



Revista de la Facultad de Medicina

ISSN: 2357-3848

ISSN: 0120-0011

Universidad Nacional de Colombia

Ocampo-Plazas, Mary Luz; Correa, Juan Felipe;
Guzmán-David, Cristian Arvey; Correa, Juan Carlos

Asociación entre el porcentaje graso y las capacidades físicas básicas de niños
de 7 a 11 años en etapa escolar de una institución educativa de Bogotá, D.C.

Revista de la Facultad de Medicina, vol. 64, núm. 3, Sup., 2016, pp. 93-98
Universidad Nacional de Colombia

DOI: 10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50827

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576364374013>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50827>

Asociación entre el porcentaje graso y las capacidades físicas básicas de niños de 7 a 11 años en etapa escolar de una institución educativa de Bogotá, D.C.

Association between body fat percentage and basic physical capacities in school children aged 7 to 11 attending an educational institution in Bogotá, D.C.

Recibido: 25/05/2015. Aceptado: 26/10/2015.

Mary Luz Ocampo-Plazas¹ • Juan Felipe Correa¹ • Cristian Arvey Guzmán-David² • Juan Carlos Correa³

¹ Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento del Movimiento Corporal Humano - Bogotá D.C. - Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Programa de Fisioterapia - Bogotá, D.C. - Colombia.

³ Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Estadística - Medellín - Colombia.

Correspondencia: Mary Luz Ocampo-Plazas. Departamento del Movimiento Corporal Humano, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30 No. 45-03, edificio 471, oficina 515D. Teléfono: +57 1 316500, ext.: 15201. Bogotá, D.C. Colombia. Correo electrónico: mlocampop@unal.edu.co.

| Resumen |

Introducción. La obesidad es una enfermedad de evolución rápida y constante que genera costos en salud por enfermedades consecuentes, las cuales aparecen en edades cada vez más tempranas. La disminución del rendimiento físico ocasionado por la obesidad se ha descrito en varios estudios, principalmente, asociado a la alteración de capacidad aeróbica como agente causal, pero también a la disminución de la afectación de otras capacidades físicas.

Objetivo. Determinar el grado de asociación entre porcentaje graso y capacidades físicas (fuerza, flexibilidad y resistencia) en escolares.

Materiales y métodos. Se evaluaron las capacidades físicas de escolares de segundo a quinto grado, entre 7 a 11 años, utilizando FITNESSGRAM®. También se correlacionaron las variables de porcentaje graso y capacidades físicas básicas para determinar la fuerza de asociación entre estas.

Resultados. Existe asociación significativa entre porcentaje graso y nivel PACER ($p=0.0001$), *push up* ($p<0.0001$), resistencia abdominal ($p=0.0148$) y flexibilidad de hombro izquierdo ($p=0.03186$). Sin embargo, no hubo asociación con la fuerza potencia.

Conclusión. El porcentaje graso tiene alta influencia sobre las capacidades físicas en general. Se necesita desarrollar estrategias desde temprana edad para contrarrestar el sobrepeso y la obesidad, así como fomentar la actividad física para minimizar los efectos deletéreos sobre la salud.

Palabras clave: Sobre peso; Obesidad; Fuerza muscular; Resistencia física; Composición corporal; Niños (DeCS).

Ocampo-Plazas ML, Correa JF, Guzmán-David CA, Correa JC. Asociación entre el porcentaje graso y las capacidades físicas básicas de niños de 7 a 11 años en etapa escolar de una institución educativa de Bogotá, D.C. Rev. Fac. Med. 2016;64:S93-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50827>.

| Abstract |

Introduction: Obesity is a disease of rapid and constant evolution that generates burden on health costs due to secondary diseases, which appear at increasingly earlier ages. The decreased physical performance caused by obesity has been described in several studies, and is mainly associated with the alteration of aerobic capacity as a causative agent, but also to a decrease amount of participation in other physical abilities.

Objective: To determine the degree of association between body fat percentage and physical abilities (strength, flexibility and resistance) in school children.

Materials and methods: The physical capabilities of second through fifth grades children, aged 7 to 11, were assessed using FITNESSGRAM®. The variables body fat percentage and basic physical capabilities were also correlated to determine the strength of the association among them.

Results: There is significant association between body fat percentage and PACER level ($p=0.0001$), push up ($p<0.0001$), abdominal strength ($p=0.0148$) and left shoulder flexibility ($p=0.03186$). However, there was no association with strength potency.

Conclusions: Body fat percentage has high influence on physical abilities in general. Developing strategies is necessary to counter

overweight and obesity at early ages and to encourage physical activity to minimize deleterious health effects.

Keywords: Overweight; Obesity; Muscle Strength; Endurance; Body Composition; Children (MeSH).

Ocampo-Plazas ML, Correa JF, Guzmán-David CA, Correa JC. [Association between body fat percentage and basic physical capacities in school children aged 7 to 11 attending an educational institution in Bogotá, D.C.]. Rev. Fac. Med. 2016;64:S93-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.50827>.

