecto al GN un 5.5% en el PMFp y un 1.16% en la FR. Y ha perdido un 5.56% en el PMFs y un 11.46% en la CS (Tabla 6). Sin embargo, la relación entre grupos en este caso no es significativa en ninguna de las variables (Tabla 5), con lo cual no se puede afirmar que exista esta relación entre ambas. Hay que indicar que existe una tendencia a que la CS del GN mejore más (11.46%) que la CS del GIR (p=0.78) (Tabla 6).

**Tabla 5:** Diferencias iniciales y finales entre grupos

VAR	GRU POS	N	EI X±DT	t	df	p	EF X±DT	t	df	p
PMFp (Nw)	GIR	22	45.09±7.7	0.53	40		46.90±8.7	-0.61	40	
	GN	20	46.35±7.7				45.20±9.5			
PMFs (Nw)	GIR	20	40.20±8.5	-0.82	37		39.35±8.6	1.03	37	
	GN	19	40.68±7.6				42.05±7.7			
FR (Nw)	GIR	22	23.27±3.1	2.15	40	*	25.27±4.8	1.52	40	
	GN	20	26.20±5.4				27.50±4.6			
CS (mm)	GIR	19	0.122±0.03	1.24	37		0.12±0.4	1.81	37	
	GN	20	0.135±0.04				0.14±0.4			

\* p<0.05\*\* p<0.01

**Tabla 6:** mejoras intra-grupos y diferencias entre grupos

VAR	GRU POS	N	EI X±DT	EF X±DT	Δ EI-EF	Δ% EI-EF	Δ% GIR-GN	t	df	p
PMFp (Nw)	GIR	22	45.09±7.7	46.90±8.7	-1.82	6.71	7.92	1.06	40	
	GN	20	46.35±7.7	45.20±9.5	1.15	-1.21				
PMFs (Nw)	GIR	20	40.20±8.5	39.35±8.6	0.85	-0.25	-5.66	-0.83	37	
	GN	19	40.68±7.6	42.05±7.7	-1.37	5.41				
FR (Nw)	GIR	22	23.27±3.1	25.27±4.8	-2	8.83	1.16	0.21	40	
	GN	20	26.20±5.4	27.50±4.6	-1.30	7.67				
CS (mm)	GIR	19	0.122±0.03	0.117±0.4	0.005	-4.34	-11.46	-1.49	37	
	GN	20	0.135±0.04	0.141±0.4	-0.006	7.12				



### DISCUSION

Se ha conseguido una mejora significativa del 8.83% en la fuerza-resistencia del tren superior del GIR; datos que quedan muy alejados de los obtenidos en otros estudios donde se utilizan las máquinas de gimnasio como medio fundamental para el trabajo de fuerza con mayores. Tal es el caso del estudio realizado por Porter y colaboradores en 2002, en el que con un entrenamiento de fuerza-resistencia en gimnasio con cargas del 40 al 80% del 1RM, trabajando dos días/semana durante un año, consiguieron mejorar la fuerza-resistencia del tren superior un 31% en mujeres postmenopáusicas (Porter et al., 2002). En los estudios de Henwood y Taaffe también consiguieron este tipo de mejoras, trabajando la fuerza-resistencia dos días en semana y aumentando la carga progresivamente (35-75%) durante dos meses, consiguieron mejoras en la fuerza-resistencia del tren superior del 25.6% (Henwood & Taaffe, 2005); y alternando trabajos de alta velocidad y resistencia variable con otros de media velocidad y resistencia constante durante seis meses obtuvieron mejoras del 26% (Henwood & Taaffe, 2006).

Por otro lado, encontramos que existe una tendencia a la mejora de la CS en el GN con respecto al GIR, en el que la CS tiende a disminuir un 4.34% ( $p=0.78$ ). Estudios en los que han trabajado con mujeres de 54 años de media y ejercicios de impacto (multisaltos, skipping) dos días/semana durante un año, han conseguido beneficios significativos en la CS del 6.02%, y mejoraron estos beneficios añadiendo al programa de ejercicios una terapia hormonal sustitutiva (17.17%) (Taaffe et al., 2005). Aunque la CS del GN tiende a mejorar, éstos beneficios son pequeños (7.12%) en relación a los conseguidos en estudios en los que trabajaron con mujeres mayores la fuerza de piernas en gimnasio dos días/semana durante 6 meses, donde el 1RM de la fuerza extensora de piernas mejoró un 29% (Häkkinen et al., 2001), y un 37% incluso tras haber sufrido fractura de cadera (Host et al., 2007).

### CONCLUSIONES

Es posible mejorar la FR del tren superior en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas con un programa de ejercicios en el medio acuático basado en trabajos de impacto y resistencias adicionales durante 14 meses, aunque estos beneficios sean menos acusados que los que se pueden llegar a obtener con el trabajo de FR en gimnasio en poblaciones similares e incluso con menos tiempo de entrenamiento. Para poder estar más seguros al comparar nuestros resultados de FR, deberíamos encontrar estudios donde evalúen esta variable con aparatos isocinéticos.

Según los resultados, la fuerza de piernas con ejercicios de impacto en piscina poco profunda tiende a disminuir; mientras que otros estudios, aplicando un tratamiento similar a una población similar en el medio terrestre, afirman que mejora. Esto podría ser debido a la menor abrasividad de los impactos en el medio acuático, que reduce el efecto de este trabajo sobre la musculatura. A su vez, existe la tendencia de una mayor efectividad del entrenamiento de la natación sobre la fuerza de piernas que el trabajo de impacto en el medio acuático. Estos resultados, de llegar a ser significativos, pueden resolver muchas dudas en cuanto a los distintos efectos que pueden tener los entrenamientos de impacto en piscina poco profunda y de natación en piscina profunda sobre la CS del tren inferior en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas. Sería interesante prolongar el estudio hasta dos años para asegurar que la tendencia que marca la CS en ambos grupos verdaderamente se cumple.

### BIBLIOGRAFIA

Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *American Physiological Society*, 91(2), 569-580.

## Swimming Science I

- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*, *51*, 108-115.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *26*, 305-313.
- Host, H. H., Sinacore, D. R., Bohnert, K. L., Steger-May, K., Brown, M., & Binder, E. F. (2007). Training-Induced strength and functional adaptations after hip fracture. *Physical Therapy*, *87*(3), 292-303.
- Porter, M., Nelson, M., Singh, M., Fiatarone, M., Layne, J., & Morganti, C. (2002). Effects of long-term resistance training and detraining on strength and physical activity in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, *10*(3).
- Taaffe, D. R., Sipilä, S., Cheng, S., Puolakka, J., Toivanen, J., & Souminen, H. (2005). The effect of hormone replacement therapy and/or exercise on skeletal muscle attenuation in postmenopausal women: a yearlong intervention. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *25*, 297-304.

### EL DESARROLLO PSICOMOTRIZ EN EL MEDIO ACUÁTICO. APORTACIONES DESDE LA FENOMENOLOGÍA.

Gil Pla<sup>1</sup>, Eduard Ramírez<sup>2</sup> y Gemma Boluda<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultat d'Educació Universitat de Vic, Barcelona, España. <sup>2</sup>Facultat d'Educació Universitat de Vic, Barcelona, España. <sup>3</sup>Facultat d'Educació Universitat de Vic, Barcelona, España. Miembros del Grupo de Investigación d'activitat física i esport de la UVIC.

#### RESUMEN

Esta comunicación presenta la síntesis de una más amplia investigación que tiene como objetivo comprender el potencial pedagógico del espacio acuático sobre los niños y las niñas en edades tempranas. Concretamente centra su mirada sobre el desarrollo psicomotriz del bebé quien en el agua puede experimentar y sentir una gran cantidad de nuevas sensaciones. En este sentido, la comunicación parte de una concepción del agua como un espacio pluridimensional y totalmente diferente del medio habitual de desarrollo humano que es el medio terrestre. Para hacerlo se parte de un planteamiento metodológico de carácter filosófico que utiliza la fenomenología como vía de descubierta y en donde el proceso vivenciado de los investigadores se manifiesta como un elemento decisivo. La finalidad de este enfoque se sustenta en la necesidad de preguntarse sobre el sentido que tienen y que se pueden conferir a las actividades propuestas en el medio acuático.

**Palabras clave:** actividades acuáticas, primera infancia, bebé, fenomenología, pedagogía de las actividades acuáticas.

#### INTRODUCCIÓN

La presente comunicación presenta una de las líneas de investigación educativa de la que el grupo de investigación en actividad física y deporte de la facultad de educación de la Universitat de Vic (Barcelona) se centra, que es la propia de las actividades acuáticas para bebés.

En dicha comunicación se pretende profundizar en la comprensión del medio acuático como espacio significativo para el desarrollo psicomotor porque entendemos que el agua dispone de un potencial diferencial, con relación al medio terrestre, y extremadamente poderoso en favor del desarrollo psicomotriz.

El objetivo primordial de la comunicación pues será la de exponer los ejes de actuación pedagógica que favorecerán el desarrollo psicomotriz en el medio acuático. Para conseguirlo debemos tener en cuenta las peculiaridades del enfoque metodológico de la investigación que a su vez determinará dos objetivos menores. Las características de la investigación hacen necesario que en primera instancia conozcamos y mostremos la fenomenología como enfoque investigador, que a nuestro entender, es un enfoque poco común en el ámbito de la pedagogía de la actividad física y el deporte. Y en segundo lugar, de acuerdo con el enfoque fenomenológico, deberemos conocer algunos de los condicionantes básicos que determinaran el desarrollo psicomotriz en el agua. Con estos tres objetivos vamos a desarrollar el enfoque investigador fenomenológico.

#### MÉTODO

Con el afán de conocer cuáles son las aportaciones del medio acuático en el desarrollo psicomotriz de los niños y las niñas en el agua, hemos utilizado un planteamiento que tiene sus orígenes en la filosofía pero que arraigó también en el ámbito de la pedagogía (Schwandt, 2000). En este sentido, desde los años setenta hay una vivificación de los estudios pedagógicos arraigados en la tradición filosófica de la fenomenología (Husserl,

## Swimming Science I

1999) que reactualizan aquel paradigma de interpretación pedagógica vinculado a las ciencias del espíritu –que a su vez retomaban la línea iniciada por la Paideia y la Bildung clásicas– introducida en su día por Dilthey (1997) y continuada por Husserl, Spranger y Scheler en Alemania (Vilanou, 2000). Este paradigma confiere a la fenomenología la posibilidad de apropiación de la realidad y en correspondencia favorece la comprensión del mundo de la vida que a la vez representa una continuidad en el hecho de la pedagogía.

Pese a ser un referente clásico de la pedagogía pero, conscientes que en el propio enfoque fenomenológico hay implicado no sólo una metodología de investigación, sino también una filosofía vital –lo que se llama el ser-en-el-mundo– (Alcoberro, 2001), consideramos pertinente introducir aquí unos breves apuntes sobre aquellos elementos que los autores de esta exposición hemos considerados más esenciales para comprender el resultado de esta comunicación.

1. El desarrollo psicomotriz no tiene como fin último el aprendizaje de la natación. Los estilos de natación, no son más que unos logros culturalmente (Pla, 2004) importantes pero no especialmente significativos en el desarrollo psicomotriz. Dicho de otra forma, los estilos no van más allá de un ámbito restringido del medio acuático. Es por esta razón que la investigación, versa y abre preguntas sobre el medio acuático como entorno pedagógico de desarrollo para el bebé. Esta investigación nace de la idea que el agua es mucho más que un simple medio para aprender a nadar sino que para nosotros es un espacio de aprendizaje, de creación y expresión muy amplia que se manifiesta en su totalidad –eso es por sus propiedades físicas, ontogenéticas, cosmogónicas y culturales (Camus y otros, 1994; Pansu, 2002)– y no por su simplicidad física, a la que estamos habituados de conversar. En este sentido, retomamos el planteamiento al que se refiere Merleau-Ponty (2000) al creer en la posibilidad de *aprender a ver de nuevo el mundo* o de *dejarnos maravillarse ante su complejidad*. En nuestro caso, queremos aprender a ver de nuevo el medio acuático en su efectos sobre el desarrollo psicomotriz.
2. Como ya hemos comentado, el propio enfoque fenomenológico nace de la propia experiencia. De esta forma la investigación ha pretendido circular de la vivencia propia, ubicada en el mundo-de-la-vida, a la comprensión de la misma, convirtiéndose en experiencia, en tanto en cuanto ha posibilitado acceder a una conciencia real y a un acceso al sentido de los fenómenos vivenciados. Más concretamente podemos decir que las propias vivencias de los autores en el medio acuático, no solo como educadores de bebés, niños y niñas y también de adultos; sino como sujetos inducidos al aprendizaje de los dichos y restringidos estilos de natación; han sido, conjuntamente con el proceso de investigación fenomenológica, uno de los pilares de comprensión del desarrollo psicomotriz en el medio acuático. De esta forma, si de acuerdo con Sartre (1999), la comprensión de las cosas es la propia manera de existir, nos encontramos como esta existencia está atada a una sensibilidad concreta. Es decir, en tanto en cuanto los investigadores sintieron y vivieron la acción educativa en el agua, su proyecto hacia la acción pedagógica sobre el agua se arraigaba en dicha percepción. Dicho de otra forma, el fenómeno se nos manifiesta de acuerdo con su percepción (Sartre, 1999).

Con estos matices sobre que nos deben ayudar a entender el enfoque fenomenológico, vamos a explicarlos, a grandes rasgos los pasos que se siguieron. En primer lugar, de acuerdo con la fenomenología husserliana, se llevó a cabo el proceso de reducción o *epokhé*. Reducir significa explicar y entender una cosa cuando se comprenden sus propiedades “*en términos de las propiedades de otra cosa, es decir, se reduce la primera a la segunda*” (Perenya a Husserl, 1999: 8).

El primer paso de este proceso es la llamada *reducción gnoseológica*. Esta reducción tiene como objetivo observar los fenómenos de la vida prescindiendo de todos los conocimientos

## Swimming Science I

espaciotemporales. Para alcanzar esta reducción, será necesario describir y analizar las actividades acuáticas del bebé en sí mismas, liberadas de cualquier significado y de lectura interpretativa para describirlas tal como se nos muestran. El segundo momento fenomenológico es la *reducción eidética*. Este paso nos trae al estudio de las ideas que dan significado al fenómeno de estudio. Es decir, hemos encontrado las fuentes conceptuales que nos permiten estudiar el desarrollo psicomotriz en el agua. En este sentido, dados los objetivos y el formato de la comunicación solo citaremos las ideas esenciales que en nuestro caso hemos centrado en el estudio de las propiedades físicas del agua, en el estudio del desarrollo ontogenético del bebé y en última instancia, la reducción eidética se sustenta en el abordaje filogenético del desarrollo humano descrito por Fonseca (1988 y 2001). Finalmente, entraremos en el último y más característico paso del estudio fenomenológico, la llamada reducción fenomenológica. Dadas las características del proceso, como les vamos a exponer, definiremos este momento como los resultados de la comunicación.

### RESULTADOS

La reducción fenomenológica es el momento que permite el acceso a la esencia -eso es el sentido- del desarrollo psicomotriz del bebé en las actividades acuáticas. Es preciso enfatizar que esta reducción será enfocada desde la postura más existencialista de la fenomenología, representada principalmente Merleau-Ponty y Sartre, ya que el posicionamiento de la comunicación se construye en el yo existente y participando de la significación de los fenómenos humanos. Este proceso de reducción lo vamos a mostrar en forma de las líneas de trabajo del desarrollo psicomotriz.

Desde la óptica del desarrollo psicomotriz, no hay duda que el agua supone un bagaje sensorial de aprendizaje y experiencial muy importante que se traducirá en la mejora del desarrollo psicomotriz. A nuestro entender hemos encontramos y describiremos tres grandes líneas de trabajo que deben centrar la acción pedagógica del educador en el medio acuático. Veámoslas:

1. **La estimulación sensorial acuática como bagaje experiencial psicomotriz:** las experiencias sensoriales permitirán al bebé establecer un nuevo tipo de relaciones físicas que constituirán nuevas formas de relacionarse con el mundo, nuevos aprendizajes perceptivos motrices. Nuevas formas de vivir (en el espacio y el tiempo) y mover el cuerpo que le permitirán un alto desarrollo psicomotriz.
2. **La estimulación de los reflejos como base de la conducta intencional:** el agua genera y mantiene activos toda una serie de reflejos sensoriales que, entendiéndolos como base de la conducta elaborada y intencional del adulto, pueden ser estimulados y potenciados para ser el primer paso hacia la corticalización de estas respuestas y así promover la toma de conciencia de dichos movimientos.
3. **Los aprendizajes de nuevas formas de desplazamiento:** como desarrollo de las habilidades motrices básicas y la adquisición de un mayor número de recursos corporales.

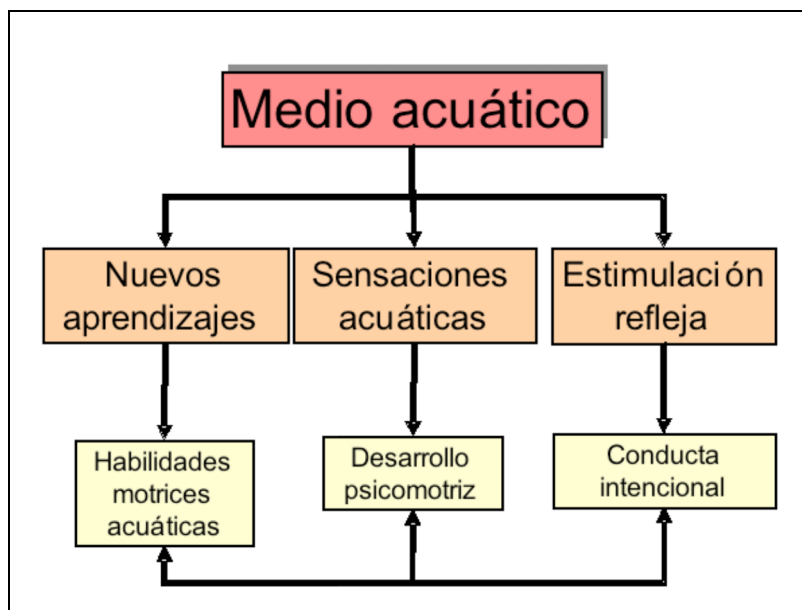


Figura 1 1. Síntesis esquemática de las orientaciones del desarrollo psicomotriz en el agua.

Estas líneas de actuación son la esencia del trabajo, pero la esencia no describe la acción pedagógica, así que comentaremos algunas de las orientaciones educativas que de ellas derivan.

Lo que se convertirá en la referencia de todo el trabajo con intencionalidad psicomotriz del educador tendrá como trasfondo las propiedades físicas del agua. Evidentemente, el hecho que el bebé se encuentre en un nuevo entorno, diferente del terrestre, del cochecito de calle, de la camita de barandillas, del suelo, etc.; le obligará a situarse en unas nuevas coordenadas de relación intracorporal e intercorporal. Por lo tanto, el trabajo en este nivel se desarrollará desde la necesidad de la **adaptación al medio físico** como objetivo aglutinador de nuevas estructuras de aprendizaje y desarrollo. Podemos destacar algunas de las características que hacen particular el agua con relación al medio terrestre (Potel, 2003):

- El principio de Arquímedes actúa aligerando el peso del cuerpo sobre el agua.
- La presión hidrostática ejerce una presión constante sobre el cuerpo sumergido.
- La resistencia hidrodinámica frena la acción de las acciones del cuerpo sumergido que se desplaza.
- La profundidad permite el movimiento tridimensional en el espacio acuático.

La función del educador pues, será la de potenciar estas **nuevas relaciones físicas** que el agua determina con el fin de favorecer el establecimiento de nuevos esquemas, abriendo nuevas posibilidades de aprendizaje motriz. Con este fin, el profesional pondrá el material que flote por incitar al niño a desplazarse con él y para que esté pendiente de su respuesta física ante situaciones que le obligarán a estirarse y así ayudarlo a hacerlas conscientes, colaborando con su desarrollo y el aprendizaje de las habilidades motrices propias del agua. En la misma línea, la posibilidad de desarrollarse en este medio supone la adaptación del cuerpo a **nuevos patrones y nuevas relaciones sensoriomotrices** como la horizontalidad y la extensión del cuerpo. Por lo tanto los encontramos con una estimulación que fomenta nuevas vivencias i percepciones intracorporales y extracorporales que fomentan el desarrollo psicomotriz. Aspectos que a veces chocan con los intereses del bebé ya que en la misma época que el bebé adquiere la verticalidad en el medio terrestre, se le fomenta la horizontalidad –que ya no le satisface– en el medio acuático. En cualquier caso, en estas condiciones, se inicia el descubrimiento y la vivencia de nuevas con relación con el entorno. Todas estas nuevas vivencias, irrepetibles en el medio terrestre, dónde la horizontalidad no

## Swimming Science I

tiene las mismas consecuencias que en el agua, se convierten en aprendizajes que le ayudarán a ampliar fuertemente su bagaje sensoriomotriz.

Y finalmente, pero con el mismo sentido final, podemos observar como las propiedades físicas del medio favorecen un tipo de **estimulación sensorial** muy importante en la actividad corporal como es el sistema háptico. La constancia en la presión que el agua ejerce sobre el cuerpo (más alta que el medio aéreo) facilita o incrementa la posibilidad que el niño o la niña tome conciencia de sus movimientos. Es un fenómeno que no se frena en ningún momento, por lo tanto siempre hay un flujo de información táctil importante que se dirige al quien se mueve por el agua. Y tan sólo esta circunstancia consideramos que ya ayuda a la toma de conciencia y al aprendizaje de las habilidades motrices básicas.

El estudio de los recursos del bebé, que nace en el desarrollo ontogenético, nos muestra un repertorio motriz de movimientos, que no son de tipo psicomotriz, en forma de **reflejos** que le permiten relacionarse mejor con el agua. Los reflejos se convierten en un punto fundamental de intervención del educador. Desde la pediatría, la manifestación de los reflejos es un indicador de desarrollo del bebé. Así pues, el educador tendrá como horizonte el asentamiento de todos estos reflejos por tal que en un futuro, a corto o medio plazo, estos puedan convertirse en el embrión de los movimientos intencionales y elaborados del adulto. Por lo tanto el educador jugará con el bebé a salpicarse o hará muchas oleadas por desarrollar el reflejo del bloqueo de las vías respiratorias. El mismo intentará hacer con el reflejo del moro, facilitador de la extensión del cuerpo y del reflejo palpebral que le permitirá abrir los ojos al agua. La intencionalidad final del educador es que el niño o la niña tomen conciencia de cómo puede regular la respiración por introducirse en este medio. Y en el resto de reflejos que estos sean asentados positivamente en la actividad de relación motriz del bebé con el agua. Es decir, el control o la toma de conciencia de los reflejos nos ayudará al desarrollo de la conducta intencional, que a la vez determinará un mayor control de las habilidades propias del agua que, igualmente es la forma en que se va a manifestar el desarrollo psicomotriz. En definitiva, el lenguaje intrincado y mezclado de estas últimas frases quiere mostrar la imposibilidad de fragmentar el desarrollo real del bebé en el agua.

### DISCUSIÓN

La investigación fenomenológica centra sus esfuerzos en mostrar las esencias de los fenómenos, en nuestra comunicación, las esencias del desarrollo psicomotriz en el medio acuático. Al referirnos a las esencias debemos tener en cuenta que estamos en un enfoque filosófico que determina la concepción pedagógica del educador. Su intención es poner de relieve los fundamentos que mueven las estructuras de desarrollo psicomotriz en el medio acuático. Dicho enfoque presenta puntos fuertes y, según se mire, puntos débiles.

Es evidente que debemos destacar que de acuerdo con la fenomenología nos situamos ante una investigación que principalmente reflexiona, en el sentido filosófico de la expresión. Por lo tanto, todos los aspectos de la praxis pedagógica quedan en un segundo término para ser expuestos, sólo, en el apartado final dónde aparecen como intencionalidad y sentidos de la acción pedagógica en el medio acuático ya que como profesionales del mundo acuático consideramos la esencia de nuestra actividad de forma práctica y por lo tanto debemos implementar la reflexión con el desarrollo de la praxis. Esto choca con la pregunta recurrente de: ¿qué ejercicios debo hacer para conseguir, tal cosa? Pues bien, la fenomenología no resuelve esto. Para quien tenga que construir ejercicios, podríamos decir que dicha comunicación no les resuelve su problema. De todas formas consideramos que es una pregunta errónea que debe transformarse hacia otra visión que prime el foco procesal que el foco de resultado. Con esto queremos decir que en cuanto al desarrollo psicomotriz no debemos pensar en qué se obtiene haciendo qué cosa (el resultado) sino que debemos preguntarnos sobre qué transformaciones actúa tal actividad u otra (el proceso). Si lo hacemos así, podremos comprender qué significado tiene cada actividad sobre el desarrollo del bebé. Esto nos permitirá proponer propuestas pedagógicas más abiertas que satisfagan a cada bebé, con sus particularidades y necesidades. Por un lado el enfoque fenomenológico permite la individualización de la acción pedagógica pero por otro lado permite al educador comprender todos los instantes y su significado evolutivo permitiéndole adaptar las

circunstancias de trabajo y a la vez ayudándole a entender mejor qué pasa en cada instante. En definitiva, el educador desarrolla su mirada y su atención.

### CONCLUSIONES

El desarrollo de la comunicación nos ha permitido constatar algunos aspectos, que a modo de conclusiones, vamos a exponer. Por un lado, y siendo este la finalidad primordial de la comunicación hemos visto las líneas de trabajo sobre el desarrollo psicomotriz que hemos expuesto de manera clara pero a la vez hemos comentado algunos aspectos que nos han permitido comprender su apuesta pedagógica. Esperamos que a través suyo hagamos podido aportar un granito de arena a los profesionales interesados en las edades tempranas y en los profesionales que en su desarrollo profesional tienen el desarrollo psicomotriz en su punto de vista.

En un segundo plano, hemos aportado algunas nociones de la fenomenología que, como enfoque metodológico pedagógico, abre una puerta a las preguntas con trasfondo filosófico-pedagógico sobre el sentido de las actividades acuáticas. En este sentido, queremos constatar como la acción pedagógica en relación a los bebés y el agua está habitualmente fundamentada en métodos y estrategias estandarizadas donde predominan los objetivos –el producto de aprendizaje– por encima de los medios y sus consecuencias que utiliza. Es por eso que reclamamos una cierta reflexión pedagógico-filosófica alrededor de los *por qué* y los *sentidos* de las actividades acuáticas para niños y niñas de temprana edad.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alcoberro, R. (2001). Fenomenologia i existencialisme. A Terricabres, J.M. (coord.), *El pensament filosòfic i científic II* (pp. 35-66). Barcelona: Ediuoc.
- Camus, J. Le; Moulin, J-P y Navarro, C. (1994). *L'enfant et l'eau*. Paris: L'Harmattan.
- Dilthey, W. (1997). *Hermenèutica, filosofia i cosmovisió*. Barcelona: Edicions 62.
- Fonseca, V. da (1988). *Ontogénesis de la motricidad*. Madrid: García Núñez Editor.
- Fonseca, V. da (2001). Fundamentos psicomotores das expressões artísticas: uma abordagem filogenética. *Revista Iberoamericana de Psicomotricidad y Técnicas Corporales*, <http://iberopsicomot.net>, Núm. 2, pp. 5-23.
- Husserl, E. (1999). *Fenomenología*. Barcelona: Edicions 62.
- Merleau-Ponty, M. (2000). *Fenomenología de la percepción*. Barcelona: Ediciones Península.
- Pansu, C. (2002). *El agua y el niño. Un espacio de libertad*. Barcelona: Inde.
- Pla, G. (2004). Per una comprensió històrica de les activitats aquàtiques: una mirada educativa. *Educació i Història*, 7, 8-30.
- Potel, C. (2003). *El cuerpo y el agua*. Madrid: Akal.
- Sartre, J.-P. (1999). *Bosquejo sobre una teoría de las emociones*. Madrid: Alianza Editorial.
- Schwandt, T.A. (2000). "Three epistemological stances for qualitative inquiry". In N.K. Denzin y Y.S. Lincoln (Ed.), *Handbook of qualitative research* (pp.189-214). Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Vilanou, C. (2000). La pedagogia al deixant del segle XX. *Temps d'Educació*, 24, 13-60.



