



Trabajo Original

Influencia del sobrepeso y la obesidad sobre la fuerza en la infancia *Influence of overweight and obesity on strength in childhood*

José Carlos Fernández-García¹, Alfonso Castillo-Rodríguez² y Wanesa Onetti-Onetti³

¹Departamento de Didáctica de las Lenguas, las Artes y el Deporte. Universidad de Málaga. Andalucía-Tech, IBIMA. Málaga. ²Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada. Granada. ³Facultad de Educación. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Logroño

Resumen

Introducción: el sobrepeso y la obesidad alcanzan una alta prevalencia desde la infancia en España.

Objetivo: describir el efecto del sobrepeso y la obesidad en niños escolares de once años de edad, en pruebas que valoran la fuerza, tanto de las extremidades inferiores como de las superiores, así como la velocidad.

Método: participaron en el estudio 423 escolares de once años de edad. Se obtuvieron características básicas antropométricas y desarrollaron diversos test de la batería EUROFIT.

Resultados: los niños y niñas que se encuentran en normopeso poseen mejores puntuaciones en las pruebas de condición física en general. De este modo, los saltos verticales y horizontales, suspensión en barra y abdominales son superiores en los participantes con normopeso ($p < 0,05$). Además, recorren en menos tiempo un circuito de velocidad en ambos sexos ($p < 0,001$); sin embargo, en la fuerza isométrica manual, en el grupo de niñas poseen mejores resultados aquellas que se encuentran en sobrepeso u obesidad ($p < 0,01$).

Conclusiones: los niños de once años con sobrepeso y obesidad muestran una menor prestación muscular, salvo en el caso de la fuerza isométrica manual. También se han determinado diversas ecuaciones de predicción de resultados de las pruebas físicas llevadas a cabo, como saltos, dinamometría y velocidad, a través del sexo e índice de masa corporal (IMC).

Palabras clave:

Fuerza.
Dinamometría.
Condición física.
Obesidad. Infancia.

Abstract

Introduction: overweight and obesity reach a high prevalence since childhood in Spain.

Objective: to describe the effect of overweight and obesity, in schoolchildren of eleven years of age, in tests that assess the strength of both the lower and upper extremities, as well as speed.

Method: four hundred and twenty-three schoolchildren of eleven years of age participated in the study. Basic anthropometric characteristics were obtained and several tests of the EUROFIT battery were developed.

Results: normal-weight boys and girls had better scores in physical condition tests in general. Therefore, the vertical and horizontal jumps, bar suspension and abdominals were higher in the participants with normal-weight ($p < 0.05$). In addition, they performed in less time a speed circuit in both sexes ($p < 0.001$); however, in relation to the manual isometric strength, in the group of girls those who are overweight or obese have better results ($p < 0.01$).

Conclusions: overweight and obese children of eleven year-olds showed a lower muscular performance, except in the case of manual isometric strength. Several equations have been also determined for predicting the results of physical tests carried out such as jumps, dynamometry and speed, through sex and body mass index (BMI).

Key words:

Strength.
Dynamometry.
Physical fitness.
Obesity. Childhood.

Recibido: 22/03/2019 • Aceptado: 08/07/2019

Fernández-García JC, Castillo-Rodríguez A, Onetti-Onetti W. Influencia del sobrepeso y la obesidad sobre la fuerza en la infancia. *Nutr Hosp* 2019;36(5):1055-1060

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02596>

Correspondencia:

Alfonso Castillo-Rodríguez. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Ctra. Alfacar, s/n. 18011 Granada
e-mail: acastillo@ugr.es

INTRODUCCIÓN

Los beneficios de la actividad física regular son conocidos desde la Antigua Grecia, pero ha sido durante el pasado siglo XX cuando los conocimientos científicos respecto a este asunto han progresado enormemente (1). Actualmente, la obesidad se ha convertido en una de las enfermedades más preocupantes, y esto promueve que el esfuerzo de muchos investigadores se dirija hacia el encuentro de nuevas estrategias multidisciplinares, cobrando cada vez mayor interés conocer cuáles son los efectos que produce esta epidemia sobre la condición física y, especialmente, durante las primeras edades (2-4).