Introducción

La obesidad es una enfermedad que crece de manera rápida y constante, lo cual genera enormes costos en salud por las enfermedades consecuentes. Asimismo, se presenta en edades cada vez más tempranas, como lo evidencia que, solo en el 2010, a 43 millones de infantes les diagnosticaron sobrepeso y obesidad (35 millones de ellos en países desarrollados). Con ello se demuestra que a mayor desarrollo económico, mayor peso corporal, el cual se adjudica al aumento del porcentaje graso (1). Aunque la obesidad es más común en la infancia que en la edad adulta (2), revisiones sistemáticas y meta-análisis encontraron que un niño obeso tiene dos veces más probabilidad de padecer de sobrepeso y obesidad en la adultez (3). La situación es igual de preocupante cuando los padres son obesos, pues es más probable que sus hijos sufran sobrepeso u obesidad (4).

Aunque la obesidad es un agente multicausal que involucra alteraciones en diferentes niveles, tales como hábitos de vida, aspectos familiares e incluso problemáticas presentes en el colegio o entornos comunitarios (5), los niños que la padecen no solo tendrán constante sobrepeso en la adultez, sino comorbilidades futuras. Estas últimas se pueden observar en enfermedades (diabetes tipo dos, síndrome metabólico, aterosclerosis, patologías cardíacas, aumento del HDL, aumento del nivel de triglicéridos, incremento de la presión arterial, asma reflujo, entre otras) y alteraciones de tipo psicológico (problemas comportamentales, síndrome obstructivo del sueño, alteraciones en la alimentación, ansiedad y depresión, etc.) (6).

Además de lo mencionado, se ha encontrado un efecto del sobrepeso sobre el rendimiento escolar y los procesos de socialización. Esto permite hallar, en muchos casos, discriminación y falta de protagonismo en el desarrollo de diversas actividades de tipo deportivas, físicas y lúdico-recreativas (6,7).

Otro factor relacionado es la disminución del rendimiento físico. Ya sea por el estilo de vida o por la falta de ejercicio, esto conlleva una asociación de la disminución de las capacidades físicas básicas con el aumento del porcentaje graso. Aun cuando no se ha estudiado dicho fenómeno a profundidad y no se ha determinado cuál es el origen causal entre una variable y otra, existen investigaciones sobre la alteración de la capacidad aeróbica como un agente causal del rápido agotamiento, producido por las diferentes actividades recreativas que surgen en el colegio, como lo son el descanso, las clases de educación física y los festivales deportivos (8,9).

No obstante, poco se le ha adjudicado a la disminución del rendimiento en otras capacidades físicas básicas, fuera de la capacidad oxidativa (resistencia) y la composición corporal, las cuales constituyen componentes fundamentales de la condición física para la salud. Estos otros componentes incluyen fuerza y flexibilidad (10).

Se busca brindar mayor información mediante los resultados (presentados para el desarrollo de futuras investigaciones) y

propuestas de promoción, prevención e intervención que, a su vez, promuevan estrategias orientadas a minimizar el sobrepeso y la obesidad. Esto a partir de las capacidades físicas básicas, afectadas por el aumento del porcentaje graso, teniendo en cuenta que la actividad física regular y el ejercicio son factores que demostraron combatir la obesidad (5,11-15).

Con lo anterior en mente, el objetivo de este estudio es determinar el grado de asociación existente entre el porcentaje graso y la capacidad aeróbica, la fuerza y la flexibilidad, orientado a establecer en qué medida el aumento del porcentaje graso afecta las capacidades físicas básicas (fuerza, flexibilidad y resistencia) de un grupo de escolares entre 7 y 11 años, dentro de una institución educativa en Bogotá, D.C.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Observacional descriptivo transversal.

Participantes

Escolares de segundo a quinto grado de una institución educativa de la localidad Puente Aranda de Bogotá, D.C. con edades comprendidas entre los 7 a 11 años. Se incluyeron todos los niños y niñas cuya jornada escolar coincidía con los horarios de evaluación. La muestra fue de tipo no probabilístico y los estudiantes fueron elegidos de manera no aleatoria por conveniencia.

Procedimientos

La recolección de datos fue posible gracias al convenio entre la institución educativa y el grupo de práctica académica de campo en educación del programa curricular de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Colombia. La evaluación se llevó a cabo durante un periodo de ocho semanas.

Las medidas antropométricas fueron realizadas entre las 08:00h-12:00h en un lugar cómodo de temperatura adecuada, con los niños y niñas descalzos y con ropa apropiada (uniforme para la clase de educación física). Antes se comprobó la exactitud de los instrumentos así: para la talla se empleó un estadiómetro (20-205cm y precisión de 1mm) y para el peso corporal y porcentaje graso se usó un monitor de composición corporal marca TANITA® (Referencia BC-585F FitScan). Las mediciones se tomaron en dos oportunidades, registrando la media para el análisis estadístico (16).