### PROPUESTA DE ACTIVIDADES ACUÁTICAS PARA DISCAPACITADOS

Esperanza Jaqueti, Alfonso Otero

Facultad de Ciencias de la Educación, Córdoba, España. Piscina Lepanto, Córdoba, España.

**Resumen:** La Federación Andaluza de Deportes para Discapacitados Físicos y el Club Fídias de Natación para Discapacitados, tenemos organizadas distintas actividades en la piscina de Lepanto de Córdoba. Unas encaminadas al objetivo terapéutico, otras al recreativo, al educativo y al competitivo.

**Palabras clave:** objetivos, medio acuático, discapacidad.

#### 1. INTRODUCCIÓN.

Son muchas las posibilidades que nos ofrece el medio acuático para trabajar aspectos motrices, sociales, psicológicos, terapéuticos. El medio acuático es el único medio donde los discapacitados se introducen en él, dejando la silla de ruedas, andadores o muletas, “aparcados” en el borde de la piscina.

Esto ocurre gracias a las características que tiene el agua y con los discapacitados las dos que más no interesan son: la densidad y las fuerzas de flotación.

La densidad del agua permite que cualquier parte del cuerpo sea partícipe de los movimientos que se pueden realizar, ya sean desplazamientos, giros o cambios de posición. Aquellas discapacidades en las que algún segmento corporal ha sido amputado o ha perdido movimiento, este puede ser ejecutado por otra parte del cuerpo. Si cualquier acción que realiza un segmento corporal provoca un movimiento del cuerpo o cambio de posición, esto posibilita que la percepción propioceptiva se reciba en mayor intensidad, y sobretodo en aquellos discapacitados que mayor inmovilidad tienen en el medio terrestre.

Las fuerzas de flotación posibilitan la realización de diversas posiciones y la pérdida de peso corporal, por lo que en aquellas personas en las que el trabajo con ellos es necesario manipularles en distintas posiciones, esta flotación permite este trabajo. Y en aquellos que tienen poca movilidad y sobrepeso, este medio les facilita el trabajo físico sin grandes cargas en las piernas o columna vertebral.

**NUESTRO EQUIPO DE TÉCNICOS:** Está compuesto por:

- **Los Coordinadores:**
  - ⇒ Licenciada en Educación Física y Maestra-entrenadora Superior de natación. Con 10 años de experiencia en este contexto y 30 en natación.
  - ⇒ Diplomado en Educación Física y Educación Especial y técnico nivel I de natación. Con 15 años de experiencia en este contexto.
  - ⇒ Diplomada en Educación Física y Técnico nivel I de natación. Con 10 años de experiencia en este contexto.
- **Equipo de técnicos:**
  - ⇒ Licenciados, Diplomados y Técnicos nivel I de natación con diversos años de experiencia en natación para discapacitados.
- **Los Auxiliares:**
  - ⇒ Familiares, alumnos de Magisterio, Alumnos de TAFD y alumnos de prácticas de monitor de natación (RFEN).
- **Los Asesores:** Contamos con un Licenciado en Educación Física y en Medicina, especialista en Medicina deportiva y una Licenciada en Psicología y monitora de natación, a

## Swimming Science I

los que acudimos, en casos especiales, para solicitarles asesoramiento en discapacidades motórico-médicas o intelectuales.

Tenemos un convenio de “prácticas de empresa” con la Facultad de Ciencias de la Educación y con La Escuela Universitaria de Formación del Profesorado Sagrado Corazón, por lo que el alumnado que realiza prácticas con nosotros, las convalida como créditos de libre configuración.

### EL GRUPO DE ALUMNOS:

Según el grado de dependencia o autonomía de nuestros alumnos, los grupos tendrán distintas organizaciones. Los alumnos que son autónomos y capaces de manejarse solos, estarán en grupos compuestos por técnico-alumnos, y los que son dependientes y necesitan de un adulto que les ayuden a realizar las tareas, estarán en los grupos compuestos por: técnico y grupo de niños con sus auxiliares.

### LA PISCINA:

En un futuro inmediato: abril de 2008, va a inaugurar, en Córdoba, una piscina destinada a las actividades físicas acuáticas para discapacitados. Desde que se comenzó a organizar actividades acuáticas para discapacitados, donde te permitían durante una hora: la utilización de una calle del vaso polivalente y del vaso de enseñanza, hasta la utilización de la próxima instalación hemos pasado por numerosos horarios y espacios.

Actualmente estamos trabajando en la piscina Municipal de Lepanto, y como suele pasar en todas las ciudades no tenemos todo el espacio con el que nos gustaría contar. En Córdoba hay mucha población con interés en la práctica de la actividad física en el medio acuático y tan solo se cuenta con tres piscinas.

Este año el horario que tenemos es: por la mañana (martes y jueves) con dos sesiones de 45 minutos, y tarde (de lunes a viernes) de 17.00 a 20.00, con sesiones de 30, 45 o 60 minutos, dependiendo de la actividad y del grupo.

Con este horario y los espacios concedidos en la piscina, movilizamos a 280 discapacitados en las diversas actividades acuáticas y alrededor de 100 nadadores del equipo:

En horario de mañana:

- 45 minutos en el vaso de enseñanza.
- 45 minutos en dos calles del vaso polivalente.

En horario de tarde:

- 45 minutos en vaso de enseñanza.
- 3 horas en dos calles
- 45 minutos en tres calles.

## 2. NUESTRAS ACTIVIDADES:

Todas las actividades que tenemos organizadas, en la piscina de Lepanto, tienen finalidades educativas, higiénicas, sociales y competitivas. Y los técnicos, profesores o entrenadores tenemos una actitud acorde con estos objetivos y las propuestas de tareas tienden a trabajar los tres tipos de contenidos educativos: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Esta actividades están propuestas para que entre todas se cubran las necesidades de los discapacitados que viven en la provincia, independientemente de la capacidad, la edad y los objetivos que persigan. Nuestra idea es que el pequeño de 1 año que entra a formar parte de los grupos, pueda ir pasando por las diversas actividades mientras va cumpliendo años, consiguiendo capacidades y cumpliendo objetivos. “Que ninguna edad se quede sin actividad y que ningún planteamiento se quede sin cubrir”.

### ESTIMULACIÓN PRECOZ

El objetivo no es enseñar a nadar, sino utilizar el medio acuático para despertar en los pequeños el mundo de las percepciones: propioceptivas, espaciales y temporales. dos cuestiones importantes que se tienen que inculcar en los padres es que: aprendan a ayudar al niño pero no a ejecutar el ejercicio y a comprender por qué y como se realizan las actividades, para que en casa sigan trabajando con ellos. Este grupo está compuesto por:

## Swimming Science I

el técnico y el grupo niños – auxiliar, que por lo expresado anteriormente este es el único caso en que el auxiliar debe ser el padre o la madre. Se realiza en el vaso de enseñanza, y la edad de los pequeños es entre 1 y 3 años. Los objetivos específicos para los niños son:

- Atraer la percepción visual.
- Incitar a coger objetos con sus manos
- Desarrollar la percepción auditiva: orientación, tiempos y ritmos.
- Desarrollar la percepción táctil: lengua, manos, cuerpo,...
- Desarrollar el tono del cuello para mantener la cabeza (y ojos) en posición horizontal
- Tonificar la espalda y brazos.
- Tonificar el tronco y piernas
- Percibir el espacio que le rodea y los objetos que hay en él.

### AQUAMATRO

El nombre de esta actividad está tomado de la conocida matrogimnasia, actividad terrestre que tuvo su auge en los años 70, donde las madres hacían ejercicio con sus hijos. Nuestro grupo lo componen: el técnico y el grupo niños – auxiliar, ya que está organizada para niños dependientes. En esta actividad no es obligatorio que el auxiliar sean los padres, ya que los objetivos no se transfieren al medio terrestre, como sí pasaba en la actividad anterior. La edad de los alumnos es de 3 a 5 años y el tipo de piscina es el vaso de enseñanza y puntualmente el vaso polivalente. Los objetivos de esta actividad son los propios del dominio del medio acuático:

- Familiarizar con el medio acuático.
- Controlar el cuerpo en flotación buscando variedad postural.
- Coordinar la respiración libre y ajustada a acciones.
- Realizar desplazamientos coordinando acciones propulsivas utilizando distintos segmentos corporales.
- Realizar zambullidas variando posiciones y alturas.
- Controlar el cuerpo en acciones básicas de giros.

### AQUA PSICOMOTRICIDAD

La mayoría de este grupo lo forman niños con síndrome de Down. Los pequeños son autónomos por lo que el grupo lo forman el técnico con los niños. Lo ideal para realizar esta actividad sería utilizar los dos tipos de vasos y la sala de psicomotricidad, para que los aprendizajes se transfieran del medio terrestre al acuático y viceversa. En la futura instalación así lo tenemos propuesto, pero actualmente solo podemos utilizar el vaso polivalente. La edad de los niños es entre los 4 y 6 años. Esta actividad, al igual que la estimulación precoz, está pensada en la utilización del medio acuático para que los niños conozcan su cuerpo, el mundo exterior y el mundo de los objetos y de los demás:

- Conocer su propio cuerpo. Los segmentos, la vestimenta, funciones,...
- Conocer el espacio. Cómo movernos en él.
- Conocer y vivenciar desplazamientos variando posturas, trayectorias y partes del cuerpo que los efectúan.
- Conocer y vivenciar giros variando los ejes y su orientación y las posiciones corporales.
- Conocer y vivenciar saltos variando los factores que influyen en ellos.
- Conocer y vivenciar manipulaciones con objetos y móviles.

### INICIACIÓN ACUÁTICA

Esta actividad tiene los mismos objetivos y está propuesta para la misma edad que aquamatro. La diferencia entre una actividad y otra es la composición del grupo. En este caso los niños son autónomos y no necesitan de auxiliar para realizar las tareas.

### ESCUELA ACUÁTICA.

Esta actividad tiene como objetivo el dominio de las habilidades acuáticas básicas, con una organización en grupos de nivel, donde cada grupo tiene su profesor, objetivos, espacio y nombre del grupo determinados. En la próxima instalación tenemos propuestos cuatro

## Swimming Science I

niveles, que ahora no podemos organizar por la carencia que tenemos de espacio. Actualmente tenemos dos calles con dos subgrupos en una de ellas y el último nivel se trabaja en el equipo de iniciación. En esta actividad comienzan a partir de 4 años y los niños son autónomos.

### APRENDIZAJE ADULTOS.

Nunca es tarde para perderle el miedo al agua es el objetivo primordial que tenemos en el grupo de la tarde, donde carecemos del espacio necesario para dedicarle a que dominen el medio, y si tenemos la necesidad de ubicarlos rápidamente en otras actividades. Sin embargo en el horario de la mañana tenemos un grupo de adultos que trabajan los objetivos específicos del aprendizaje de dominio de flotaciones, propulsiones,...etc, propios de la iniciación y se realiza en el vaso de enseñanza.

### HIDROTERAPIA

Esta actividad tiene dos agrupaciones: los discapacitados **Autónomos** (hidro A) y los discapacitados **Dependientes** (Hidro D). Los primeros están en el vaso polivalente y los segundos alternan los dos tipos de vasos, dependiendo del grado de la discapacidad. Ambos grupos son reducidos: dos y tres alumnos por técnico y los objetivos son:

- Desarrollar la coordinación de todos los segmentos corporales, el tono y habilidades acuáticas básicas.
- Coordinar la respiración libre y ajustada a acciones.
- Desarrollar la relajación global y segmentaria.
- Trabajar las zambullidas desde distintos grados de altura.
- Controlar impulsos, deslizamientos e inmersiones.
- Desarrollar la flexibilidad, polarizando la atención en los miembros afectados.
- Desarrollar la fuerza, polarizando la atención en los miembros afectados.
- Desarrollar la comunicación y expresión corporal y gestual.
- Desarrollar la resistencia psicológica ante esfuerzos continuos y crear actitudes positivas ante la superación de obstáculos y mejoras personales.
- Aumentar el grado de autonomía.
- Trabajar en grupo.

### ESCUELA DE ESPALDA

Este grupo lo componen discapacitados motóricos, que tienen dolores óseos y musculares, por las posturas que han adoptado con el uso de sillas, muletas o andadores. El vaso polivalente es el que se utiliza con este grupo y puntualmente el de enseñanza. Todos son autónomos y además del trabajo flexibilidad y tonificación, se trabaja la propiocepción y la percepción de posturas para que transfieran esta actitud a su vida cotidiana:

- Conocer, ejecutar e interiorizar ejercicios de elasticidad muscular y movilidad articular en agua y tierra.
- Conocer, ejecutar e interiorizar acciones y posiciones del tono de acción y de posición en agua y tierra.
- Conocer, ejecutar e interiorizar técnicas de relajación en agua y tierra.
- Conocer, ejecutar e interiorizar ejercicios de coordinación en acciones cotidianas y no cotidianas en agua y tierra.
- Conocer y eliminar acciones y posiciones no adecuadas.

### AQUAFITNESS.

La mayoría de los que componen este grupo son discapacitados intelectuales, por la tendencia que tienen al sobrepeso. Todos son autónomos y tienen a partir de 15 años. Se utiliza el vaso polivalente y en la futura instalación tenemos programado un grupo en el vaso de enseñanza. Los objetivos son:

- Desarrollar la coordinación de todos los segmentos corporales.
- Controlar el ritmo respiratorio en la realización de los ejercicios.
- Desarrollar la relajación global y segmentaria.
- Controlar remadas, patadas y deslizamientos.
- Desarrollar la resistencia aeróbica.

## Swimming Science I

- Desarrollar la flexibilidad, polarizando la atención en los miembros afectados.
- Desarrollar la fuerza, polarizando la atención en los miembros afectados.
- Desarrollar la resistencia psicológica ante esfuerzos continuos y crear actitudes positivas ante superación de obstáculos y mejoras personales.
- Desarrollar relaciones sociales.

### NATACIÓN PARA TODOS

Esta actividad se realiza en el vaso polivalente y el grupo lo componen un alto porcentaje de discapacitados intelectuales. La edad del grupo es desde los 15 años y no hay límite. El objetivo es la práctica de la natación como objetivo recreativo y saludable, por lo que se trabaja en el dominio de los estilos de nado, salidas y virajes, así como el conocimiento del reglamento básico. Participan en campeonatos open de las distintas ciudades andaluzas y en los campeonatos de Andalucía de la FADDF, donde están incluidos dos objetivos deportivos distintos, pero no por ello reñidos: el recreativo “natación para todos” y el competitivo “rendimiento”.

- Controlar y mantener la resistencia aeróbica.
- Controlar y mantener la velocidad.
- Controlar y mantener la fuerza resistencia
- Conocer y ejecutar ejercicios de flexibilidad.
- Desarrollar la coordinación dinámica general.
- Coordinar la respiración libre y ajustada a acciones.
- Conocer y realizar la técnica de los cuatro estilos, salidas virajes y su reglamento.
- Desarrollar la relajación global y segmentaria.
- Controlar impulsos, deslizamientos e inmersiones.
- Desarrollar la comunicación y expresión corporal y gestual.
- Desarrollar la resistencia psicológica ante esfuerzos continuos y crear actitudes positivas ante superación de obstáculos y mejoras personales.
- Aumentar el grado de autonomía.
- Trabajar por parejas y pequeños grupos en juegos cooperativos y competitivos.

### EQUIPO DE COMPETICIÓN

En esta actividad hay tres grupos: iniciación (de 8 a 12 años), especialización (de 12 a 15 años) alto rendimiento (a partir de los 16 años). Cada grupo tiene sus objetivos, trabajo y espacio. En el grupo de iniciación se trabajan objetivos del cuarto nivel de la escuela acuática, que tenemos programada para la futura instalación. Cada grupo trabaja sus objetivos específicos y entre los tres se intentan conseguir los siguientes:

- Conocer y realizar la técnica de los cuatro estilos y su reglamento.
- Percibir espacios en salidas, virajes y llegadas:
- Percibir tiempos y distancias.
- Conocer las normas de salud física/deportiva:
- Conocer los protocolos de una competición y sus elementos.
- Mejorar la resistencia aeróbica.
- Mejorar la velocidad de reacción y desplazamiento.
- Mejorar la fuerza resistencia.
- Mejorar y mantener la flexibilidad.
- Trabajar la técnica
- Experimentar las distintas pruebas, distancias y estilos, en competición.

Actualmente nuestro grupo de iniciación participa en los campeonatos de Andalucía de la FADDF, en los Open de las distintas ciudades andaluzas que los organizan como: Huelva, Sevilla y Córdoba; y en los Juegos Deportivos Municipales de Córdoba (campeonato abierto a niños sin discapacidades).

Y de nuestros absolutos: cuatro participan en la Liga Andaluza de Clubes, que organiza la Federación Andaluza de Natación (abierto a nadadores sin discapacidad) además de los Campeonatos de Andalucía de la FADDF y en los de España de la FEDDF, con tres primeros puestos, un tercer puesto y un cuarto puesto en los últimos campeonatos celebrados en Zaragoza.

## Swimming Science I

Con vistas a la apertura de la nueva PISCINA PARA DISCAPACITADOS esperamos tener la posibilidad de seguir creciendo y dando la oportunidad de trabajar en el medio acuático a todos los discapacitados que así lo soliciten.

### 3. OTRAS ACTIVIDADES.

En la futura instalación, tendremos dos vasos (enseñanza y polivalente), una sala psicomotriz y una sala de musculación. Es estas salas se organizarán actividades terrestres que no tengan relación con el agua, por lo que no vamos a describirlas aquí, pero en otros momentos serán dos zonas terrestres que complementen los objetivos que están propuestos y trabajados en algunas actividades acuáticas que anteriormente hemos presentado como: estimulación precoz, aquapsicomotricidad y escuela de espalda.

Otras actividades acuáticas las pretendemos llevar como copia exacta con las mejoras que ofrece el contar con más espacio.

Y otras serán nuevas para la mayoría de ellos. Una de estas actividades nuevas que tenemos programadas es:

### PREPARACIÓN FÍSICA.

En Córdoba hay un equipo muy bueno de bádminton adaptado, en el que uno de los jugadores realiza en tierra el trabajo de técnica, velocidad de reacción y desplazamiento, y otra parte de la preparación física la trabaja en agua: mejora de la resistencia aeróbica, trabajo compensatorio y movilidad articular y relajación. Este jugador era anteriormente nadador, por lo que él se adaptó a este trabajo con mucha facilidad. El resto del equipo no domina el medio acuático pero se les ha ofertado esta actividad para realizarla en la nueva instalación y están interesados en ella.

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- Blázquez, D. (1998). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Zaragoza: INDE.
- Castañón, F.J.; Navarro, F. y Oca, A. (2003). *El entrenamiento del nadador joven*. Madrid: Gymnos.
- Jaqueti, E. (2003). Psicomotricidad en el medio acuático. *Revista Nsw. Asociación Española Técnicos de Natación* Nº 4 (pag. 44-54)
- Jaqueti, E. (2005) La conducta psicomotriz en la Iniciación deportiva de la natación I. *Revista Nsw. Asociación Española Técnicos de Natación*. Nº 1 (pag. 23-30)
- Jaqueti, E. (2006) La conducta psicomotriz en la iniciación deportiva de la natación II. *Revista Nsw. Asociación Española Técnicos de Natación*. Nº 1 (pag. 1-3)
- Locke, J. (1982). *Pensamientos sobre la educación*. Madrid: Akal.
- Maigre, A. y Destrooper, J. (1976). *La educación psicomotora*. Madrid: Morata.
- Pieron, M. (1988): *Didáctica de la educación física y el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Soler, A. y Jimeno, M. (1998). *Actividades acuáticas para personas mayores*. Madrid: Gymnos.

### EL AUTOCONCEPTO FÍSICO DE LOS NADADORES FRENTE A OTRAS MODALIDADES DEPORTIVAS

Luís Lozano, Armando Cocca, Francisco Salinas, María Teresa Miranda, Jesús Viciano

Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Granada, España.

#### RESUMEN

En esta investigación estudiamos el componente físico del autoconcepto, a través de una encuesta aplicada a 104 deportistas de siete modalidades diferentes. Puesto que el autoconcepto físico forma parte del autoconcepto global y éste determina gran parte de la personalidad y comportamiento, no sólo en el deporte, sino ante la sociedad, y dado que la actividad deportiva configura el carácter personal de los sujetos, nos propusimos indagar sobre cuáles son los rasgos más importantes que la natación como deporte competitivo va marcando en los nadadores en comparación con otras modalidades deportivas. Usamos el Physical Self Description Questionnaire de Marsh y col. (1994) con 11 dimensiones para detectar la influencia del ambiente deportivo sobre ellas. Los resultados del ANOVA mostraron diferencias significativas en ocho de las 11 dimensiones del autoconcepto físico entre las modalidades deportivas estudiadas. La natación presentó diferencias significativas con respecto al rugby en autoestima, y en grasa corporal con respecto al fútbol, gimnasia deportiva y voleibol. Otras diferencias entre deportes se discuten en función de los resultados.

**Palabras clave:** Natación, autoconcepto global, cuestionario.

#### INTRODUCCIÓN

El autoconcepto es un constructo que se puede definir como las percepciones que tiene el individuo sobre sí mismo, que se forman a través de la experiencia y de la interpretación de su entorno (Shavelson y col., 1976). Uno de los componentes más importantes del autoconcepto global en los niños es el *autoconcepto físico* (Klesges y col., 1992). Éste se define como las percepciones que tienen los sujetos sobre sus habilidades físicas y su apariencia física (Stein, 1996).

El autoconcepto juega un papel decisivo y central en el desarrollo de la personalidad, tal como lo destacan las principales teorías psicológicas. Un autoconcepto positivo está en la base del buen funcionamiento personal, social y profesional; de él depende, en buena medida, la satisfacción personal y el sentirse bien consigo mismo (Goñi y Zulaika, 2004). Por otra parte, diferentes estudios ponen de manifiesto la contribución del autoconcepto físico en el desarrollo del autoconcepto global (Hatfield y Sprecher, 1986).

La adolescencia es una de las etapas en la que el autoconcepto físico cobra mayor relevancia. Esta es una etapa de importantes cambios físicos en la que se desarrollan los caracteres secundarios, convirtiéndose en una de las preocupaciones principales de los adolescentes (Clifford, 1971). Diversos estudios han observado cómo el autoconcepto físico decae en esta etapa de manera natural (Marsh y Craven, 1997), mientras que la práctica deportiva lo incrementa (Alfermann y Stoll, 2000). Además, Newcomb y Bukowski (1985) encontraron que conforme los niños se acercaban a la adolescencia, valoraban más la apariencia física y las habilidades deportivas frente a las habilidades académicas a la hora de elegir a sus amigos, apareciendo el deporte como un factor importante en el desarrollo y en la vida de los adolescentes. Además, Farley (2006) comprobó que la participación deportiva desarrollaba el carácter, entendido como mucho más que sólo el desarrollo de cualidades personales.

## Swimming Science I

Por tanto, podríamos deducir lógicamente, que según la modalidad deportiva que practiquemos y los comportamientos que observemos en ese ambiente deportivo, así iremos conformando la personalidad y el autoconcepto de sus practicantes. La intención de nuestro estudio fue comprobar si efectivamente el ambiente deportivo y el tipo de relaciones que fomenta cada modalidad deportiva eran influyentes en las diferentes dimensiones del autoconcepto físico y en qué sentido influían, extrayendo las diferencias entre la natación y otros siete deportes.

### MÉTODO

La muestra utilizada fue de 104 deportistas (con una edad media de 21 años) de ocho modalidades deportivas diferentes: natación (n=15), gimnasia deportiva (n=19), fútbol (n=11), judo (n=14), voleibol (n=15), balonmano (n=6), baloncesto (n=12) y rugby (n=12). Se aplicaron dos condiciones a la muestra: sólo formaron parte del estudio los deportistas de género masculino, dado que el género es influyente en las diferentes dimensiones del autoconcepto físico (Morenoy col., 2007), y sólo se encuestaron a los deportistas que llevaban al menos dos años practicando el deporte en cuestión, con la finalidad de que las características y el ambiente deportivo que envuelve a dicha modalidad hubieran afectado a la opinión y al carácter. Todos los deportistas encuestados tenían ficha federativa actualizada y participaban en competiciones nacionales y regionales durante la temporada 2006-2007.

Se siguió un diseño cuasiexperimental, donde la modalidad deportiva practicada constituyó la variable influyente en el autoconcepto físico. La variable dependiente medida fue el autoconcepto físico con sus 11 dimensiones: salud, coordinación, actividad física, grasa corporal, fuerza, flexibilidad, resistencia, competencia deportiva, apariencia física, autoconcepto físico global y autoestima, que definimos más adelante.

El instrumento utilizado para la medición del autoconcepto físico fue el cuestionario validado *Physical Self Description Questionnaire* (PSDQ) de Marsh y col. (1994), formado por 70 ítems que miden nueve componentes específicos del autoconcepto físico: salud (referido a la percepción del nivel de salud de los deportistas y su predisposición a caer enfermos), coordinación (referida a la capacidad de realizar movimientos armónicos y a la habilidad de ser coordinados en los mismos), actividad física (referido a la frecuencia de realización de práctica física y a la intensidad de la misma), grasa corporal (referido a la percepción que se posee de tener sobrepeso, demasiada grasa corporal o grandes perímetros corporales), competencia deportiva (referido a la capacidad de ser hábiles y competentes en los deportes, así como el reconocimiento social para ello), apariencia física (referida a la autopercepción de los deportistas de su mayor o menor grado de belleza y aceptación física social y personal), fuerza, flexibilidad y resistencia (referidos a la fuerza, flexibilidad y resistencia que consideran que tienen los deportistas), y dos componentes globales: autoconcepto físico global (referido al grado de satisfacción que tienen los deportistas con los diversos parámetros y capacidades físicas) y autoestima (referido al grado de acuerdo con las capacidades y habilidades en general que muestran en la vida, su utilidad y sentimiento de orgullo de uno mismo). En el PSDQ el sujeto debe valorar en una escala de 1 a 6 el grado de acuerdo con el ítem correspondiente.

### RESULTADOS

Tras el análisis Anova de los datos recogidos a través del cuestionario, excepto en algunos casos donde aplicamos el test de Kruskal Wallis no paramétrico en alguna variable que resultó no normal, los registros medios globales de todos los deportes estudiados muestran un nivel de autoconcepto elevado o medio en general, según la dimensión que abordemos (ver tabla 1). Si consideramos que el valor medio más alto posible es 6, en la mayoría de las dimensiones del autoconcepto los valores se acercan a este número superando los valores medios. Si bien la grasa corporal muestra un valor bajo, hemos de considerar que los ítems de esta dimensión estaban formulados de manera negativa, del tipo: “tengo la cintura muy



## Swimming Science I

ancha". Es decir, si invertimos la puntuación, la tendencia sigue siendo la misma que en el resto de dimensiones, a favor de un autoconcepto positivo. En el caso de actividad física, donde quizá debieran los valores ser más elevados dada la característica federada de la muestra, las medias de valoración son media-altas porque se hace referencia a una participación multideportiva en los ítems que la definen, del tipo: "Practico muchos deportes, baile, gimnasia u otras actividades físicas", mientras que los deportistas encuestados se dedicaban casi exclusivamente a uno de ellos.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos. Medias de los deportes estudiados en las once dimensiones del Autoconcepto.