En los países desarrollados se ha venido observando un crecimiento continuado del sobrepeso y la obesidad infantil durante los últimos años. En los niños de diez a 14 años, en el caso particular de España, alrededor de un 20% presenta sobrepeso u obesidad (5), lo que debiera ser tenido en cuenta dadas las consecuencias que para la salud supone el exceso de grasa corporal (6). Es la falta de actividad física, entre otros motivos, una de las causas que hacen de la obesidad uno de los grandes problemas del siglo XXI, de ahí que la Organización Mundial de la Salud (7) recomienda realizar diariamente, al menos, 60 minutos de práctica física moderada o vigorosa en niños de cinco a 17 años.

La literatura viene exponiendo los beneficios que la actividad física tiene sobre la composición corporal (3,8-12), los factores de riesgo cardiovascular (11,12) y la condición física (8,13,14). La condición física abarca las denominadas cualidades físicas, que son: la resistencia en sus distintas manifestaciones, la fuerza muscular, la velocidad, la movilidad articular, las cualidades coordinativas y el equilibrio. Estas cualidades físicas tienen una demostrada incidencia en la salud, pero son especialmente la capacidad aeróbica y la fuerza las que poseen mayor relevancia científica-sanitaria (15).

En la actualidad, existen numerosas líneas de investigación abiertas respecto a los beneficios que el entrenamiento con cargas presenta sobre la composición corporal (16) y los resultados insisten en que su entrenamiento puede ayudar a reducir la cantidad total de masa grasa así como el porcentaje de grasa corporal (17), o incluso en que tiene efectos en la reducción de grasa visceral, con más peligro potencial para la salud y mayor actividad metabólica (18,19).

Las directrices actuales sobre recomendaciones de práctica de actividad física se centran principalmente en aquellas relativas a la salud cardiovascular. Una revisión contemporánea de los trabajos respecto a estas recomendaciones no hace especial incidencia en el entrenamiento muscular o de fuerza (20-22). Cohen y cols. (20) examinaron las tendencias con una prospectiva de diez años (1998-2018) de la fuerza muscular en niños y comprobaron una disminución a lo largo del tiempo en la fuerza isométrica mediante la prueba de suspensión en barra, las abdominales realizadas en 30 segundos, así como en la fuerza de prensión manual. Hardy y cols. (21), en un estudio que analizó las tendencias con 13 años de separación (1997-2010), encontraron en la realización de pruebas de condición física que disminuían especialmente aquellas a las que competen la

cualidad física fuerza, como son patear y lanzar. El trabajo de Runhaar y cols. (22) comprendió el periodo de 1980-2006 y en él se registraron pruebas de carácter neuromuscular (fuerza y velocidad), detectando un sensible empeoramiento después de 26 años.

Los escasos estudios realizados en las últimas décadas sobre los cambios de tendencia en la fuerza de los niños han mostrado pocos cambios. En una revisión sistemática, Tomkinson (23) analizó recientemente las tendencias a largo plazo en niños (6-12 años) en pruebas de potencia y velocidad en todo el mundo durante el periodo de 1958-2003. La potencia, valorada mediante pruebas de salto, y la velocidad (*sprints* y pruebas de agilidad correr) se mantuvieron relativamente estables durante todo el periodo, pero existe una tendencia hacia la disminución que se inicia en la década de 1980 (-0,08% a -0,25% anual), a las que hay que añadir la merma en la capacidad aeróbica (24).

El objetivo de este trabajo es describir el efecto del sobrepeso y la obesidad en niños de once años de edad, en pruebas que valoran la fuerza, tanto de las extremidades inferiores como de las superiores, así como la velocidad en una población de escolares.