Las capacidades físicas se evaluaron de acuerdo a lo descrito en la batería FITNESSGRAM® (17,18). Para la capacidad aeróbica se empleó el test PACER (*Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run*), fuerza con *push up* (miembro superior), *curl up* (resistencia abdominal) y para flexibilidad *shoulder stretch* (flexibilidad de musculatura de hombros) y *back-saver sit and reach* (miembros inferiores) (19-21). Además, se incluyó el salto de Sargent para evaluar la fuerza explosiva (20).

Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER)

Prueba adaptada del test de 20 metros, publicada por Leger y Lambert (1982) (22). Implicaba correr todo el tiempo que fuera posible con movimiento continuo de ida y vuelta, a través de un espacio de 20 metros, con un ritmo determinado que se hace más rápido cada minuto. Además, se les permitía a los estudiantes escuchar varios minutos del audio de PACER. En los criterios de

finalización estaba no llegar a la línea cuando ya habían pasado dos alertas y el retiro voluntario debido al agotamiento. También se anotaba el número de vueltas (20 metros de ida y vuelta) (23,24).

Salto de Sargent

Los niños tenían sus dedos de la mano derecha marcados con tiza. Se ubicaron en posición bípeda junto a una pared en su lado derecho, con el brazo derecho extendido por encima de la cabeza, para así marcar en la pared el punto más alto al que podían llegar. En el momento anterior al salto, flexionaron libremente las extremidades inferiores y prepararon sus extremidades superiores. La altura del salto era la diferencia entre los dos puntos marcados en la pared. Todos los voluntarios saltaron tres veces, con un intervalo mínimo de 45 segundos entre los saltos. Solo el salto más alto fue considerado (20).

Los evaluadores proporcionaban modelos visuales y ejemplos de cómo realizar las pruebas antes de su ejecución. Ninguno de los participantes recibió una previa formación específica. Antes del inicio de la recolección de datos, todos los evaluadores revisaron los procedimientos y protocolos de evaluación antropométrica y FITNESSGRAM® disponibles en el Cooper Institute®. Posteriormente, recibieron formación adicional para garantizar su buena administración del protocolo de evaluación.

Análisis estadístico

Las características generales se presentan como medias, desviación estándar (DE), valor mínimo y máximo. Para PACER, *back-saver sit and reach*, salto vertical de Sargent, estatura, promedios de *shoulder stretch* y porcentaje graso, se usó el coeficiente de correlación de Pearson. A fin de comprobar la heterogeneidad por diferencia de género, se realizó una prueba t para igualdad de medias, utilizando la modificación de Welch.

Para las variables de conteo *curl ups* y *push up* se construyeron modelos de regresión lineal y de Poisson, respectivamente. También se verificó la significancia estadística de los coeficientes de estos modelos, asociado al porcentaje graso como variable explicativa de interés. Las correlaciones se calcularon con el máximo número de datos disponibles y se evaluó si se debían aplicar procesos de imputación de datos faltantes. Para ello se utilizó el software R versión 3.1.2.

Resultados

El porcentaje de faltantes por variable fue bajo y correspondió a menos del 3%, por tanto, no se aplicaron procesos de imputación de datos y se incluyeron en el análisis un total de 107 a 113 participantes, de los cuales el 53.1%, aproximadamente, correspondía a las niñas y el porcentaje restante a niños. Las características antropométricas se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características morfológicas.

Variable	n	Media	DE	Min	Max
Edad (años)	113	9.45	±1.15	7	14
Peso (kg)	108	31.59	±7.03	18.60	57.40
Talla (m)	109	1.34	±0.07	1.16	1.59
IMC (kg/m ²)	108	17.43	±2.73	10.60	27.68
Porcentaje grasa	107	20.61	±6.65	1.00	34.40

Fuente: Elaboración propia.

El nivel PACER tiene una asociación negativa con el porcentaje graso, la correlación fue -0.3629634 con un valor $p=0.0001$. Cuando se calculó la correlación para este par de variables en función del género, se encontró en mujeres una correlación de -0.1637731 (valor $p=0.2508$) y en hombres de -0.4365732 (valor $p=0.0008615$). En el porcentaje graso las mujeres tuvieron una media de 22.56 y los hombres de 18.83 (Figura 1). Esta diferencia es estadísticamente significativa (valor $p=0.003526$, grados de libertad =101.99) y fue validada utilizando una prueba t para igualdad de media, usando la modificación de Welch, con lo cual se encontró un ajuste en la desigualdad de varianzas de ambas poblaciones.