AUTOCONCEPTO/ DEPORTES	COORD.	ACT. FÍS.	GRASA COR.	COMP. DEPOR.	FUERZA	
	Media	Media	Media	Media	Media	
Gimnasia deportiva	5.0968	4.290	1.5000	4.6753	4.2979	
Fútbol	4.5309	4.166	1.4245	5.0918	3.6218	
Judo	4.1436	4.928	1.8107	4.3207	3.6779	
Voleibol	4.6553	3.921	1.3673	5.1233	3.9220	
Balonmano	4.1350	4.912	3.8050	4.1367	3.8600	
<b>Natación</b>	<b>4.0673</b>	<b>4.511</b>	<b>2.8327</b>	<b>3.9213</b>	<b>3.5993</b>	
Baloncesto	4.3058	4.694	2.0967	4.4983	3.7458	
Rugby	3.8194	4.417	2.5972	3.9056	4.0694	
<b>Total</b>	<b>4.4023</b>	<b>4.439</b>	<b>2.0354</b>	<b>4.4872</b>	<b>3.8726</b>	
AUTOCONCEPTO/ DEPORTES	FLEX.	RESIS.	AUT. FIS.	AUTOEST.	SALUD	APAR. FIS.
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Gimnasia deportiva	4.54	3.2195	4.9747	4.254	4.5495	3.491
Fútbol	3.56	4.4255	5.0155	4.407	4.4645	3.591
Judo	3.18	4.1786	5.0236	4.373	4.4007	3.369
Voleibol	3.26	3.3987	5.1873	4.264	4.198	3.601
Balonmano	3.08	3.8017	4.4417	4.265	4.2567	3.358
<b>Natación</b>	<b>3.57</b>	<b>4.1213</b>	<b>4.5887</b>	<b>4.039</b>	<b>4.4053</b>	<b>3.156</b>
Baloncesto	3.61	4.2517	4.3883	4.102	4.3725	3.625
Rugby	3.17	4.6083	4.3722	3.038	4.3229	3.203
<b>Total</b>	<b>3.58</b>	<b>3.9450</b>	<b>4.7927</b>	<b>4.099</b>	<b>4.3855</b>	<b>3.427</b>

Centrándonos en la Natación, podemos observar cómo en la mayor parte de las dimensiones del autoconcepto, los nadadores presentan un perfil muy similar a la media del resto de deportes analizados, si bien hay que hacer una excepción con la grasa corporal, cuyo registro es superior a la media y sólo superado por los balonmanistas.

Por otro lado, la prueba estadística comparativa nos muestra la existencia de diferencias significativas en la mayoría de las dimensiones del autoconcepto, exceptuando la actividad física, la salud y la apariencia física, entre el conjunto global de los deportes estudiados. Estos datos se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Prueba Anova para las dimensiones del Autoconcepto.

AUTOCONCEPTO	Suma cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Coordinación	17.525	7	2.506	4.012	<b>.001</b>
Actividad Física	10.810	7	1.544	1.518	.170
Grasa Corporal	49.109	7	7.016	8.036	<b>.000</b>
Competencia Dep.	20.753	7	2.965	6.393	<b>.000</b>
Fuerza	6.475	7	.925	2.303	<b>.033</b>
Flexibilidad	25.011	7	3.573	8.161	<b>.000</b>
Resistencia	24.780	7	3.540	3.733	<b>.001</b>
Autocon. Fís. Gl.	9.705	7	1.386	2.958	<b>.008</b>
Autoestima	16.697	7	2.385	16.516	<b>.000</b>

## Swimming Science I

Salud	1.265	7	.181	.751	.629
Apariencia Física	3.077	7	.440	1.925	.074

En la tabla 3, donde se representan los datos de la prueba de comparaciones múltiples, la Natación muestra diferencias significativas en la grasa corporal con respecto a la gimnasia deportiva, el fútbol y el voleibol. Igualmente, presenta indicios de significación ( $p=.054$ ) con respecto al voleibol en competencia deportiva.

Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples de Tamhane para varianzas desiguales de Natación con el resto de deportes en las dimensiones del Autoconcepto.

NATACIÓN	GIM. DEP. Sig.	FÚTBOL Sig.	JUDO Sig.	VOLEI. Sig.	BM. Sig.	BC. Sig.	RUG. Sig.
Coordinación	.127	.995	1.000	.947	1.000	1.000	1.000
Activ. Física	1.000	1.000	1.000	.998	1.000	1.000	1.000
Grasa Corp.	<b>.025</b>	<b>.018</b>	.311	<b>.011</b>	1.000	.974	1.000
Comp. Deport.	.591	.107	1.000	.054	1.000	.987	1.000
Fuerza	.416	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.971
Flexibilidad	.073	1.000	1.000	1.000	.999	1.000	.999
Resistencia	.409	1.000	1.000	.897	1.000	1.000	1.000
Autoc. Físico	.969	.966	.917	.564	1.000	1.000	1.000
Autoestima	.981	.341	.599	.997	.995	1.000	<b>.001</b>
Salud	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Apariencia Fís.	.909	.624	1.000	.549	1.000	.561	1.000

Por otro lado, en el resto de dimensiones se comporta como el resto de los deportes, con la excepción de la autoestima, donde las diferencias con el rugby aparecen como altamente significativas a favor de este último, cuestión que se repite también al comparar el rugby con el resto de los deportes estudiados.

### DISCUSIÓN

Las relaciones familiares, amistades y aceptación social son los factores que juegan el papel más importante en la adolescencia para la construcción de autoconcepto propio (Todd y Kent, 2003). Además Rosenberg (1979) ya determinó que la construcción del autoconcepto se determinaba por factores contextuales. Dado que investigaciones anteriores han puesto de manifiesto que la participación deportiva desarrolla el carácter, entendido como mucho más que sólo el desarrollo de cualidades personales Farley (2006), y que el deporte forja las creencias y las características psicológicas particulares (Reinboth, Duda y Ntoumanis, 2004), ¿cuáles son los rasgos del autoconcepto de los nadadores como agentes activos de un deporte individual competitivo?

Frente a otros deportes, sólo la resistencia y la actividad física son dimensiones o componentes que se sitúan por encima en los valores medios, pero quizá debemos aumentar la muestra del estudio para llegar a diferencias estadísticas significativas en estas dimensiones del autoconcepto físico. Sólo la percepción propia de grasa corporal es mayor de manera significativa. Esto refleja quizás la posesión real de un porcentaje de grasa superior al del resto de los deportes, posiblemente debido a que este factor no influye tanto sobre el peso corporal en flotación y además porque incluso puede ayudar a mantener el centro de flotación en equilibrio si la acumulación de grasa es en el tren inferior.

Parece lógico pensar, como han mostrado los datos, que no haya habido diferencias en las dimensiones de actividad física, salud ni apariencia física, ya que independientemente de la modalidad deportiva practicada, el entrenamiento y la actividad física que implica desarrollar un deporte a niveles competitivos, repercute de la misma manera en la cantidad de actividad física realizada, en la salud que proporciona (frecuencia e intensidad de la práctica) y debiera mostrar independencia respecto a la apariencia física de los deportistas.

## Swimming Science I

Debido a que existen diferencias en género y en la edad de los sujetos respecto a la opinión del autoconcepto (Klomsten, Skaalvik y Espnes, 2004), deberíamos aumentar la muestra en futuras investigaciones contemplando estos dos factores para determinar posibles diferencias propias de diferentes rangos de edad y del género, además de contemplar la modalidad deportiva. Igualmente consideramos limitante y rectificable en el futuro, el tipo de investigación cuantitativa que nos impide profundizar en las causas de las opiniones manifestadas en el PSDQ. Finalmente, y dado que el nivel deportivo de élite influye de manera diferente en el desarrollo personal de los deportistas (Rudd y Stoll, 2004), tanto en el desarrollo moral como social, pensamos que también habría que diferenciar un estado de competición nacional y regional, como la investigación que hemos presentado, de la élite deportiva mundial en futuras investigaciones.

### CONCLUSIONES

Según hemos comprobado en el estudio, la natación, como cualquier otro deporte, presenta valores altos del autoconcepto físico, tal y como ha ocurrido con otras variables psicológicas como la percepción de competencia (Moreno y col., 2007), aportando por tanto a los sujetos que la practican una clara ventaja psicológica y de desarrollo personal sobre los que no practican modalidad deportiva alguna. Sin embargo, los nadadores sólo diferencian su autoconcepto de otros deportistas en la percepción de la grasa corporal.

### Bibliografía

- Alfermann, D. & Stoll, O. (2000). Effects of physical exercise on self-concept and well-being. *International Journal of Sport Psychology*, 31(1), 47-65.
- Clifford, E. (1971). Body satisfaction in Adolescence. *Perceptual and Motor Skills*, 33 (1), 119-125.
- Farley, K.M. (2007). Developing character through Sport/athletic participation. *The sport supplement. A supplement of the Sport Journal*, 15 (2).
- Goñi, A. & Zulaika, L.M. (1999). La participación en el deporte escolar y el autoconcepto en escolares de 10 y 11 años de la provincia de Guipúzcoa. *Apunts, Educación Física y Deportes*, 59, pp. 6-10.
- Hatfield, E. & Sprecher, S. (1986): *The physical attractiveness phenomena*. New York and London: Plenum Press.
- Klesges, R.C., Haddock, C.K., Stein, R.J., Klesges, L.M., Eck, L.H. & Hanson, C.L. (1992). Relationship between psychosocial functioning and body fat in preschool children: a longitudinal investigation. *Journal of consulting and clinical psychology*, 60 (5), 793-796.
- Marsh, H.W., & Craven, R. (1997). Academic self-concept: Beyond the dustbowl. In G. Phye (Ed.), *Handbook of classroom assessment: Learning, achievement, and adjustment* (pp. 131-198). Orlando, FL : Academic Press.
- Marsh, H.W., Richards, G.E., Johnson, S., Roche, L. & Tremayne, P. (1994). Physical Self-Description Questionnaire: Psychometric Properties and a Multitrait-Multimethod Analysis of Relations to Existing Instruments. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 16 (3), 270-305.
- Moreno, J.A., Cervelló, E., Vera, J.A. y Ruiz, L.M. (2007). Physical self-concept of Spanish schoolchildren: Differences by gender, sport practice and levels of sport involvement, *Journal of Education and Human Development*, 1 (2).
- Newcomb A.F. & Bukowski W.M. (1985). Variability in peer group perceptions: support for the controversial sociometric classification group. *Development Psychology*, 21 (6), 1032-1038.
- Reinboth, M., Duda, J.L. y Ntoumanis, N. (2004). Dimensions of coaching behavior, need satisfaction, and the Psychological and Physical welfare of Young Athletes. *Motivation and Emotion*, 28 (3), 297-310.
- Rosenberg (1979). *Conceiving the self*. Malabar. FL Krieger.

## Swimming Science I

- Rudd, A. y Stoll, S. (2004). What type of character do athlete's possess? An empirical examination of college athletes versus college non athletes with the RSBH value judgment inventory. *The Sports Journal*, 7 (2).
- Schmalz, D.L., & Davison, K. K. (2006). Differences in Physical Self-concept among Adolescents Who Participate in Gender-Typed, Cross-Gendered, and Gender Neutral Sports. *Journal of Sport Behavior*, 29, 335-352.
- Shavelson, R.J., Hubner J.J. & Stanton, G.C. (1976). Self-Concept: Validation of Construct Interpretations. *Review of Educational Research*, 46 (3), 407-441.
- Stein, R.J. (1996). Physical self-concept. In Bracken, B.A. (ed.), *Handbook of Self-Concept* (pp.374–394). New York: Wiley.
- Tod & Hodge (2001). In Ryan, H.K. y Parker, M. (2005). *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76 (1), A108, 2p.
- Todd, S.Y. y Kent, A. (2003). Student athletes' perceptions of self. *Adolescence*, 38.
- Klomsten, A.T., Skaalvik, E.M. y Espnes, G.A. (2004). Physical self-concept and sports: do gender differences still exist? *Sex roles: A Journal of Reserarch*, 50 (1-2), 119-127.

### LA DEPORTIVIDAD DE LOS NADADORES FRENTE A OTRAS MODALIDADES DEPORTIVAS DE EQUIPO

Armando Cocca, Luís Lozano, Francisco Salinas, María Teresa Miranda, Jesús Viciano

Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Granada, España.

#### RESUMEN

El deporte participa en el desarrollo de la personalidad, en sus aspectos psicosocial, ético y moral. Sin embargo, en muchos deportes, nos enfrentamos a menudo a situaciones éticas y moralmente incorrectas. Resulta interesante estudiar cómo se desarrolla la deportividad del deportista y como varía según el deporte y los ambientes deportivos, evaluando las diferencias entre nadadores y otros deportistas. La muestra se compuso de 59 atletas de cinco modalidades deportivas. Utilizamos el cuestionario *Multidimensional Sportpersonship Orientations Scale*. Asimismo se halló que los futbolistas se comprometen más que los nadadores en el entrenamiento y con el equipo ( $p < .008$ ); los nadadores sin embargo respetan las reglas y el arbitraje más que los jugadores de rugby ( $p < .015$ ), y reconocen el buen trabajo de sus adversarios más que los futbolistas ( $p < .005$ ). Sin embargo, siendo la natación un deporte individual, se determina un mayor desarrollo del ego, y una menor capacidad de aceptar la derrota y las instrucciones del entrenador respecto al fútbol ( $p < .002$ ) o rugby ( $p < .001$ ). En conclusión, aparte las diferencias con otros deportes, los nadadores tienen un nivel de deportividad muy elevado.

**Palabras claves:** moral; comportamiento ético en el deporte; natación.

#### INTRODUCCIÓN

La actividad-física deportiva es un factor muy importante en el proceso de socialización del niño y adolescente para el desarrollo de conductas morales apropiadas (Roberts, 2001), siendo el deporte competitivo un contexto muy importante para el desarrollo psicosocial y moral de los deportistas (Kavussanu y Roberts, 2001).

La actividad deportiva encierra numerosos valores positivos de relación social, cooperación para conseguir fines comunes en el equipo, respeto por las normas y a los jueces deportivos, mejora del autoconcepto físico y global que lleva a una mejor adaptación social, afán de superación, etc. (Ryska, 2003).

Sin embargo, nos encontramos muy a menudo comportamientos poco deseables en diferentes deportes, donde quizá la máxima expresión de esta relación negativa deporte-violencia sea el fútbol (Viciano y col., 2007) y otros deportes muy particulares como el hockey sobre hielo, por ejemplo.

Por ello, nos preocupa conocer el desarrollo de los valores positivos por el deporte, donde la deportividad y el fairplay se erigen como los factores más mencionados y estudiados (Sheridan, 2003). La deportividad se ha definido atendiendo a varios factores: a la actitud general de la conducta deportiva (Kroll, 1976), al respeto a normas establecidas (Giebink y McKenzie, 1985), a la interacción social positiva en el juego (Feezel, 1986) y a la tendencia a comportarse según los propios patrones morales, incluso cuando las circunstancias inciten a otro tipo de comportamientos (Weiss y Bredemeier, 1986). Estos comportamientos se pueden aprender y de hecho, son las circunstancias sociales las que nos hacen aprender socialmente de manera diferente (Bandura, 1986), además de la influencia de las relaciones interpersonales (Boixadós y col., 2004). Incluso el propio razonamiento moral viene condicionado por las circunstancias deportivas, donde en competición, los deportistas manifiestan menos razonamiento que en situaciones no deportivas (Bredemeier y Shields, 1998). Farley (2006) incluso comprobó que la participación deportiva desarrollaba el carácter, entendido como mucho más que sólo el desarrollo de cualidades personales. El

## Swimming Science I

deporte forja las creencias, basándose en las acciones que uno realiza y en la observación de las acciones de los demás al practicar esa modalidad deportiva, creando una vida real y particular para cada deporte o tipo de juego (Tod y Hodge, 2001).

Por ello, las circunstancias que definen a los diferentes deportes y el comportamiento moral, ético y social de los deportistas de una modalidad deportiva determinada deberían influir en el grado de deportividad que muestran. Nuestro estudio trató concretamente de comprobar si efectivamente el ambiente deportivo y el tipo de relaciones que fomenta cada modalidad deportiva eran influyentes en las diferentes dimensiones de la deportividad y en qué sentido influían, extrayendo las diferencias entre la natación y otros cuatro deportes.

### MÉTODO

La muestra utilizada fue de 59 deportistas (con una edad media de 19,37 años) de cinco modalidades deportivas diferentes: natación (n= 15), fútbol (n= 11), balonmano (n= 9), baloncesto (n= 12) y rugby (n= 11). Se aplicaron dos condiciones a la muestra: sólo formaron parte del estudio los deportistas de género masculino, dado que el género es influyente en las diferentes dimensiones de la deportividad, y sólo se encuestaron a los deportistas que llevaban al menos dos años practicando el deporte en cuestión, con la finalidad de que las características y el ambiente deportivo que envuelve a dicha modalidad hubieran afectado a la opinión y al carácter que aquellos manifestaban. Todos los deportistas encuestados tenían ficha federativa actualizada y participaban en competiciones nacionales y regionales durante la temporada 2006-2007.

El instrumento utilizado para la medición de la deportividad fue el cuestionario validado de Vallerand y col. (1997) Multidimensional Sportspersonship Orientations Scale (MSOS), cuya versión española fue validada por Martín-Albo y col. (2006), mostrando suficiente validez interna, consistencia y estabilidad temporal. El cuestionario está formado por 25 ítems que miden cinco dimensiones, compuesta cada una de cinco ítems: compromiso (que mide el grado con que los deportistas están comprometidos con el entrenamiento y con el trabajo de superación ante el equipo), convenciones sociales (que mide el grado con que los deportistas reconocen la superioridad o el trabajo desarrollado por sus rivales), reglas y árbitros (que mide el grado con que los deportistas respetan las decisiones arbitrales, las reglas del juego y decisiones de comités deportivos), enfoque negativo (que mide el grado con que los jugadores admiten sus errores, o critican las decisiones de sus entrenadores) y adversarios (que miden el grado con que los deportistas solicitan cuestiones positivas para sus adversarios ante lesiones o decisiones arbitrales injustas). En el MSOS el sujeto debe valorar en una escala de 0 a 10 el grado de acuerdo con el ítem correspondiente.

Se siguió un diseño cuasiexperimental, donde la modalidad deportiva practicada constituyó la variable influyente en la deportividad. La variable dependiente medida fue la deportividad con sus cinco dimensiones antes descritas.

### RESULTADOS

Los resultados muestran que todos los deportes estudiados presentan unos valores medios de deportividad medios-altos en todas las dimensiones de la misma, teniendo en cuenta que el rango de puntuación oscila desde 0 a 10 puntos (ver tabla 1).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos. Medias de los deportes estudiados en las cinco dimensiones de la Deportividad.

DEPORTIVIDAD/ DEPORTES	CONVEN. SOCIAL Media	REGLAS Y ARBITRAJE Media	COMPROMISO Media	ADVERSARIOS Media	ENF. NEGAT. Media
Fútbol	6.327	6.255	9.255	3.400	4.40
Balonmano	6.911	7.511	8.422	5.956	6.02
<b>Natación</b>	<b>7.320</b>	<b>7.680</b>	<b>7.480</b>	<b>6.253</b>	<b>6.71</b>
Baloncesto	5.617	5.950	7.967	4.967	5.92
Rugby	5.208	5.733	7.583	4.533	4.23
Total	<b>6.297</b>	<b>6.641</b>	<b>8.075</b>	<b>5.064</b>	<b>5.51</b>

## Swimming Science I

Respecto a la natación, las medias están por encima del total de todos los deportes en todas las dimensiones, excepto en el compromiso, cuyo valor es ligeramente más bajo que la media global, tal y como se aprecia en la tabla 1. Esto implica que los nadadores se consideran a sí mismo unos deportistas muy deportivos, respetuosos con sus adversarios y con las reglas y el arbitraje.

La prueba de Anova general para todos los deportes muestra diferencias significativas en la dimensión de reglas y arbitraje, muy significativas en el compromiso y en los adversarios, y altamente significativas en el enfoque negativo. En el convencimiento social, los datos revelan indicios de significación muy cercanos al valor de  $p = .05$ , concretamente  $.052$  (ver tabla 2).

Tabla 2. Prueba Anova para las dimensiones de la Deportividad

DEPORTIVIDAD	Suma cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conven. Social	38.879	4	9.720	2.518	<b>.052</b>
Reglas y Arb.	40.266	4	10.066	2.909	<b>.030</b>
Compromiso	24.742	4	6.185	3.889	<b>.008</b>
Adversarios	62.322	4	15.581	4.155	<b>.005</b>
Enfoque Negativo	58.938	4	14.734	6.828	<b>.000</b>

La prueba de comparaciones por pares entre la natación y el resto de deportes estudiados (ver tabla 3) se realizó utilizando el método Bonferroni para las varianzas homogéneas con respecto a las dimensiones de Compromiso, Adversarios y Enfoque Negativo; en el caso de las dimensiones de Convenciones Sociales y Reglas y Arbitraje, se usó el método Tamhane para las varianzas no homogéneas; asimismo, encontramos diferencias muy significativas en el compromiso y en los adversarios con respecto al fútbol, siendo altamente significativas en la dimensión de enfoque negativo. Con respecto al rugby las diferencias son altamente significativas en el enfoque negativo y significativas en la dimensión de reglas y arbitraje, mientras que hay indicios de significación en convenciones sociales.

En la comparación con el balonmano y el baloncesto, no se dan diferencias significativas en ninguna de las dimensiones de la deportividad.

Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples de Natación con el resto de deportes en las dimensiones de la Deportividad

NATACIÓN	FÚTBOL Sig.	BALONMANO Sig.	BALONCESTO Sig.	RUGBY Sig.
Compromiso	<b>.008</b>	.821	1.000	1.000
Adversarios	<b>.005</b>	1.000	.920	.258
Enfoque Negativo	<b>.002</b>	1.000	1.000	<b>.001</b>
Convenciones Sociales	.963	.996	.203	.072
Reglas y Arbitraje	.843	1.000	.124	<b>.015</b>

### DISCUSIÓN

La dimensión del compromiso indica, como se ha explicado en el método, el grado en que un atleta se compromete con el entrenamiento y con el equipo. Estudiando los resultados obtenidos, la puntuación media es muy alta en todos los deportes analizados demostrando que el nivel de implicación de los atletas en este sentido, es grande. Sin embargo, los jugadores de fútbol destacan, si los comparamos con los nadadores. Es más, aunque no se hallaran diferencias significativas en el compromiso, la puntuación media de los nadadores

## Swimming Science I

resulta más baja de la media general y de la de los demás deportes. Es probable que el grado de compromiso hacia el equipo, para los nadadores, sea más bajo en cuanto a que la participación en competencias es individual, mientras que los demás deportes considerados en esta investigación son exclusivamente de equipo. De todas maneras, los futbolistas resultan ser los atletas más comprometidos con el rendimiento personal y del equipo.

Al mismo tiempo, los futbolistas son los menos respetuosos con sus adversarios. La diferencia significativa que existe entre ellos y los nadadores se puede explicar de varias formas. Tod y Hodge (2001) nos dicen que para las creencias de un atleta (sea a nivel deportivo, sea a nivel ético y social en general) es importante, entre otros factores, el ejemplo comportamental de otros deportistas durante el juego. En este sentido, el ejemplo del fútbol moderno tal vez no sea el más adecuado para desarrollar un sentido de lealtad hacia el adversario (Viciano y col., 2007). El fútbol es uno de los deportes con más visibilidad, y los comportamientos a menudo poco deseables de los jugadores más famosos pueden influir de manera importante en las actitudes de los jóvenes deportistas durante sus partidos, construyendo al mismo tiempo en ellos la creencia que una conducta no deportiva hacia los adversarios sea justificable. Sin embargo, en natación de alto nivel se desconocen, u ocurren muy raramente, episodios de antideportividad hacia los adversarios, no produciéndose ejemplos negativos en este aspecto. La natación, junto al balonmano, es el único deporte que tiene una puntuación media por encima del cinco, lo cual indica que el respeto de los adversarios es muy desarrollado en los nadadores. Este resultado se puede justificar también mirando a las características específicas de este deporte: donde no existe durante las competencias ningún tipo de contacto físico entre los atletas, hecho que reduce la posibilidad que se creen situaciones que induzcan a la antideportividad hacia el adversario. Además, el nadador es incitado a ganar a sus adversarios, pero también la superación de sí tiene un valor muy elevado. El esfuerzo no sólo es dirigido a la victoria final, sino también a mejorar las marcas individuales, la propia performance. Esto hace que el nadador tenga una consideración de su rendimiento tal vez más centrada en sí y más real, y menos en los adversarios con los que compete, mientras que en los demás deportes estudiados esta tendencia se reduce.

En cuanto al enfoque negativo, los nadadores, que tienen la puntuación más alta, resultan ser los que menos aceptan las críticas y correcciones de sus entrenadores, así como reconocen con más dificultad la derrota. Y este aspecto se enfatiza con respecto a fútbol y rugby. De hecho, los jugadores de rugby son los que tienen más en cuenta las intervenciones de los entrenadores, y al mismo tiempo su sentido del juego de equipo parece ser más desarrollado. En fútbol, la diferencia con natación es también significativa. Es necesario subrayar cómo en los deportes de equipo, las intervenciones hechas por los entrenadores son, en parte, dirigidas al equipo, y en parte, a los atletas individualmente. Además, en caso de derrota, los entrenadores suelen enfatizar los errores cometidos por el equipo, ya que perder un partido casi siempre depende del rendimiento general del conjunto de jugadores más que de un sólo atleta. Por eso, los mismos jugadores reciben las correcciones del entrenador de forma tal vez más serena, ya que muchas veces las comparten con los compañeros. Este factor psicológico es muy importante a la hora de aceptar una crítica. Compartir la derrota con otros hace que se reduzcan las responsabilidades individuales, y que se encuentren fáciles excusas para justificar el propio rendimiento, remitiendo las culpas al equipo. Los nadadores, como hemos dicho antes, suelen competir individualmente. Este aspecto es fundamental, porque hace que una victoria, o una derrota, sólo dependa del rendimiento individual. Asimismo, las críticas de los entrenadores son directas e individuales, y de eso puede proceder la dificultad de los atletas de natación en aceptar sus intervenciones. Al mismo tiempo, un enfoque negativo alto indica que los nadadores tienen un ego muy desarrollado, con respecto a otras modalidades deportiva. Esto es lógico, y es consecuencia de las características propias de este deporte, donde el atleta se enfrenta a otros y al mismo tiempo se desafía a sí mismo, buscando siempre mejoras en su rendimiento. El único factor del que depende una victoria o una derrota, en el caso de la natación, es la performance personal.



## Swimming Science I

Otro aspecto a considerarse es el respeto a las reglas y a las decisiones arbitrales. Entre las modalidades deportivas analizadas, los nadadores resultan ser los más respetuosos de las normas y del arbitraje. Al contrario, los jugadores de rugby son los deportistas que menos respetan las reglas del juego y las decisiones arbitrales. Es claro que en deportes colectivos, y donde el contacto físico es frecuente y a veces violento, las decisiones arbitrales son más difíciles y sujetas, tal vez, a una mayor posibilidad de error. En natación, el arbitraje resulta más simple, aunque puedan crearse situaciones complicadas a la hora de evaluar, por ejemplo la correcta realización del viraje o de la técnica de ejecución del estilo. Aun así, en deportes de contacto como el fútbol o el mismo rugby, pueden presentarse situaciones de difícil interpretación y de incertidumbre debido a las mismas características de estos deportes. Otros estudios apoyan la teoría de que el hecho que haya contacto físico no favorezca el desarrollo de la deportividad (Kassavanu y Roberts, 2001; Tsai y Fung, 2005). En natación, las reglas de evaluación, así como el desarrollo de las competiciones, son más estables y estructuradas. Esto favorece y facilita el arbitraje, haciéndolo más claro y evidente, bien sea por parte de los mismos árbitros o por los atletas. Por la misma razón resultaría más difícil para un nadador hacer trampa o eludir las reglas de competición, lo cual justifica la puntuación tan alta obtenida por los atletas de esta modalidad deportiva. Los nadadores tienen también el más alto sentido de las convenciones sociales, que están relacionadas con la aceptación de la derrota y la felicitación al adversario. Los indicios de significatividad con respecto al rugby muestran una vez más cómo los jugadores de rugby son menos deportivos que los nadadores.