MÉTODO

DISEÑO Y PARTICIPANTES

Se diseñó un estudio transversal con una muestra de alumnos escolarizados en sexto curso de Primaria ($11,52 \pm 0,4$ años). Cuatrocientos veintitrés sujetos (203 niños y 220 niñas) fueron seleccionados en colegios públicos y concertados de manera aleatoria. Todos ellos participaron de manera voluntaria y siguiendo las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2013) y las consideraciones éticas de la Sport and Exercise Science Research (25). Se solicitó el consentimiento informado a los padres o tutores de los alumnos y se dio conocimiento detallado tanto a la dirección de los centros como a los tutores académicos.

INSTRUMENTOS

Medidas antropométricas

El peso se determinó con una balanza SECA® (713, Hamburg, Alemania), con una precisión de 100 g, colocando al evaluado descalzo y con ropa deportiva ligera. Para la talla se empleó un tallímetro Holtain® (Holtain Ltd., Dyfed, Reino Unido), con precisión de un milímetro y siguiendo el protocolo Frankfurt. Una vez registrados y almacenados los datos, se procedió al cálculo del índice de masa corporal (IMC) resultado del peso, en kg, dividido por la altura, en m al cuadrado (kg/m^2). La obesidad y el sobrepeso se establecieron conforme a criterios acordados internacionalmente (26) y la maduración sexual fue evaluada mediante el procedimiento estandarizado en el que los padres identificaban cuál era el estado de sus hijos según los estadios de Tanner.

Fuerza muscular

Se evaluó la fuerza explosiva de las extremidades inferiores mediante el salto vertical y horizontal. La fuerza isométrica de ambas manos se evaluó por separado, mediante dinamometría, y de las extremidades superiores, mediante la prueba de suspensión en barra. La fuerza dinámica del tronco se valoró con el test de abdominales y la aplicación dinámica de la fuerza al desplazamiento se estimó mediante el test de ida y vuelta 10 x 5, todas ellas siguiendo el protocolo de la batería EUROFIT (27).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron mediante el programa estadístico SPSS 22.0 (IBM SPSS Statistic, Chicago, USA) y Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., Redmond, Washington, USA). Para la comprobación de la normalidad de las variables se llevó a cabo el test de Kolmogorov-Smirnov. Seguidamente, se realizaron test descriptivos y comparativos, t de Student, análisis multivariante de la varianza (MANOVA) con las variables independientes del género e IMC. Además, se calculó el tamaño del efecto (η^2_p), que cuantifica el tamaño de la diferencia que existe entre grupos (28). Finalmente, se comprobó la relación de las variables de características antropométricas con los resultados de pruebas de condición física a través del coeficiente de correlación de Pearson. El nivel de significación establecido fue de $p < 0,05$.

RESULTADOS

En primer lugar, de los niños y niñas analizados, aproximadamente el 70% son normopeso, por lo que se trata de una muestra homogénea en ambas poblaciones (Tabla I).

En la tabla II se muestran las características antropométricas básicas de los participantes en función del sexo e IMC. Se aprecian evidentes diferencias significativas en cada grupo establecido (niños y niñas) según su grado de obesidad.

Los niños y niñas que se encuentran en normopeso poseen mejores puntuaciones en las pruebas de condición física en general. De este modo, los saltos verticales y horizontales, suspensión en barra y abdominales son superiores en los participantes con normopeso ($p < 0,05$). Además, recorren en menos tiempo un circuito de velocidad en ambos sexos ($p < 0,001$); sin embargo, en la dinamometría, del grupo de niñas poseen mejores resultados aquellas que se encuentran en sobrepeso u obesidad ($p < 0,01$) (Tabla III).

