



Revista Actividad Física y Ciencias
Año 2017, vol. 9, N°1

**FUERZA PRENSIL DE LA MANO Y LA CAPACIDAD
CARDIORRESPIRATORIA EN ESCOLARES DE LA CIUDAD DE CÚCUTA
HANDGRIP STRENGTH AND THE CARDIORESPIRATORY CAPACITY IN
SCHOOLCHILDREN OF THE CITY OF CUCUTA**

Brian Johan Bustos Viviescas*
Diego Fernando Gutiérrez Tarazona
Juan Carlos Celis Rondón
Leidy Estefanía Rodríguez Acuña
Andrés Alonso Acevedo Mindiola
Universidad de Pamplona, Colombia
[*brian.bustos@unipamplona.edu.co](mailto:brian.bustos@unipamplona.edu.co)

Recibido: 03-12-2017

Aceptado: 16-04-2018

Resumen

El objetivo del presente estudio fue describir la fuerza prensil de la mano (FPM) y la capacidad cardiorrespiratoria (CC) en escolares, para ello se realizó un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia. Participaron voluntariamente 358 estudiantes (198 hombres y 160 mujeres) del municipio de Cúcuta (Colombia). Los instrumentos utilizados fueron el dinamómetro manual CAMRY para medir la FPM (dominante y no dominante) y pulsioxímetro, por lo cual la prueba de fuerza máxima estática de mano desde posición parado y test de Ruffier-Dickson fueron aplicadas, por otra parte, los datos obtenidos fueron distribuidos por grupos de edades y sexo (11 a 13 años, 14 a 16 años y 17 a 19 años). Después de analizar la FPM se evidenció un incremento de forma proporcional en ambas manos y sexos cuyos valores más elevados se obtuvieron entre los 17 a 19 años, mientras que la CC fue aumentando con respecto a la edad en mujeres pero en hombres empeoró de los 14 a 16 años, sin embargo los hombres obtuvieron mejores resultados en la FPM y la CC al compararlos con las mujeres. En conclusión, los escolares de la ciudad de Cúcuta aumentan su FPM paulatinamente con la edad sin discriminación de mano y sexo, por otra parte, la CC en las mujeres fue mejorando con la edad.

Palabras clave: Capacidad cardiorrespiratoria, dinamometría manual, escolares, frecuencia cardíaca.

Abstract

The objective of the present study was to describe the prehensile hand strength (PHS) and cardiorespiratory capacity (CC) in school, this will be a descriptive study with a convenience sample and quantitative approach. They participated voluntarily 358 students (198 men and 160 women) of the municipality of Cucuta (Colombia). The instruments used were the manual dynamometer CAMRY to measure the PHS (dominant and non-dominant) and Pulse Oximeter, by which static maximum strength of hand test from standing position and Ruffier-Dickson test were applied, on the other hand the data obtained were distributed by groups of age and sex (11-13 years, 14-16 and 17-19 years). After analyzing the PHS, an increase is evidence proportionally in both hands and sexes whose highest values were between 17 to 19, while the CC was increasing with respect to age in women but men worsened from age 14 to 16, however the men were better in the PHS and the CC when compared with women. Conclusion school children from the city of Cucuta increase your PHS gradually with age without hand and sex discrimination; on the other hand the CC in women was improving with age.

Key words: Capacity cardiorespiratory, manual dynamometer, schoolchildren, heart rate.

