

Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de las extremidades inferiores en escolares

Evaluation of the Explosive Force of Lower Limb Extension in Schoolchildren

FRANCISCO JOSÉ LÓPEZ GALLEGO

Grupo Educación, Deporte y Actividad Física (España)

AMADOR JESÚS LARA SÁNCHEZ

Universidad de Jaén (España)

NATALIA ESPEJO VACAS

Asociación Didáctica Andalucía (España)

JAVIER CACHÓN ZAGALAZ

Universidad de Jaén (España)

Correspondencia con autor

Amador Jesús Lara Sánchez

alara@ujaen.es

Resumen

Objetivo. El objetivo de esta investigación es evaluar la capacidad de fuerza explosiva de extensión de extremidades inferiores en escolares de educación primaria y analizar las diferencias que puedan existir tanto en capacidad de fuerza explosiva de extremidades inferiores como en composición corporal en función del sexo. *Material y métodos.* En este estudio han participado 90 estudiantes (54 niños y 36 niñas) de educación primaria de un centro educativo urbano de la provincia de Jaén. La media de la edad de los sujetos es de $11,1 \pm 0,7$ años. Se ha realizado la valoración de la composición corporal y la evaluación de la capacidad de fuerza explosiva de extremidades inferiores mediante salto vertical. La evaluación de la composición corporal se llevó a cabo mediante la plataforma INBODY 230 (Microkaya, Spain). Para medir las variables de los saltos se utilizó una plataforma de fuerzas Quattro Jump (Kistler, Suiza) y se realizaron los test de salto CMJ y ABK. *Resultados y conclusiones.* Los resultados obtenidos en las variables de los test de salto por los participantes se encuentran entre los valores de referencia para sujetos de su edad. Las chicas poseen mayores picos de potencia y de fuerza que los chicos, mientras que estos poseen mayores alturas de vuelo en los saltos. En la impedancia los chicos obtienen mayores porcentajes de músculo y las chicas mayor masa y mayores porcentajes de grasa.

Palabras clave: fuerza, IMC, ABK y CMJ

Abstract

Evaluation of the Explosive Force of Lower Limb Extension in Schoolchildren

Objective: The objective of this research was to evaluate lower limb extension explosive force capacity in primary schoolchildren and analyze the differences that may exist in both lower limb explosive force capacity and body composition by sex. *Materials and methods:* 90 students (54 boys and 36 girls) in primary education at an urban school in the province of Jaén participated in this study. The mean age of the subjects was 11.1 ± 0.7 years. Body composition and lower limb explosive force capacity were assessed by vertical jump. The assessment of body composition was performed using the INBODY 230 (Microkaya, Spain) platform. The Quattro Jump (Kistler, Switzerland) force platform was used to measure the jumps variables and the ABK and CMJ jump tests were performed. *Results and conclusions:* The results of the jump test variables for participants were within the reference values for subjects of their age. Girls have higher power and force peaks than boys while the latter achieve greater height in the jumps. Boys get higher percentages for muscle mass and girls more mass and higher fat percentages in impedance.

Keywords: force, BMI, ABK and CMJ

Fundamentación teórica

La condición física es uno de los contenidos esenciales que se trabajan dentro de la etapa de educación primaria. Se encuentra presente en varios de los apartados que componen el currículo de esta etapa educativa diseñado por la Administración (Real decreto 1513/2006, de 7 de diciembre), como puede ser, por ejemplo, en los bloques de contenidos y los criterios de evaluación del área de educación física (EF). En la citada ley, se observa la importancia del trabajo de la condición física dentro de esta etapa educativa, ya que no solo se indica que es necesaria para el desarrollo del alumnado, sino que se relaciona con la salud de los sujetos. No obstante para poder trabajar la condición física es necesario un conocimiento previo de su estado. De este modo se puede evaluar el nivel de evolución de esta y realizar comparaciones entre el alumnado en función del sexo, edad... y realizar las adaptaciones pertinentes a la hora de trabajarla con los sujetos. Por tanto, a la hora de su desarrollo se ha de tener en cuenta también que se compone de diferentes capacidades. Debido a esto, para poder evaluar su nivel de desarrollo y si existen o no diferencias en función de alguna variable, es necesario conocer el estado de las capacidades que la componen.

Dentro de las capacidades que componen la condición física encontramos la fuerza. Existe un amplio abanico de autores que han estudiado esta capacidad física tanto en sujetos escolares como en no escolares. A la hora de evaluarla se dispone de una amplia variedad tanto de pruebas (salto vertical, horizontal, prensión manual...) como de instrumentos. En la etapa de educación primaria se suele evaluar la fuerza mediante el salto o la prensión manual. Para ello, la capacidad de salto es medida mediante pruebas de salto vertical u horizontal aunque en ocasiones suelen aparecer las dos unidas.