Tabla I. Distribución de los niños y de las niñas según su IMC (Cole, 2000)

	Niños (n = 203)		Niñas (n = 220)	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Normopeso	138	68,0	155	70,5
Sobrepeso/ Obesidad	65	32,0	65	29,5

Tabla II. Características antropométricas (media ± DE) de niños y niñas en función del IMC

	Niños			Niñas		
	NP (n = 138)	SO/OB (n = 65)	p	NP (n = 155)	SO/OB (n = 65)	p
Peso (kg)	36,56 ± 5,19	50,42 ± 6,71	0,000	37,98 ± 5,63	53,68 ± 8,16	0,000
Talla (cm)	143,3 ± 6,66	145,3 ± 6,36	0,000	144,2 ± 6,68	148,3 ± 7,22	0,000
Talla sentado (cm)	106,7 ± 6,52	108,2 ± 6,97	0,000	106,4 ± 7,52	111,6 ± 7,55	0,000
Envergadura (cm)	145,1 ± 7,64	147,5 ± 7,96	0,000	145,6 ± 7,05	151,3 ± 9,17	0,000
IMC (kg/m ²)	17,73 ± 1,59	23,83 ± 2,30	0,000	18,19 ± 1,77	24,30 ± 2,36	0,000

NP: normopeso; SO/OB: sobrepeso/obesidad.

Tabla III. Diferencias en las pruebas físicas de niños y niñas en base al IMC

	Niños			Niñas		
	NP (n = 138)	SO/OB (n = 65)	p	NP (n = 155)	SO/OB (n = 65)	p
Salto vertical (cm)	27,57 ± 5,03	23,61 ± 4,23	0,000*	25,00 ± 4,99	21,78 ± 4,19	0,000*
Salto horizontal (cm)	141,0 ± 24,92	125,3 ± 27,95	0,000*	123,0 ± 28,81	116,2 ± 19,17	0,080
Din. mano dcha. (kg)	15,06 ± 5,24	14,83 ± 5,32	0,771	12,50 ± 4,78	14,75 ± 5,27	0,002*
Din. mano izda. (kg)	13,96 ± 4,83	14,00 ± 5,60	0,955	11,45 ± 5,18	14,05 ± 5,12	0,001*
Suspensión barra (s)	12,35 ± 10,74	4,46 ± 11,55	0,000*	5,90 ± 6,58	1,00 ± 1,68	0,000*
Abdominales (n.º)	21,12 ± 4,69	18,80 ± 5,10	0,002*	17,97 ± 4,79	15,72 ± 4,99	0,002*
Velocidad 10 x 5 (s)	22,43 ± 2,08	24,02 ± 2,25	0,000*	23,22 ± 1,75	24,39 ± 2,20	0,000*

NP: normopeso; SO/OB: sobrepeso/obesidad. * $p < 0,05$; prueba MANOVA entre IMC y sexo.

Los test de relaciones entre variables antropométricas y de pruebas físicas fueron de una potencia media-baja. De este modo, el IMC, con independencia del sexo, correlacionó significativamente con todas las variables de condición física ($p < 0,01$): salto vertical ($r = -0,312$), salto horizontal ($r = -0,232$), dinamometría de la mano derecha ($r = 0,170$), dinamometría de la mano izquierda ($r = 0,183$), suspensión en barra ($r = -0,441$) y abdominales ($r = -0,224$).

Por otro lado, el test de MANOVA (modelo lineal general), realizado para la variable dependiente de salto vertical y los factores de IMC y sexo, mostró diferencias altamente significativas para dicho modelo ($F_{(2,422)} = 37,024$; $p < 0,0001$; $\eta^2_p = 0,28$). La ecuación que arroja este modelo corresponde a través de los coeficientes beta no estandarizados de cada una de las variables (Tabla IV y ecuación 1). Por tanto, por ejemplo, a igualdad de sexo, los que tienen normopeso saltan 3,58 cm más (SEE = 0,504) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,000$). El grupo de normopeso, ya sean chicos o chicas, presenta un mejor rendimiento en salto de 3,58 cm respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: 4,57-2,59 cm).

Con respecto al salto horizontal, a igualdad de sexo, los que tienen normopeso saltan 11,2 cm más (SEE = 2,76) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,000$). Los normopeso, ya sean chicos o chicas, presentan un mejor rendimiento en salto de 11,2 cm respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: 16,63-5,77 cm). La ecuación 2 (Tabla IV) muestra la predicción del salto horizontal.

