



Comparative analysis of strength and flexibility in athletic and sedentary young

Análisis comparativo de fuerza y flexibilidad en jóvenes deportistas y sedentarios

Siquier Coll, J.¹; Pérez Quintero, M.²; Montero Arroyo, J.³; Grijota Pérez, F.J.⁴

Resumen

Introducción: La práctica deportiva está asociada a la mejora de parámetros de salud. Entre dichos parámetros, se encuentran la fuerza y flexibilidad, siendo objeto de estudio para la valoración de marcadores de salud. **Objetivos:** Por ello, el objetivo del presente estudio fue comparar los niveles de fuerza y flexibilidad de adolescentes varones sedentarios frente a adolescentes varones activos de diferentes modalidades deportivas. **Métodos:** A 225 sujetos varones, con edades comprendidas entre 12 y 18 años, divididos en 175 deportistas (GD), a su vez dividido en grupo Aeróbico (AEG), grupo anaeróbico (ANAEG) y grupo de deportes mixtos (MG) y 50 sedentarios (SG) o grupo control, se les evaluó la fuerza, mediante el test de dinamometría de la batería ALPHA-FITNESS, y la flexibilidad, a través de los test "Sit and reach" y "Trunk lift" de la batería FITNESSGRAM. **Resultados y discusión:** Se hallaron diferencias significativas en la dinamometría manual en los grupos GD, AEG y MG en comparación al SG ($p < 0.01$). Se observaron también diferencias significativas en el "sit and Reach" en comparación de los grupos DG, y AEG al grupo de sedentarios ($p < 0.05$). No se hallaron diferencias significativas para el test "trunk lift". **Conclusiones:** Los adolescentes deportistas obtienen mejores resultados de fuerza y flexibilidad frente a adolescentes sedentarios.

Palabras clave: adolescentes; salud; condición física; aeróbico; anaeróbico.

Abstract

Introduction: Sports practice is associated with the improvement of health parameters. Flexibility and strength, part of these parameters, have been studied for the evaluation of health markers. **Aim:** Thus, the objective of the present study was to compare the strength and flexibility levels of sedentary male adolescents with active male adolescents of different sports modalities. **Methods:** 225 male subjects, aged between 12 and 18 years, divided into two groups: 175 athletes (GD), divided into Aerobic group (AEG), anaerobic group (ANAEG) and mixed sports group (MG) and 50 sedentary (SG) or control group participated in this survey. They were evaluated using the ALPHA-FITNESS battery dynamometry test and flexibility, through the "Sit and reach" and "Trunk lift" tests of the FITNESSGRAM battery. **Results & discussion:** Significant differences were found in manual dynamometry in the GD, AEG and MG groups compared to SG ($p < 0.01$). Significant differences were also observed in "Sit and reach" compared to DG and AEG groups in the sedentary group ($p < 0.05$). No significant differences were found for the trunk lift test. **Conclusions:** Sports adolescents obtain better results of strength and flexibility against sedentary adolescents.

Keywords: Adolescents; health; physical fitness; aerobic; anaerobic.

Type: Original

Section: Physical activity and health

Author's number for correspondence: 1 - Sent: 15/04/2019; Accepted: 15/05/2019

¹Department of Physiology, Sport Science Faculty, University of Extremadura – Spain – Jesús Siquier Coll, jsiquier@alumnos.unex.es, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3185-3615>

²Department of Physiology, Sport Science Faculty, University of Extremadura – Spain – Julio Montero Arroyo, diffupa@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7369-8444>

³Department of Physiology, Sport Science Faculty, University of Extremadura – Spain – Mario Pérez Quintero, marioperezquintero10@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5076-6587>

⁴Department of Physiology, Sport Science Faculty, University of Extremadura – Spain – Francisco Javier Grijota Pérez, fgrijota@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0615-2377>