Introducción

Actualmente en la escuela es importante mantener niveles moderados a altos de condición física a lo largo de toda la vida para mantenerse mental, metabólica, física y funcionalmente saludables (Ortega, Ruiz, Castillo & Sjöström, 2008), en consecuencia la capacidad cardiorrespiratoria y la fuerza son componentes de la condición física que contribuyen significativamente al buen desempeño del sistema cardiovascular, músculo-esquelético, neuromuscular y metabólico de las personas (Garber et al., 2011, Ortega et al., 2007, Ortega et al., 2008), por otro lado están inversamente relacionados la obesidad total y abdominal con los altos niveles de capacidad cardiorrespiratoria en la niñez y adolescencia (Ortega et al., 2007), en este sentido Janz, Dawson & Mahoney (2002) y Castillo-Garzón, Ruiz, Ortega, & Gutierrez-Sainz (2007) identificaron que un bajo nivel de este componente se asocia con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y metabólica en la edad adulta, igualmente todavía cabe señalar que la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en la escuela posibilitará implementar intervenciones para promover comportamientos saludables a fin de prevenir el riesgo cardiometabólico en la edad adulta (Gualteros, Torres, Umbarila-Espinosa, Rodríguez-Valero y Ramírez-Vélez, 2015), es por esto que el componente cardiorrespiratorio se considera un importante indicador de la salud en niños y adolescentes (Garber, Sajuria & Lobelo, 2014).

Así mismo la fuerza muscular representa un componente fundamental para la salud de niños y adolescentes, debido a que el mejor desempeño muscular se asoció con mejores indicadores del bienestar físico (Rodríguez, Gualteros, Torres, Umbarila y Ramírez-Vélez, 2015), por lo cual la evaluación de la fuerza muscular en edades tempranas permitirá implementar programas de prevención de riesgo cardiovascular y metabólico futuro (Pacheco-Herrera, Ramírez-Vélez y Correa-Bautista, 2016), considerando esto se puede observar que los escolares con obesidad tienen un menor desempeño en la pruebas de fuerza muscular (Gálvez et al., 2015; López-Alonzo, Rivera-Sosa, Pereira, Seabra, Silva, Zhu, Buenen & Maia, 2011; Pardo-Remetería y Muñoz-Daw, 2016), por otra parte la fuerza prensil de mano se ha convertido en una variable importante para evaluar la funcionalidad del miembro superior y el estado nutricional, puesto que este parámetro presenta una estrecha relación entre dinamometría manual con la integridad funcional de la extremidad superior (García, Piñera, García y Bueno, 2013) y la habilidad para realizar actividades de la vida diaria (Poblete, Flores, Abad & Díaz, 2015), por lo tanto la fuerza prensil de la mano también representa un importante indicador de la salud en niños y adolescentes.

Partiendo de lo anterior para determinar la condición física enfocada a la salud se utilizan principalmente la capacidad cardiorrespiratoria y la fuerza muscular como indicadores válidos y fiables (Barrera et al., 2017), cabe destacar que el mejorar la condición física de los escolares puede ser de relevancia para disminuir y tratar la problemática de obesidad en los niños y niñas en edad escolar (López-Alonzo, Rivera-Sosa, Pardo-Remetería y Muñoz-Daw, 2016), por lo que se hace necesario el estudio de la fuerza prensil de la mano y la capacidad cardiorrespiratoria en escolares ya que ambos se asocian con el bienestar físico en niños y adolescentes de manera que posibilitara implementar programas de promoción y prevención de riesgos cardiometabólicos.

Entre los escasos estudios desarrollados en la ciudad de Cúcuta se ha podido identificar una asociación entre el porcentaje de grasa corporal y la fuerza prensil de la mano (Bustos-Viviescas et al., 2017b), así mismo la influencia de la fuerza prensil de la mano y la presión arterial (Bustos-Viviescas et al., 2017a), sin embargo específicamente en escolares no se cuentan con estudios de que evalúen la fuerza prensil y la capacidad cardiorrespiratoria en escolares, por tal motivo el objetivo de este estudio fue describir la fuerza prensil de la mano y la capacidad cardiorrespiratoria en escolares del municipio de Cúcuta (Colombia).

Materiales y método

Tipo de estudio

Este estudio es descriptivo con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia dada la accesibilidad de los participantes para los investigadores.

Participantes

Participaron voluntariamente 358 estudiantes (198 hombres y 160 mujeres) entre los 11 y 19 años del municipio de Cúcuta, Colombia.