Acerca de las puntuaciones de fuerza emitida con dinamometría (derecha e izquierda), no se halló varianza en la prueba de dinamometría de mano derecha en el test MANOVA ($p > 0,05$). Sin embargo, la estimación de la fuerza con mano izquierda es predicha por las variables independientes de sexo e IMC. A igualdad de sexo, los que tienen normopeso generan 1,3 kg menos (SEE = 0,544) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,014$). Los normopeso, ya sean chicos o chicas, presentan un peor rendimiento en la fuerza isométrica de la mano izquierda de 1,34 kg respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: -0,276-2,414 kg) (Tabla IV y ecuación 3).

Tabla IV. Ecuaciones de predicción de la condición física con variables de sexo e IMC

Ecuación 1	Salto vertical = $33,37 + 3,58 \cdot \text{IMC} + 2,34 \cdot \text{sexo}$
Ecuación 2	Salto horizontal = $143,66 + (-15,28 \cdot \text{Sexo}) + (11,2 \cdot \text{IMC})$
Ecuación 3	Dinamometría mano izquierda = $16,608 + (-1,72 \cdot \text{Sexo}) + (-1,35 \cdot \text{IMC})$
Ecuación 4	Suspensión en barra = $8,945 + (-4,86 \cdot \text{Sexo}) + (7,43 \cdot \text{IMC})$
Ecuación 5	Abdominales = $21,964 + (-3,13 \cdot \text{Sexo}) + (2,28 \cdot \text{IMC})$
Ecuación 6	Velocidad (10 x 5 m) = $23,22 + (0,66 \cdot \text{Sexo}) + (-1,378 \cdot \text{IMC})$

Finalmente, la estimación para las pruebas de suspensión en barra, abdominales y velocidad (10*5 m) se realiza por las variables de sexo e IMC. En el caso de la prueba física de suspensión en barra, a igualdad de sexo, los que tienen normopeso realizan 7,42 s más (SEE = 0,800) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,000$). Los normopeso, ya sean chicos o chicas, presentan un mejor rendimiento en salto de 7,42 cm respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: 9,00-5,85 s) (Tabla IV y ecuación 4). En el caso de la prueba física de abdominales, a igualdad de sexo, los que tienen normopeso realizan 2,28 abdominales más (SEE = 0,510) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,000$). Los normopeso, ya sean chicos o chicas, presentan un mejor rendimiento en salto de 2,28 abdominales respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: 3,28-1,27 abdominales) (Tabla IV y ecuación 5). Por último, para la prueba física de velocidad, a igualdad de sexo, los que tienen normopeso realizan 1,37 s menos (SEE = 0,213) que los que tienen sobrepeso u obesidad tras ajustar por sexo ($p = 0,000$). Los normopeso, ya sean chicos o chicas, presentan un mejor rendimiento en carrera de velocidad (10 x 5 m) de 1,37 s menos respecto a los que tienen sobrepeso/obesidad (IC 95%: -0,960-1,796 s) (Tabla IV y ecuación 6).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue describir el efecto del sobrepeso y la obesidad en pruebas de condición física (fuerza y velocidad) en una población de escolares. Los resultados mostraron que los niños y niñas que se encuentran en normopeso obtienen mejores resultados que los que se encuentran en sobrepeso u obesidad en las pruebas de fuerza explosiva de las extremidades inferiores (salto horizontal), fuerza isométrica de las extremidades superiores (suspensión en barra), fuerza para la flexión de tronco (abdominales) y velocidad. Sin embargo, la fuerza isométrica de prensión manual (dinamometría), en general, mostró mejores resultados en quienes tenían sobrepeso/obesidad, especialmente en las niñas. Diversos estudios han manifestado la existencia de una relación inversa entre la obesidad y la condición física en los niños y, además, una relación positiva entre la obesidad y la inactividad física (29). Los resultados de nuestra investigación coinciden con otros trabajos publicados en los que se detectó que niños y adolescentes, de ambos sexos, con sobrepeso/obesidad mostraban mejores resultados que sus iguales con normopeso en las variables relativas a la fuerza isométrica de prensión manual (30,31). En cuanto a las niñas que manifiestan sobrepeso/obesidad, obtienen resultados mayores en dinamometría (fuerza) en relación a las normopeso, posiblemente causados por una mayor masa magra (32), que en general poseen mayor peso corporal total. Wetzsteon y cols. (33) indican también índices de fuerza superiores en niños con sobrepeso en edades comprendidas entre los nueve y los once años con respecto a los que establecen normopeso. Es, por tanto, que el peso corporal total se asocia positivamente con la fuerza muscular. En la población general existe una relación entre la masa muscular y la fuerza (34).