**Análise comparativa de força e flexibilidade em atletas jovens e sedentários****Resumo**

Introdução: A prática esportiva está associada à melhoria dos parâmetros de saúde. Entre esses parâmetros, encontram-se força e flexibilidade, sendo objeto de estudo para avaliação de marcadores de saúde. **Objetivos:** Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar os níveis de força e flexibilidade de adolescentes do sexo masculino sedentários com adolescentes ativos masculinos de diferentes modalidades esportivas. **Métodos:** 225 sujeitos do sexo masculino, com idades entre 12 e 18 anos, divididos em 175 atletas (GD), divididos em grupo Aeróbico (AEG), grupo anaeróbico (ANAEG) e grupo esportivo misto (MG) e 50 grupo sedentário (GP) ou grupo controle, a força foi avaliada, por meio do teste do dinamômetro de bateria ALPHA-FITNESS, e flexibilidade, através dos testes "Sit and reach" e "Tronco lift" da bateria FITNESSGRAM. **Resultados e discussão:** Diferenças significativas foram encontradas na dinamometria manual nos grupos GD, AEG e MG em relação ao GE ($p < 0,01$). Diferenças significativas também foram observadas nos grupos "sit and Reach" comparado aos grupos DG, e AEG no grupo sedentário ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças significativas para o teste "trunk lift". **Conclusões:** Atletas adolescentes obtêm melhores resultados de força e flexibilidade em comparação com adolescentes sedentários.

Palavras-chave: adolescentes; saúde; condição física; aeróbia; anaeróbia.



I. Introduction / Introducción

La salud, entendida como estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de infecciones o enfermedades, según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1946), es un factor que preocupa en la actualidad debido a que los estilos de vida actuales, especialmente en la juventud. La sociedad adolescente moderna apuesta por dedicar el tiempo de ocio a televisión, ordenador y videojuegos en lugar de la práctica deportiva (Kenney, Wilmore, y Costill, 2015). El sedentarismo en la adolescencia se está convirtiendo en un problema de salud pública, debido al riesgo de enfermedades relacionadas con éste (Klausen et al., 2015). En 2010, la OMS informó que el sedentarismo es el cuarto factor de riesgo más importante de mortalidad mundial: Un 6% de las muertes mundiales son atribuidas a la inactividad física. Sólo la superan la hipertensión (13%) y el consumo de tabaco (9%), y la iguala la hiperglucemia (6%). Por ello, la práctica deportiva es esencial en la adolescencia para el desarrollo del organismo, prevención de futura enfermedades y desarrollo de la condición física ya que unos mayores niveles de actividad física están asociados un mayor desarrollo muscular en jóvenes atletas en comparación a adolescentes sedentarios (Siquier-Coll et al., 2018).

Tradicionalmente, se ha relacionado la salud con la capacidad aeróbica (Amigo, 2015), sin embargo, otros estudios establecen que entre los beneficios de la práctica de la actividad física se encuentran también una mayor fuerza muscular y sensibilidad de la insulina (Agostinis-Sobrinho et al., 2018; Benson, Torode, y Singh, 2006). Determinados componentes de la aptitud muscular, por ejemplo, la fuerza y la resistencia, son predictores moderados de los factores de riesgo de la enfermedad cardiovascular, la salud del esqueleto y la salud mental (Catley y Tomkinson, 2013; Ortega, Ruiz, Castillo, y Sjostrom, 2008). Fuerza y flexibilidad son las capacidades físicas que evitan traumatismos y riesgos de fractura ósea (Meisler, Blair, y Smith, 2002). En un estudio llevado a cabo en 2015 en adolescentes mozambiqueños, se observó cómo los niños evaluados en 2012 disminuyeron la flexibilidad, aumentando la fuerza de dinamometría manual en varones y disminuyendo en hembras en comparación a niños de la misma edad en 1992 (Dos Santos et al., 2015).

I.1. Aims / Objetivos:

Por ello, debido a la importancia de la fuerza y la flexibilidad, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar los valores de fuerza (mediante la dinamometría manual) y flexibilidad de un grupo de adolescentes sedentarios en comparación a adolescentes deportistas de diferentes modalidades.