Todos los participantes voluntarios firmaron un consentimiento informado por escrito para participar en el estudio, así mismo este formato fue firmado por el padre de familia o tutor legal, por otra parte para evitar sesgos en la investigación se excluyeron los estudiantes que presentaran algún tipo de patología cardiovascular, musculoesquelética o metabólica, así como también algún tipo de lesión que impidiera el normal desarrollo de las pruebas.

Procedimiento

Las pruebas físicas a ser aplicadas fueron la fuerza máxima estática de la mano y el test de Ruffier-Dickson, por lo que los instrumentos para recolectar los datos de los tests se utilizaron el dinamómetro CAMRY para la fuerza prensil y el pulsioxímetro Vitacarry STRBLU para la medición de la frecuencia cardiaca.

Las pruebas se realizaron en las horas correspondientes a las clases de educación física de la institución educativa, el docente a cargo de la asignatura fue instruido en las pruebas a ser aplicadas para que apoyara el estudio, cabe destacar que la fuerza prensil de la mano se realizaba dos intentos por cada mano y se utilizaba el mejor de ambos para analizar.

Los datos obtenidos fueron distribuidos por grupos de edades y sexo, por lo cual los intervalos de edad fijados fueron los siguientes: 11 a 13 años, 14 a 16 años y 17 a 19 años.

Análisis estadístico

Para analizar las medias y desviaciones típicas de la fuerza prensil de la mano y la capacidad cardiorrespiratoria se utilizó el programa Microsoft Excel 2007 para Windows 7.

Resultados

Las medias y desviaciones típicas de la edad, el peso corporal, la talla y el índice de masa corporal de los hombres se muestran en la Tabla 1, mientras que los de las mujeres en la Tabla 2.

Tabla 1. Características de los hombres participantes

Hombres					
Grupos		Edad	Peso (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m²)
	Media	12,22	43,14	1,51	18,81
11 a 13 años	Desv. Est.	0,79	9,24	0,10	2,79
	Media	14,95	55,25	1,66	19,88
14 a 16 años	Desv. Est.	0,82	11,01	0,08	3,18
	Media	17,50	61,67	1,70	21,24
17 a 19 años	Desv. Est.	0,72	8,88	0,07	2,70

Tabla 2. Características de las mujeres participantes

Mujeres					
Grupos		Edad	Peso (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m²)
	Media	12,09	42,54	1,52	18,53
11 a 13 años	Desv. Est.	0,78	8,07	0,16	3,22
	Media	14,80	49,94	1,57	20,22
14 a 16 años	Desv. Est.	0,85	8,76	0,07	3,16
	Media	17,38	53,67	1,60	20,84
17 a 19 años	Desv. Est.	0,49	8,51	0,06	2,91

Los resultados obtenidos en la fuerza prensil de la mano en los hombres se muestran en la Tabla 3 y Grafica 1, por otra parte las de las mujeres se pueden observar en la Tabla 4 y Grafica 2, en estas tablas y graficas se puede observar una tendencia positiva con la edad, es decir que cuando se pasaba al siguiente grupo de edad los valores medios obtenidos eran más elevados en mano derecha (MD) y mano izquierda (MI).

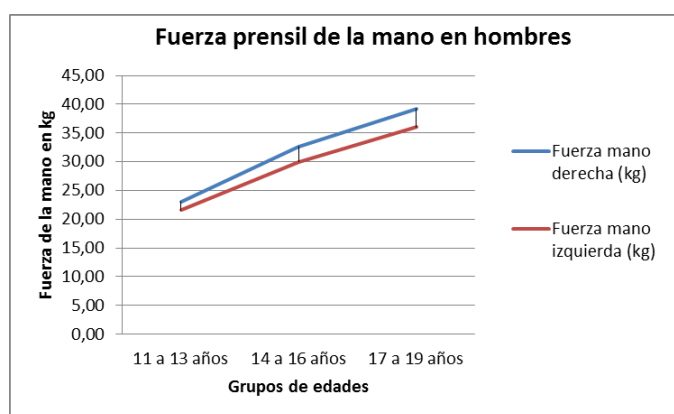
Tabla 3. Valores de la fuerza prensil de la mano en hombres