A pesar de los resultados obtenidos, destacamos que el 30% de los participantes de ambos sexos se encontraban por encima del peso recomendado (26). Existen diversos factores que favorecen el aumento de peso y grasa en niños. Los factores ambientales, en presencia de una predisposición genética, conducen a la ganancia de grasa a través de un aumento en la ingesta de alimentos y una reducción en la actividad física o ambos (35). La conducta sedentaria podría ser tanto un factor causal como un factor de consecuencia de la obesidad en estos niños. Este trabajo pretendía evaluar el efecto del sobrepeso y la obesidad en niños de once años en fuerza y velocidad, sugiriendo que los niños con sobrepeso pueden tener un comportamiento sedentario, además de estilos y conductas nutricionales no adecuadas. Teniendo en cuenta que los antecedentes genéticos pudieran ser similares en ambas poblaciones (normopeso y sobrepeso/obesidad), es probable que las discrepancias se deban a factores ambientales (por ejemplo, la dieta y el estilo de vida) que podrían dar lugar a cambios dramáticos en el fenotipo de la obesidad (36,37). Por lo tanto, la investigación de posibles interacciones gen-ambiente es un enfoque prometedor para identificar la etiología de la obesidad infantil.

Por otro lado, debemos considerar que la práctica de actividad física desempeña un papel importante en el gasto energético diario total, que contribuye a la regulación del peso corporal (38). El principio del balance de energía sugiere que cuando el consumo de esta es mayor que la gastada, el resultado es el aumento de peso. Aunque el consumo de energía depende únicamente de la dieta, el gasto de energía depende de varios componentes, siendo el aspecto modificable principal la actividad física. Así, tanto los patrones dietéticos como de actividad física han sido destacadas como intervenciones apropiadas para la prevención de la obesidad. La orientación a los patrones de actividad física de los niños es especialmente importante dado el argumento de que la actividad en la infancia sirve como la base para una vida de actividad física regular (39). Además, incluso en la infancia, la actividad física está estrechamente relacionada con otros comportamientos de salud como fumar, la dieta, el uso de drogas, la actividad sexual y el rendimiento académico. Estas asociaciones sugieren que la actividad física desempeña un papel no solo en el desarrollo de la obesidad infantil, sino también en numerosas consecuencias para la salud, patrones de estilo de vida y bienestar psicosocial (40).

Teniendo en cuenta la creciente prevalencia de la obesidad infantil (10), nuestros hallazgos pueden tener importantes implicaciones clínicas y de salud pública. Se requieren estudios prospectivos a gran escala sobre más factores relacionados con la obesidad, con información detallada sobre el estilo de vida, para identificar mejor las interacciones en la obesidad infantil. Se deben incluir intervenciones basadas en la familia y la escuela, así como otras aproximaciones a la intervención. Hay que realizar campañas mediáticas de prevención selectiva, dirigida a subgrupos de la población con riesgo de desarrollar obesidad. Las escuelas también pueden intervenir, ya que son el escenario ideal para hacer llegar a los niños y adolescentes la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. Otra sugerencia relacionada para futuras investigaciones es una exploración de

mayores cualidades físicas a través de otras pruebas o baterías para que se tenga en cuenta la resistencia aeróbica y anaeróbica de los participantes, que se muestra en este artículo como limitación. Este estudio indicó que la obesidad puede influir positiva o negativamente con la fuerza, por lo tanto, el análisis de mayores factores podría proporcionar nuevas relaciones, o relaciones con mayor potencia estadística que colabore con la exploración completa en estas poblaciones.