II. Methods / Material y métodos

Muestra

Doscientos veinticinco sujetos varones, con edades comprendidas entre 12 y 18 años ciudadanos de la Comunidad de Extremadura, región ubicada al suroeste de España, participaron en este estudio. Los sujetos se dividieron en 2 grupos: Grupo deportistas (DG) (n=175) procedentes de la federación extremeña de diferentes modalidades deportivas, y Grupo Sedentario (SG) (n=50), sedentarios de Centros educativos Públicos y concertados de la región extremeña. El DG se subdividió a su vez en tres grupos: Grupo aeróbico (AEG), Grupo anaeróbico (ANAEG) y Grupo Mixto, (MG), según las características físicas de los deportes que practicaban los sujetos. Así pues, el grupo Aeróbico (AEG) contenía sujetos que practicaban deportes de resistencia como triatlón, orientación, natación y atletismo de fondo. El grupo Anaeróbico (ANAEG) fue comprendido por deportistas con modalidades principalmente anaeróbicas (salvamento y socorrismo, kárate, tenis y pruebas cortas de atletismo y natación). Por último, el Grupo mixto (MG) se caracterizó por participantes en deportes interválicos (balonmano). El SG no realizaban más actividad física que las horas de educación física en horario lectivo. Todos los participantes y padres/tutores del estudio fueron informados del mismo y aceptaron su participación voluntaria mediante la firma de un consentimiento informado, bajo la regulación de las directrices éticas dictadas en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, (actualizadas en la asamblea de Helsinki Mundial de Seúl de 2008), para la investigación con seres humanos. A continuación, se muestran las características generales de la muestra y segmentadas por grupo.

Tabla I. Características generales del total de la muestra.

	MUESTRA				
	TOTAL (n=225)	SG(n=50)	ANAEG (n=73)	AEG (n=40)	MG (n=62)
Edad (años)	14,53 ±1,70	14,28±2,01	14,14±1,58	15,47±1,67	14,47±1,51
Peso (kg)	61,06 ±12,97	56,89±13,73	57,75±13,12	60,48±9,81	67,03±12,38
Altura (cm)	1,69 ± 0,11	1,65±0,1	1,66±0,12	1,70±0,08	1,73±0,09



Procedimientos

La evaluación de los deportistas tuvo lugar durante las concentraciones de la Selección Extremeña de los respectivos deportes. Las mediciones de los sujetos sedentarios, tuvieron lugar en sus respectivos centros de estudios. Los sujetos evaluados en las mismas condiciones, en el mismo orden, por los mismos medidores (encargados cada uno de una parte de las mediciones en todos los sujetos).

Valoración de la flexibilidad

La flexibilidad posterior se evaluó por medio del test “Sit and Reach” de la batería FITNESSGRAMM® (Plowman y Meredith, 2013) a través del instrumento Takei Kiki (Kogyo co., Ltd.)”, con una precisión de ± 5 mm; se anotaba la mejor puntuación alcanzada tras 2 intentos.

La flexibilidad anterior se midió a través del test “Trunk lift” de la batería FITNESSGRAMM® (Plowman y Meredith, 2013), medida también en centímetros, se realizó un test que consistió en realizar una elevación del tronco desde posición decúbito prono con las manos en la espalda, midiéndose la distancia comprendida entre la barbilla y el suelo con el flexómetro delantero de la marca “Takei Kiki (Kogyo co., Ltd.)”, con precisión de ± 5 mm, y anotándose el mejor registro tras 2 intentos.

Valoración de la fuerza muscular

Para evaluar la fuerza muscular, tomamos como referencia la fuerza de prensión del miembro superior. Para ello se usó un dinamómetro mecánico manual “Takei Físical Fitness Test, modelo TTK 5001 (rango 0-100 kgf)” para el test “Handgrip” de la batería ALPHA-fitness® . Se anotó el mejor registro de dos intentos.

Análisis estadístico

Para la valoración estadística se utilizó el programa estadístico “SPSS, versión 21.0 para Windows” (SPSS Inc., Chicago, IL., EE.UU.), representándose los datos según su media \pm desviación estándar. Previamente a ningún tratamiento de los datos, se procedió a establecer las pruebas de normalidad, a través de la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov, y homocedasticidad de la muestra realizado la prueba de homogeneidad de las varianzas. Para establecer la diferencia entre los diferentes grupos del estudio, se aplicó el tratamiento “ANOVA de un factor” con comparaciones múltiples Post Hoc de Bonferroni y Tukey, con un nivel de significación de $p \leq 0.05$, considerando los valores inferiores o igual a 0.01 como diferencias muy significativas.



III. Results / Resultados

Las siguientes tablas muestran una comparativa de variables entre los resultados obtenidos por el SG, con respecto a los grupos GD, AEG, ANAEG Y MG.

En la siguiente tabla, se muestran la media de los resultados del SG en comparación al DG.

Tabla II: Dinamometría manual.