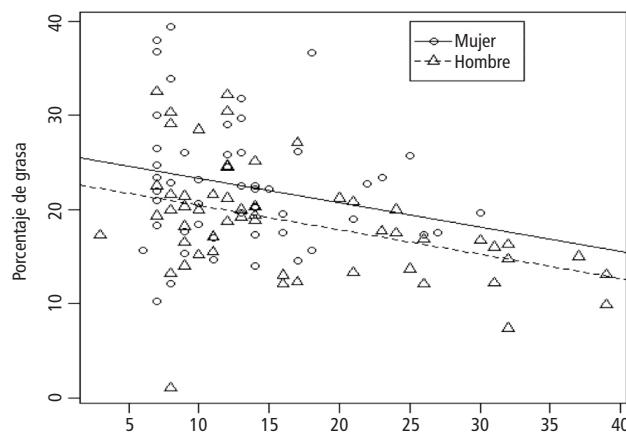


Figura 1. Correlación entre porcentaje graso y resistencia aeróbica PACER. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a salto vertical Sargent se observó una relación muy alta con respecto a la estatura ($cor=0.954589$ con un valor p de $2.2e-16$) (Figura 2), es decir, a mayor estatura se adquiere una mayor capacidad de salto, hallazgo que es respaldado en otros estudios (25). Esta correlación logra que la estatura eclipse la asociación entre el porcentaje de grasa y el salto vertical, ya que la correlación del porcentaje de grasa y salto vertical fue de 0.11666 ($p=0.21666$), dato que no es estadísticamente significativo. Lo anterior quiere decir que el porcentaje graso no se relaciona con el salto vertical, lo cual no es lo esperado.

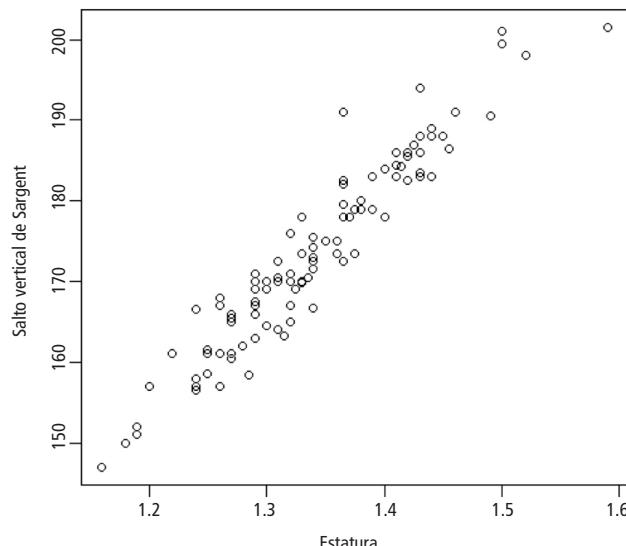


Figura 2. Correlación entre salto vertical de Sargent y estatura. Fuente: Elaboración propia.

La correlación entre las variables de porcentaje de grasa y el IMC es alta (0.8077888), con un valor p de 2.2e-16, lo que demuestra que la aplicación del IMC es confiable en esta población, pues al aumentarse concuerda con un mayor porcentaje graso (Figura 3).

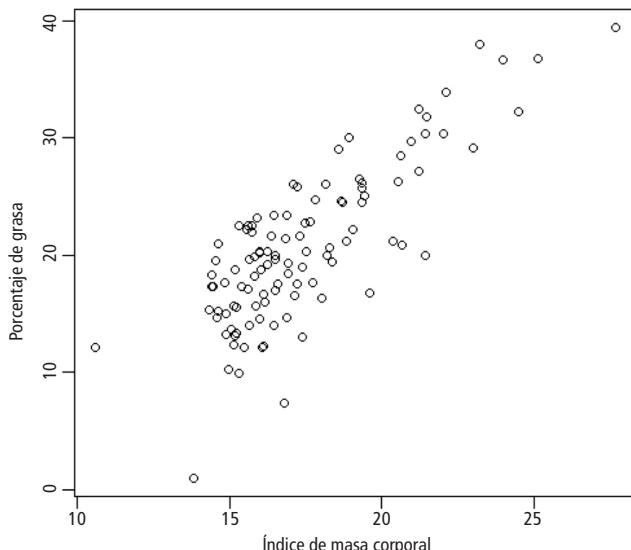


Figura 3. Correlación entre porcentaje graso y el índice de masa corporal IMC. Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el efecto que tiene el porcentaje de grasa sobre la variable *push up* y dado que esta última es un conteo, se empleó una regresión Poisson. Ahora bien, el modelo muestra una relación significativa entre este par de variables y un coeficiente asociado de -0.054534 (valor p =9.67e-13), en el que una disminución relativa en el promedio de *push up* genera un incremento del 1% en el porcentaje de grasa, esto significa que un individuo que tenga un 1% más de grasa con relación a otro, logaría un 5.4% menos de *push up*.

Se construyó un modelo lineal para explicar la resistencia abdominal, cuyo coeficiente estimado fue -0.3779 (valor p =0.0148) (Figura 4). Este modelo estima que cuando el porcentaje de grasa se incrementa en un 1%, la resistencia abdominal disminuye, aproximadamente, un promedio de 0.38 repeticiones.