Como conclusión, los principales hallazgos revelan que niñas y niños de sexto de Educación Primaria (once años aproximadamente) con sobrepeso y obesidad muestran una menor prestación muscular, salvo en el caso de la fuerza isométrica manual. Esto podría enfocarse como un aliciente para que niñas y niños con sobrepeso/obesidad puedan adherirse a programas de ejercicio físico en los que prevalezca esta acción muscular, como pueden ser algunos deportes de lucha, especialmente judo o la lucha canaria, así como los lanzamientos atléticos. También se han determinado diversas ecuaciones de predicción de resultados de las pruebas físicas llevadas a cabo como saltos, dinamometría y velocidad, entre otras, a través de los factores de sexo e IMC. Estos resultados podrían fluctuar en el tiempo, por lo que se incita a realizar estudios longitudinales e incluso comprobar el efecto que tienen con el cambio de institución (del colegio al instituto), es decir, con la transición educativa.

BIBLIOGRAFÍA

- González-Gross M, Meléndez A. Sedentarism, active lifestyle and sport: impact on health and obesity prevention. *Nutr Hosp* 2013;28:89-98.
- Guerra S, Teixeira Pinto A, Ribeiro JC, Ascensão A, Magalhães J, Andersen LB, et al. Relationship between physical activity and obesity in children and adolescents. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46(1):79-83.
- Idler N, Teuner CM, Hunger M, Holle R, Ortlieb S, Schulz H, et al. The association between physical activity and healthcare costs in children - Results from the GINIplus and LISAPLUS cohort studies. *BMC Public Health* 2015;15:437.
- Moreno LA, Sarria A, Fleita J, Rodríguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(7):925-31.
- Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Salud 2011-2012. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2012.
- Alvero-Cruz JR, Álvarez Carnero E, Fernández-García JC, Barrera Expósito J, Carrillo de Albornoz Gil M, Sardinha LB. Validity of body mass index and fat mass index as indicators of overweight status in Spanish adolescents: Escola Study. *Med Clin (Barc)* 2010;135(1):8-14.
- World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: WHO Press; 2010.
- Arriscado D, Muros JJ, Zabala M, Dalmau JM. Relationship between physical fitness and body composition in primary school children in northern Spain (Logroño). *Nutr Hosp* 2014;30(2):385-94.
- Correa Rodríguez M, Rueda Medina B, González Jiménez E, Navarro Pérez CF, Schmidt-RioValle J. The levels of bone mineralization are influenced by body composition in children and adolescents. *Nutr Hosp* 2014;30(4):763-8.
- Kelley GA, Kelley KS, Pate RR. Effects of exercise on BMI z-score in overweight and obese children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *BMC Pediatrics* 2014;14:225.
- Ekelund U, Anderssen S, Froberg K, Sardinha L, Andersen L, Brage S, et al. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007;50(9):1832-40.
- Morales-Suárez-Varela MM, Clemente-Bosch E, Llopis-González A. Relationship between the level of physical activity and markers of cardiovascular health in Valencian adolescents (Spain). *Arch Argent Pediatr* 2013;111(5):398-404.