	DEPORTISTAS (N=175)	SEDENTARIOS (N=50)	SIG.
Dinamometría mano izquierda (kg)	33,35 ± 9,80	27,50 ± 9,10	**
Dinamometría mano derecha (kg)	35,57 ± 10,13	28,70 ± 8,24	**

Notas: ** = $p < 0,01$ en comparación sedentarios vs deportistas

Se observan diferencias significativas en fuerza del miembro superior, teniendo mayores valores los reportistas respecto a los sujetos sedentarios en ambas manos ($p < 0.01$).

En la tabla III se muestran los resultados entre el SG y los diferentes grupos de deportes.

Tabla III: Dinamometría manual por Grupos segmentados.

VARIABLES	SEDENTARIOS (N=25)	DEPORTISTAS	SIG.
Dinamometría izquierda (kg)	27,50 ± 9,10	Aeróbicos (N=40)	36,65 ± 8,32 **
		Anaeróbicos (N=72)	30,47 ± 10,26 NS
		Mixtos (N=62)	34,56 ± 9,35 *
Dinamometría derecha (kg)	28,70 ± 8,24	Aeróbicos (N=40)	38,55 ± 8,50 **
		Anaeróbicos (N=72)	32,50 ± 10,18 NS
		Mixtos (N=62)	37,23 ± 10,23 **

Notas: * = $p < 0,05$ en comparación sedentarios vs grupos de deportes; ** = $p < 0,01$ en comparación sedentarios vs grupos de deportes; NS = No significación.

Se observan diferencias significativas en la dinamometría izquierda y derecha, siendo mayor en deportistas aeróbicos y mixtos que en sedentarios.

Se muestra a continuación, las diferencias entre los deportistas y sedentarios en relación a los test de flexibilidad.

Tabla IV: Flexibilidad obtenida en los test “Sit and Reach” y “Trunk lift”.

VARIABLES	DEPORTISTAS (N=174)	SEDENTARIOS (N=25)	SIG.
Sit and Reach (cm)	3,11 ± 12,73	- 4,74 ± 7,34	**
Trunk lift (cm)	40,31 ± 13,52	35,82 ± 6,84	NS

Notas: ** = $p < 0,01$ en comparación sedentarios vs deportistas; NS = No significación

Se hallaron diferencias muy significativas en la flexibilidad posterior, obteniendo mejores valores los deportistas que los sedentarios.

En la tabla V se puede observar los resultados de los test de flexibilidad comparando los diferentes grupos de actividad física con el grupo de sedentarios.

Tabla V. Flexibilidad obtenida en los test “Sit and Reach” y “Trunk lift” por grupos segmentados.

VARIABLES	SEDENTARIOS	DEPORTISTAS	SIG.	
Sit and Reach (cm)	-4,74 ± 7,34	Aeróbicos (N=40)	12,83 ± 17,99	**
		Anaeróbicos (N=72)	0,51 ± 8,35	NS
		Mixtos (N=62)	-0,15 ± 9,50	NS
Trunk lift (cm)	35,82 ± 6,84	Aeróbicos (N=40)	37,23 ± 20,08	NS
		Anaeróbicos (N=72)	40,79 ± 12,43	NS
		Mixtos (N=62)	41,71 ± 8,51	NS

Notas: ** = $p < 0,01$ en comparación sedentarios vs grupos de deportes; NS = No significación.

Se observan diferencias significativas en la flexibilidad posterior en el AEG en comparación al SG ($p < 0,01$), teniendo mejores valores el grupo de deportistas aeróbicos. No se hallaron diferencias significativas comparando el SG con los demás grupos en la flexibilidad posterior ni en ninguno de los grupos en la flexibilidad anterior.

IV. Discussion / Discusión

La dinamometría y flexibilidad han sido utilizadas como marcador de condición física y de salud en numerosos estudios epidemiológicos, formando parte de las baterías EUROFIT y FITNESSGRAMM,