### CONCLUSIONES

Los nadadores son deportistas con alto grado de deportividad en todas las dimensiones, lo que parece lógico teniendo en cuenta que la natación es un deporte individual cíclico, donde las decisiones arbitrales no son tan controvertidas como en los deportes de equipo, es decir son más objetivas. Además, el hecho de entrenar para mejorar una marca personal provoca una mayor asimilación y concienciación de la idea de compromiso por el trabajo en las sesiones de entrenamiento. Por otro lado, el respeto hacia la actuación del adversario, el reconocimiento del logro de éstos y la aplicación exhaustiva de las reglas son mayores en los nadadores, ya que la actuación de los contrarios tiene una influencia indirecta sobre la propia y las reglas del deporte mantienen condiciones de igualdad para todos los participantes. Pese a tener una deportividad mediamente superior a las demás modalidades deportivas analizadas, el hecho que la natación sea un deporte a carácter casi exclusivamente individual determina una diferente forma de enfrentarse a algunos aspectos de la deportividad, cómo el compromiso hacia el equipo; los nadadores manifiestan también un ego más desarrollado con respecto a otras modalidades, lo cual es consecuencia de las características y de la estructuración de este deporte.

### Referencias bibliográficas

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Boixadós, M., Cruz, J., Torregrosa, M. & Valiente, L. (2004). Relationships among motivational climate, satisfaction, perceived ability and fair play attitudes in young soccer players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 301-317.
- Bredemeier, B.J. & Shields, D.L. (1998). Assessing moral constructs in physical activity settings. In J. Duda (Ed.), *Advances in sport and exercise psychology measurement* (pp. 257-276). New York: Fitness Information Technology, Inc.
- Farley, K.M. (2007). Developing character through Sport/athletic participation. *The sport supplement. A supplement of the Sport Journal*, 15 (2).
- Feezel, R.M. (1986). Sportmanship. *Journal of the Philosophy of Sport*, 13, 1-13.

## Swimming Science I

- Giebnink, M.P. y McKenzie, T.L. (1985). Teaching sportmanship in physical education and recreation: An analysis of interventions and generalization effects. *Journal of Teaching in Physical Education*, 4, 167-177.
- Kavussanu, M. & Roberts, G.C. (2001). Moral functioning in sports: An achievement goal perspective. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 23, 37-54.
- Kroll, W. (1976). Psychological scaling of the AIWA code-of-ethics for players. *Research Quarterly*, 47, 126-133.
- Martín-Albo, L., Nuñez Alonso, J.L., Navarro Izquierdo, J.G. & González Ruíz, V.M. (2006). Validación de la versión española de la escala multidimensional de orientaciones a la deportividad. *Revista de Psicología del Deporte*, 15 (1), 9-22.
- Roberts, G.C. (2001). Understanding the dynamics of motivation in physical activity: The influence of achievement goals, personal agency beliefs, and the motivational climate. In G.C. Roberts (Ed.), *Advances in motivation in sport and exercise* (pp. 1-50). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ryska, T.A. (2003). Sportmanship in young athletes: The role of competitiveness, motivational orientation, and perceived purposes of sport. *The Journal of Psychology*, 137 (3), 273-293.
- Sheridan, H. (2003). Conceptualizing 'fair play': a review of the literature. *European Physical Education Review*, 9 (2), 163-184.
- Tod & Hodge (2001). In Ryan, H.K. y Parker, M. (2005). *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76 (1), A108, 2p.
- Tsai, E. & Fung, L. (2005). Sportspersonship in Youth Basketball and Volleyball Players. *Athletic Insight*, 7 (2), <http://www.athleticsinsight.com/Vol7Iss2/Sportspersonship.htm>
- Vallerand, R.J., Brière, N.M., Blanchard, C. & Provencher, P. (1997). Development and validation of the multidimensional sportspersonship orientations scale. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19, 197-206.
- Viciano Ramírez, J., Salinas Martínez, F., & Cocca, A. (2007). La información motivacional en las instrucciones de entrenadores de fútbol en competición. *Revista Mexicana de Psicología*, Octubre 2007 , 393-394.
- Weiss, M.R. & Bredemeier, B.J. (1986). Norla development. In V. Seefeldt (Ed.), *Physical activity and human well-being* (pp. 374-390). Reston, VA: AAHPERA.

### INFLUENCIA DE LA SALIDA Y LOS VIRAJES EN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN FUNCIONAL EN NATACIÓN: ESTUDIO DE CASOS (S8 Y S9).

Joaquín Madera<sup>1</sup>, Víctor Tella<sup>1</sup>, Juan Carlos Colado<sup>1</sup>, David Argente, Sofía Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>F.C.C.A.F.E. Universitat de València. <sup>2</sup>Escuela de Fisioterapia. Universitat de València.

#### RESUMEN

El Sistema de Clasificación Funcional en natación para discapacitados plantea ciertos problemas en los nadadores que “rozan” las puntuaciones superiores o inferiores a la clase a la que pertenecen. Dicho sistema se realiza de manera subjetiva mediante diferentes pruebas en las que se evalúa la capacidad del nadador y que dan como resultado la clase en la que ha de competir. La valoración que se hace en la clasificación de la salida y de los virajes se queda lejos de la importancia que se les atribuye en diferentes estudios de análisis de la competición. Según las pruebas realizadas a diferentes nadadores de la selección española de las clases S8 y S9 de nivel internacional muestran diferencias en los resultados de los tests en los que se evaluaba la acción de las piernas (pies crol y la salida), entre los mismos nadadores de la S9, en función de la discapacidad (amputación de una pierna por encima de la rodilla vs doble amputación de las piernas por debajo de la rodilla). Las diferencias observadas cuestionan de alguna manera el peso o la importancia que la salida y el viraje tienen en la clasificación.

**Palabras clave:** valoración funcional, fuerza específica, fuerza general, velocidad,

#### INTRODUCCIÓN

En la natación de competición para discapacitados se utiliza desde 1985 el Sistema de Clasificación Funcional (en el que se incluyen todas las discapacidades) que establece 10 (9 para la braza) diferentes categorías. Este sistema pretende agrupar en diferentes niveles, a los competidores discapacitados, de la manera más justa y en función de su habilidad para desenvolverse en el agua (FCS Lecture notes 2005).

Desde su aparición se han producido modificaciones en este sistema (1988, 1991, 1993, 1998, 2001 y 2003), que han servido para realizar ajustes sobre las diferentes discapacidades y clases

El Sistema de Clasificación Funcional (FCS) es un proceso que lo realizan dos clasificadores (nacionales y/o internacionales). El equipo de clasificación lo forman un clasificador médico (o fisioterapeuta) y un clasificador técnico (entrenador) y consta de un test de camilla y un test de agua, además de la observación durante la competición. En función de la discapacidad, se realiza un tipo de test en concreto (fuerza, coordinación, contractura, rango de movimiento, amputados y hombro “caído”), y a partir de las pruebas realizadas al nadador, se establecen las diferentes puntuaciones en función de las capacidades que haya presentado y se corroboran durante la competición. La clasificación final puede cambiar con la observación de la prueba en piscina, si las capacidades del nadador no se ajustan a las funcionales asignadas en los test previos (Pelayo y cols 1999). Con el FCS se establecen las clases para S (estilo libre, espalda y mariposa), SB (braza) y SM (pruebas de estilos). Las puntuaciones de los diferentes segmentos corporales y acciones evaluadas están distribuidas como se indica en la tabla 1.

Para las pruebas de estilos (SM) se utilizará la siguiente fórmula:

$$SM = [(S*3) + SB] / 4 \quad (1)$$

## Swimming Science I

Tabla 1: Distribución de las puntuaciones en función de la parte de cuerpo analizada y las acciones de salida y virajes.

<b>Localización anatómica y acciones técnicas</b>	<b>S</b>	<b>SB</b>
Brazos (tren superior)	130	110
Piernas (tren inferior)	100	120
Tronco	50	40
Salida	10	10
Virajes	10	10
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>290</b>

La S engloba los estilos libre mariposa y espalda.  
La SB señala estilo braza. Los datos están expresados en puntos, significando una puntuación más cercana a 0 una peor funcionalidad y los valores superiores, una mejor funcionalidad

Para comprender mejor el sistema, se podría decir que un nadador sin ningún tipo de discapacidad obtendría el máximo de puntos en cada uno de los tests (300 y 290). El requisito mínimo exigido para que un nadador pueda competir (eligibility) es que en el test de camilla (el primero en realizarse) obtenga como máximo 285 puntos para la S y/o 275 puntos para la SB.

Para el cálculo de los diferentes apartados de los tests se establece una puntuación de 0 a 5, siendo el 0 la menor puntuación (cuando no hay movimiento, coordinación o fuerza) y 5 para la función completa del miembro a valorar.

Sobre la valoración que el FCS otorga a los virajes, podemos calcular el porcentaje en base a la puntuación total. Para el estilo libre, la espalda y la mariposa, a la salida y a los virajes se les da un valor del 3.33% para cada uno, mientras que para la braza es del 3.45%.

El manual de clasificación que rige en este proceso valora la capacidad del nadador para efectuar la salida según la tabla 2, y para el viraje según la tabla 3.

Tabla 6: Puntuación de las salidas. FCS.

	<b>NIVELES DE FUNCIONALIDAD</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>SALIDA</b>	Sale desde el agua con ayuda	0
	Sale desde agua sin ayuda	1-2
	Se cae al agua	1-2
	Salto poco funcional con una pierna	3-4
	Salto poco funcional con ambas piernas	5-6
	Salta con brazos no funcionales	7
	Salta con una pierna	7-8
	Salta con un brazo no funcional	9
	Buen salto funcional con ambas piernas	9-10

Tabla 7: Puntuación de los virajes. FCS.

	<b>NIVELES DE FUNCIONALIDAD</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>VIRAJE</b>	Sin empuje de las piernas	0
	Empuje con una sola articulación	1-2
	Pobre empuje funcional con una pierna	3-4
	Pobre empuje funcional con ambas piernas	5-6
	Viraje sin brazos	7
	Buen empuje funcional con una pierna	7-8
	Viraje con un brazo	9
	Buen empuje funcional con ambas piernas	9-10

\*Nadadores sin funcionalidad en las manos tienen -2 puntos de empuje. Nota: un nadador que es elegible para competir en el FCS no recibirá 10 puntos de viraje

## Swimming Science I

Por otro lado, podemos ver la competición de natación como el sumatorio de diferentes fases que dan como resultado el tiempo total empleado en cubrir la distancia de la prueba. Hay (1985) distingue en el tiempo de prueba, el tiempo de salida, el tiempo de nado, el tiempo de viraje y el tiempo de llegada.

La importancia de cada una de las fases dependerá de la distancia a recorrer. Cuanto mayor es la distancia, más crece la importancia de los virajes y disminuye la de la salida con respecto al tiempo total de la prueba (Figura 1).

En el análisis de la competición realizado en los Juegos Olímpicos de Barcelona, Arellano y cols (1994) señalan que los tiempos de salida, viraje y llegada eran componentes destacados en los resultados. Pereira y cols (2006) señalan que la influencia de los virajes en el tiempo total de los tests de natación es de hasta un 20%. Otros estudios (Chatard y cols 2003) realizados durante la competición (Juegos Olímpicos de Sidney 2000) sobre la estrategia en la prueba de 200 libres indican que los segundos 50 de la carrera y el tercer viraje son decisivos en el resultado final (medallistas – finalistas).

De esta manera, encontramos diferencias en la relevancia que se le otorga a las salidas y a los virajes en la FCS con respecto a la que se obtiene tras los análisis de la competición. Estas diferencias nos han llevado a realizar un estudio de caso, con el objetivo de analizar la influencia del tipo de discapacidad y su funcionalidad en las acciones acíclicas (salida y viraje).

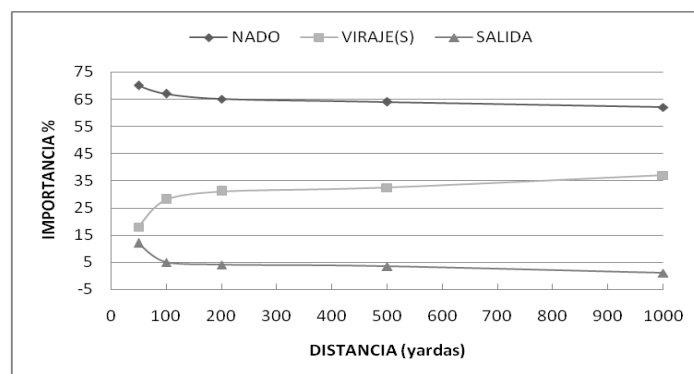


Figura 1: Contribución porcentual de cada fase al tiempo total de competición. (Thayer y Hay, 1984).

### MÉTODO

El estudio de caso se plantea sobre un nadador doble amputado de piernas por debajo de la rodilla en la clase S9 (nadador S9a). Este tipo de discapacidad puede reducir la eficacia durante las fases de salida y virajes en comparación con nadadores con la amputación de una pierna. Para poder analizar esta desventaja se contrastó su rendimiento con tres nadadores de su misma clase (S9) y con un nadador de la categoría S8. En concreto, dos nadadores de la clase S9 tenían amputación de una pierna a nivel del muslo (nadadores S9b y S9c), otro nadador con paresia de una pierna y también de la clase S9 (nadador S9d) y un nadador diplégico de la S8 (nadador S8a). Así, la muestra estuvo formada por 5 nadadores de nivel internacional (4 de la clase S9 y 1 de la clase S8).

Para cuantificar el rendimiento de la salida y del nado, los nadadores realizaron 25 metros a la máxima velocidad. Se calculó la velocidad parcial entre 0 a 5 metros para determinar la velocidad resultante de la acción de salida, la velocidad entre 5 a 7,5 metros para determinar la eficacia de la fase de transición entre la salida y el nado, y las velocidades parciales por segmentos de 2,5 metros hasta los 25 metros finales.

Los nadadores también realizaron 2 pruebas de fuerza específica (pies crol y nado completo). Para calcular la fuerza propulsiva de piernas crol, los nadadores realizaron un desplazamiento a la máxima velocidad sujetos por un cinturón a un elástico, que a la vez estaba sujeto a una célula de carga. La prueba terminaba cuando el nadador alcanzaba la distancia máxima o máxima extensión del elástico y como consecuencia se registraba su

## Swimming Science I

máxima fuerza propulsiva. Para calcular la fuerza propulsiva durante el nado de crol se utilizó el mismo protocolo que para el empleado con las piernas de crol.

Entre cada una de las pruebas los nadadores tuvieron un descanso de 15'

El velocímetro utilizado era de la marca JLML y registraba a una frecuencia de 1000 Hz. La célula de carga utilizada tenía un rango máximo de 30 kg (Figura 2).

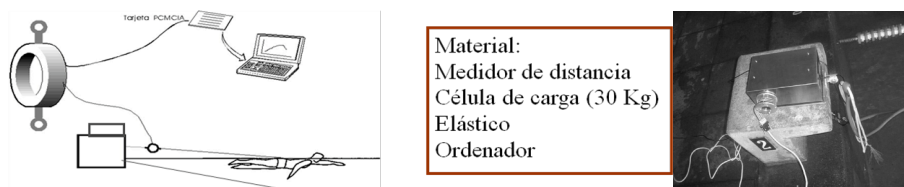


Figura 2: Velocímetro, célula y elástico utilizados.

## RESULTADOS

La fuerza obtenida por el nadador S9a en la prueba de fuerza propulsiva de piernas es inferior a la obtenida por el resto de nadadores (figura 3). El valor promedio de la clase S9 fue de 3,7 kg

La fuerza obtenida por los nadadores en la prueba de fuerza propulsiva durante el nado de crol se muestra en la figura 4. El valor promedio de la clase S9 fue de 10 kg

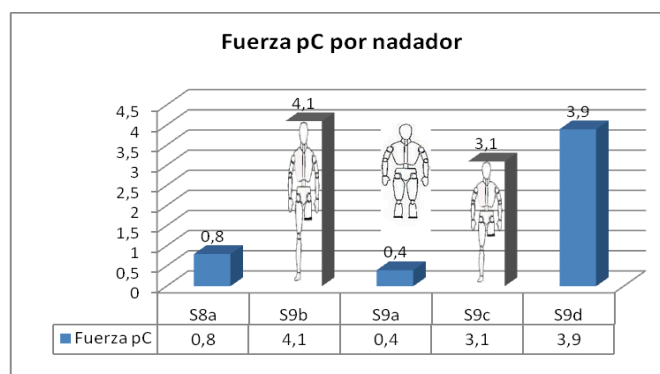


Figura 3: Fuerzas conseguidas por los nadadores en pies crol.

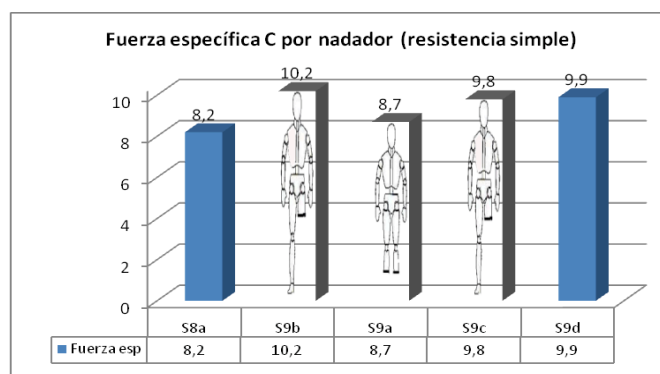


Figura 4: Fuerzas conseguidas por los nadadores en nado crol.

En las figuras 5 y 6 se muestran las variaciones de la velocidad en los diferentes tramos de una prueba de 25 metros crol.

## Swimming Science I

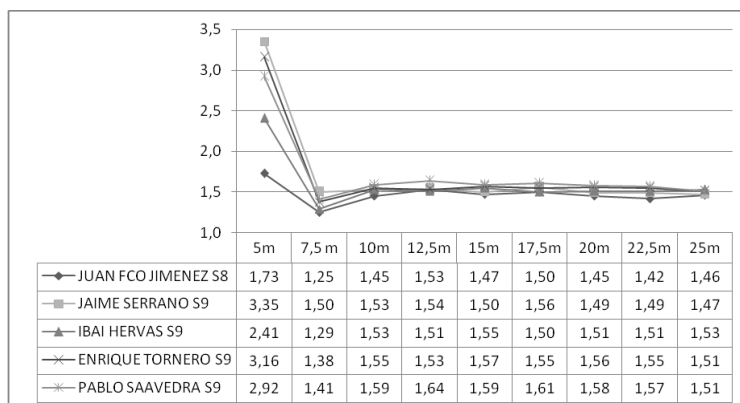


Figura 5: Velocidades por tramos por nadador.

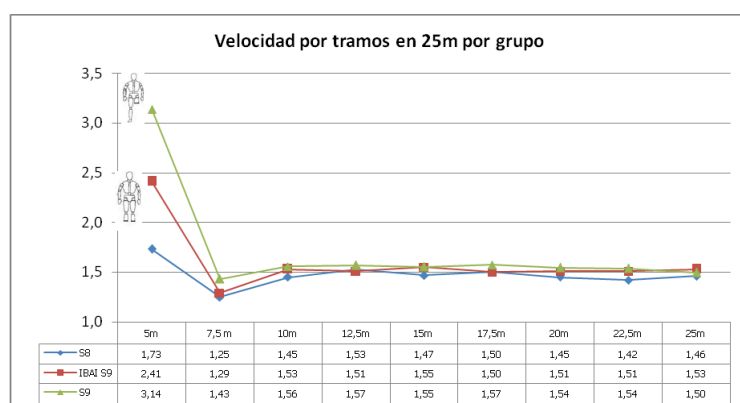


Figura 6: Velocidades por tramos agrupando la clase S9.

### DISCUSIÓN

Los resultados nos muestran diferencias notables en las pruebas que implicaban una importante acción de las piernas. Tanto en la prueba de fuerza propulsiva de piernas como en la prueba de velocidad en los parciales de 0 a 5 metros (salida) y en el parcial de 5 a 7,5 metros (transición salida-nado) el nadador S9a con una doble amputación de piernas por debajo de la rodilla muestra unos resultados muy por debajo de aquellos nadadores de su misma clase con amputación de una sola pierna. Con respecto al nadador de la clase 8, el nadador S9a muestra valores muy similares tanto con respecto a la fuerza propulsiva de piernas como en el parcial de 5 a 7,5 metros de la prueba de velocidad debido posiblemente a la influencia del batido de piernas en esta fase de transición. Por ello, podemos afirmar que las diferencias de rendimiento en las fases acíclicas o de transición entre un gesto acíclico como la salida y el viraje con el nado pueden ser muy importantes para nadadores de la misma clase.

En el trabajo de Malone y cols (1998) sobre el análisis de la competición en nadadores paralímpicos de diferentes clases incluyendo un grupo de nadadores olímpicos, se ven diferencias entre las clases S9 y S8 en cuanto al tiempo final, las medias de velocidad "limpia", en los virajes, en la salida, en la llegada y el índice (%) de los virajes. Las diferencias en las salidas estaban basadas en la mayor funcionalidad del tren inferior de los nadadores de las clases superiores (S10 y S9) en los que al menos una de las piernas tenía total funcionalidad, mientras que casi todos los casos de la clase S8 competían con una pérdida de funcionalidad en ambas piernas, como en el caso del nadador que nos ocupa (S9a).

El Sistema de Clasificación Funcional para la natación de discapacitados establece por un lado un modo de puntuación general en el que se le da un importancia mínima a la capacidad del nadador de ejecutar un viraje y una salida efectivas, y, por otro lado en su

## Swimming Science I

manual, unos perfiles que atienden a casos en los que se equipara la amputación de una pierna por encima de la rodilla con la doble amputación de las piernas por debajo de la rodilla, como muestra la figura extraída del manual del clasificador (figura 7).

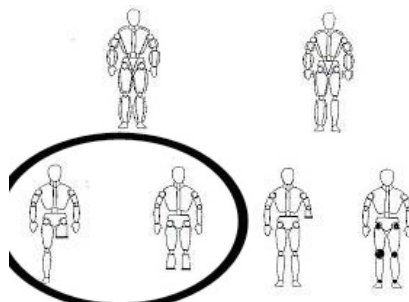


Figura 7: Perfiles de la clase S9 (FCS).

Parece evidente, según lo expuesto, que incluir en una misma clase a nadadores con estos perfiles puede discriminar su rendimiento a favor de los nadadores que tengan una pierna funcional, dada la importancia porcentual (próxima al 20%) de las acciones acíclicas durante una prueba de crol en natación.

Otro aspecto que queremos resaltar es el tipo de puntuaciones que se utilizan para la puntuación relativa a las salidas y los virajes en el FCS (tablas 2 y 3). Sobre este tema, existen en la actualidad diferentes equipamientos y protocolos como las células de carga, los velocímetros, o los análisis de tiempos parciales que podrían mejorar la objetividad y cuantificación de la eficacia en cada una de las fases en función de la discapacidad o funcionalidad.

### CONCLUSIONES

A modo de conclusión proponemos que:

- aquellos nadadores con falta de funcionalidad en ambas piernas no puedan pertenecer a clases superiores a la clase 8
- se modifiquen los porcentajes de valoración relativos a las salidas y los virajes dada su mayor importancia en cualquier prueba de natación
- Se utilicen pruebas más objetivas para la cuantificación de las valoraciones relativas al nado durante el FCS, adaptándose a las innovaciones tecnológicas que se van produciendo en el campo del rendimiento

### BIBLIOGRAFÍA

- Arellano R., Brown P., Cappaert J., Nelson R. (1994). Analysis of 50m, 100m 200m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10:189-99
- Chatard C., Girold S., Cossor J., Mason B. (2003). Swimming strategy for VDH, Thorpe, Rossolino and the other finalists in the 200 m freestyle at the Sydney Olympic Games.
- IPC Swimming (2005). FCS lecture notes. [www.paralympics.org](http://www.paralympics.org)
- Thayer A., Hay J. (1984). Motivating start and turn improvement. *Swimming Technique II* (Fer- Apr): 17-20.
- Malone L., Daly D., Vanlandewijck Y., Steadward R. (1998). Race analysis of the 400m freestyle at the 1996 Paralympic Games. In: 16th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports. University of Konstanz.
- Pelayo P., Sidney M., Moretto P., Wille F., Chollet D. (1999). Stroking parameters in top level swimmers with a disability. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 31, No. 12, pp. 1839-1843, 1999.
- Pereira S., Araújo L., Freitas E., Gatti R., Silveira G., Roesler H. (2006). Biomechanical analysis of the turn in front crawl swimming. *Swimming biomechanics. Rev Port Cien Desp* 6 (Supl.2) 15-113. Oporto 2007.



### RELACION ENTRE LA POTENCIA ESPECÍFICA DE NADO Y EL NIVEL DE RENDIMIENTO DE LOS NADADORES

Judez, J.L, Arijá, A, Díaz, G, Muñoz, V.E, Carrasco, M, Oca, A, Navarro, F.

Laboratorio de Entrenamiento Deportivo. Facultad de Ciencias del Deporte. UCLM. Toledo. España.

El objetivo del presente estudio es establecer las relaciones entre los parámetros de fuerza y potencia de nado (carga máxima de arrastre, potencia máxima y potencia máxima ajustada) y el nivel de rendimiento competitivo establecido por la puntuación IPS correspondiente a su mejor marca personal actual. La muestra de sujetos constó de 43 nadadores especialistas en crol (n=27) y braza (n=16).

Todos los nadadores realizaron Test LED de Fuerza Específica de Nado en el estilo principal con el dispositivo Aquaforce (Telju SA), determinándose la carga máxima de arrastre (CMA) y la potencia máxima de nado (PM). Asimismo, mediante el ajuste de los datos a una curva individual para cada nadador con  $R^2 > 0.80$ , se calculó la potencia máxima ajustada (PMaj).

Se encontró una fuerte correlación entre el rendimiento competitivo de los nadadores establecido en función de la puntuación IPS y las variables CMA, PM y PMaj.

Este es el primer estudio que ha relacionado la puntuación del sistema internacional (IPS) con valores de fuerza y potencia de nado, sugiriendo que el nivel de potencia máxima y de capacidad máxima de arrastre medidos en el Test LED de Fuerza Específica de Nado parece jugar un papel relevante en el rendimiento en su prueba específica o especialidad estimado a través de la puntuación IPS.

**PALABRAS CLAVE:** Natación, puntuación IPS, fuerza, Aquaforce

#### INTRODUCCIÓN.

Numerosos estudios han encontrado una relación muy alta entre la velocidad de nado la potencia medida fuera del agua (Hawley y cols. 1991; Sharp y cols. 1982; Sharp 1986) y la potencia medida durante el nado (Costill y cols. 1983; Costill y cols. 1986; Toussaint y cols. 1990). Estudios más recientes muestran una fuerte correlación entre la potencia de nado medida en el dispositivo Power Rack y la velocidad máxima de nado (Johnson y cols 1993; Boelk y cols. 1997; Arijá y cols. 2005). Actualmente, el desarrollo de un sistema denominado Aquaforce mediante un proyecto de investigación en el Laboratorio de Entrenamiento Deportivo de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo (Navarro, 2005) aportan una nueva posibilidad de medición de la fuerza y la potencia específica de los nadadores, así como de su entrenamiento (Navarro, 2007).