Hombres			
Grupos		Fuerza MD (kg)	Fuerza MI (kg)
	Media	23,10	21,56
11 a 13 años	Desv. Est.	7,41	6,83
	Media	32,62	29,97
14 a 16 años	Desv. Est.	7,70	6,90
	Media	39,23	35,99
17 a 19 años	Desv. Est.	9,41	7,79

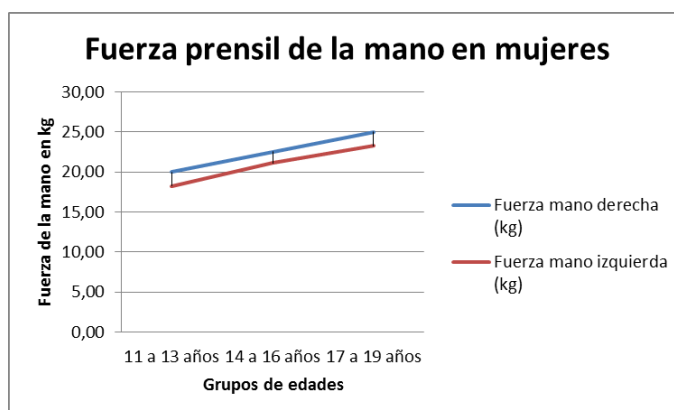
Tabla 4. Valores de la fuerza prensil de la mano en mujeres

		Mujeres	
Grupos		Fuerza MD (kg)	Fuerza MI (kg)
	Media	20,01	18,26
11 a 13 años	Desv. Est.	4,99	4,17
	Media	22,56	21,15
14 a 16 años	Desv. Est.	5,64	4,81
	Media	25,01	23,28
17 a 19 años	Desv. Est.	6,98	7,25

Gráfica 1. Tendencia de la fuerza prensil de la mano por grupos de edad en hombres



Gráfica 2. Tendencia de la fuerza prensil de la mano por grupos de edad en mujeres



El índice de Ruffier-Dickson se presenta en la Tabla 5 y Gráfica 3 los valores de los hombres y en la Tabla 6 y Gráfica 4 de las mujeres, en estas tablas y graficas se puede evidenciar que en el caso de los hombres la menor capacidad cardiorrespiratoria se encuentra en el rango de 14 a 16 años y desciende en el de 17 a 19 años obteniendo mejores resultados que los pertenecientes al grupo de 11 a 13 años, mientras que en el caso de las

mujeres a medida que iba incrementando el grupo de edad mejor capacidad cardiorrespiratoria presentaban.

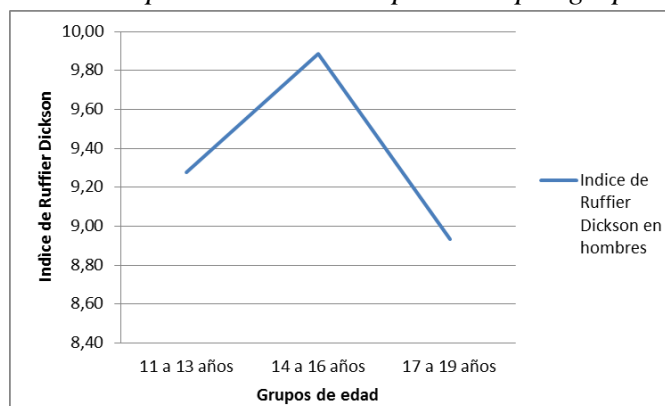
Tabla 5. Prueba de Ruffier-Dickson en hombres