siendo instrumento de evaluación de la fuerza en niños y adolescentes (Catley y Tomkinson, 2013; Ruiz et al., 2009). En el presente estudio, los resultados hallados entran dentro de los niveles saludables según las tablas normativas de Sauka et al. (2011) en toda la muestra. Obteniendo los adolescentes deportistas obtienen mayores niveles de fuerza, acorde con los resultados obtenidos por Rodríguez Valero, Gualteros, Torres, Umbarila Espinosa, y Ramírez-Velez (2015) donde los adolescentes con mayor bienestar físico obtenían mayores niveles de fuerza. Por el contrario, en un estudio llevado a cabo en 2015 sobre los hábitos de vida y la condición física, en una población española, no hallaron diferencias significativas entre la población activa y sedentaria en el test de dinamometría manual (Arriscado, Muros, Zabala, y Dalmau, 2015). Es sabido que la realización de la actividad física en adolescentes tiene como beneficios un mayor desarrollo de la fuerza muscular durante el crecimiento (Ducher, Bass, y Karlsson, 2009). Por ello, los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan unos mayores de fuerza en los adolescentes deportistas. Sin embargo, aunque no se hallaron diferencias significativas entre el grupo ANAE Y SG, sí hubo en los grupos AEG y MG. En el caso de los grupos MG y AEG, una mayor altura podría explicar mayores niveles de fuerza de agarre debido a la correlación que existe entre estas dos (Jürimäe, Hurbo, y Jürimäe, 2009). Además, en el caso del MG, la práctica de un deporte como el balonmano el cual implica el desarrollo de la fuerza explosiva (Schwesig et al., 2016), explicaría también una mayor fuerza en el test de dinamometría (Grijota Morillo, Muñoz Marín, Crespo, Robles Gil, y Maynar Mariño, 2012).

Los resultados obtenidos por el AEG en la flexibilidad posterior se encuentran dentro de los valores normales establecidos por las tablas de Haugen, Høigaard, y Seiler (2014), estando el resto de grupos por debajo de los valores normativos. En un estudio llevado a cabo recientemente en Taiwán, se observó cómo los adolescentes que practicaban actividad física fuera de la escuela obtenían mejores valores de flexibilidad (Lo et al., 2017), acorde a los resultados obtenidos en este estudio con el AEG en comparación al SG. Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre los grupos ANAEG Y MG en comparación al SG. Los resultados obtenidos para el MG son similares a los obtenidos por (Grijota Morillo et al., 2012), en jugadores adolescentes de balonmano, donde se observa también una reducida flexibilidad posterior. Siendo frecuente que los jugadores de balonmano presenten un desarrollo desigual entre la musculatura agonista y antagonista producto del entrenamiento (Grijota Morillo et al., 2012).

En un estudio llevado a cabo recientemente en adolescentes de 12 y 13 años, el efecto de un programa de actividad física dio lugar a mejoras significativas de la flexibilidad anterior (Lapousis, 2017). En otro estudio sociodemográfico comparativo se observó cómo los adolescentes que tenían un estilo de vida activo obtenían mayores niveles en dicho test (Guedes, Neto, Lopes, y Silva, 2012). Sin embargo, en el



presente estudio no se hallaron diferencias significativas en comparación al SG, aunque los grupos de deportistas tendían a tener mayores niveles que el SG.

V. Conclusions / Conclusiones

Los deportistas jóvenes obtienen mayores niveles de fuerza frente a una población joven sedentaria. Además, éstos presentan mejores niveles de flexibilidad posterior en comparación a adolescentes sedentarios. Principalmente los deportistas practicantes de modalidades aeróbicas.

VI. Acknowledgements / Agradecimientos

Agradecemos la participación y colaboración de los padres y tutores de los sujetos para poder llevar a cabo este estudio.

VII. Conflict of interests / Conflicto de intereses

Esta investigación y el presente manuscrito se han realizado sin ningún conflicto de intereses.

VIII. References / Referencias

- Agostinis-Sobrinho, C. A., Ramírez-Vélez, R., García-Hermoso, A., Moreira, C., Lopes, L., Oliveira-Santos, J., Abreu, S., Mota, J., y Santos, R. (2018). Low-grade inflammation and muscular fitness on insulin resistance in adolescents: Results from LabMed Physical Activity Study. *Pediatr Diabetes, 19*(3), 429-435. Doi: 10.1111/pedi.12607
- Amigo, T. R. (2015). Efecto de un programa de actividad física sobre el rendimiento aeróbico en jóvenes. *Revista Ciencias de la Actividad Física, 16*(1), 53-61.
- Arriscado, D., Muros, J. J., Zabala, M., y Dalmau, J. M. (2015). Physical activity habits in schoolchildren: influential factors and relationships with physical fitness. *Nutrición hospitalaria, 31*(3), 1232-1239. Doi: 10.3305/nh.2015.31.3.8186
- Benson, A. C., Torode, M. E., y Singh, M. A. F. (2006). Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity, 1*(4), 222-231. Doi: 10.1080/17477160600962864
- Catley, M. J., y Tomkinson, G. R. (2013). Normative health-related fitness values for children: analysis of 85347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *British Journal of Sports Medicine, 47*(2), 98-108. Doi: 10.1136/bjsports-2011-090218