13. Voss C, Sandercock G, Higgins JW, Macdonald H, Nettlefold L, Naylor PJ, et al. A cross-cultural comparison of body composition, physical fitness and physical activity between regional samples of Canadian and English children and adolescents. *Can J Public Health* 2014;105(4):E245-E50.
14. López Sánchez GF, López Sánchez L, Díaz Suárez A. Efectos de un programa de actividad física en la condición física de escolares con TDAH. *RICCAFD* 2014;3(3):24-37.
15. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies. *Endocrinol Nutr* 2013;60(8):458-69.
16. Balsalobre-Fernández C. Efecto del entrenamiento con cargas sobre la grasa corporal en personas obesas. Revisión sistemática. *Rev Int Med Cienc Ac* 2015;15(58):371-86.
17. Shaw I, Shaw B, Brown G, Cilliers J. Concurrent resistance and aerobic training as protection against heart disease. *Cardiovasc J Africa* 2010;21(4):196-9.
18. Garcia-Unciti M, Izquierdo M, Idoate F, Gorostiaga E, Grijalba A, Ortega-Delgado F, et al. Weight-loss diet alone or combined with progressive resistance training induces changes in association between the cardiometabolic risk profile and abdominal fat depots. *Ann Nutr Metab* 2012;61(4):296-304.
19. Ismail I, Keating S, Baker M, Johnson N. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obes Rev* 2012;13(1):68-91.
20. Cohen D, Voss C, Taylor M, Delextrat A, Ogunleye A, Sandercock G. Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr* 2011;100(10):E175-E7.
21. Hardy L, Barnett L, Espinel P, Okely A. Thirteen-year trends in child and adolescent fundamental movement skills: 1997-2010. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(10):1965-70.
22. Runhaar J, Collard D, Singh A, Kemper H, Van Mechelen W, Chinapaw M. Motor fitness in Dutch youth: differences over a 26-year period (1980-2006). *J Sci Med Sport* 2010;13(3):323-8.
23. Tomkinson G. Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958-2003). *Scand J Med Sci Sports* 2007;17(5):497-507.
24. Moliner-Urdiales D, Ruiz J, Ortega F, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, Rey-López J, et al. Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents The AVENA and HELENA Studies. *J Sci Med Sport* 2010;13(6):584-8.
25. Harriss D, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. *Int J Sports Med* 2013;34(12):1025-8.
26. Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J* 2000;320(7244):1240-3.
27. Europe Co. EUROFIT. Handbook for the EUROFIT Tests of Physical Fitness. Rome, Italy; 1988.
28. Coe R, Merino C. Magnitud del efecto: una guía para investigadores y usuarios. *Rev Psicol PUCP* 2002;21(1):47-77.
29. Maffei C, Zaffanello M, Schutz Y. Relationship between physical inactivity and adiposity in prepubertal boys. *J Pediatr* 1997;131(2):288-92.
30. Fernández-García JC, Alvero-Cruz JR, Barrera-Expósito J, Carrero E, Quiterio A, Sardinha L. Are overweight boys stronger than normal weight boys? *Int J Obes* 2008;32(Suppl. 1):S117.
31. Alvero-Cruz JR, Fernández-García JC, Álvarez-Carmero E, Expósito JB, Sardinha L. Influencia del sobrepeso en la fuerza dinámica de los adolescentes. *Rev Esp Obes* 2009;7(7):305.
32. Ara I, Sánchez-Villegas A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Leiva MT, Martínez-González MA, et al. Physical fitness and obesity are associated in a dose-dependent manner in children. *Ann Nutr Metab* 2010;57(3-4):251-9.
33. Wetzsteon RJ, Petit MA, Macdonald HM, Hughes JM, Beck TJ, McKay HA. Bone structure and volumetric BMD in overweight children: a longitudinal study. *J Bone Miner Res* 2008;23(12):1946-53.
34. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1991;71(2):644-50.
35. Sorensen TIA, Holst C, Stunkard AJ. Childhood body mass index-genetic and familial environmental influences assessed in a longitudinal adoption study. *Int J Obes* 1992;16(9):705-14.
36. Rosmond R. Association studies of genetic polymorphisms in central obesity: a critical review. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27(10):1141-51.
37. Hetherington MM, Cecil JE. Gene-environment interactions in obesity. *Forum Nutr* 2010;63:195-203.
38. Andreasen CH, Andersen G. Gene-environment interactions and obesity - Further aspects of genome wide association studies. *Nutrition* 2009;25(10):998-1003.
39. Pardo López D. Influencia del índice de masa corporal en la agilidad en la infancia. *RICCAFD* 2016;5(1):50-69.
40. Onetti W, Álvarez-Kurogi L, Castillo-Rodríguez A. Adherencia al patrón de dieta mediterránea y autoconcepto en adolescentes. *Nutr Hosp* 2019;36(3):658-64.