Un aspecto que no ha sido tratado hasta el momento es la posible relación entre la potencia específica de nado y el nivel de rendimiento competitivo de nadadores y nadadoras en su especialidad. Es por ello que este estudio se plantea (1) analizar la relación entre parámetros de fuerza y potencia de nado (carga máxima de arrastre, potencia máxima y potencia máxima ajustada) en nadadores crolistas y brazistas especialistas en distintas distancias de nado y el nivel de rendimiento competitivo establecido por la puntuación IPS correspondiente a su mejor marca personal actual, así como (2) establecer la posible relación entre dichas variables para especialistas de distancias de 50 metros y 100 metros.

#### MÉTODO

##### Descripción de la muestra.

La muestra la componen 43 nadadores de diferentes niveles de prestación deportiva (15 nadadores finalistas en campeonatos nacionales, 14 nadadores con mínima y 14 nadadores

## Swimming Science I

sin mínima para el campeonato nacional), especialistas en pruebas de crol (N=27) y pruebas de braza (N=16) de ambos sexos: 25 hombres y 18 mujeres. (Tabla 1)

**Tabla 1. Descripción de la muestra.**

	Nadadores			Nadadoras		
	Media	Desv. Estándar	N	Media	Desv. Estándar	N
Crol	Edad (años)	18	3	15	1	9
	Peso (kg.)	70.11	10.15	53.82	6.85	
	Talla (cm.)	178.46	8.42	162.91	6,37	
	IPS	772	96	699	72	
Braza	Edad (años)	17	1	17	3	9
	Peso (kg.)	70.67	7.23	58.90	4.38	
	Talla (cm.)	177.53	5.16	169.42	5.21	
	IPS	739	74	690	74	

Los nadadores eran especialistas en distancias de 50 y 100 metros (N=29, 67.4%), distancias de 200 y 400 metros (N=12, 27.9%) y nadadores de 1500 metros (N=2, 3.2%), encontrándose en mayor número, nadadores de 50 metros libres (N=9, 20,9%), nadadores de 100 metros libres (N=8, 18.6%), nadadores de 100 metros braza (N= 7, 16.3%) y nadadores de 50 metros braza (N= 6, 14%).

### Material

Para la realización del Test LED de Fuerza Específica de Nado se utilizó el Dispositivo electrónico de medición de potencia concéntrica denominado AQUAFORCE diseñado y construido por la empresa TELJU SA y promovido por el Dr. Fernando Navarro, gracias al apoyo de la Consejería de Ciencia y Tecnología de Castilla La Mancha dentro del proyectos I+D subvenciones para el bienio 2005-2007. El Aquaforce permite medir la potencia de nado, a partir del peso superado, la distancia recorrida y el tiempo requerido para ello mediante un sistema de células fotoeléctricas. Este sistema es controlado a través de una agenda electrónica que señala directamente el tiempo empleado por el nadador con las diferentes cargas.

### Procedimiento

El protocolo para la aplicación del Test LED de Fuerza Específica de Nado se especifica a continuación:

- 1.- Mientras el nadador se ata el arnés a la cintura, se ajusta la carga de arrastre en el conjunto de placas, empezando por el valor mínimo de 10 Kg.
- 2.- A la voz de *preparados*, el nadador se sitúa en posición extendida, con los pies extendidos próximos al borde, y tensando el cable de la polea sin que se llegue a elevar la placa de peso que se haya ajustado.
- 3.- A la voz de *¡ya!*, el nadador comienza a nadar imprimiendo la máxima velocidad posible durante un recorrido de 12.5 metros sin producir impulso desde la pared. Una primera célula fotoeléctrica inicia la cuenta del tiempo cuando un pivote situado en el soporte de las placas rompe el haz de rayos que emite. La colocación de esta célula está fijada en el punto en que el nadador ya llevaría recorridos 3.5 metros y habría vencido la inercia inicial.
- 4.- El nadador completa un sprint de 12.5 metros, hasta tocar la pared del lado contrario. Sin embargo, la segunda célula fotoeléctrica finaliza la cuenta del tiempo una vez que el pivote corta el haz de rayos en 10.5 metros de recorrido del nadador. Así pues, el tiempo medido a la máxima velocidad corresponde a una distancia de nado lanzado de 7 metros.
- 5.- El nadador descansa entre 3-5 minutos y vuelve a repetir el procedimiento, desde el apartado 1, con una carga de arrastre superior, hasta no ser capaz de completar la distancia de 12.5 m con una carga determinada. Se entenderá como carga máxima de arrastre, la mayor carga elevada en un sprint de 12.5 metros. El incremento de la carga se realiza de tal forma de que al menos se hagan un mínimo de cinco sprints y un máximo de 10.

## Swimming Science I

### VARIABLES DE ESTUDIO.

El rendimiento competitivo de los nadadores fue establecido en función de la puntuación del sistema internacional (IPS) correspondiente a la mejor marca obtenida en la temporada. El sistema de puntuación internacional (IPS) es elaborado anualmente por la FINA y permite comparaciones entre diferentes pruebas. El sistema del IPS asigna puntuaciones de 0 a 1100 concediendo la puntuación máxima a las marcas de nivel mundial. Los valores se asignan al comienzo de cada temporada basado en marcas absolutas. El sistema IPS tiene un sistema de puntos para piscina corta y otro para piscina larga.

Las variables objeto de estudio son:

- CMA= Carga máxima de arrastre. (kg.). Consiste en el registro máximo de carga que el nadador puede arrastrar en un esfuerzo máximo de 12.5 metros
- PM= Potencia máxima.(W). Es el registro máximo de potencia que fue capaz de generar el nadador en la realización del test.
- PMaj= Potencia máxima ajustada. (W). Es el registro máximo de potencia que se da en la curva ajustada a los datos reales obtenidos mediante cálculos matemáticos. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es siempre mayor de 0.80.
- Puntuación del sistema internacional (IPS).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se presentan en promedio  $\pm$  desviación típica. Para comprobar la normalidad de la muestra se aplicó el Test Kolmogorov-Smirnov. Todos los valores tenían una distribución normal por lo que se aplicó un tratamiento paramétrico a todas las variables de estudio. Se realizaron correlaciones Bivariadas Pearson para relacionar variables. Se determinó un  $p < 0.05$  como criterio de significancia estadística. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el paquete estadístico SPSS v. 12.0

### RESULTADOS.

Se obtuvieron altas correlaciones entre el rendimiento competitivo establecido a través de la puntuación IPS y las variables CMA, PM y PMaj, siendo mayores en el grupo de nadadores crolistas (CMA,  $r=0.817$ ,  $p < 0.001$ ; PM,  $r=0.836$ ,  $p < 0.001$ ; PMaj,  $r=0.816$ ,  $p < 0.001$ ) frente a los nadadores brazistas. (CMA,  $r=0.688$ ,  $p < 0.01$ ; PM,  $r=0.674$ ,  $p < 0.01$ ; PMaj,  $r=0.557$ ,  $p < 0.001$ ). (Véase tabla 2)

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson entre puntuación del sistema internacional (IPS) y las variables objeto de estudio.

		Crol		Braza	
<b>CMA-R IPS</b>	<b>Nadadores</b>	0.818***	18	0.825*	7
	<b>Nadadoras</b>	0.911***	9	0.892**	9
	<b>Total</b>	0.817***	27	0.688**	16
			N		N
<b>PM- R IPS</b>	<b>Nadadores</b>	0.850***	18	0.840*	7
	<b>Nadadoras</b>	0.957***	9	0.861**	9
	<b>Total</b>	0.836***	27	0.674**	16
			N		N
<b>PMaj-R IPS</b>	<b>Nadadores</b>	0.822***	18	0.526	7
	<b>Nadadoras</b>	0.967***	9	0.792*	9
	<b>Total</b>	0.816***	27	0.557**	16
			N		N

La correlación es significativa al nivel \*  $p < 0.05$ (*bilateral*), \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Las correlaciones encontradas en los nadadores especialistas en 50 metros fueron muy superiores a las obtenidas en el grupo de nadadores especialistas en 100 metros, en el

## Swimming Science I

estudio realizado con crolistas, bracistas y en el estudio realizado con ambos estilos conjuntamente. (Tabla 3)

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre puntuación del sistema internacional (IPS) y las variables objeto de estudio en nadadores especialistas en 50 y 100 metros.

	Crol		Braza		Todos	
	50 m (N=9)	100 m (N=8)	50 m (N=6)	100 m (N=7)	50 m (N=15)	100 m (N=15)
CMA-RIPS	0.927***	0.545	0.814*	0.564	0.897***	0.360
PM- R IPS	0.945***	0.499	0.807	0.546	0.897***	0.522*
PMaj-R IPS	0.926***	0.438	0.666	0.487	0.856***	0.471

La correlación es significativa al nivel de: \*  $p < 0.05$  (*bilateral*), \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Estudios previos han observado desde moderadas a altas correlaciones entre la velocidad máxima de nado y la potencia de nado medida en el dispositivo Power Rack [Johnson y cols, 1993 ( $r=0.87$ ), Boelk y cols, 1997( $r=0.58$  a  $0.84$ ), y Arija y cols, 2005 ( $r=0,537$  a  $0,927$ )] resaltando la estrecha relación entre ambas capacidades.

Este es el primer estudio que ha relacionado la puntuación del sistema internacional (IPS) con valores de fuerza y potencia de nado. Se observan correlaciones elevadas y estadísticamente significativas en las tres variables de estudio lo que indica la influencia de la carga máxima de arrastre y de la potencia máxima en rendimiento competitivo en el rendimiento de los especialistas en las pruebas de crol y braza

Las correlaciones encontradas entre el nivel de rendimiento competitivo establecido por la puntuación IPS y las variables CMA, PM y PMaj, fueron ligeramente superiores en nadadores crolistas frente a bracistas tanto en el estudio donde la muestra estaba formada por nadadores de varias distancias, como en el estudio donde los nadadores eran especialistas de 50 y 100 metros. Estos datos confirman estudios anteriores (Arija y cols. 2005), donde obtuvieron una mayor correlación entre la velocidad máxima de nado y potencia máxima medida en el Power-Rack en el estilo crol ( $r=.856$ ,  $p<0.01$ ) frente al estilo braza ( $r=.844$ ,  $p<0.01$ ). Parece que existe una influencia mayor de la potencia máxima de nado y capacidad de carga máxima de arrastre en el rendimiento competitivo en los nadadores crolistas frente a los nadadores bracistas.

Al analizar las correlaciones entre el nivel de rendimiento competitivo y las variables objeto CMA, PM y PMaj en función del sexo de los nadadores, se encontró que las correlaciones obtenidas en nadadoras fueron superiores a las obtenidas por los nadadores en ambos estilos, siendo las diferencias superiores en el estilo crol, por lo que parece existir una relación más estrecha entre la potencia máxima de nado y la capacidad de carga máxima de arrastre y el rendimiento competitivo en las nadadoras.

Se encontraron correlaciones muy altas entre las variables objeto de estudio y el rendimiento competitivo en la distancia de 50 metros en ambos estilos, muy superiores a las encontradas en nadadores de 100 metros. A la luz de estos resultados se puede afirmar que la potencia máxima de nado y la capacidad de movilizar una mayor carga máxima de arrastre juegan un papel más relevante en competiciones de distancias cortas, especialmente de 50 metros, frente a competiciones de distancias superiores, confirmando estudios previos que han demostrado que la fuerza muscular de las extremidades superiores y/o la potencia ejercida correlacionan altamente con la velocidad de nado sobre distancias de 25 a 400 metros. Según Costill y cols, (1992), el 86% de del rendimiento en 25 metros sprint de crol se produce como resultado de la fuerza y la capacidad de desarrollar potencia de los nadadores. Para el nadador de distancias mayores, la componente de fuerza es progresivamente menor. En 100, 200 y 400 metros, la contribución de fuerza muscular desciende a 74, 72 y 58% respectivamente.

## Swimming Science I

Este estudio amplía las líneas de investigación anteriores de potencia de nado específica, concluyendo que el nivel de potencia máxima y de capacidad máxima de arrastre del nadador medidos en el Test LED de Fuerza Especifica de Nado juegan un papel relevante en el rendimiento en su prueba específica o especialidad, especialmente en pruebas de 50 metros.

### BIBLIOGRAFÍA.

- Arija, A., Muñoz, V., Judez, J.L., Juárez, D., Ureña, G., González, J.M., Llop, F. & Navarro, F., (2005). *Relationship of swimming power to sprint performance in swimming strokes* 10° ECSS Congress. Belgrado. Serbia.126-127.
- Boelk, A.G., Norton, J.P., Freeman, J.K. & Walker, A.J. (1997). Relationship of swimming power to sprint freestyle performance in females. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 29(5): Supplement abstract 1255.
- Costill, D.L., Maglischo, E.W. & Richardson AB (1992). *Handbook of Sports Medicine and Science - Swimming*. Blackwell Scientific Publications.
- Hawley, J.A. & Williams, M.M. (1998). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Internacional Journal of Sports Medecine*, 12: 1-5.
- Johnson, R.E., Sharp, R.L. & Hedrick CE (1993). Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: a multiple regression Approach . *The Journal of Swimming Research* (9): 10-14.
- Judez, J.L., Díaz, G., Muñoz, V.E., Carrasco, M., Villarino, S., Clemente, V., Oca, A. & Navarro F. (2007) *Diferencias en la potencia específica de nado en función del nivel de rendimiento de los nadadores*. XXVII Congreso de Natación y Acuáticas. Valencia.
- Navarro, F., Gonzalez, J.M., Garcia, J.M., (2005). Proyecto de investigación: DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA MEDICION DE LA FUERZA ESPECIFICA DE NADO. Entidad financiadora: JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA Duración desde: 22/06/2005 hasta: 31/12/2007
- Navarro, F. (2007). Una nueva propuesta para la mejora de la fuerza específica de nado. En: Llana, S. y Perez, P. (eds.). *Natación y Actividades Acuáticas*. Marfil. Valencia. 145-155
- Sharp, R.L., Troup, J.P. & Costill, D.L. (1982). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 14: 53-56.
- Sharp, R.L. (1986). Muscle strength and power as related to competitive swimming. *Journal of Swimming Research*, 2:5-10
- 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.

## Swimming Science I

### NUEVOS AVANCES DEL EJERCICIO ACUÁTICO COMO TRATAMIENTO TERAPEUTICO DEL SÍNDROME DE FIBROMIALGIA

Diego Munguía<sup>1</sup>, Alejandro Legaz<sup>2</sup>, Antonio Fernández<sup>1</sup>, Delfín Galiano<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad del Deporte de la Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

#### RESUMEN

Recientemente, se han extendido los estudios basados en programas de ejercicio acuático dirigidos a pacientes con síndrome de fibromialgia (SFM). Estos estudios evidencian mejoras en el dolor, calidad del sueño, condición física, calidad de vida y función cognitiva. La progresión de la fase aeróbica a lo largo del programa puede realizarse aumentando gradualmente su duración e intensidad; la progresión de fuerza-resistencia puede realizarse aumentando el número de series y combinando simultáneamente una disminución del número de repeticiones con una disminución del carácter de esfuerzo como resultado del incremento progresivo de la velocidad de ejecución y de la superficie del material acuático. Probablemente, la idoneidad del ejercicio acuático para el tratamiento del SFM pueda deberse a los beneficios derivados de la temperatura, densidad y flotabilidad del agua. Es posible que otros tipos de actividad física más intensos y/o con mayor impacto mecánico articular puedan ser más adecuados para pacientes con SFM menos afectados o estos programas también puedan servir como una evolución en la progresión para aquellos pacientes más afectados que comenzaron con actividad acuática.

**Palabras clave:** actividad física, terapia acuática, efectividad, sintomatología, pacientes.

#### INTRODUCCIÓN

El síndrome de la fibromialgia (SFM) es una afección caracterizada por un estado doloroso generalizado, con un umbral del dolor reducido y síntomas característicos que incluyen alteraciones en el sueño, fatiga, deficitarios niveles de condición física (Mannerkorpi K. y col. 1994), rigidez generalizada, estado de ánimo perturbado, trastornos cognitivos y otras características menos comunes (Wolfe F. 1996).

En relación a la práctica regular y adaptada de actividad física, numerosos estudios han demostrado su eficacia en la mejora de la calidad de vida y la condición física en distintas poblaciones (King AC. y col. 1997, Mock V. y col. 1997, Tully MA. y col. 2005, Flicker L. y col. 2005).

Esta relación también ha sido observada durante las dos últimas décadas mediante numerosos estudios controlados que han demostrado que diferentes programas de ejercicio desarrollados en el medio terrestre pueden mejorar la condición física (Häkkinen A. y col. 2001, Valim V. y col. 2003, Valkeinen H. y col. 2004), el dolor (McCain G. y col. 1988, Geel SE. y col. 2002), y la función emocional (Ramsay C. y col. 2000, Valim V. y col. 2003) en pacientes con SFM.

Recientemente, se han extendido los estudios basados en programas de actividad física en el medio acuático (temperatura del agua 30-37° C) dirigidos a pacientes con SFM. Podemos considerar que este tipo de programas combinan las tres capacidades recomendadas por el American College of Sports Medicine (1998), a pesar de que sea más difícil aislar el trabajo específico de resistencia aeróbica, fuerza resistencia y movilidad. Hasta estos últimos años, apenas se habían investigado los programas de ejercicio exclusivamente desarrollados en el medio acuático debido probablemente a la rigidez inherente al diseño de investigación, lo cual puede causar que los investigadores prefieran aplicar en sus estudios programas con una mayor facilidad en el control de las variables. En todos estos estudios los resultados son satisfactorios, evidenciándose mejoras significativas en el umbral del dolor, en la cantidad de puntos anatómicos positivos a la exploración (Altan L. y col. 2004, Gusi N. y col. 2006,

## Swimming Science I

Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007), en la calidad del sueño (Altan L. y col. 2004, Munguía D. 2006), en los niveles de condición física (Jentoft ES. y col. 2001, Gusi N. y col. 2006, Munguía D. 2006.), en la calidad de vida (Altan L. y col. 2004, Gusi N. y col. 2006, Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007) en el estado de ánimo (Gusi N. y col. 2006) y en la función cognitiva (Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007).

La mayoría de los estudios que utilizaron programas acuáticos tuvieron una duración de 3 a 5 meses a razón de 3 sesiones por semana en días no consecutivos de unos 45-60 minutos. Sin embargo, en los programas acuáticos es mucho más complicado diferenciar los contenidos de entrenamiento en función de las capacidades, y por tanto encontramos cierta dificultad para recomendar una metodología concreta. No obstante, un programa que incluya ejercicios orientados a la resistencia aeróbica, fuerza resistencia y movilidad parece ser el adecuado para pacientes con SFM. Al respecto, los significativos beneficios encontrados por nuestro grupo de investigación con la aplicación de un programa acuático (Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007), nos permite presentar con cierto criterio los contenidos de una sesión y la progresión de las distintas variables a lo largo de un programa de entrenamiento.

- Un calentamiento de 5-10 minutos basado en ejercicios de movilidad articular dinámica y en juegos aeróbicos de baja intensidad.
- Una fase aeróbica de 15-30 minutos de duración, a una intensidad moderada controlada mediante pulsómetro y/o la percepción subjetiva del profesional y del paciente. La progresión de la resistencia aeróbica se realiza aumentando gradualmente la duración y la intensidad desde valores aproximados a los límites inferiores recomendados (50% frecuencia cardiaca máxima) hasta cifras más elevadas (80% frecuencia cardiaca máxima), hallándose dichos rangos mediante la fórmula  $(220 - \text{edad})$  para predecir la frecuencia cardiaca máxima teórica según la edad (Tabla 1).

**Tabla 1.** Progresión del entrenamiento de resistencia aeróbica durante un programa acuático.

Periodo, semanas	Intensidad, % $FC_{\max}$	Duración, minutos	Frecuencia semanal
1 - 2	50-60	20-25	3
3 - 4	55-65	20-25	3
5 - 8	60-70	20-25	3
9 - 12	65-75	25-30	3
13 - 16	70-80	25-30	3

$FC_{\max}$ : Frecuencia cardiaca máxima teórica relacionada con la edad  $(220 - \text{edad})$

- Una fase de fuerza-resistencia de 10-15 minutos basada en ejercicios dinámicos resistidos ante cargas bajas para los principales grupos musculares, utilizando diferentes materiales acuáticos de distintos tamaños de superficie, la velocidad de ejecución y el agua como resistencia. La progresión del entrenamiento se realiza de acuerdo a lo especificado en los programas exclusivos de fuerza: aumentando el número de series y combinando simultáneamente una disminución del número de repeticiones con una disminución del carácter de esfuerzo como resultado del incremento progresivo de la velocidad de ejecución y de la superficie del material acuático utilizado (Tabla 2).
- Una fase de vuelta a la calma de 5-10 minutos realizada fundamentalmente mediante técnicas de relajación.



**Tabla 2.** Progresión del entrenamiento de la fuerza-resistencia durante un programa acuático.

Periodo, semanas	Carácter esfuerzo	Repeticiones	Rutinas semanales	Series	Ejercicios	Duración, minutos	Frecuencia semanal
1 y 2	10-12	10-15	A	1	8	8-10	3
3 y 4	10-12	10-15	A	1-2	8-10	10-15	3
5 a 8	8-10	10-12	B1,B2	1-2	8-10	10-15	3
9 a 12	7-9	10-12	B1,B2	2-3	8-10	15-20	3
13 a 16	5-7	8-10	C1,C2,C3	2-3	8-10	15-20	3

A: todos los principales grupos musculares; B1: trapecios, dorsales, bíceps, abductores, aductores y músculos del torso (abdominales, oblicuos y lumbares); B2: pectorales, tríceps braquial, deltoides, glúteos, cuádriceps, isquiosurales y gastrocnemios; C1: trapecios, dorsales, bíceps y músculos del torso; C2: glúteos, cuádriceps, isquiosurales, gastrocnemios, abductores y aductores; C3: pectorales, tríceps braquial, deltoides y músculos del torso.

## CONCLUSIONES

Probablemente, un programa de entrenamiento físico en piscina climatizada puede ser el más adecuado para el tratamiento del SFM. La temperatura del agua ayuda a reducir la rigidez y el dolor, permite un mayor grado de relajación (Yurtkuran M. y Celiktas M. 1996, Neumann L. y col. 2001, Gusi N. y col. 2006) y mejora la calidad del sueño (Munguía D. 2006). La densidad del agua proporciona la resistencia requerida en los ejercicios aeróbicos y de resistencia muscular, ya que los movimientos en agua crean turbulencias que incrementan conforme lo hace la velocidad del movimiento, y por ello la resistencia puede ser auto-ajustada por el paciente durante el ejercicio. La flotabilidad del agua reduce el impacto articular y facilita la ejecución de algunos movimientos. Los programas acuáticos parecen todavía más recomendables para aquellos pacientes más afectados por el SFM, especialmente los que tienen mayor hipersensibilidad al frío, alteraciones del sueño, baja condición física, temor a que el ejercicio exacerbe su dolor y procesos artrósicos en las articulaciones que soportan el peso corporal (Martin L. y col. 1996). No obstante, estos programas acuáticos también deben tomarse con cautela, especialmente para aquellos pacientes con importantes enfermedades cardíacas, renales y pulmonares (Gowans SE. y deHueck. A. 2007).

Dada la elevada heterogeneidad existente entre los pacientes con SFM (Fitzcharles MA. y col. 2003, Maquet D. y col. 2004, Pagano T. y col. 2004, Munguía D. 2006), es posible que otros tipos de actividad física más intensos y/o con mayor impacto mecánico articular (aeróbico de bajo impacto, carrera suave, entrenamientos de fuerza en salas de musculación, etc.) puedan ser más adecuados para pacientes con SFM menos afectados. Estos programas también pueden servir como una evolución en la progresión para aquellos pacientes más afectados que comenzaron con actividad acuática y que su positiva evolución les permite un cambio hacia actividades moderadamente más intensas.

En cualquier caso, aquellos programas de ejercicio físico que incluyen una fase dedicada al entrenamiento específico de la fuerza, otra a la condición aeróbica y otra a la movilidad articular, parecen ser los más beneficiosos, tal y como se ha demostrado en recientes estudios (Martin L. y col. 1996, Clark S. y col. 2001, Rooks DS. y col. 2002, Gusi N. y col. 2006, Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007). Esto no implica que no exista la necesidad de seguir investigando en relación a los programas de actividad física, ya que la estandarización de la más óptima combinación del tipo de ejercicio, frecuencia, duración e intensidad todavía no ha sido establecida.

Por último, destacar que este tipo de tratamientos basados en el ejercicio acuático deben ser individualizados y adaptados al paciente, ya que varían en función del grado y manifestación clínica de cada caso. Algunos autores presentan resultados alentadores (Mannerkorpi K. y col. 2000, Altan L. y col. 2004, Gusi N. y col. 2006, Munguía-Izquierdo D. y Legaz-Arrese A. 2007), pero parece que los efectos dependen directamente de la implicación y grado de cumplimiento del paciente, y tienden a desaparecer con el desentrenamiento (Gusi N. y col. 2006, Tomas-Carus P. y col. 2007).

### REFERENCIAS

- Altan, L., Bingol, U., Aykac, M., Koc, Z., & Yurtkuran, M. (2004). Investigation of the effects of pool-based exercise on fibromyalgia syndrome. *Rheumatol Int*, 24: 272-277.
- American College of Sports Medicine. Position Stand. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30: 975-91.
- Bennett, RM., Burckhardt, CS., Clark, SR., O'Reilly, CA., Wiens, AN., & Campbell, SM. (1996). Group treatment of fibromyalgia: a 6 month outpatient program. *J Rheumatol*; 23: 521-8.
- Clark, S., Jones, KD., Burckhardt, CS., & Bennett, RM. (2001). Exercise for fibromyalgia patients: risks versus benefits. *Curr Rheumatol Rep*, 3: 135-140.
- Fitzcharles, MA., Da Costa, D., & Pöyhiä, R. (2003). A study of standard care in fibromyalgia syndrome: a favourable outcome. *J Rheumatol*, 30: 154-159.
- Flicker, L., Almeida, OP., Acres, J., Le, MT., Tuohy, RJ., Jamrozik, K., Hankey, G., & Norman, P. (2005). Predictors of impaired cognitive function in men over the age of 80 years: results from the Health in Men Study. *Age Ageing*, 34: 77-80.
- Geel, SE., & Robergs, RA. (2002). The effect of graded resistance exercise on fibromyalgia symptoms and muscle bioenergetics: A pilot study. *Arthritis Care Res*, 47: 82-86.
- Gowans, SE., & deHueck, A. (2007). Pool exercise for individuals with fibromyalgia. *Curr Opin Rheumatol*, 19: 168-173.
- Gusi, N., Tomas-Carus, P., Hakkinen, A., Hakkinen, K., & Ortega-Alonso, A. (2006). Exercise in waist-high warm water decreases pain and improves health-related quality of life and strength in the lower extremities in women with fibromyalgia. *Arthritis Rheum*, 55: 66-73.
- Häkkinen, A., Häkkinen, K., Hannonen, P., & Alen, M. (2001). Strength training induced adaptations in neuromuscular function of premenopausal women with fibromyalgia: comparison with healthy women. *Ann Rheum Dis*, 60: 21-26.
- Jentoft, ES., Kvalvik, AG., & Mengshoel, AM. (2001). Effects of pool-based and land-based aerobic exercise on women with fibromyalgia / chronic widespread muscle pain. *Arthritis Rheum*, 45:42-47.
- King, AC., Oman, RF., Brassington, GS., Bliwise, DL., & Haskell, WL. (1997). Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults: a randomized controlled trial. *JAMA*, 277: 32-37.
- King, SJ., Wessel, J., Bhambhani, Y., Sholter, D., & Maksymowych, W. (2002). The effects of exercise and education, individually or combined, in women with fibromyalgia. *J Rheumatol*; 29: 2620-7.
- Mannerkorpi, K., Burckhardt, CS., & Bjelle, A. (1994). Physical performance characteristics of women with fibromyalgia. *Arthritis Care Res*, 7: 123-9.
- Mannerkorpi, K., Nyberg, B., Ahlmen, M., & Ekdahl, C. (2000). Pool exercise combined with an education program for patients with fibromyalgia syndrome. A prospective, randomized study. *J Rheumatol*; 27: 2473-2481.
- Maquet, D., Croisier, JL., Demoulin, C., & Crielaard, JM. (2004). Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. *Eur J Pain*, 8: 111-117.
- Martin, L., Nutting, A., Macintosh, BR., Edworthy, SM., Butterwick, D., & Cook, J. (1996). An exercise program in the treatment of fibromyalgia. *J Rheumatol*, 23: 1050-1053.
- McCain, G., Bell, DA., Mai, FM., & Halliday, PD. (1988). A controlled study of the effects of a supervised cardiovascular fitness training program on the manifestations of primary fibromyalgia. *Arthritis Rheum*, 31: 1135-1141.
- Mock, V., Dow, KH., Meares, CJ., Grimm, PM., Dienemann, JA., Haisfield-Wolfe, MA., et al. (1997). Effects of exercise on fatigue, physical functioning and emotional distress during radiation therapy for breast cancer. *Oncol Nurs Forum*, 24: 991-1000.