En los materiales utilizados para la evaluación del salto también se distingue una amplia variedad. No obstante, los test más utilizados suelen ser el Abalakov (ABK); el salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) y el salto sin contramovimiento o Squat Jump (SJ) y los instrumentos más empleados las plataformas de fuerza (Castillo et al., 2005; Abián, Alegre, Lara, & Aguado, 2006; González Montesinos et al., 2007). Se ve que a la hora de medir la capacidad de salto se encuentra una gran variedad de opciones, desde autores que se centran simplemente en la evaluación de la batida (García López, Herrero, García, Rubio, & Rodríguez, 2004; González Montesinos et al., 2007) o la amortiguación (Osorio Ramírez, Esteve Lanao, & y

Lerma Lara, 2013) hasta autores que aúnan las dos variables (Abián et al., 2006).

En relación con las diferencias que pueden existir en función a diversas variables como pueden ser el sexo, la edad, etc., en esta capacidad González Montesinos et al. (2007) evaluaron la batida del salto en escolares de entre 6 y 12 años, encontrando que los chicos obtenían resultados superiores a los obtenidos por las chicas, tanto en los test de salto SJ como en los CMJ. Coincidiendo con lo anterior García López et al. (2004) señalaron nuevamente que los chicos obtenían alturas superiores (23,4 cm) a las de las chicas (19,0 cm). Estos autores en sus estudios además de la altura también evaluaron los picos de fuerza y de potencia de los sujetos, encontrando una vez más que los varones obtenían valores superiores en ambos casos. Por su parte, Bermejo Frutos, López Elvira y Palao Andrés (2013) señalaron en sus resultados que los sujetos varones obtenían mayores alturas de vuelo en el salto vertical que los sujetos femeninos. Del mismo modo, Abián et al. (2006) estudiaron tanto la batida como la amortiguación en el salto de manera conjunta en los diferentes sexos, en sujetos que poseían edades cercanas a los 19 años. Estos autores, coincidiendo con los anteriores, también encontraron que tanto el pico de potencia durante la batida como la altura del salto eran mayores en los varones. Además Abián et al. (2006) señalaron que a la hora de la amortiguación las mujeres corrían un riesgo mayor de lesión que los hombres ya que presentaban unos mayores picos de fuerza en la caída.

Por otro lado, en relación con las diferencias que pueden existir en la capacidad de salto en función de otras variables diferentes al sexo Bermejo et al. (2013) señalaron que las diferencias entre sujetos masculinos y femeninos se incrementaban cuanto mayor era la edad que presentaban. Por otro lado, Jiménez, Parra, Pérez, & Grande (2009) analizaron el salto en semiprofesionales de fútbol en función de la posición que ocupaban en el campo. Encontraron que los porteros presentaron las mayores alturas, mientras que los defensas obtenían los mayores picos de potencia, tanto en SJ como en CMJ. Como valores medios obtuvieron en CMJ alturas de 40, 37 cm y picos de potencia 3,39 W/kg y en SJ alturas de 36, 94 cm y picos de potencia de 2, 55 W/kg.

Por otra parte, Lara Sánchez, Abián Vicén, Alegre Durán, Jiménez Linares, & Aguado Jódar (2005) llegaron a la conclusión de que el test que permite obtener la mayor altura de salto y mayor pico de potencia parece ser el ABK. No obstante, demostraron que obtener

una gran altura de salto no implicaba haber conseguido un mayor pico de fuerza en la batida. En esta misma dirección, Naclerio, Rodríguez y Forte (2009) analizaron las diferencias entre las alturas y los picos de potencias en test de salto con diferentes cargas, obteniendo como resultado que los valores eran mejores cuanto menor eran las cargas.

Por tanto, resulta de gran interés conocer si en realidad estas diferencias se dan y si son tan significativas como para influir en el desarrollo de un sujeto y en su potencial desarrollo físico-motriz. Debido a esto se ha planteado como objetivo de esta investigación la evaluación de la capacidad de fuerza explosiva de extensión de extremidades inferiores en escolares de educación primaria y analizar las diferencias que puedan existir tanto en capacidad de fuerza explosiva de extremidades inferiores como en composición corporal en función del sexo.

Material y métodos

Muestra

En este estudio han participado 90 estudiantes de educación primaria, divididos en dos subgrupos, en función del sexo. Las características edad, masa, talla e IMC tanto del total de la muestra como de cada uno de los subgrupos por separado se pueden ver en la *tabla 1*.