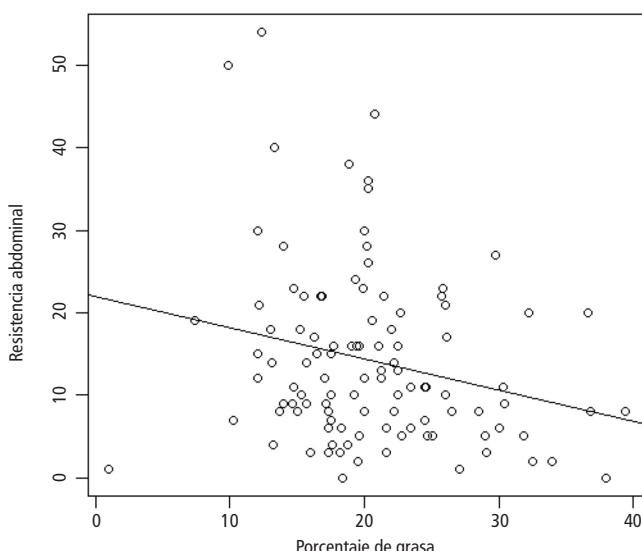


Figura 4. Correlación entre resistencia abdominal y porcentaje graso. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la flexibilidad no se encontró una correlación significativa entre el *back-saver sit and reach* izquierdo y el porcentaje de grasa, con una correlación -0.1015293 (valor p =0.3004). Hubo un comportamiento similar entre el *back-saver sit and reach* derecho y el porcentaje de grasa, con un resultado de -0.08653292 (valor p =0.3778).

En la flexibilidad de miembros superiores se encontró una correlación entre el estiramiento de hombro izquierdo y el porcentaje graso ($cor=0.2086$) con un valor estadísticamente significativo $p=0.03186$, a diferencia del hombro derecho, cuya correlación de 0.0820 (valor $p=0.4029$) no tuvo significancia estadística. Incluso al juntar la media del miembro superior derecho e izquierdo y correlacionarlo con el porcentaje graso ($cor=0.1762$), se evidencia poca significancia estadística (valor $p=0.0707$).

Discusión

La asociación negativa existente entre el nivel PACER y el porcentaje graso es significativa, como se mencionó anteriormente, lo que concuerda con los resultados de otros estudios, en los cuales se ha registrado que el incremento de peso —de manera desproporcionada en la edad escolar— es inversamente proporcional a la resistencia aeróbica (26,27).

Este incremento de peso, asociado en parte al sedentarismo, promueve la obesidad y, por ende, el incremento en el gasto energético durante la actividad oxidativa, secundario a la necesidad de movilizar más peso corporal, lo que propicia pasar más rápido a un umbral glicolítico que produce mayor acidosis y acelera el proceso de fatiga.

Además, el sobrepeso se relaciona con el aumento de la frecuencia cardíaca, no solo en actividad sino también en reposo, y con la disminución del volumen de eyección, el aumento del *stiffness* arterial, la disfunción endotelial, el aumento del *stiffness* ventricular y el estímulo continuo del sistema nervioso simpático en los niños con aumento del porcentaje graso, lo cual dificulta la capacidad de mantener un ejercicio prolongado (28).

Este incremento de la frecuencia cardíaca en reposo se asocia con daños a nivel del nervio vago y a efectos vaso tóxicos, ocasionados por el sorbitol cuando los niveles de glucosa se mantienen altos por tiempos prolongados (29). Una mayor tensión arterial estimula el aumento de la frecuencia cardíaca, en gran parte adjudicada a la constricción que tiene la microvasculatura renal por la liberación de endotelina 1 y por los daños vasculares, causados por el sorbitol. Este mecanismo es detectado por el sistema renal como injuria, lo cual libera continuamente adrenalina por las glándulas suprarrenales y mantiene en reposo niveles altos de frecuencia cardíaca, por lo que dificulta el ejercicio prolongado (30,31).

En cuanto a la correlación, separada por género según el nivel PACER, no fue significativa en mujeres por su porcentaje graso, contrario al caso de los hombres, cuyo valor fue $p=0.0008615$. Esto puede explicarse debido a que las mujeres manejan un mayor porcentaje de grasa por sus necesidades fisiológicas, como lo son la aromatización de andrógenos por medio del colesterol. Este último debe estar presente en un alto porcentaje incluso antes de la pubertad, como preparatoria para la menarquía, por ende, en estudios de cohorte se ha visto que la capacidad aeróbica no está fuertemente relacionada con el sobrepeso en el género femenino durante la edad escolar (32-35). También se ha descrito que los niños próximos a la pubertad tienen menos porcentaje de grasa, debido al inicio de la liberación de la hormona de crecimiento que favorece la lipólisis. Por lo anterior, mantener un porcentaje graso alto puede ser un indicador de sedentarismo que afecta las capacidades físicas (32-34). Como se

suele hallar, en los datos obtenidos las mujeres tienen un porcentaje graso significativamente mayor que el de los hombres (36).