- Dos Santos, F. K., Prista, A., Queiroz Ferreira Gomes, T. N., Daca, T., Madeira, A., Katzmarzyk, P. T., y Ribeiro Maia, J. A. (2015). Secular Trends in Physical Fitness of Mozambican School-Aged Children and Adolescents. *American Journal of Human Biology*, 27(2), 201-206. Doi: 10.1002/ajhb.22637
- Ducher, G., Bass, S., y Karlsson, M. K. (2009). Growing a healthy skeleton: the importance of mechanical loading. *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of bone metabolism*, 7th edn. Wiley, Hoboken, New Jersey, 86-90.
- Grijota Morillo, J., Muñoz Marín, D., Crespo, C., Robles Gil, M. C., y Maynar Mariño, M. (2012). Análisis comparativo de la composición corporal y de la condición física en deportistas en edad escolar practicantes de balonmano, natación y kárate.
- Guedes, D. P., Neto, J. M., Lopes, V. P., y Silva, A. J. (2012). Health-related physical fitness is associated with selected sociodemographic and behavioral factors in Brazilian school children. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(4), 473-480.
- Haugen, T., Høigaard, R., y Seiler, S. (2014). Normative data of BMI and physical fitness in a Norwegian sample of early adolescents. *Scandinavian Journal of Social Medicine*, 42(1), 67-73.
- Jürimäe, T., Hurbo, T., y Jürimäe, J. (2009). Relationship of handgrip strength with anthropometric and body composition variables in prepubertal children. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*, 60(3), 225-238.
- Kenney, W. L., Wilmore, J., y Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition: Human kinetics*.
- Klausen, S. H., Wetterslev, J., Sondergaard, L., Andersen, L. L., Mikkelsen, U. R., Dideriksen, K., Zoffmann, V., y Moons, P. (2015). Health-Related Fitness Profiles in Adolescents With Complex Congenital Heart Disease. *Journal of Adolescent Health*, 56(4), 449-455. Doi: 10.1016/j.jadohealth.2014.11.021
- Lapousis, G. (2017). Improving of Physical Fitness through Physical Education in School for Students Aged 12-13 Years Old: The Swedish Journal of Scientific Research.
- Lo, K.-Y., Wu, M.-C., Tung, S.-C., Hsieh, C. C., Yao, H.-H., y Ho, C.-C. (2017). Association of School Environment and After-School Physical Activity with Health-Related Physical Fitness among Junior High School Students in Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 83.
- Meisler, J. G., Blair, S. N., y Smith, A. D. (2002). Toward optimal health: The experts discuss physical fitness. *Journal of Womens Health & Gender-Based Medicine*, 11(1), 11-16. Doi: 10.1089/152460902753473408



- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., y Sjoström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1-11. doi: 10.1038/sj.ijo.0803774
- Plowman, S. A., y Meredith, M. D. (2013). *Fitnessgram/Activitygram reference guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.
- Rodríguez Valero, F. J., Gualteros, J. A., Torres, J. A., Umbarila Espinosa, L. M., y Ramírez-Vélez, R. (2015). Association between muscular fitness and physical health status among children and adolescents from bogota, colombia. *Nutrición hospitalaria*, 32(4), 1559-1566. Doi: 10.3305/nh.2015.32.4.9310
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjoström, M., Suni, J., y Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909-923. Doi: 10.1136/bjism.2008.056499
- Sauka, M., Priedite, I. S., Artjuhova, L., Larins, V., Selga, G., Dahlstrom, O., y Timpka, T. (2011). Physical fitness in northern European youth: Reference values from the Latvian Physical Health in Youth Study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 39(1), 35-43. Doi: 10.1177/1403494810380298
- Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank, K. S., Shephard, R. J., y Chelly, M. S. (2016). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players: influence of playing position and competitive level. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.
- Siquier-Coll, J., Bartolomé, I., Pérez-Quintero, M., Grijota, F. J., Robles, M. C., Muñoz, D., y Maynar-Mariño, M. (2018). Influence of a physical exercise until exhaustion in normothermic and hyperthermic conditions on serum, erythrocyte and urinary concentrations of magnesium and phosphorus. *Journal of Thermal Biology*. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.020>