## Swimming Science I

- Munguía, D. (2006). *Efecto de un programa de actividad física acuática a 30-32° C de 16 semanas sobre la sintomatología del síndrome de fibromialgia*. Zaragoza, Universidad de Zaragoza (Tesis doctoral).
- Munguía-Izquierdo, D., & Legaz-Arrese, A. Exercise in warm water decreases pain and improves cognitive function in middle-aged women with fibromyalgia. *Clinical Exp Rheum*, in press.
- Neumann, L., Sukenik, S., Bolotin, M., Abu-Shakra, M., Amir, M., Flusser, D., y col. (2001). The effect of balneotherapy at the Dead Sea on the quality of life of patients with fibromyalgia syndrome. *Clin Rheumatol*, 20: 15-19.
- Pagano, T., Matsutani, LA., Ferreira, EA., Marques, AP., & Pereira, CA. (2004). Assessment of anxiety and quality of life in fibromyalgia patients. *Sao Paulo Med J*, 122: 252-258.
- Ramsay, C., Moreland, J., Ho, M., Joyce, S., Walker, S., & Pullar, T. (2000). An observer-blinded comparison of supervised and unsupervised aerobic exercise regimens in fibromyalgia. *Rheumatology (Oxford)*, 39: 501-5.
- Rooks, DS., Silverman, CB., & Kantrowitz, FG. (2002). The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: A pilot study. *Arthritis Care Res*, 47: 22-28.
- Tomas-Carus, P., Hakkinen, A., Gusi, N., Leal, A., Hakkinen, K., & Ortega-Alonso, A. (2007). Aquatic training and detraining on fitness and quality of life in fibromyalgia. *Med Sci Sports Exerc*, 39:1044-50.
- Tully, MA., Cupples, ME., Chan, WS., McGlade, K., & Young, IS. (2005). Brisk walking, fitness, and cardiovascular risk: a randomized controlled trial in primary care. *Prev Med*, 41: 622-8.
- Valim, V., Oliveira, L., Suda, A., Silva, L., De Assis, M., Neto, TB., Feldman, D., & Natour, J. (2003). Aerobic fitness effects in fibromialgia. *J Rheumatol*, 30: 1060-9.
- Valkeinen, H., Alen, M., Hannonen, P., Hakkinen, A., Airaksinen, O., & Hakkinen K. (2004). Changes in knee extension and flexion force, EMG and functional capacity during strength training in older females with fibromyalgia and healthy controls. *Rheumatology (Oxford)*, 43: 225-8.
- Wolfe, F. (1996). The fibromyalgia syndrome: a consensus report on fibromyalgia and disability. *J Rheumatol*; 23: 534-539.
- Yurtkuran, M., & Celiktas, M. (1996). A randomized, controlled trial of balneotherapy in the treatment of patients with primary fibromyalgia syndrome. *Phys Rehab Kur Med*, 6: 109-112.

## Swimming Science I

### ESTUDIO EMPÍRICO: IMPORTANCIA OTORGADA POR LOS EXPERTOS EN N.S. A LOS INDICADORES DE CREATIVIDAD DEL MÉRITO ARTÍSTICO DE LA RUTINA LIBRE DE GRUPO.

Carlos Touriño<sup>1</sup>, Aurora Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>F.CC.E. y D. Universidad de Vigo, Pontevedra, España. <sup>2</sup> F.CC.E. Universidad de Vigo, Orense, Pontevedra.

#### RESUMEN

En este artículo se realiza un estudio empírico con el objetivo de conocer la importancia que los expertos en este deporte, entrenadoras y nadadoras, otorgan a las diferentes dimensiones del mérito artístico (coreografía, interpretación, presentación y sincronización) y de forma especial, la valoración que otorgan a los indicadores que según el código de puntuación de la N.S. (2002) constituyen la dimensión coreografía (variedad, creatividad, uso de la lámina, formaciones, transiciones y elementos de riesgo). Participan en este estudio un total de 41 expertas en NS, de las que 27 son nadadoras y 14 son entrenadoras.

**Palabras Clave:** Natación, coreografía, interpretación, presentación y sincronización

#### INTRODUCCIÓN

No es fácil en los deportes considerados artísticos (Martínez,1997) como la N.S., objetivar las actuaciones que las nadadoras realizan en las rutinas libres de grupo, para lo cual los jueces se apoyan en los reglamentos nacionales (RFEN,2001) e internacionales (RFEN,2002) en donde esta objetivación esta sujeta a criterios subjetivos. Creímos oportuno tratar de objetivar para entrenadoras y nadadoras cuales eran las distintas dimensiones que componen el mérito artístico y en concreto la importancia de cada uno de los indicadores que conforman la coreografía. El objetivo principal del presente estudio es el conocer la opinión de practicantes y técnicos respecto al “mérito artístico” de la rutina libre de equipo de la N.S. De forma concreta el primero sería conocer la importancia otorgada a cada una de las dimensiones que conforman el “mérito artístico”. Y el segundo analizar la importancia otorgada a cada una de los indicadores que conforman la dimensión coreografía.

#### MÉTODO

En este estudio han participado un total de 41 expertos de la Natación Sincronizada, de los cuales 27 son nadadoras y 14 son entrenadoras. Todos los sujetos que componen la muestra acreditan una importante experiencia en su ámbito; el 65% tiene una experiencia superior a 6 años, mientras el 31 % acredita una experiencia entre dos y seis años. Sólo el 2% acredita menos de dos años de práctica. Con respecto a la titulación deportiva, los datos son los siguientes: el 9,8% de las encuestadas tiene la titulación de entrenador superior de natación sincronizada, el 12 % acredita la titulación superior en la NS y el 17% posee a l título de monitor de esta especialidad

El material utilizado para realizar esta investigación (Touriño, Martínez y Martínez, 2006), es un cuestionario, elaborado “ad hoc” que incluye aquellas variables del mérito artístico que aparecen reflejadas en el reglamento y otras que a pesar de no estar incluidas en dicho documento, están referenciadas en la literatura específica de los deportes artísticos. La estructura formal del cuestionario, consta de 2 partes claramente diferenciadas. En la primera parte se pide la valoración porcentual de las cuatro dimensiones del valor artístico (coreografía, interpretación, presentación y sincronización). Mientras que en la segunda parte se trata de identificar los indicadores más relevantes para el mérito artístico dentro de la dimensión coreografía .

## Swimming Science I

En la jornada previa del Campeonato Nacional (categorías junior y señor) de Natación Sincronizada (Valladolid, 2005), se entregan los cuestionarios y se dan las instrucciones básicas para su comprensión. La recogida de los cuestionarios se realizó en el propio Campeonato Nacional, una vez terminaron de cubrirlo. Se facilitaron 48 cuestionarios a las nadadoras de los que se recogieron 27 (57%) y 18 a las entrenadoras de los que se recogieron 13 (61,2%).

La consecución de los objetivos se logra a través de los siguientes análisis:

- Análisis descriptivo de la valoración porcentual otorgada por el total de la muestra a cada una de las dimensiones del mérito artístico: coreografía, interpretación, presentación y sincronización y análisis de las diferencias (U de Mann-Whitne) entre ambos sectores de la muestra, entrenadoras y nadadoras.
- Análisis descriptivo de los indicadores de la dimensión coreografía (variedad, creatividad, uso de la lámina, formaciones, transiciones, elementos de riesgo) y análisis de las diferencias (U de Mann-Whitne) entre ambos sectores de la muestra, entrenadoras y nadadoras.

### RESULTADOS

**Importancia otorgada a las diferentes dimensiones del mérito artístico.** Tal como puede apreciarse en la tabla 1, la dimensión más valorada por el total de la muestra, es la dimensión sincronización, seguida muy de cerca por los valores medios de la dimensión coreografía; en tercer lugar, es valorada la dimensión presentación y en último lugar, con el valor medio más bajo, figura la dimensión interpretación.

Tabla 1. Valoración otorgada a las dimensiones del mérito artístico

<b>Dimensiones Mérito Artístico</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. típ.</b>
COREOGRAFÍA	41	15	50	27,93	7,581
PRESENTACIÓN	41	10	40	19,51	8,124
INTERPRETACIÓN	41	10	40	17,93	6,517
SINCRONIZACIÓN	41	15	50	34,63	9,380
N válido (según lista)	41				

Analizadas las diferencias de las valoraciones otorgadas por entrenadoras y nadadoras, se aprecia la ausencia de valores con significación estadística en las cuatro dimensiones del mérito artístico (tabla 2). No obstante, merecen especial mención las diferencias en coreografía y las diferencias en presentación; ambos próximos a los niveles de significación.

Tabla 2. Diferencia de medias entre nadadoras y técnicos en las dimensiones del mérito artístico. Estadístico de contraste

<b>Dimensiones Artístico</b>	<b>Mérito</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Tip.</b>	<b>Error típ.</b>	<b>U Mann whitney</b>	<b>Sig. Bilat.</b>
Coreografía	nadadora	26.11	6.405	1,233	126.000	.073
	técnica	31.43	8,644	2,310		
Presentación	nadadora	21.11	8,126	1.564	156.000	.060
	técnica	16.43	7,449	1.991		
Interpretación	nadadora	17,59	7,121	1,370	122.000	.355
	técnica	18,57	5,345	1,429		
Sincronización	nadadora	35,56	10,408	2,003	151.000	.279
	técnica	32,86	6,993	1,869		

Con respecto a las dimensiones más importantes en cada sector, las medias obtenidas evidencian que; por una parte las nadadoras otorgan valores más altos a las dimensiones de

## Swimming Science I

representación y de sincronización, mientras que las técnicas dan un valor medio más alto a las dimensiones de coreografía e interpretación. Finalmente resaltar que la coreografía para las entrenadoras y la sincronización para las nadadoras, son las dimensiones más representativas en cada sector.

**Valoración otorgada por el total de la muestra a los diferentes indicadores de la dimensión coreografía.** La dimensión coreografía esta representada por seis indicadores (Heath,1989; Furniss, 1991 y Sarwatm,1991); variedad, creatividad, uso lámina de agua, formaciones, transiciones y elementos de riesgo. Como puede apreciarse en la tabla 3, los valores medios de los diferentes indicadores no difieren en gran medida, los unos de los otros. En cualquier caso, merece resaltar la valoración más alta otorgada al uso de la lámina de agua y la valoración mas baja otorgada a la variedad en los movimientos. Analizando los rangos y la desviación típica, confirmamos los datos emanados de las medias, referidos a la homogeneidad de las valoraciones realizadas por las especialistas.

Tabla 3. Valores medios otorgados a los indicadores de la coreografía por toda la muestra

	Variedad	Creatividad	Uso lámina	Formaciones	Transiciones	Elementos Riesgo
N Validos	41	41	41	41	41	41
Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media	7,3130	7,7024	7,8780	7,8415	7,8130	7,8244
Desv. Típ.	1,12188	1,07436	1,13347	1,30594	1,30607	2,02198
Rango	5,83	5,40	5,00	6,75	6,33	14,60
Mínimo	3,17	4,20	5,00	2,50	3,67	3,00
Máximo	9,00	9,60	10,00	9,25	10,00	17,60

**Diferencias de valoración entre técnicas y nadadoras.** Tal como se puede apreciar en la tabla 4, no existen diferencias significativas (U de Mann-Whitney ) en la valoración otorgada por nadadoras y técnicas a los indicadores de la dimensión coreografía. No obstante, se cita el indicador de variedad, con valores relativamente próximos a la significación.

Por otra parte, las medias evidencian que nadadoras y técnicas discrepan en la importancia de los indicadores, concretamente, las nadadoras valoran de manera más alta el uso de la lámina de agua a lo largo de la ejecución de la rutina; mientras que las entrenadoras, por el contrario se decantan por las transiciones entre elementos como indicador más valorado.

Tabla 4. Diferencias de medias en la valoración de los indicadores de coreografía

	Sector	Media	Desv. típ.	Error típ. Media	U Mann-Whitney	Sig. (bil.)
Variedad	Nadadora	7,1049	0,84372	0,16237	93,000	,080
	Técnico	7,7143	1,47837	,39511		
Creatividad	Nadadora	7,5926	0,89697	,17262	141,500	,190
	Técnico	7,9143	1,36712	,36538		
Uso lámina agua	Nadadora	8,0185	1,05139	,20234	158,500	,397
	Técnico	7,6071	1,27368	,34040		
Formaciones	Nadadora	7,7870	0,97494	,18763	136,500	,147
	Técnico	7,9464	1,82446	,48761		
Transiciones	Nadadora	7,6914	1,20868	,23261	140,500	,180
	Técnico	8,0476	1,49562	,39972		
Elementos Riesgo	Nadadora	7,9185	2,20437	,42423	156,500	,369
	Técnico	7,6429	1,67549	,44779		

### DISCUSION.

**Discusión sobre la valoración global de las dimensiones del mérito artístico.** El valor otorgado a la coreografía (27.93), siendo importante en el conjunto del mérito artístico, se ha quedado por debajo de las expectativas, al ser superada por la dimensión sincronización (34.63), incluida en el reglamento un criterio de evaluación del en el apartado de ejecución y no del mérito artístico. Evidentemente, la sincronización es un criterio de acción y por lo tanto de ejecución, pero tal como se defiende en diferentes estudios sobre deportes artísticos (Martínez, 1997 y Bobo, 2002), la ejecución y la composición de una obra de artística forman un todo indisoluble. Los resultados de este estudio, corroboran esta teoría, hasta el extremo de valorar la dimensión sincronización, ligada a la ejecución, por encima de las demás dimensiones consideradas específicas del mérito artístico en el reglamento de competición.

Desde otro punto de vista, la valoración conjunta de las dimensiones coreografía y sincronización (62%), supera a la evaluación obtenida por el conjunto de las dimensiones presentación e interpretación (37.4%). Este resultado puede explicarse de la forma siguiente: coreografía y sincronización constituyen la estructura espacio-temporal de la rutina, mientras que la interpretación y la presentación son valores añadidos que aportan las nadadoras con su capacidad de expresión y adecuada presentación. Valores importantes que, integrados en una buena estructura, la convierten en excelente. Parece pues razonable que las dos dimensiones, coreografía y sincronización, sean consideradas de mayor importancia para el total de la muestra.

Evidentemente la sincronización constituye la esencia de este deporte; tanto la sincronización de música y nadadoras como la sincronización entre nadadoras. No obstante, la coreografía es una dimensión más compleja, con un mayor número de indicadores que tiene un trato preferente en el código de puntuación. Por un lado, se refiere a los criterios artísticos de variedad y creatividad en todos sus elementos y figuras, y, por otra parte, hace referencia a toda su estructura espacio-temporal: formaciones, transiciones, recorridos. Incluso los momentos espectaculares y de riesgo típicos en las rutinas, forman un elemento coreográfico. De ahí que la estructura de la rutina se identifique globalmente con la dimensión coreografía y de ahí que la expectativa para la valoración de la coreografía fuese mayor a la que ha obtenido.

A pesar de no existir diferencias significativas entre la opinión de nadadoras y entrenadoras, las diferencias entre ambos sectores se acentúan en coreografía y presentación, se reducen en sincronización y se hacen mínimas en interpretación. Las máximas diferencias en coreografía y presentación, pueden explicarse porque cada una de estas dimensiones representa a cada uno de los sectores; mientras la coreografía se identifica con el rol creativo de la técnica, la presentación descansa directamente sobre las nadadoras.

**Discusión sobre la valoración de los indicadores de coreografía.** La valoración de los seis indicadores de la dimensión coreografía se caracteriza por el equilibrio, ya que oscila entre la mínima puntuación de variedad y la máxima de uso de la lámina. Entre ambas puntuaciones se encuentra de menos a más la creatividad, las transiciones, los elementos de riesgo y las formaciones. Los resultados indican que los componentes de la coreografía son todos ellos igualmente necesarios para obtener un resultado satisfactorio, sin ponderación importante de ninguno de ellos. Son importantes los indicadores propiamente artísticos como la variedad y novedad de los elementos, también son importantes los elementos espaciales, formaciones y trayectorias, los elementos temporales que indican la fluidez y continuidad en el desarrollo de la rutina son también importantes, como lo son los elementos cooperativos, representados por los elementos de riesgo. La coreografía es, precisamente, la estructuración espacio-temporal de todos los elementos organizados en un todo, con el fin de dotar de significado, personalidad y vida propia

No existen diferencias entre la opinión de nadadoras y técnicas; no obstante, las mayores diferencias de valoración se da en el indicador de variedad, las primeras puntúan más que las segundas. Tiene cierta lógica ya que son las entrenadoras las encargadas de diseñar los elementos que las nadadoras ejecutarán en la rutina; son ellas las que tienen que introducir una alta variedad de movimientos, las que finalmente se decantan por uno u otro elemento,



dependiendo de multitud de factores. La toma de decisiones en este sentido es responsabilidad de las técnicas. Por el contrario, la menor diferencia se da en el indicador de las formaciones. La justificación de esta homogeneidad de criterios, se puede encontrar en el hecho de que las formaciones son los elementos espaciales más estructurados reglamentariamente y también más fácilmente perceptibles para todos. En realidad representan el diseño espacial de la coreografía. Su importancia es evidente para nadadoras y técnicas.

Por otra parte, merece destacar la valoración otorgada al indicador que se refiere a elementos de riesgo. Este indicador que no figura en el reglamento de forma explícita, ha sido incorporado siguiendo el criterio de estudios en deportes artísticos (Martínez, 1997 y Bobo, 2002). La respuesta dada indica que, tanto nadadoras como técnicas, le han concedido una importancia similar. Coincidiendo en las valoraciones con una diferencia muy pequeña. Los elementos de riesgo son elementos de cooperación entre las nadadoras para realizar alguna acción o sucesión de acciones de gran dificultad y espectacularidad, de ahí su nombre. Son elementos que refuerzan la cooperación y aumentan la expectación de la rutina. En realidad son momentos especiales, generalmente acrobáticos, que por su espectacularidad se fijan en la mente del espectador y contribuyen a mejorar la impresión general sobre la rutina, por parte de jueces y espectadores.

### CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

#### Conclusiones sobre la valoración de las dimensiones del mérito artístico

1. El mérito artístico de la rutina libre de grupo de NS está configurado por cuatro dimensiones: interpretación, presentación, sincronización y coreografía.
2. La importancia porcentual otorgada por el total de la muestra a cada una de estas dimensiones, sitúa en primer lugar a la sincronización (34.63%), seguida de la coreografía (27.93%). En tercer lugar se encuentra la interpretación (19.51%), ocupando el último lugar, la adaptación (17.93%).
3. La opinión de los dos sectores de la muestra (nadadoras y técnicas) no presenta diferencias estadísticas significativas; no obstante, la interpretación es la dimensión que ofrece menos dificultades para poner de acuerdo a ambos sectores, con un solo punto de diferencia entre ambos. Las diferencias aumentan a 3 puntos, en la sincronización, mientras que se acentúan hasta alcanzar 5 puntos en las dimensiones coreografía y presentación, adquiriendo niveles próximos a la significación de 0.75 y 0.60, respectivamente.

#### Conclusiones sobre la valoración de los indicadores de coreografía

1. Los indicadores de la dimensión coreografía obtienen valores muy similares, en el conjunto de la muestra, sin que ninguno de ellos aparezca claramente diferenciado, con respecto a los demás. No obstante, parece que aquellos indicadores que hacen referencia a aspectos concretos de la coreografía, bien sean de carácter espacial, como el uso de la lámina (7.82), formaciones (7.84), bien sea de carácter temporal, como transiciones (7.81), bien sea de referencia al riesgo (7.82), son valorados ligeramente por encima de aquellos indicadores que representan criterios más abstractos y genéricos, como creatividad (7.70), variedad (7.31).
2. Con respecto a los valores medios otorgados por los dos sectores de la muestra, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas; si bien merece resaltar los siguientes aspectos:
  - La mayor discrepancia que ambos sectores muestran se refiere a la variedad, que alcanza niveles próximos a la significación (.08). Por el contrario, el indicador en el que la diferencia entre ambos sectores es menor, se refiere a las formaciones.
  - El indicador de elementos de riesgo, a pesar de no figurar en el código como evaluable, es respaldado por ambos sectores, obteniendo diferencias mínimas en su valoración.
3. Con relación a las preferencias mostradas por ambos sectores, los resultados apuntan que mientras las nadadoras consideran más importante el indicador uso de lámina, las entrenadoras valoran más el indicador las transiciones de las nadadoras en la piscina.

## Swimming Science I

4. Con respecto a la disparidad/homogeneidad de criterios de ambos sectores, se puede concluir que el criterio de las nadadoras es más homogéneo en todos los indicadores de coreografía, con excepción de los elementos de riesgo, en donde las entrenadoras muestran una opinión menos dispersa.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bobo, M. (2002). El Juicio Deportivo en Gimnasia Rítmica. Una Propuesta de Evaluación Basada en Indicadores de Rendimiento. *Tesis Doctoral. INEF Galicia. Departamento de Medicina. Universidad de la Coruña.*
- Furniss, L. (1991). Judging synchronization. *Synchro. Santa Ana, Calif.. 29(5), Oct/Nov, 31-33.*
- Heath, F. (1989). *Synchronized swimming routine choreography.* Edmonton.
- Martínez, A. (1997). La Dimensión Artística de la Gimnasia Rítmica. *Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes, Universidad de Vigo.*
- RFEN (2001). *Reglamento de Natación Sincronizada.* RFEN. Madrid.
- RFEN. (2002). *Manual de árbitro de Natación Sincronizada.* RFEN. Madrid.
- Sarwat, S. (1991). Judging manner of presentation. *Synchro. Santa Ana, Calif. 29(2), Apr/May, 26-27.*
- Touriño, C.F. MARTÍNEZ A. y MARTÍNEZ M. (2006) *Análisis artístico de la Natación sincronizada.* Federación Territorial Gallega de Natación

### ANALYSIS OF A 3D SCULLING PATH IN A VERTICAL BODY POSITION UNDER DIFFERENT LOAD CONDITIONS

Ariane Pochon<sup>1</sup>, Raúl Arellano<sup>3</sup> y José A. Arráez

<sup>1</sup>Grupo de Investigación “Actividad Física y Deportiva en el Medio Acuático”, Granada, España.

<sup>3</sup>F.C.C.A.F., Universidad de Granada, Granada, España.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to find out some parameters which can describe and characterize a sculling path. For this purpose an heterogeneous swimmers' group was required and theirs movement recorded in a vertical body position under different load conditions. The sculling path was then analysed using a three-dimension motion analysis. Point position and point velocity for each subject and for the three cases (0kg, 1.2 kg and 3.3 kg) were treated with Mathematica. Eight vertical sculling parameters were used for the analysis: 1) distance in a straight line between the two farthest points of the open loop (Dmax), 2) real distance covered by the finger between the two farthest points of the open loop (Lmax), 3) angle between horizontal projection of Dmax and the X axe ( $\alpha$ ), 4) angle between vertical projection of Dmax and X axe ( $\beta$ ), 5) mean velocity over the complete path (V), 6) highest velocity module reached during the complete loop, 7) lowest velocity module reached during the complete loop, 8) difference between Vmax and Vmin. In our study the most affected sculling parameter by the different load's conditions is the velocity average over the complete path. The three dimension reconstruction and the dihedral projection of the sculling path are not in agreement with the so-called eight paths for synchronized sculling.

**Key words:** Vertical sculling, synchronized swimming

#### INTRODUCTION

There are two methods of propelling in water, the paddle and the screw propulsion. In the first one, the propelling member pulls back in a straight line from front to back, i.e., in a direction opposite and parallel with the direction of travel. In the second one the propelling member rotates in a direction at right angles to the direction of travel. In our study we choose the vertical sculling technique, which is a propulsion technique used in water-polo and synchronized swimming combined with eggbeater to push the body out of the water for body-boasts. This sculling technique is quite similar to the one described in the second method.

The majority of propulsive force during sculling is produced by hands and forearms (Takagi, H. & Sanders, R., 2000). In order to improve the propulsive technique, it is important to evaluate the stroking movement qualitatively and also to analyze the hydrodynamic force generated by a swimmer's hands quantitatively. This is the reason why a lot of propulsion's explanations in swimming are focused on drag and lift forces generated by the swimmers. In this same area, quite a few studies are done in synchronized swimming and to our knowledge all of them are done in vertical support scull (head down) (Francis, P. R, et al. and Rybuyakova, T. et al.1991).

Also besides of the mentioned lift and drag forces, there is no study giving specific criteria to describe a sculling trajectory in synchronized swimming. This is why we choose a simple vertical sculling movement, which can be executed by a large amount of swimmers coming from different kinds of sports, allowing a large sample of sculling trajectory. The experimental situation is quite similar to a vertical scull experiment realized by Schleihauf, R.E. (1979) but whose purpose was to find out the effective resultant force.

**METHODS**

A total of eight subjects were volunteered for this study. All of them have a relatively long experience in the aquatic environment. Subjects' characteristics are represented in table 1.

Subjects	Gender	Swimming Specialty (years)	Experience (years)	Age (years)	Height (m)	Weight (kg)	Arm spam (m)	Forearm (m)
1	m	Breast-stroke	5	15.59	1.65	43.3	1.61	0.27
2	f	Back-stroke	6	14.30	1.63	53.7	1.71	0.26
3	f	Breast-stroke	5	13.11	1.63	48.8	1.71	0.25
4	f	Breast-stroke	6	13.13	1.52	39.4	1.49	0.24
5	f	Crawl	6	13.07	1.50	37.7	1.48	0.24
6	f	Breast-stroke	7	14.37	1.66	40.5	1.75	0.29
7	f	Water-polo	4	21.96	1.67	59.1	1.71	0.26
8	f	Synchro	8	28.32	1.72	67.8	1.75	0.27
<b>Mean</b>			▶ 6	16.73	1.62	48.8	1.65	0.26
<b>SD</b>			▶ 1	5.53	0.08	10.7	0.11	0.02

**Table 1:** Subjects characteristics

Each subject was asked to do a 5 to 10 sec vertical sculling movement in the focus of two submergible cameras. In a randomized way each subject had to repeat the sculling movement in three situations: Condition 1 with no weight, condition 2 with a weight-belt of 1.200 kg (weight = 1.046 kg and belt = 0.154 kg) and condition 3 with a weight-belt of 3.292 kg (three weights and belt).

The three-dimensional recording was realized according to the procedures described by Bartlett, R (1997). This 3D-video analysis technique was also used in previous studies to measure the hydrodynamic force (Schleihauf et al., 1988; Berger et al., 1999).

For the underwater recording two submergible colour cameras were used, the camera 1 was fixed in front of the subject and camera 2 was fixed obliquely to give a horizontal view of the sculling movement. The specification of the camera is an image sensor (device) named Sony interline transfer Hyper HAD CCD with a board lens of 3.6 mm and F2.0 and an approximated dimension of 110 mm (L) x 32mm (DIA). Both cameras were connected with a coaxial cable to the monitor as shown in the figure 3. The image of both cameras was synchronized and mixed with a Panasonic Digital AV Mixer WJ-Aves.