Por otro lado, con respecto al salto vertical de Sargent, se encontró una alta correlación con la estatura, lo que quiere decir que a mayor estatura se adquiere una mayor capacidad de salto. Esto concuerda con otros estudios que han registrado datos según las variables antropométricas y el salto. Una de las más significativas es la estatura, puesto que, a medida que aumenta el crecimiento, aumenta la hiperplasia, la hipertrofia de fibras musculares y el tejido contráctil y no contráctil, lo cual logra un mayor acumulo de energía potencial y, posteriormente, de energía elástica. De ahí que se obtenga como resultado una mayor disponibilidad de tejidos para la ejecución del salto (25). Al ser tan alta, esta correlación enmascara la asociación del porcentaje de grasa y el salto debido, el cual no es significativo. Esto quiere decir que, como resultado no esperado, el porcentaje graso no se relaciona con el salto vertical. Aunque la búsqueda de estudios que relacionen estas dos variables encontró que no se aplican en niños, se ha visto que en los atletas que utilizan un peso adicional de su cuerpo se afecta el salto de manera significativa y disminuye, tanto su altitud, como el tiempo de vuelo. Este último aumenta en el tiempo de despegue (37).

Mediante la evaluación se halló que los *push up*, la relación entre el aumento del porcentaje de grasa y la disminución de la fuerza en los miembros superiores tienen que ver con el peso excesivo que deben levantar para su edad y por el sedentarismo que se asocia con la disminución de la fuerza, debido a la relación directamente proporcional con la baja hipertrofia muscular. No obstante, no se habla tanto de hipertrofia muscular en niños como de un aumento de la coordinación inter e intramuscular que se adquiere con el estímulo de la fuerza a dicha edad (38). El trabajo de la fuerza es una de las capacidades físicas más importantes en la infancia, no solo por sus beneficios en la capacidad atlética, sino por los datos que arrojan las investigaciones donde se observa una disminución de las enfermedades cardíacas con respecto al aumento de la fuerza, lo cual funciona como un método preventivo para atacar las enfermedades crónicas no transmisibles (39,40).

Ahora bien, la asociación significativa entre el porcentaje de grasa y la fuerza abdominal es concordante con otros estudios, los cuales demuestran que el aumento de la grasa visceral se relaciona con una disminución de la fuerza en general y con un aumento de riesgo de padecer componentes del síndrome metabólico (41). También, la disminución de la fuerza abdominal se ha relacionado con la obesidad por la alteración de la mecánica postural y la disminución de la fuerza de la musculatura core (42).

En cuanto a la flexibilidad, se encontró una asociación significativa entre su disminución de la flexibilidad de hombro izquierdo y el porcentaje graso, este fenómeno puede ser explicado por la falta de movilidad del miembro superior no dominante, lo cual puede arrojar un sesgo de interpretación al decir que se correlaciona con el porcentaje graso. En general se observa que la flexibilidad no se altera por el porcentaje graso, resultado ya tratado en otro estudio donde la flexibilidad no tiene diferencias significativas entre infantes con normo-peso e infantes con sobrepeso (43).

Conclusiones

El porcentaje graso tiene una alta influencia en las capacidades físicas, específicamente en la capacidad aeróbica evaluada con el nivel PACER, así como en la fuerza de miembros superiores y abdomen. No se encontró una relación entre el porcentaje graso

y la flexibilidad, sin embargo, se encontró una asociación con la flexibilidad de hombro izquierdo, lo cual puede adjudicarse a la falta de movilidad del miembro superior no dominante. Respecto al salto vertical parece que no es afectado por el aumento del porcentaje graso, aunque dicho resultado puede verse afectado por la fuerte asociación existente entre la estatura y el nivel de salto. Los datos obtenidos en esta población no son extrapolables.

Conflictos de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

A los estudiantes que participaron en este proyecto por su compromiso para el desarrollo del mismo. A los directores y profesores del Departamento del Movimiento Corporal Humano por su apoyo al garantizar las condiciones necesarias para el desarrollo de este proyecto.