Hombres		
Grupos		Índice de Ruffier-Dickson
	Media	9,28
11 a 13 años	Desv. Est.	2,88
	Media	9,89
14 a 16 años	Desv. Est.	3,63
	Media	8,93
17 a 19 años	Desv. Est.	2,99

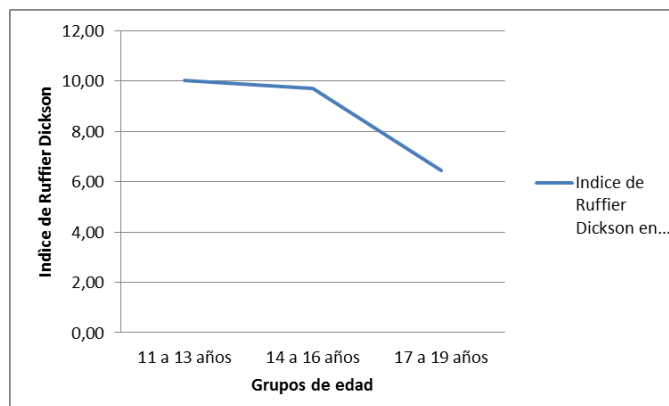
Tabla 6. Prueba de Ruffier-Dickson

Mujeres		
Grupos		Índice de Ruffier-Dickson
	Media	10,02
11 a 13 años	Desv. Est.	3,07
	Media	9,69
14 a 16 años	Desv. Est.	5,39
	Media	6,45
17 a 19 años	Desv. Est.	7,33

Gráfica 3. Tendencia de la capacidad cardiorrespiratoria por grupos de edad en hombres



Gráfica 4. Tendencia de la capacidad cardiorrespiratoria por grupos de edad en mujeres



Discusión

El objetivo de este estudio fue describir la fuerza prensil de la mano y la capacidad cardiorrespiratoria en escolares teniendo en cuenta el sexo y la edad, evidenciando observar una tendencia positiva de la fuerza con la edad, es decir que cuando se pasaba al siguiente grupo de edad los valores obtenidos eran mayores tanto en mano derecha y mano izquierda. En cuanto al índice de Ruffier-Dickson se presentó en el caso de los hombres la menor capacidad cardiorrespiratoria en el rango de 14 a 16 años y desciende en el de 17 a 19 años, obteniendo mejores resultados que los pertenecientes al grupo de 11 a 13 años, mientras que las mujeres a medida que iba incrementando el grupo de edad mejor capacidad cardiorrespiratoria presentaban.

En el ámbito físico-deportivo existen diversos test para valorar la condición física o aptitud cardiorrespiratoria de un sujeto (Ortega, Ruiz y Castillo, 2013; Thompson, Gordon y Pescatello, 2014), lo cual se debe reconocer la necesidad de realización de dichos test para determinar de esta manera las condiciones actuales y reales en las que se encuentra el sujeto y poblaciones, con el propósito de establecer unos objetivos, metas y estrategias para la prescripción del ejercicio físico (Heyward, 2006; Márquez y Garatachea, 2010; Niño, 2012).

Por otro parte, se ha dado una gran importancia e interés por conocer el estado de capacidad cardiorrespiratoria de un sujeto dado que se destaca como un importante predictor de mortalidad y morbilidad (Kodama et al., 2009; Carbonell, Aparicio y Delgado, 2009). Cabe destacar que la actividad física es esencial para que el ser humano encuentre el performance necesario para su salud, entendiendo esta como el bienestar físico, psicológico, social, además para gozar de buena salud estas tres esferas deben estar en completo equilibrio, es importante determinar que si una persona de cualquier edad lleva una vida activa sin dejar a un lado la práctica de la actividad física será una persona saludable y una buena calidad de vida (Thompson, Gordon y Pescatello, 2014).

Actualmente existe una estrecha relación entre la dinamometría manual con la integridad funcional de la extremidad superior (Alvero Cruz et al., 2009) y la habilidad para realizar actividades de la vida diaria (García Piñera, García y Bueno, 2013), a su vez es un buen indicador de salud, ya que nos predice el estado de salud presente y futuro (Carreira y Redondo, 2015).