The range of the studied movement was small enough to use only the upper part of the calibration frame (dimensions 122.5 x 64.7x 60.8 cm) on which 27 calibration (or control) points were drawn (black points) see image 1 which represents the calibration frame with floats to make the adjustment of the image of the cameras easier. The DLT camera set-up allows a flexible camera position meanwhile special caution is paid that all the calibration points are visible to each camera and their image coordinates are clearly and unambiguously distinguishable as shown in figure 1. In our study the reconstruction error is 1.20 cm.

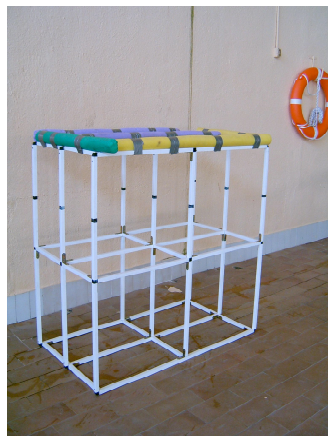


Image 1: Calibration frame

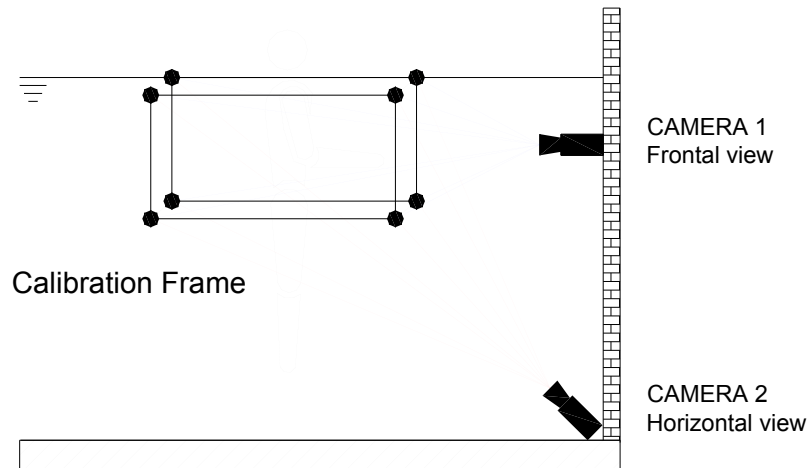


Figure 1: DLT camera set-up

According to Berger et al. (1999) we digitised the top of the middle finger (dactylion) of both hand. To make the digitalization more precise black markers were fixed on the anatomical landmarks of the right and left hand. All the digitizing and DLT transformation were realized with KWON 3D (Young-Hoo Kwon, 1998).

A pre partial interpolation of 50 Hz was used, which means that the interpolation occurs before the reconstruction (raw data computation) and the program does not generate coordinates if the missing interval is longer than 10 times the interpolation time interval determined by the interpolation frequency, which is here of 50 Hz .

In Kwon 3D only one filter type is currently available, the Butterworth Low-Pass. To prevent phase lag Kwon 3D uses the double pass approach: forward pass first and then backward pass. The order of filter was set at 4<sup>th</sup>; this represents the sharpness of transition from the pass band to the stop band in the filter response curve. As the order increases, the sharpness increases as well. The cut-off frequency was fixed at 6 Hz. Currently, Kwon 3D allows only this cut-off frequency.

The software allowed as to calculate from the raw position data, the point position and the point velocity (X, Y, Z). Point position and point velocity for each subject and for the three cases (0kg, 1.2 kg and 3.3 kg) were treated with Mathematica. Eight parameters were defined: Dmax (cm) represents the distance in a straight line between the two farthest points of the open loop, Lmax (cm) represents the real distance covered by the finger between the two farthest points of the open loop,  $\alpha$  (degree) is the angle between horizontal projection of Dmax and the X axe,  $\beta$  (degree) is the angle between vertical projection of Dmax and X axe, V (cm/sec) mean velocity over the complete path, Vmax (cm/sec) highest velocity module reached during the complete loop, Vmin (cm/sec) lowest velocity module reached during the complete loop, Vmax-Vmin (cm/sec) difference between Vmax and Vmin.

For statistical analysis a 2 x 3 ANOVA repeated measures test was performed with two levels on hand (right and left) by three levels on loads 0kg, 1.2kg, and 3.3kg. According to Petrie, A. et al. (2000). Then a linear regression and a Pearson product moment were used between the anthropometric parameters (weight, height, arm spam, forearm length) and the vertical sculling parameters (Dmax, Lmax,  $\alpha$ ,  $\beta$ , V, Vmax, Vmin, Vmax-Vmin). For all these tests, the significant threshold of the probability was set at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ .

**RESULTS**

Figure 2 shows on the left side the dihedral projection of the sculling path without weight with the front view on the top and the horizontal view on the bottom than the corresponding velocity module graph, and on the right side, the same path with the velocity vector.

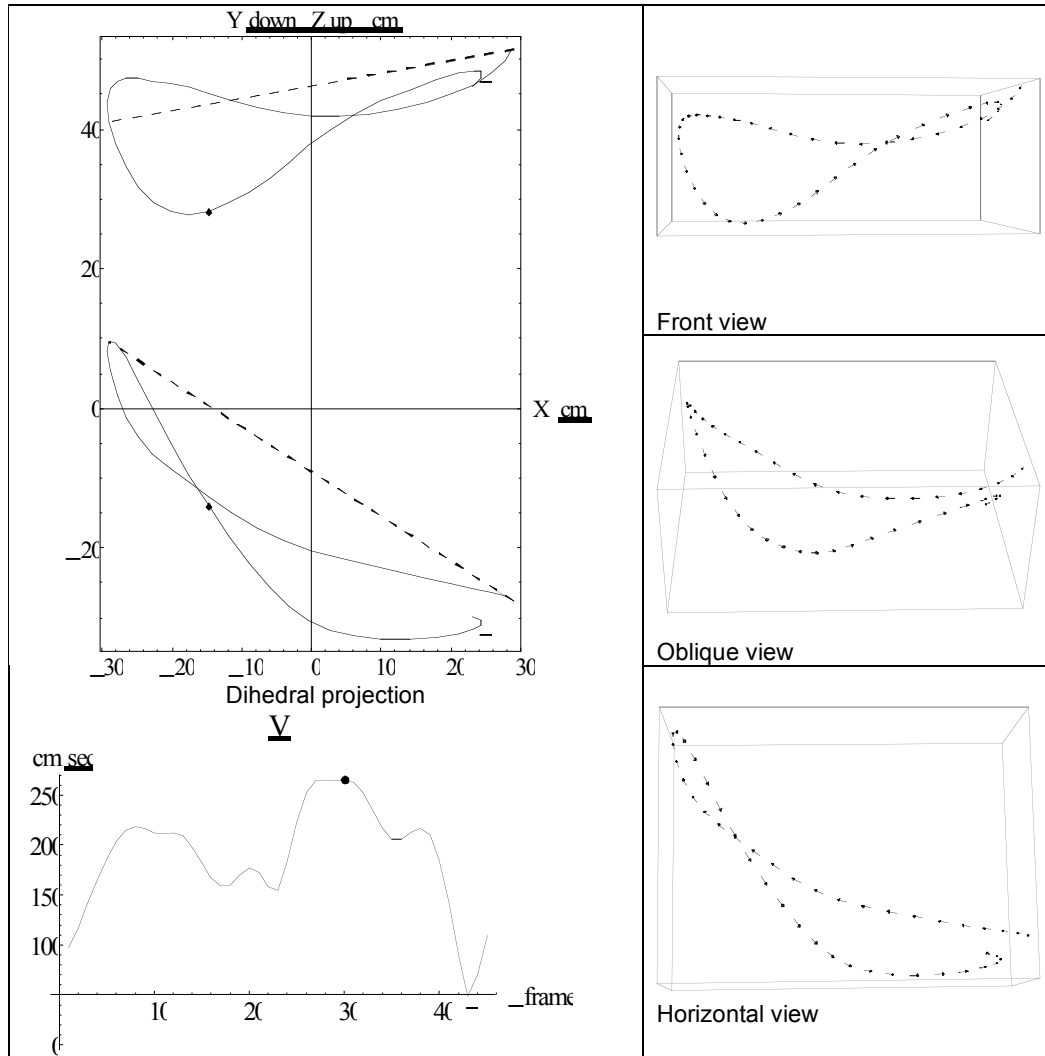


Figure 2: Different views of a right hand path.

The vertical sculling parameters according to de added weight are shown in Table 2 with significant differences for the right hand between: C1 & C2 ††p<0.01; C1 & C3 ♦♦p<0.01; C2 & C3 \*\*p< 0.01.

**DISCUSSION**

As expected some velocity parameters are affected by weight's increase. In our study the most affected sculling parameter by the different load's conditions is the velocity average over the complete path. This confirms what commonly synchronized swimming trainers required from their swimmers, when the weight increases by raising a leg out of the water, the sculling must be faster. This is exactly our studied swimmers reaction.

We found that the hands pick up velocity towards the end of the sculling movement reaching a maximum velocity in the return phase a similar result was found by Rybuyakova, T., (1991) with support scull.

## Swimming Science I

Table 2: Mean and SD of the sculling parameters in the three conditions (C1, C2, C3) The correlation between the anthropometric parameters and the vertical sculling are shown in table 3 with significant differences \* $p < 0.05$  in the three load conditions (C1, C2, C3).

Parameters	Condition 1 (without weight)		Condition 2 (2.2 kg)		Condition 3 (3.3 kg)					
	Mean	SD	Mean	SD						
<b>Lengths</b>	Dmax (m)	0.59	0.12	0.58	0.10	0.62	0.10			
	Lmax (m)	0.76	0.17	0.71	0.14	0.80	0.14			
<b>Angles</b>	$\alpha$ (degree)	- 35	19	- 32	22	- 42	18			
	$\beta$ (degree)	- 2	11	1	16	1	10			
<b>Velocity</b>	V (m/sec)	2.06	0.26	††◆◆	2.26	0.24	†† **	2.51	0.30	◆◆ **
	Vmax (m/sec)	3.00	0.24		3.25	0.39		3.41	0.39	
	Vmin (m/sec)	0.92	0.38		1.02	0.28		1.09	0.40	
	Vmax-Vmin (m/sec)	2.08	0.29		2.22	0.36		2.32	0.36	

Table 3: Correlation between anthropometric and vertical sculling parameters.

Parameters		Height	Arm spam	Forearm - L	Weight
		<b>Lengths</b>	<b>Dmax</b>	ns	ns
	<b>Lmax</b>	ns	ns	C3*	ns
<b>Angles</b>	$\alpha$	ns	ns	ns	ns
	$\beta$	ns	ns	ns	ns
<b>Velocity</b>	<b>V</b>	ns	ns	ns	ns
	<b>Vmax</b>	ns	ns	ns	ns
	<b>Vmin</b>	ns	ns	ns	C3*
	<b>Vmax-Vmin</b>	ns	ns	ns	ns

The minimum velocity is reached in the restraining phase named by Rybuyakova, T., (1991), which corresponds on the region near the extremity of our Dmax. There is no significant differences between Vmin or Vmax and the three load conditions, but the correlation between Vmin and weight in condition 3 is significant which could suggest that the first reaction of the subject when being loaded is to increase his minimum velocity sculling.

The strongest correlation belongs to the lengths sculling parameters, Dmax and Lmax, with the forearm length. This correlation is significant in the third condition. So the longer the forearm length, the longer Dmax and Lmax. This positive correlation not only confirms an intuitive impression that a longer forearm makes the sculling movement bigger, but also that in a loaded condition swimmers optimized theirs anthropometric characteristics to face up the heavier sculling condition, as far as we know this fact was not studied yet in synchronize skills.

From this statement it would be interesting to find out if a swimmer with a long forearm uses less energy for a given task by needing less movement when compared with a swimmer with a shorter forearm. An EMG-study was realized by Zinzen, E. et al. (1992) for the arm muscles during the scull movement in the single ballet leg alternative but without a correlation with the anthropometric parameters of the subjects. Nevertheless, on analysis of the mechanics of the scull movement in combination with the muscular activity pattern, they found a high level of dynamic activity for all arm muscles, especially during sideward scull movement and during the rotation of the hand at the level of the wrist. They also conclude that the sculling propulsion effect is initiated by the elbow and not by the shoulder, this conclusion support our lengths path parameters' results.

We found no significant differences by sculling angles' results, but those parameters help to describe the sculling path direction. The three dimension reconstruction and the dihedral

## Swimming Science I

projection of the sculling path is not in agreement with the so-called eight path for synchronized sculling, because we do not find an intersection point, further investigations are needed using elite synchronized swimmers to compare our parameters with performance to define the best sculling pattern.

### CONCLUSIONS

Film analysis is a rather time-consuming way for swimming investigation because much time is required for hand digitizing. Excepting technical improvement, this method is not suitable for providing regular feedback to swimmers and coaches. But it is a good way to visualize what happens under water and to see a reproduction of the sculling movement.

With our heterogeneous swimmers' group it is not possible to give an optimal sculling pattern, but this study gave us some directions for the description and characterization of the sculling movement.

### REFERENCES

- Berger, M.A.M., Hollander, A.P., & de Groot, G. (1999). Determining propulsive force in front crawl swimming: A comparison of two methods. In: *Journal of Sport Sciences*, E & FN Spon Publishers, 17, pp. 97-105.
- Francis, P. R., & Welshons Smith, K. A preliminary investigation of support scull using video motion analysis, San Diego State University, California.
- Kwon, Y.-H. (1998). Kwon 3D 3.0 Manuals Home. <http://www.kwon3d.com/manuals/index.html>.
- Rybuyakova, T., Lesgaft, P.F., & Pybyakova, T.V. (1991). Analysis of the vertical sculling technique. Leningrad State Institute of Physical Culture, Synchro June / July 1991.
- Schleihauf, R.E. (1979). A hydrodynamic Analysis of swimming propulsion. In: *Swimming III-Third Int. Symp. of Biomechanics in Swimming*, pp.70-109, Blatimore, USA, University Park Press.
- Schleihauf, R.E., Gray, L., & De Rose, J. (1983). Three-dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming*, (Ed. By A.P. Hollander, P.A. Huijing & G. de Groot), pp. 173-184. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Schleihauf, R.E., Higgins, J.R., Hindrichs, r., Luedtke, d., Maglischo, C., Maglischo, E.W., & Thayer, A. (1988). Propulsive techniques: front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In: *Swimming Science V*, (Ed. By B.E. Ungerechts, K. Reischle & K. Wilke), pp. 53-59. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Takagi, H., & Sanders, R. (2000). Calculating hydrodynamic force by using pressure differences in swimming, In: *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, (Ed. By K. Keskinen, P. Komi & A.P. Hollander), pp. 101-106.
- Zinzen, E., Antonis, J., Cabri, J., Serneels, P., & Clarys, J.P. (1992). Synchro-swimming: An EMG-study of the arm muscles during the scull movement in the single ballet leg alternate. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming, Swimming Science VI* (Ed. By Maclaren, D., Reilly, T. and Lees, A.), pp. 117-122.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the research group "Actividad Física y Deportiva en el Medio Acuático" and the University of Granada, Spain.



### LAS ACTIVIDADES ACUÁTICAS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE GRADO SUPERIOR “ANIMACIÓN EN ACTIVIDADES FÍSICAS Y DEPORTIVAS”.

Miguel Ángel García Pozuelo

Departamento de la Familia Profesional de Actividades Físicas y deportivas, I.E.S,  
José Martín Recuerda de Motril.

#### RESUMEN.

El propósito de la siguiente comunicación es dar a conocer una de las titulaciones de formación profesional más de moda de los últimos años dentro del sector de la actividad física y el deporte. Se enfatiza principalmente sobre los módulos profesionales relacionados con las actividades acuáticas, los cuales tienen un peso importante dentro del Currículum de estos estudios.

**Palabras clave:** Competencia profesional, capacidades terminales, módulo profesional, criterios de evaluación.

#### INTRODUCCIÓN.

La formación en general y la formación profesional en particular, constituyen hoy en día objetivos prioritarios de cualquier país que se plantee estrategias de crecimiento económico, de desarrollo tecnológico y de mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos ante una realidad que manifiesta claros síntomas de cambio acelerado, especialmente en el campo tecnológico. La mejora y adaptación de las cualificaciones profesionales no sólo suponen una adecuada respuesta colectiva a las exigencias de un mercado cada vez más competitivo, sino también un instrumento individual decisivo para que la población activa pueda enfrentarse eficazmente a los nuevos requerimientos de polivalencia profesional, a las nuevas dimensiones de las cualificaciones y a la creciente movilidad en el empleo.

En los últimos años, la legislación en materia educativa, ha acometido profundas reformas del Sistema Educativo, y más aún de la formación profesional en su conjunto, mejorando las relaciones entre el sistema educativo y el sistema productivo a través del reconocimiento por parte de éste, de las titulaciones de Formación Profesional y posibilitando al mismo tiempo la formación de los alumnos y alumnas en centros de trabajo. En este sentido, se propone un modelo que tiene como finalidad, entre otras, garantizar la formación profesional inicial del alumnado, para que pueda conseguir las capacidades y los conocimientos necesarios para el desempeño cualificado de la actividad profesional.

Esta formación de tipo polivalente, deberá permitir a los ciudadanos adaptarse a las modificaciones laborales que puedan producirse a lo largo de su vida. La estructura y organización de las enseñanzas profesionales, sus objetivos y contenidos, así como los criterios de evaluación, son enfocados en la ordenación de la nueva formación profesional desde la perspectiva de la adquisición de la **competencia profesional**.

Concretamente, con el Título de Formación Profesional de Técnico Superior en “**Animación de Actividades Físicas y Deportivas**” se debe adquirir la competencia general de enseñar y dinamizar juegos, actividades físico-deportivas recreativas individuales, de equipo y con implementos, y actividades de acondicionamiento físico básico, adaptándolos a las características del medio y a las de los participantes consiguiendo la satisfacción del usuario y un nivel competitivo de calidad, en los límites de coste previstos. Esta competencia, debe permitir, a las personas que realizan estos estudios, el desempeño, entre otros, de los siguientes puestos de trabajo:

- Promotor de actividades físico-deportivas.
- Animador de actividades físicas y deportivas.
- Coordinador de actividades polideportivas.
- Monitor de actividades físico-deportivas individuales (**natación**, atletismo, actividades gimnásticas, deportes náuticos).

## Swimming Science I

- Monitor de actividades físico-deportivas de equipo (**waterpolo**, baloncesto, balonmano, voleibol, rugby, fútbol, fútbol sala).
- Monitor de actividades físico-deportivas con implementos (golf, tenis, padel, bádminton, hockey, tenis de mesa).
- Técnico en salvamento y socorrismo acuático.

No escapa a nadie, la importancia que están adquiriendo en nuestra sociedad las actividades acuáticas en general, cuya demanda es cada vez mayor por parte de los ciudadanos; ello exige, por parte de la sociedad, tener profesionales bien formados, capaces de impartir con calidad estas actividades que se ofertan por parte de diversos organismos, ya sean públicos o privados. Esta es la razón por la en nuestro Centro Educativo, el I.E.S. José Martín Recuerda de Motril, este tipo de actividades tienen un peso importante dentro del Currículum de estos estudios.

La formación en centros de trabajo, con la que culminan este Ciclo, es una de las claves del modelo de la formación profesional que lo hacen más participativo, mucho más relacionado con el mundo productivo real y que viene a mejorar la cualificación profesional del alumnado.

### **ORDENACIÓN ACADÉMICA DEL TÍTULO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE TÉCNICO SUPERIOR EN ANIMACIÓN DE ACTIVIDADES FÍSICAS Y DEPORTIVAS.**

#### **A) Finalidades Educativas.**

Las enseñanzas de Formación Profesional conducentes a la obtención del título de formación profesional de Técnico Superior en Animación de Actividades Físicas y Deportivas, con validez académica y profesional en todo el territorio nacional, tendrán por finalidad proporcionar a los alumnos y alumnas la formación necesaria para:

- a) Adquirir la competencia profesional característica del título.
- b) Comprender la organización y características del sector de la actividad física y el deporte en general y en Andalucía en particular, así como los mecanismos de inserción y orientación profesional; conocer la legislación laboral básica y las relaciones que de ella se derivan; y adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para trabajar en condiciones de seguridad y prevenir posibles riesgos en las situaciones de trabajo.
- c) Adquirir una identidad y madurez profesional para los futuros aprendizajes y adaptaciones al cambio de las cualificaciones profesionales.
- d) Permitir el desempeño de las funciones sociales con responsabilidad y competencia.
- e) Orientar y preparar para los estudios universitarios posteriores que se pueden realizar (Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Diplomatura en Magisterio de Educación Física, Diplomatura en Fisioterapia, etc.).

#### **B) Duración.**

La duración del ciclo formativo de Animación de Actividades Físicas y Deportivas es de 2000 horas y forma parte de la Formación Profesional Específica de Grado Superior.

#### **C) Objetivos generales.**

Los objetivos generales de las enseñanzas correspondientes al título de formación profesional de Técnico Superior en Animación de Actividades Físicas y Deportivas son los siguientes:

- Confeccionar e implementar programaciones de enseñanza/animación de actividades físico-deportivas individuales, de equipo y con implementos, aplicando los procedimientos y los fundamentos científicos y didácticos oportunos.
- Aplicar los fundamentos científicos y didácticos que deben considerarse en la enseñanza para optimizar el aprendizaje de las habilidades motrices elementales específicas de los deportes individuales, de equipo y con implementos.
- Analizar y ejecutar las operaciones necesarias para el desarrollo de actividades físico-deportivas individuales de equipo y con implementos.
- Confeccionar e implementar programaciones de actividades básicas de acondicionamiento físico, científica y didácticamente fundamentadas teniendo en

## Swimming Science I

cuenta las características del público al que se dirigen y las condiciones del medio donde se van a desarrollar.

- Conocer la legislación vigente aplicable a seguridad e higiene en gimnasios, polideportivos y piscinas, así como el procedimiento a seguir en caso de diferentes siniestros, y dominar las técnicas de evacuación, rescate acuático y administración de primeros auxilios.
- Aplicar los fundamentos teóricos surgidos de las ciencias humanas, para intervenir como dinamizador de sesiones de acondicionamiento físico-deportivo en las que se optimicen las relaciones personales y se fomenten actitudes y hábitos favorables hacia la actividad y hacia la salud.
- Caracterizar juegos de diferente tipo como recurso para optimizar aprendizajes motrices o de otros ámbitos, y valorar la metodología Indica en animación deportiva.
- Caracterizar la profesión de animador de actividades físico-deportivas, contextualizándola en los ámbitos de intervención social, ocio, recreación y turísticos.
- Verificar la calidad de la actividad realizada, confrontando los resultados obtenidos con los resultados previstos, e interpretar la información proporcionada por los clientes y por otros medios establecidos, identificándolas causas o motivos de las posibles desviaciones respecto a lo previsto, e introduciendo las correcciones oportunas con el fin de que se consigan los objetivos marcados.
- Comprender el marco legal, económico y organizativo que regula y condiciona las actividades profesionales de la recreación deportiva, identificando los derechos y las obligaciones que se derivan de las relaciones laborales, y adquiriendo la capacidad de seguir los procedimientos establecidos y de actuar con eficacia ante las contingencias que puedan presentarse.
- Establecer una eficaz comunicación verbal, escrita y gestual para transmitir y recibir correctamente información y resolver situaciones conflictivas, tanto en el ámbito de las relaciones en el entorno de trabajo como en las relaciones con los clientes.
- Utilizar y buscar fuentes de información y formación relacionadas con el ejercicio de la profesión que posibiliten el conocimiento y la inserción en el sector de las actividades físicas y/o deportivas, y la evolución y adaptación de las capacidades profesionales propias a los cambios tecnológicos y organizativos que se producirán a lo largo de toda la vida activa.
- Conocer el sector de la actividad física y el deporte en Andalucía.

### D) Organización.

Las enseñanzas correspondientes a este título se organizan en módulos profesionales.

### E) Estructura y módulos profesionales.

Los módulos profesionales de estos estudios se agrupan en tres bloques y son los siguientes:

- a) Módulos profesionales asociados a la competencia profesional.
  - Juegos y actividades físicas recreativas para animación.
  - Actividades físico-deportivas individuales (**natación**, atletismo, actividades gimnásticas).
  - Actividades físico-deportivas de equipo (**waterpolo**, baloncesto, balonmano, voleibol, rugby, fútbol y fútbol sala).
  - Actividades físico-deportivas con implementos (tenis, padel, bádminton, hockey, golf).
  - Fundamentos biológicos y bases del acondicionamiento físico.
  - **Primeros auxilios y socorrismo acuático.**
  - Animación y dinámica de grupos.
  - Metodología didáctica de las actividades físico-deportivas.
  - Actividades físicas para personas con discapacidades.
- b) Módulos profesionales socioeconómicos.

## Swimming Science I

- El sector de la actividad física y el deporte en Andalucía.
- Formación y orientación laboral.
- Organización y gestión de una pequeña empresa de actividades de tiempo libre y socioeducativas.
- c) Módulo profesional integrado.
  - Proyecto integrado.
- d) Módulo profesional de formación en el centro de trabajo.
  - Formación en centros de trabajo.

### **F) Entorno económico y social.**

Los centros docentes tendrán en cuenta el entorno económico y social y las posibilidades de desarrollo de éste, al establecer las programaciones de cada uno de los módulos profesionales y del ciclo formativo en su conjunto.

En la zona donde nos encontramos, existe una gran tradición por las actividades acuáticas especialmente la natación deportiva, lo cual es un aspecto que no dejamos de tener en cuenta. Además, no olvidamos el nacimiento de iniciativas que van surgiendo, como es el caso del waterpolo. Tampoco dejamos de lado el sector turístico, creciente en esta zona de la provincia de Granada, al que no debe ser ajeno el sector de la actividad física y el deporte en general, ni el de las actividades acuáticas en particular.

### **MÓDULOS PROFESIONALES RELACIONADOS CON LAS ACTIVIDADES ACUÁTICAS.**

#### **A) MÓDULO DE ACTIVIDADES FÍSICO DEPORTIVAS INDIVIDUALES (NATACIÓN).**

Dentro del módulo de actividades físico deportivas individuales con una duración de 160 horas, incluimos natación, con dos horas semanales que se desarrollan en piscina. A continuación se detallan los contenidos que se trabajan, las capacidades terminales que los alumnos y alumnas deben adquirir, así como los criterios de evaluación para valorar la consecución de dichas capacidades.

##### **a. Contenidos.**

1. Planteamientos y enfoques de la natación y las actividades acuáticas.
2. Enseñanza de la natación. Etapas de enseñanza. Proceso de enseñanza. Consideraciones didácticas y aspectos metodológicos. Juegos y ejercicios introductorios, ejercicios de familiarización, de respiración, de flotación y de propulsión.
3. Iniciación a la natación deportiva. Los estilos de natación. Salidas y vueltas.
4. Reglamento de los diferentes estilos y de la competición.
5. Instalaciones y material: características, uso y cuidados.
6. Acondicionamiento físico. Cinesiología.
7. Iniciación a la natación sincronizada.
8. Iniciación a los saltos.
9. Animación acuática. Planteamiento recreativo de las actividades acuáticas.
10. Adaptación a las personas con discapacidades: modalidades, reglamentos, técnicas, instalaciones y material.