Referencias

1. **Onis M, Blossner M, Borghi E.** Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr.* 2010; 1:92(5):1257-64.
2. **Badawi NE, Barakat A, El Sherbini Sa, Fawzy HM.** Prevalence of overweight and obesity in primary school children in Port Said city. *Egypt Pediatr Assoc Gaz.* 2013;61:31-6.
3. **Sbruzzi G, Eibel B, Barbiero SM, Petkowicz RO, Ribeiro RA, Cesa CC, et al.** Educational interventions in childhood obesity: a systematic review with meta-analysis of randomized clinical trials. *Prev Med (Baltim).* 2013 May [cited 2016 Apr 5];56(5):254-64. Available from: <http://doi.org/bqj7>.
4. **Waalen J.** The genetics of human obesity. *Transl Res.* 2014 [cited 2016 Apr 5];164(4):293-301. Available from: <http://doi.org/bqj8>.
5. **Rosenkranz RR, Behrens TK, Dzewaltowski DA.** A group-randomized controlled trial for health promotion in Girl Scouts: Healthier Troops in a SNAP (Scouting Nutrition & Activity Program). *BMC Public Health.* 2010 [cited 2016 Apr 5];10(1):81. Available from: <http://doi.org/c27czs>.
6. **Pulgarón ER.** Childhood obesity: a review of increased risk for physical and psychological comorbidities. *Clin Ther.* 2013 [cited 2016 Apr 5];35(1):A18-32. Available from: <http://doi.org/bqj9>.
7. **Banwell C, Kinmonth H, Dixon J.** The Social, Cultural and Familial Contexts Contributing to Childhood Obesity. In: Bagchi D, editor. *Global Perspectives on Childhood Obesity.* Elsevier; 2011. p.127-38.
8. **Shultz SP, Deforche B, Byrne NM, Hills AP.** Fitness and Fatness in Childhood Obesity. In: Bagchi D, editor. *Global Perspectives on Childhood Obesity.* Elsevier; 2011. p.371-81.
9. **Zoair AM, Muhammad KT, Abu-Ammo DE, Motawea MM.** Lipid profile and some cardiac functions in children with obesity. *Egypt Pediatr Assoc Gaz.* 2013 [cited 2016 Apr 5];61(1):15-22. Available from: <http://doi.org/bqkb>.
10. **Circujano M.** *Capacidades físicas básicas en la Educación Secundaria Obligatoria.* Madrid: Visión Libros; 2010.
11. **Dugan SA.** Exercise for preventing childhood obesity. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2008 [cited 2016 Apr 5];19(2):205-16. Available from: <http://doi.org/bdvcpd>.