La fuerza muscular está asociada al buen desempeño del sistema cardiovascular, músculo-esquelético, neuromuscular y metabólico de las personas (Garber et al., 2011), por lo cual el mejor desempeño muscular se relaciona con mejores indicadores del bienestar físico (Portao et al., 2009), en consecuencia la evaluación de la fuerza muscular permitirá implementar programas de prevención de riesgo cardiovascular y metabólico futuro (Poblete, Flores, Abad y Díaz, 2015).

Se encontró en un estudio realizado en México con estudiantes de primaria, secundaria y preparatoria (Rojas et al., 2012) valores muy similares en mujeres en todas las edades de fuerza en las dos manos, aunque en los hombres participantes de nuestra investigación la fuerza tanto en mano derecha como izquierda es inferior. Por otro lado, en la presente investigación la fuerza en mano izquierda se evidencia disminuida en comparación con la mano derecha como se presenta en la investigación con los estudiantes de México, lo cual Arinci et al. (2002) afirman que la mano dominante va a tener una mayor fuerza que la de su contraparte en un 10%.

Además se evidencia al igual que el estudio con los estudiantes de México que a medida que avanza la edad mayor fuerza se tiene, por tanto la edad tiene influencia fuertemente en la fuerza de ambas manos (Rojas et al., 2012), también se demuestra que los hombres son más fuertes que las mujeres, debido a la diferencia hormonal (Henneberg, Brush y Harrinson, 2001), ya que biológicamente el hombre posee mayor capacidad en comparación con las mujeres para la realización de diferentes actividades que implican mayor fuerza (Malina y Little, 2008). Cabe mencionar que hombre y mujeres se diferencian también por el sistema cardiovascular y pulmonar, en la musculatura esquelética y en la capacidad ventilatoria que se aumenta progresivamente hasta los 16 años de edad en los hombres, y hasta los 13 en las mujeres (Malina, Bouchard y Oded, 2004).

Por último, teniendo en cuenta la escala de valoración del test de Ruffier-Dickson todos los hombres de 11 a 13 años, de 14 a 16 años y 17 a 19 años tienen una capacidad cardiorrespiratoria buena. En cuanto a las mujeres de 11 a 13 años presentan una capacidad cardiorrespiratoria suficiente, las de 14 a 16 y 17 a 19 años una capacidad buena. Estos datos obtenidos no se relacionan con los de la población escolar (10-17 años) de seis provincias españolas (Hernández et al., 2007), ya que existe un alto porcentaje de la población escolar mayor de 12 años y medio de hombres con una deficiente capacidad de

adaptación cardiorrespiratoria y en el caso de las mujeres se incrementa el porcentaje con capacidad deficiente.

Conclusión

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que, los hombres presentan mejores valores de fuerza prensil de la mano y capacidad cardiorrespiratoria con relación a la mujeres, así mismo la fuerza prensil en ambas manos fue incrementando de forma proporcional acorde aumentaban los grupos de edad en ambos sexos, por otra parte la capacidad cardiorrespiratoria fue mejorando a medida que incrementaba la edad, mientras que en los hombres no se evidencio esta tendencia.

Conflicto de interés

Ninguno.

Agradecimientos

Gracias a todos los participantes de este estudio y a la Universidad de Pamplona por apoyar esta investigación.