## Swimming Science I

### b. Capacidades Terminales y criterios de evaluación.

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Analizar y seleccionar los ejercicios de acondicionamiento físico general, las habilidades básicas y específicas, y los juegos generales y predeportivos aplicables a las actividades acuáticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Analizar la complejidad y dificultad de ejecución de las tareas motrices más habituales de la natación y las actividades acuáticas en general.</li> <li><input type="checkbox"/> Analizar las técnicas de ejecución más eficaces para la resolución de las diferentes tareas motrices de la natación y de las actividades acuáticas.</li> <li><input type="checkbox"/> Describir las fases de ejecución de los diferentes movimientos técnicos: de natación y actividades acuáticas individuales.</li> <li><input type="checkbox"/> En un supuesto práctico, donde se conocen las características, intereses y necesidades de los participantes, enumerar y describir:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ejercicios a aplicar en el acondicionamiento físico básico de la natación y las actividades acuáticas.</li> <li>- tareas a ejecutar para el desarrollo de las habilidades básicas y las específicas de la natación y de las actividades acuáticas.</li> <li>- juegos generales y predeportivos que se pueden aplicar en natación y actividades acuáticas.</li> </ul> </li> </ul>
Elaborar programas de enseñanza/ animación de actividades acuáticas para grupos de personas de unas características dadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Indicar y caracterizar los parámetros que deben considerarse para evaluar:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- El nivel de desarrollo motor.</li> <li>- El nivel de destreza.</li> <li>- El nivel de condición física.</li> <li>- El nivel de motivación.</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Ante un grupo de personas, reconocer los distintos niveles de cada una de ellas en relación al desarrollo motor, condición física, motivación y ejecución de habilidades motrices de natación y actividades acuáticas.</li> <li><input type="checkbox"/> En supuestos en los que se caracterice suficientemente un grupo de usuarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formular los objetivos operativos en función de las características, intereses necesidades de los practicantes y de acuerdo con los medios y le tiempo disponible.</li> <li>- Enumerar los contenidos de cada una de las sesiones necesarias para la consecución de los objetivos.</li> <li>- Establecer ejercicios y/o juegos adecuados a las diferentes etapas de enseñanza de las actividades acuáticas que deban desarrollarse: familiarización, flotación, respiración y propulsión.</li> <li>- Describir el desarrollo de los juegos de asimilación, de aplicación, o de motivación seleccionados.</li> <li>- Justificar la selección del estilo de enseñanza más adecuado, teniendo en cuenta todas las variables identificadas.</li> <li>- Enumerar el conjunto de recursos didácticos e instalaciones necesarias para las prácticas de las actividades programadas.</li> </ul> </li> </ul>
Analizar la organización, el control y la realización de actividades acuáticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Indicar los recursos que se pueden utilizar para motivar a la persona y al grupo participante.</li> <li><input type="checkbox"/> Analizar los diferentes recursos que se pueden utilizar para dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de la natación y las actividades acuáticas, entre otros: demostración, ayuda visual, medios audiovisuales, descripciones, ayudas manuales y ayudas mecánicas.</li> <li><input type="checkbox"/> Demostrar la forma de ejecución de los diferentes movimientos técnicos: de la natación y de las actividades acuáticas.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizando imágenes reales o gráficas de los movimientos técnicos, detectar en cada fase los errores de ejecución, teniendo como referente el modelo biomecánicamente óptimo.</li> <li><input type="checkbox"/> Indicar las dificultades y las estrategias para reducirlas, así como los errores de ejecución más frecuentes, sus causas y la manera de evitarlos y/o corregirlos en los diferentes movimientos técnicos de la natación.</li> <li><input type="checkbox"/> Describir las situaciones de riesgo que se pueden presentar ante el desarrollo de actividades acuáticas en general y de natación en particular.</li> </ul>

## Swimming Science I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Indicar los parámetros que se deben tener en cuenta para evaluar el desarrollo de una sesión.</li> <li>❑ Ante diferentes situaciones simuladas de enseñanza-aprendizaje y/o de animación de natación, entre otros:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar información clara y precisa sobre los objetivos y contenidos de la sesión.</li> <li>- Adoptar la posición respecto al grupo que favorezca en todo momento la comunicación.</li> <li>- Adoptar la actitud idónea que le permita controlar y motivar al grupo.</li> <li>- Observar las evoluciones de los participantes e informarles de forma adecuada sobre sus progresos o errores.</li> <li>- Reconocer las limitaciones y posibilidades de participación de los componentes del grupo.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Analizar las reglas básicas y las características de las instalaciones y el material de las actividades acuáticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Interpretar correctamente las reglas básicas: de la natación y de otras modalidades acuáticas como los saltos o la natación sincronizada.</li> <li>❑ Definir las características del material específico y auxiliar de natación y de otras modalidades acuáticas.</li> <li>❑ Enumerar el material alternativo y de juegos aplicables a natación y a otras actividades acuáticas.</li> <li>❑ A partir de la caracterización de unos supuestos practicantes y de los objetivos del programa, definir las normas que deben aplicarse en una supuesta competición de natación o de otras modalidades acuáticas.</li> <li>❑ Ante un supuesto práctico donde se definan las características de los participantes y el programa de enseñanza/recreación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el material que se utilizarán en cada sesión.</li> <li>- Proponer modificaciones de las instalaciones de forma que faciliten el aprendizaje y la recreación.</li> <li>- Justificar las adaptaciones que se realicen en el reglamento del juego y/o competición.</li> </ul> </li> </ul>

### B) MÓDULO DE ACTIVIDADES FÍSICO DEPORTIVAS DE EQUIPO (WATERPOLO).

Dentro del módulo de actividades físico deportivas de equipo, con una duración de 240 horas, incluimos el waterpolo con una hora a la semana. La razón de la inclusión de este deporte en el Currículum del ciclo formativo es que se está empezando a practicar en la localidad donde nos encontramos (Motril); se pretende con esta iniciativa consolidar este deporte en esta zona de la provincia de Granada.

#### a. Contenidos.

1. Consideraciones previas. Aproximación conceptual al waterpolo como deporte de equipo. Nomenclatura básica dentro del waterpolo. Fases del juego en waterpolo.
2. Etapas de aprendizaje. Etapa de formación-iniciación, etapa de aprendizaje específico, etapa de consolidación del aprendizaje-perfeccionamiento.
3. Acciones técnico-tácticas individuales (posición básica, adaptación y manejo de balón, desplazamientos, recepción de balón, pase, lanzamiento, cambios de dirección, desmarques, fintas, técnica defensiva).
4. Acciones tácticas colectivas (principios de la táctica, recursos básicos, sistemas tácticos).
5. Reglamento, instalaciones y material.
6. Nuevas tendencias metodológicas. Mini-waterpolo.
7. Adaptación a las personas con discapacidades.

## Swimming Science I

### b. Capacidades Terminales y Criterios de evaluación.

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>Analizar y seleccionar los ejercicios de acondicionamiento físico básico, las habilidades básicas y específicas, y los juegos generales y predeportivos aplicables al waterpolo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Analizar la complejidad y dificultad de ejecución de las tareas motrices más habituales del waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> Analizar las técnicas de ejecución más eficaces para la resolución de las diferentes tareas motrices del waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> Describir las fases de ejecución de los diferentes movimientos técnicos de waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> En un supuesto práctico, donde se conocen las características, intereses y necesidades de los participantes, enumerar y describir:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ejercicios a aplicar en el acondicionamiento físico básico del waterpolo.</li> <li>- tareas a ejecutar para el desarrollo de las habilidades básicas y las específicas del waterpolo.</li> <li>- juegos generales y predeportivos que se pueden aplicar en waterpolo.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Elaborar programas de enseñanza/animación de waterpolo para grupos de personas de unas características dadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Indicar y caracterizar los parámetros que deben considerarse para evaluar:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- El nivel de desarrollo motor.</li> <li>- El nivel de destreza.</li> <li>- El nivel de condición física.</li> <li>- El nivel de motivación.</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Ante un grupo de personas, reconocer los distintos niveles de cada una de ellas en relación al desarrollo motor, condición física, motivación y ejecución de habilidades motrices de waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> En supuestos en los que se caracterice suficientemente un grupo de usuarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formular los objetivos didácticos en función de las características, intereses necesidades de los practicantes y de acuerdo con los medios y le tiempo disponible.</li> <li>- Enumerar los contenidos de cada una de las sesiones necesarias para la consecución de los objetivos.</li> <li>- Establecer las progresiones/secuencias de asimilación de las técnicas básicas para iniciar al waterpolo.</li> <li>- Establecer y secuenciar los ejercicios adecuados para la asimilación de los conceptos tácticos básicos del waterpolo.</li> <li>- Establecer ejercicios y/o juegos adecuados a las diferentes etapas de enseñanza del waterpolo.</li> <li>- Describir el desarrollo de los juegos de asimilación, de aplicación, o de motivación seleccionados.</li> <li>- Justificar la selección del estilo de enseñanza más adecuado, teniendo en cuenta todas las variables identificadas.</li> <li>- Enumerar el conjunto de recursos didácticos e instalaciones necesarias para las prácticas de las actividades programadas.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Analizar la organización, el control y la realización de actividades de waterpolo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Indicar los recursos que se pueden utilizar para motivar a la persona y al grupo participante.</li> <li><input type="checkbox"/> Analizar los diferentes recursos que se pueden utilizar para dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje del waterpolo: demostración, ayuda visual, medios audiovisuales, descripciones, ayudas manuales y ayudas mecánicas.</li> <li><input type="checkbox"/> Demostrar la forma de ejecución de los diferentes movimientos técnicos del waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> Utilizando imágenes reales o gráficas de los movimientos técnicos, detectar en cada fase los errores de ejecución, teniendo como referente el modelo biomecánicamente óptimo.</li> <li><input type="checkbox"/> Indicar las dificultades y las estrategias para reducir las, así como los errores de ejecución más frecuentes, sus causas y la manera de evitarlos y/o corregirlos en los diferentes movimientos técnicos del waterpolo.</li> <li><input type="checkbox"/> Describir las situaciones de riesgo que se pueden presentar en el desarrollo de actividades de waterpolo.</li> </ul>

## Swimming Science I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Indicar los parámetros que se deben tener en cuenta para evaluar el desarrollo de la sesión.</li> <li>❑ Ante diferentes situaciones simuladas de enseñanza-aprendizaje y/o de animación de natación, entre otros:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar información clara y precisa sobre los objetivos y contenidos de la sesión.</li> <li>- Adoptar la posición respecto al grupo que favorezca en todo momento la comunicación.</li> <li>- Adoptar la actitud idónea que le permita controlar y motivar al grupo.</li> <li>- Observar las evoluciones de los participantes e informarles de forma adecuada sobre sus progresos o errores.</li> <li>- Reconocer las limitaciones y posibilidades de participación de los componentes del grupo.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Analizar las reglas básicas y las características de las instalaciones y el material de waterpolo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Interpretar correctamente las reglas básicas del waterpolo.</li> <li>❑ Definir las características del material específico y auxiliar del waterpolo.</li> <li>❑ Enumerar el material alternativo y de juegos aplicables a waterpolo.</li> <li>❑ A partir de la caracterización de unos supuestos practicantes y de los objetivos del programa, definir las normas que deben aplicarse en una supuesta competición de waterpolo.</li> <li>❑ Ante un supuesto práctico donde se definan las características de los participantes y el programa de enseñanza/recreación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el material que se utilizarán en cada sesión.</li> <li>- Proponer modificaciones de las instalaciones de forma que faciliten el aprendizaje y la recreación.</li> <li>- Justificar las adaptaciones que se realicen en el reglamento del juego y/o competición.</li> </ul> </li> </ul>

### C) MÓDULO DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRISMO ACUÁTICO.

Este es un módulo profesional obligatorio que capacita al alumnado que cursa este ciclo para actuar como Técnico en Salvamento y Socorrismo Acuático. La duración de dicho módulo es de 114 horas. El número de horas semanales es de seis, durante dos trimestres. Hay que destacar que este es un módulo que para poder superarlo requiere la adquisición de un determinado nivel pues en la evaluación se exige superar unas pruebas físicas en el agua.

#### a. Contenidos.

1. Primeros auxilios. Principios generales del socorrismo. Procedimientos y técnicas de atención urgente ante traumatismos mecánicos, físicos, químicos, alteraciones de la conciencia. Reanimación cardiopulmonar. Inmovilización y vendajes. Sistemas de recogida y transporte de accidentados.
2. El botiquín de primeros auxilios. Instrumentos. Material de cura. Fármacos básicos.
3. Salvamento acuático. Pautas de actuación. Formas de entrada al agua y acercamiento al accidentado. Técnica de presas y zafaduras. Salvamento en profundidad. Sistemas de remolque. Material de seguridad y salvamento. Salvamento en instalaciones acuáticas y en zonas acuáticas naturales.
4. Técnicas de natación. Posición del cuerpo. Acción de brazos y piernas. Respiración. Coordinación.



## Swimming Science I

### b. Capacidades terminales y criterios de evaluación.

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Analizar las posibilidades de peligro en instalaciones y zonas acuáticas naturales y los procedimientos a seguir para realizar el rescate acuático.	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Dado un supuesto en el que se define suficientemente el contexto físico y la actividad, describir y/o simular la aplicación de procedimientos de prevención y /o aviso para optimizar la seguridad.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar la secuencia de actuación ante un accidente acuático.</li> <li><input type="checkbox"/> Enumerar los materiales que pueden utilizarse como medios de apoyo para el socorro de personas en peligro: lanzamiento de boyas, cuerdas...</li> <li><input type="checkbox"/> Indicar las características y condiciones en que se puede realizar una inmersión.</li> <li><input type="checkbox"/> En una situación simulada donde se requiera un salvamento acuático de una o varias personas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar las características de la instalación acuática natural o artificial que puedan ser causa de riesgo: corriente, temperatura, obstáculos...</li> <li>- Identificar zonas de paso y lugares de embarco y desembarco.</li> <li>- Seleccionar la técnica adecuada para realizar el salvamento en función de las condiciones del medio y el estado físico y mental de los sujetos.</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Explicar las condiciones específicas que requiere el salvamento acuático en función del medio donde se realice: piscinas, parques acuáticos, mar, ríos, pantanos y lagos, hielo.</li> </ul>
Realizar con seguridad y eficacia las maniobras de salvamento acuático	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Remolcar a una persona a lo largo de 100 metros utilizando una técnica diferente cada 25 metros, en un tiempo máximo de 4 minutos.</li> <li><input type="checkbox"/> Realizar las presas y zafaduras adecuadas a las condiciones del sujeto y en diferentes circunstancias del medio acuático.</li> <li><input type="checkbox"/> Zambullirse, nadar 50 metros libres, rescatar un maniquí sumergido a una profundidad mínima de 2 metros y remolcarlo utilizando una técnica adecuada, en un tiempo máximo de 3 minutos y medio.</li> <li><input type="checkbox"/> Nadar:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 metros libres en un tiempo máximo de 1 minuto y 50 segundos</li> <li>- 300 metros libres vestido con pantalones y camiseta en un tiempo máximo de 9 minutos.</li> <li>- 300 metros con aletas en un tiempo máximo de 6 minutos.</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Lanzar una pelota de salvamento a una distancia mínima de 12 metros, de forma que caiga en un espacio delimitado entre 2 y 2 metros y medio de ancho, en un tiempo máximo de 1 minuto 30 segundos.</li> </ul>

### CONCLUSIONES.

Miles de profesionales trabajan a diario en el sector de la actividad física y el deporte el cual, mueve miles de millones de euros, y que hasta ahora se ha caracterizado por un gran intrusismo. Con una duración de 2000 horas, la titulación de grado superior "Animación en Actividades Físicas y Deportivas", prepara a los estudiantes para trabajar con garantías de calidad tanto en la administración pública como en la empresa privada. En este marco, adquieren gran importancia las actividades acuáticas cada vez más demandadas por la sociedad actual en sus diferentes planteamientos o enfoques: utilitario, deportivo, recreativo, salud/higiene, educativo. Mediante la inclusión de este tipo de actividades en la formación del alumnado se pretende una formación de calidad que posteriormente repercutirá positivamente en los servicios ofertados por parte, tanto de organismos públicos como de empresas privadas.

### BIBLIOGRAFÍA.

Varios autores (1995). Real Decreto 2048/1995 de 22 de Diciembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Animación de Actividades Físicas y Deportivas y las correspondientes enseñanzas mínimas. *Ministerio de Educación y Ciencia.*

## Swimming Science I

Varios autores (1998). Real Decreto 777/1998, de 30 de Abril, por el que se desarrollan determinados aspectos de la ordenación de la formación profesional en el ámbito del sistema educativo. *Ministerio de Educación y Ciencia*.

Varios autores (1996). Decreto 380/1996, de 29 de Julio por el que se establecen las enseñanzas correspondientes al Título de Formación Profesional de Técnico Superior en Animación de Actividades Físicas y Deportivas en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Consejería de Educación de la Junta de Andalucía*.

Varios autores (1998). Orden de 24 de Junio de 1998, por la que se establecen orientaciones y criterios para la elaboración de proyectos curriculares, así como la distribución horaria y los itinerarios formativos de los Títulos de Formación Profesional Específica, que se integran en la Familia Profesional de Actividades Físicas y Deportivas. *Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía*.

**ANEXO I**

**NORMAS DE PUBLICACIÓN DEL LIBRO EDITADO**

## Swimming Science I

## Swimming Science I

### INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN EN EL LIBRO “SWIMMING SCIENCE I”

Raúl Arellano<sup>1</sup>, José Andrés Sánchez<sup>2</sup> y Fernando Navarro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>F.CC.A.F.y D. Universidad de Granada, Granada, España. <sup>2</sup>F.CC.A.F.y D. de la Universidad de A Coruña, A Coruña, España. <sup>3</sup>F.CC.A.F.y D. de la Universidad de Castilla – La Mancha, Toledo, España.

#### RESUMEN

El propósito de este ejemplo es explicar a los autores como preparar y formatear el texto para que sea claro, atractivo y consistente con los otros trabajos presentados para ser publicados en el libro de resúmenes. Se orienta al autor en el formato, estilo, ilustraciones y trata de servir como modelo a seguir. El resumen debe ser claro, descriptivo y no mayor de 15 líneas (incluyendo texto y palabras claves). Las comunicaciones aceptadas no deberán superar las 6 páginas incluyendo el resumen. Se permitirá a los autores presentar sus trabajos en forma de comunicación oral o de póster. La estructura del trabajo debería incluir: resumen, introducción, método, resultados discusión, conclusiones y referencias en el caso de tratarse de trabajos de carácter científico. En este caso debe señalarse la importancia de lo investigado y observado, enfatizando los aspectos más novedosos de los resultados y su aplicación práctica. En el caso de trabajos en los que se relaten experiencias prácticas los apartados imprescindibles serán resumen, introducción conclusiones y referencias. **Palabras clave:** relacionar las cinco palabras clave bajo las cuales vuestro trabajo será indexado. No incluir palabras que ya existen en el título.

#### INTRODUCCIÓN

Para poder publicar el contenido propuesto en el libro editado que se va a publicar es necesario que el resumen muestre el trabajo realizado bajo unas directrices científicas con aplicación útil a la natación deportiva y a las actividades acuáticas. Los editores os animan a seguir las normas de publicación reseñadas en este ejemplo de la manera más cuidadosa posible con el fin de realizar un libro de la mayor calidad. Si vuestro trabajo llega después del 28 de octubre, no lo hace en el formato adecuado o no tiene nivel científico suficiente, no será posible su inclusión en el libro final. La aceptación de los manuscritos se notificará antes del 2 de noviembre junto con los comentarios de los revisores. El manuscrito corregido deberá ser enviado antes del 5 de noviembre. El manuscrito deberá incluir los siguientes apartados: resumen, introducción, método, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía. Se deberá de dar el mayor énfasis posible a los apartados de resultados, discusión, y conclusiones o aplicación práctica. Deberán reducirse al máximo el número de referencias bibliográficas centrándose sólo en las que tienen mayor relación con el asunto en cuestión y que serán utilizadas en el apartado de discusión. Los objetivos de la investigación deben ser claramente identificados al final de la introducción.

#### MÉTODO

En esta sección debería detallarse suficientemente todos aquellos aspectos que permitan al lector comprender qué y cómo se ha desarrollado la investigación. La descripción puede ser abreviada cuando técnicas suficientemente conocidas hayan sido empleadas en el estudio. Debe mostrarse información sobre los sujetos describiendo sus características básicas y los controles utilizados para la distribución de los sujetos en los posibles grupos. Deben describirse los métodos, aparatos, procedimientos y variables con suficiente detalle para permitir a otros investigadores reproducir los resultados. Si utilizan métodos establecidos por otros autores debe de incluirse la referencia a los mismos. No olvidar describir los

## Swimming Science I

procedimientos estadísticos utilizados. Si se citan números menores de diez se escribirán en forma de texto, si los números son iguales o mayores de 10 se expresarán numéricamente. Los autores deberán enviar el manuscrito a los revisores con un máximo de 6 páginas (incluyendo figuras y tablas). Los ponentes invitados podrán llegar hasta 10 páginas. Se utilizarán hojas en formato DIN A4 (210 mm de ancho, 297 mm de alto). El documento enviado deberá estar listo para ser publicado. Sólo se admitirán los documentos en formato electrónico (por medio de un fichero adjunto a un correo electrónico) escrito con el programa MS-Word para PC o Macintosh. El fichero adjunto no debe sobrepasar el límite de 3 Mb. Si el fichero es mayor se dividirá en varios ficheros adjuntos a diferentes correos electrónicos correlativos y numerados adecuadamente en el asunto del e-mail.

El documento tendrá márgenes de 25 mm alrededor de la hoja. El texto estará justificado en el margen derecho e izquierdo, con espaciado simple y con caracteres Arial de 11 puntos de tamaño. Los párrafos no se sangrarán en su inicio manteniendo los márgenes citados antes, incluido el primer párrafo después del título de cada sección. Tampoco se partirán las palabras por medio de guiones al final de las líneas.

El título del trabajo se escribirá en MAYUSCULAS y **negrita** en la primera línea del documento dejando después una línea en blanco. Después se escribirán los nombres completos del autores o autoras (sólo primer apellido), separados por comas, **en negrita**, sin títulos o niveles universitarios, dejar después una línea en blanco. Lugar de trabajo, ciudad y país serán incluidos a continuación (**en negrita**), sin dirección o código postal. Se dejarán tres líneas en blanco antes del resumen. No deben separarse los títulos o los párrafos por una línea en blanco, pero se incluirán dos líneas en blanco antes de cada sección.

Las figuras deberán de realizarse en blanco y negro o niveles de gris, con un tamaño adecuado para ser insertadas en el texto dentro de los límites citados. Las ilustraciones en color serán transformadas a niveles de gris. Las figuras y su texto se centrarán entre los márgenes. Cada figura se numerará correlativamente con un texto que explique su contenido. Inserte la figura en el texto, siguiendo esta opción en el procesador. Le rogamos no la inserte manteniendo la figura fija en una posición de la página. Se dejará una línea en blanco antes y después de la figura, así como del texto que la acompaña.



Figura 1. Esta figura muestra un ejemplo de calidad aceptable para su publicación. La figura y su texto se centrarán entre los márgenes.

Pueden utilizarse ecuaciones. Se utilizarán las unidades del Sistema Internacional. Las ecuaciones se podrán insertar entre el texto o como párrafo independiente, centrado, con una línea en blanco antes y después de la misma. Se escribirán en *itálica* los números y los textos de las ecuaciones. Los niveles de significación estadística que pueden mencionarse sin más explicación son:  $*p<0.05$ ,  $**p<0.01$  y  $***p<0.001$ . Se usará el punto (.) como divisor decimal.

## Swimming Science I

$$F = m a$$

Pueden incluirse tablas en el manuscrito. Deben de tener un tamaño que permita su inserción dentro de los límites del texto. Serán numeradas secuencialmente. Deberán existir referencias a las tablas o figuras en el texto. Se incluirá un título centrado antes de la tabla con una línea de separación en blanco con el párrafo anterior. Las cabeceras de las columnas serán breves y suficientemente claras. Las unidades de las variables se incluirán en abreviatura y entre paréntesis. No existirán líneas verticales para separar las columnas. Cualquier explicación esencial para la comprensión de la tabla será incluida como nota a pie de página al final de la misma. No deben utilizarse tablas con color de fondo en las celdas de la misma (ver Tabla 1). Dejar una línea en blanco después de la tabla.

El envío del documento supone que el trabajo es original y no está siendo considerado para su publicación en otro medio. Los manuscritos serán escritos en Español o en Inglés. Deberán usarse un corrector tipográfico de castellano español. Es importante que los textos sean revisados por una persona de origen español si el idioma del autor no es este.

### RESULTADOS

Los resultados del estudio deberían ser presentados de la forma más precisa posible. La discusión de los mismos será mínima en este apartado. Los resultados se podrán presentar en el texto, en tablas o figuras. No se incluirán los mismos datos en el texto, en las tablas o en las figuras. Mantener las tablas simples (por ejemplo Tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio de los sujetos que han participado en el estudio.

Sujetos	Peso (kg)	Talla (cm)	Envergadura (cm)
Hombres	82.3	184.3	188.4
Mujeres	67.1	174.5	178.9

Las referencias a otros trabajos publicados deberían ser citados por el nombre del autor en el texto y enumerados alfabéticamente al final del trabajo. La citas deberían ser incluidas entre paréntesis, con el apellido completo y la inicial del nombre, junto con el año de publicación. Cuando la referencia tiene tres o más autores es preferible citar sólo el nombre del primer autor y a continuación "y col."

### DISCUSIÓN

Este apartado debe relacionar los resultados del estudio con las referencias y discutir la significación de lo conseguido en los resultados. No debe incluirse una revisión general del problema. Se centrará en los resultados más importantes del estudio y se evitará repetir los resultados mostrados en el apartado anterior.

Cada documento enviado debe contener información original del autor que no ha sido publicado con anterioridad. Si alguna parte del manuscrito (por ejemplo una figura o tabla) ha sido ya publicada debe obtenerse la autorización del propietario intelectual del material utilizado. Cada manuscrito será revisado por miembros nacionales e internacionales del comité científico. Debe por tanto el autor asegurarse que el documento final está completo y corregido antes del envío definitivo.

### CONCLUSIONES

Sólo deben de relacionarse conclusiones que se apoyen en los resultados y discusión del estudio. Debe comentarse la significación del trabajo, sus limitaciones y ventajas, aplicación de los resultados y trabajo posterior que debería ser desarrollado. Las conclusiones deben ser la respuesta lógica a los objetivos del estudio.

## Swimming Science I

### BIBLIOGRAFÍA

Se seguirán las normas A.P.A. en esta sección cuyas normas generales son:

- Publicaciones periódicas (publicados regularmente: por ejemplo revistas científicas):

Author, A. A., Author, B. B., & Author, C. C. (1994). Title of article. *Title of Periodical*, xx, xxx-xxx.

- Publicaciones no periódicas:

Author, A. A. (1994). *Title of work*. Location: Publisher.

- Parte de una publicación no periódica (ejemplo capítulo de libro):

Author, A. A., Author, B. B. (1994). Title of chapter. In A. Editor, B. Editor & C. Editor (Eds.), *Title of Book* (pp. xxx-xxx). Location: Publisher.

- Publicación en Internet:

Author, A. A., Author, B. B., & Author, C. C. (2000) Title of article. *Title of Periodical*, xx, xxx-xxx. Retrieved month day, year, from source.

- Documento en Internet:

Author, A. A. (2000) Title of work. Retrieved month day, year, from source.

### AGRADECIMIENTOS

Se colocarán al final del manuscrito. Se identificarán las fuentes de financiación, instituciones e individuos que han contribuido significativamente al trabajo pero que no han sido citados como autores.

### INSTRUCCIONES DE ENVÍO

Los manuscritos deberán ser adjuntados a un correo electrónico enviado a: [swimsci@ugr.es](mailto:swimsci@ugr.es)

### TIPOS DE PRESENTACIONES

Dos formas de presentación serán permitidas:

- Ponencias: La duración será comunicada en cada caso a los ponentes invitados. Podrán ser utilizados los medios audiovisuales habituales para la presentación: PowerPoint, diapositivas, vídeo VHS, etc. Debe contactarse con el organizador un día antes de la presentación para verificar los medios a utilizar.
- Comunicaciones libres: Diez minutos de exposición con cinco minutos para preguntas.

### COMENTARIO FINAL

El comité organizador agradece que se sigan estas instrucciones.9