12. **McCall A, Raj R.** Exercise for prevention of obesity and diabetes in children and adolescents. *Clin Sports Med.* 2009 [cited 2016 Apr 5];28(3):393-421. Available from: <http://doi.org/fdgwqg>.
13. **Lisón JF, Real-Montes JM, Torró I, Arguisuelas MD, Alvarez-Pitti J, Martínez-Gramage J, et al.** Exercise intervention in childhood obesity: a randomized controlled trial comparing hospital-versus home-based groups. *Acad Pediatr.* 2012 [cited 2016 Apr 5];12(4):319-25. Available from: <http://doi.org/bqkc>.
14. **Pelin AM, Georgescu C, Stefanescu V.** Obesity and Nutritional Programs in Schools. *Procedia-Soc Behav Sci.* 2014;149:696-700.
15. **Chen A.** On childhood obesity prevention: "Exercise is medicine" vs. "exercise is vaccine". *J Sport Heal Sci.* 2012;1(3):172-3.
16. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. 2016. Available from: <https://goo.gl/HIJsqz>.
17. **Welk GJ, Going SB, Morrow JR, Meredith MD.** Development of New Criterion-Referenced Fitness Standards in the FITNESSGRAM® Program. *Am J Prev Med.* 2011;41(4):S63-7.
18. **Welk GJ, De Saint-Maurice Maduro PF, Laurson KR, Brown DD.** Field evaluation of the new FITNESSGRAM® criterion-referenced standards. *Am J Prev Med.* 2011 [cited 2016 Apr 5];41(4):S131-S142. Available from: <http://doi.org/bmxkn8>.
19. The Cooper Institute. Muscular Strength, Endurance, and Flexibility. Pres Younths Progr. 2014;1-16.
20. **de Salles PG da CM, Vasconcellos FV do A, de Salles GF da CM, Fonseca RT, Dantas EHM.** Validity and reproducibility of the sargent jump test in the assessment of explosive strength in soccer players. *J Hum Kinet.* 2012;33:115-21.
21. **Morrow JR, Martin SB, Jackson AW.** Reliability and validity of the FITNESSGRAM®: quality of teacher-collected health-related fitness surveillance data. *Res Q Exerc Sport.* 2010;81(3):S24-S30.
22. **Léger LA, Lambert J.** A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1982 [cited 2016 Apr 6];49(1):1-12. Available from: <http://doi.org/b9j9p3>.
23. **Boiarskaia EA, Boscolo MS, Zhu W, Mahar MT.** Cross-validation of an equating method linking aerobic FITNESSGRAM® field tests. *Am J Prev Med.* Elsevier; 2011;41(4):S124-S130. Available from: <http://doi.org/dsdx3t>.
24. **Mayorga-Vega D, Aguilar-Soto P, Viciiana J.** Criterion-Related Validity of the 20-M Shuttle Run Test for Estimating Cardiorespiratory Fitness: A Meta-Analysis. *J Sports Sci Med.* 2015 Sep [cited 2016 Apr 6];14(3):536-47. Available from: <https://goo.gl/rChltQ>.
25. **Temfemo A, Hugues J, Chardon K, Mandengue S-H, Ahmaidi S.** Relationship between vertical jumping performance and anthropometric characteristics during growth in boys and girls. *Eur J Pediatr.* 2009 Apr [cited 2016 Apr 5];168(4):457-64. Available from: <http://doi.org/ep5ppr>.
26. **Hruby A, Chomitz VR, Arsenault LN, Must A, Economos CD, McGowan RJ, et al.** Predicting maintenance or achievement of healthy weight in children: the impact of changes in physical fitness. *Obesity.* 2012 Aug [cited 2016 Apr 5];20(8):1710-7. Available from: <http://doi.org/bqkg>.
27. **Aryana M, Li Z, Bommer WJ.** Obesity and physical fitness in California school children. *Am Heart J.* 2012 Feb [cited 2016 Apr 5];163(2):302-12. Available from: <http://doi.org/bqkh51>.
28. **Cote AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, Sandor GGS, Devlin AM.** Childhood obesity and cardiovascular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2013 Oct [cited 2016 Apr 5];62(15):1309-19. Available from: <http://doi.org/f2f4dd>.
29. **Obrosova IG.** How does glucose generate oxidative stress in peripheral nerve? *Int Rev Neurobiol.* 2002;50:3-35.
30. **Gulati V, White WB.** Review of the state of renal nerve ablation for patients with severe and resistant hypertension. *J Am Soc Hypertens.* 2013 [cited 2016 Apr 5];7(6):484-93. Available from: <http://doi.org/bqkj>.
31. **Tsioufis C, Papademetriou V, Tsiachris D, Kasiakogias A, Kordalis A, Thomopoulos C, et al.** Impact of multi-electrode renal sympathetic denervation on short-term blood pressure variability in patients with drug-resistant hypertension. Insights from the EnligHTN I study. *Int J Cardiol.* 2015 [cited 2016 Apr 5];180:237-42. Available from: <http://doi.org/bqkk>.
32. **Srdić B, Obradović B, Dimitrić G, Stokić E, Babović SS.** Relationship between body mass index and body fat in children-Age and gender differences. *Obes Res Clin Pract.* 2012 [cited 2016 Apr 5];6(2):e91-e174. Available from: <http://doi.org/bm895h>.
33. **Wickel EE.** Evaluating the utility of the body adiposity index in adolescent boys and girls. *J Sci Med Sport.* 2014 [cited 2016 Apr 5];17(4):434-8. Available from: <http://doi.org/bqkm>.
34. **Llorente-Cantarero FJ, Pérez-Navero JL, Benítez-Sillero J, Muñoz-Villanueva MC, Gil-Campos M.** Evaluation of metabolic risk in prepubertal girls versus boys in relation to fitness and physical activity. *Gend Med.* 2012 [cited 2016 Apr 5];9(6):436-44. Available from: <http://doi.org/bqkn>.
35. **Boddy LM, Hackett AF, Stratton G.** Changes in fitness, body mass index and obesity in 9-10 year olds. *J Hum Nutr Diet.* 2010 [cited 2016 Apr 5];23(3):254-9. Available from: <http://doi.org/djhzk3>.
36. **Franco C, Koranyi J, Brandberg J, Lönn L, Bengtsson B-K, Svensson J, et al.** The reduction in visceral fat mass in response to growth hormone is more marked in men than in oestrogen-deficient women. *Growth Horm IGF Res.* 2009 [cited 2016 Apr 5];19(2):112-20. <http://doi.org/cjhrb2>.
37. **Leontijevic B, Pazin N, Bozic PR, Kukolj M, Ugarkovic D, Jaric S.** Effects of loading on maximum vertical jumps: Selective effects of weight and inertia. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 [cited 2016 Apr 5];22(2):286-93. Available from: <http://doi.org/fxprmg>.
38. **Debernard L, Robert L, Charleux F, Bensamoun SF.** Characterization of muscle architecture in children and adults using magnetic resonance elastography and ultrasound techniques. *J Biomech.* 2011 [cited 2016 Apr 5];44(3):397-401. Available from: <http://doi.org/dwkr4f>.
39. **Triana-Reina HR, Ramírez-Vélez R.** Asociación de la fuerza muscular con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular en adultos sedentarios. *Endocrinol y Nutr.* 2013;60(8):433-8.
40. **Lopez-Jaramillo P, Cohen DD, Gómez-Arbeláez D, Bosch J, Dyal L, Yusuf S, et al.** Association of handgrip strength to cardiovascular mortality in pre-diabetic and diabetic patients: a subanalysis of the ORIGIN trial. *Int J Cardiol.* 2014 [cited 2016 Apr 5];174(2):458-61. Available from: <http://doi.org/bqkp>.
41. **Bisschop CNS, Peeters PHM, Monninkhof EM, van der Schouw YT, May AM.** Associations of visceral fat, physical activity and muscle strength with the metabolic syndrome. *Maturitas.* 2013 [cited 2016 Apr 5];76(2):139-45. Available from: <http://doi.org/f2f2bv>.
42. **King AC, Challis JH, Bartok C, Costigan FA, Newell KM.** Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait Posture.* 2012 [cited 2016 Apr 5];35(2):261-5. Available from: <http://doi.org/b26j5f>.
43. **Martino SA, Lambreg EM, McKenna R, Sniffen J.** Postural balance, sensation, flexibility and strength in overweight and healthy weight children: pilot cohort study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014 [cited 2016 Apr 5];95(10):e102-3. Available from: <http://doi.org/bqkq>.