Referencias

- Alvero, J., Cabañas, D., Herrero, A., Martínez, L., Moreno, C, Porta, J., Sillero, M. y Sirvent, J. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26 (131), 166-179.
- Arinci, N., Cecell, E., Bakici, P., Erdem, R. & Yorgancloglu, R. (2002). Grip Strength Effect of Hand Dominance. *Singapore Medical Journal*, 43(5), 234-237.
- Barrera Pérez, J. F., Bustos-Viviescas, B. J., Rodríguez-Acuña, L. E., Acevedo-Mindiola, A. A., Duran-Luna, L. A. y Lozano-Zapata, R. E. (2017). *Relación entre la fuerza prensil de la mano y la capacidad cardiorrespiratoria en sujetos sanos de la ciudad de Cúcuta*. En: III Encuentro de Investigación en Medicina y Salud. Universidad de Pamplona: Colombia.
- Bustos-Viviescas, B. J., Rodríguez-Acuña, L. E., Acevedo-Mindiola, A. A., Duran-Luna, L. A. y Lozano-Zapata, R. E. (2017a). *Influencia del porcentaje graso en la fuerza prensil de la mano en sujetos sanos de la ciudad de Cúcuta*. En: III Encuentro de Investigación en Medicina y Salud. Universidad de Pamplona: Colombia.

- Bustos-Viviescas, B. J., Rodríguez-Acuña, L. E., Acevedo-Mindiola, A. A., Ortíz-Novoa, J. A., Duran-Luna, L. A. y Lozano-Zapata, R. E. (2017b). *Asociación entre la fuerza prensil de la mano y la presión arterial en sujetos aparentemente sano de la ciudad de Cúcuta*. En: I Encuentro Interinstitucional de Semilleros de Investigación. Universidad Francisco de Paula Santander: Colombia.
- Carbonell, A., Aparicio, V. y Delgado, M. (2009). Evolución de las recomendaciones de ejercicio físico en personas mayores considerando el efecto del envejecimiento en las capacidades físicas. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 17(5), 1-18.
- Carreira, C. y Redondo, C. (2015). *Dinamometría manual y factores asociados en adolescentes (Tesis de master)*. Universidad de Cantabria, Cantabria, España.
- Castillo-Garzón, M. J.; Ruiz, J. R.; Ortega, F. B. & Gutierrez-Sainz, A. (2007). A Mediterranean diet is not enough for health: Physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97, 114-138 doi: <http://dx.doi.org/10.1159/000097913>
- Gálvez Casas, A.; Rodríguez García, P. L.; Rosa Guillamón, A.; García-Cantó, E.; Pérez Soto, J. J.; Tárraga Marcos, M. L. y Tárraga López, P. J. (2015). Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutrición Hospitalaria*, 31 (1), 393-400. Recuperado de: <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/8074.pdf>
- Garber, C. E.; Blissmer, B.; Deschenes, M. R.; Barry, A. F. ; Lamonte, M. J.; Lee, I. M. Nieman, D. C. & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (7), 1334-1359, doi: [10.1249/MSS.0b013e318213fefb](http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb)
- Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I., Nieman, D. & Swain, D. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (7), 1334-1359.
- Garber, M. D; Sajuria, M. & Lobelo, F. (2014). Geographical variation in health-related physical fitness and body composition among Chilean 8th graders: A nationally representative cross-sectional study. *PLoS One*, 9, e108053. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0108053>
-

- García, D., Piñera, J., García, A. y Bueno, C. (2013). Estudio de la fuerza de agarre en adultos mayores del municipio plaza de la revolución. *Revista Cubana de Medicina Deportiva y Cultura Física*, 8 (1).
- Gualterosa, J.A.; Torres, J. A.; Umbarila-Espinosa, L. M.; Rodríguez-Valero, F. J. y Ramírez-Vélez, R. (2015). Una menor condición física aeróbica se asocia con alteraciones del estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Endocrinología y Nutrición*, 62 (9), 437-446. doi: [10.1016/j.endonu.2015.05.011](https://doi.org/10.1016/j.endonu.2015.05.011)
- Henneberg, M., Brush, C. & Harrison, A. (2001). Growth of specific muscle strength between 8 and 18 years in contrasting socioeconomic conditions. *American Journal Physical Anthropology*, 115, 62-70.
- Hernández, J., Velázquez, R., Curiel, D., Garoz, I., López, C., López, A., Maldonado, A., Martínez, M. y Moya, J. (2007). Evaluación de ámbitos de la capacidad biológica y de hábitos de práctica de actividad física. Estudio de la población escolar española. *Revista de Educación*, 343, 177-198.
- Heyward, V. (2006). *Evaluación y prescripción del ejercicio físico*. 2da edición. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Janz, K. F.; Dawson, J. D. & Mahoney, L. T. (2002). Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: The Muscatine Study. *International Journal of Sports Medicine*, 23, S15-S21. doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-28456>
- Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., Yamada, N., & Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *The Journal of the American Medical Association*, 301, 2024-2035. doi: 10.1001/jama.2009.681
- López-Alonzo, S. J.; Rivera-Sosa, J. M.; Pardo-Remetería, J. B. y Muñoz-Daw, M. J. (2016). Indicadores de condición física en escolares mexicanos con sobrepeso y obesidad. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 73 (4), 243-249. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2016.06.003>
- Malina, R. & Little B. (2008). Physical Activity: The Present in the Context of the Past. *American Journal of Human Biology*, 20 (4), 373-391.
- Malina, R., Bouchard, C. & Oded Bar-Or. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Márquez, S., y Garatachea, N. (2010). *Actividad física y salud*. Madrid: Díaz De Santos.
- Niño, C. (2012). Estimación del consumo máximo de oxígeno mediante pruebas de ejercicios maximales y submaximales. *Movimiento científico*, 6(1), 19-30.
- Ortega, F. B.; Ruiz, J. R.; Castillo, M. J. & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity (London)*, 32 (1), 1-11. doi: [10.1038/sj.ijo.0803774](https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774)
- Ortega, F. B.; Tresaco, B.; Ruiz, J. R.; Moreno, L. A.; Martín-Matillas, M.; Mesa, J. J.; Warnberg, J.; Bueno, M.; Tercedor, P.; Gutiérrez, A. & Castillo, M. J. (2007). [AVENA Study Group], "Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents", *Obesity (Silver Spring)*, 15 (6), 1589-1599. doi: [10.1038/oby.2007.188](https://doi.org/10.1038/oby.2007.188)
- Ortega, F., Ruiz, J. & Castillo M. (2013). Actividad física, condición física y sobrepeso en niños y adolescentes evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60 (8), 458-69.
- Pacheco-Herrera, J. D.; Ramírez-Vélez, R. y Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición Hospitalaria*, 33 (3), 556-564. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v33n3/09_original8.pdf
- Pereira, S. A.; Seabra, A. T.; Silva, R. G.; Zhu, W.; Buenen, G. W. & Maia, J. A. (2011). Correlates of health-related physical fitness levels of Portuguese Children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 6, 53-59. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/17477161003792549>
- Poblete, F., Flores, C., Abad, A., y Díaz E. (2015). Funcionalidad, fuerza y calidad de vida en adultos mayores activos de Valdivia. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*, 16 (1), 45-52.
- Portao, J., Bescós, R., Irurtia, A., Cacciatori, E. y Vallejo, L. (2009). Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia. *Nutrición Hospitalaria*, 24 (5), 529-534.
- Rodríguez Valero, F. J.; Gualteros, J. A.; Torres, J. A.; Umbarila Espinosa, L. M. Ramírez-Vélez, R. (2015). Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1559-1566. Recuperado de: <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/9310.pdf>

Rojas, J., Vazquez, L., Sánchez, G., Datta, S. y Argáez, J. (2012). Dinamometría de manos en estudiantes de Mérida, México. *Revista Chilena de Nutrición*, 39 (3), 45-51. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000300007>

Ruiz J.R, Ortega F.B, Rizzo NS, Villa I, Hurtig-Wennlöf A, Oja L. & Sjöström M. (2007). High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatric Research*, 61 (3), 350-355. doi: [10.1203/pdr.0b013e318030d1bd](https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e318030d1bd)

Thompson, W., Gordon, N., y Pescatello, L. (2014). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. España, Paidotribo.