Este estudio se realizó en un centro educativo urbano de la provincia de Jaén, que colaboró de manera voluntaria una vez que se le explicó el objetivo del mismo. Se envió una carta dirigida a los padres y/o tutores donde se explicaban los objetivos del proyecto, se solicitaba su consentimiento para la participación en el estudio y se garantizaba la confidencialidad de la información recogida.

Procedimiento

Se ha realizado la valoración de la composición corporal y la evaluación de la capacidad de fuerza explosiva de extremidades inferiores mediante salto vertical. Las mediciones se realizaron durante la clase de EF.

Las pruebas tuvieron lugar en las propias instalaciones deportivas del centro escolar. Se ha de tener en cuenta que durante la realización de las pruebas se tomaron una serie de medidas con el propósito de minimizar todas las posibles fuentes de error en la realización de las pruebas. El proceso fue estandarizado, de modo que: *a)* todos los sujetos participantes en el estudio realizaron el mismo número de intentos; *b)* las pruebas se realizaron en la misma instalación; *c)* los examinadores aplicaron una única prueba, por lo que la variabilidad interobservador quedó descartada como fuente de error; *d)* los examinadores conocían la prueba.

Evaluación de la composición corporal

La valoración antropométrica se determinó mediante la medición de la masa y de la talla en un aula habilitada para tal efecto. Para la talla se midió a los sujetos descalzos, de pie, con los talones, glúteos y espalda en contacto con la pared. Se utilizó un tallímetro modelo SECA (SECA LTD., Alemania).

La evaluación de la composición corporal fue llevada a cabo a través de impedancia bioeléctrica por medio del INBODY 230 (Microkaya, España). Se habilitó una habitación a una temperatura ambiente de 20 ± 2 °C para las mediciones. Los sujetos se colocaron sobre el aparato, colocando los talones sobre la huella y las manos en los electrodos en pronosupinación y una apertura de brazos entre 45° de abducción y permaneciendo en esa posición durante unos 60 s. Una vez allí, un evaluador experto a través del *software* Lookin'Body procedió a la valoración del sujeto.

Test de salto vertical

Para medir las variables de los saltos se utilizó una plataforma de fuerzas Quattro Jump (Kistler, Suiza), conectada a un ordenador portátil en el que se recogían los registros de fuerza. Tras una sesión de familiarización, los sujetos realizaron los test de salto ABK y CMJ. Antes de registrar los test todos los sujetos realizaron un calentamiento estandarizado y dirigido por el investigador, consistente en 7 min de carrera, seguido de 5 min de estiramientos y una serie de saltos submáximos y otra de salto máximos. Tras este calentamiento, los sujetos

Tabla 1.
Características de la muestra y los subgrupos.

Categoría	N	Edad (años)	Masa (kg)	Estatura (cm)	IMC
Niños	54	11,1 ± 0,7	43,9 ± 12,6	148,4 ± 8,0	19,6 ± 3,9
Niñas	36	11,1 ± 0,7	44,3 ± 10,2	149,6 ± 7,5	19,7 ± 3,5
Total	90	11,1 ± 0,7	44,1 ± 11,6	148,9 ± 7,8	19,6 ± 3,7

realizaban el CMJ, con las manos en las caderas y dejando libre el ángulo de flexión de rodillas y el ABK, con la ayuda de los brazos y dejando libre el ángulo de flexión de rodillas. Cada sujeto realizaba un mínimo de 3 repeticiones válidas y máximas de cada test. Se analizaron las de mayor altura de vuelo. El tiempo de descanso entre repeticiones fue de un min y entre tipos de salto de 1,5 min.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos, se empleó el programa SPSS v. 19.0 para Windows. Se han realizado pruebas de estadística descriptiva incluyendo medias y desviaciones típicas, tanto totales como estratificadas en función del sexo. Se realizaron pruebas T para muestras independientes para obtener las diferencias existentes. En las pruebas diferenciales se ha usado el criterio estadístico de significación de $p < 0,05$.

Resultados

En la *tabla 2* se pueden apreciar los valores de las variables referentes a la composición corporal analizadas en este estudio, separadas en función del sexo. Se puede apreciar cómo las chicas han presentado unos valores superiores de masa, talla, porcentaje de grasa e IMC. En cambio los chicos han presentado mayores valores en el porcentaje de músculo. No obstante, en ninguno de los casos las diferencias estadísticas han sido significativas.

Por su parte, en las *tablas 3 y 4* se pueden observar los valores registrados en las variables de los saltos CMJ y ABK en función del sexo. En este caso las chicas han obtenido unos valores superiores a los chicos tanto en los picos de fuerza como en los picos de potencia. Por su parte los chicos han obtenido unos valores superiores en la altura de los dos saltos. No obstante, las diferencias sólo han sido significativas en el pico de fuerza de ambos saltos, mostrando una significación de $p < 0,05$.

	N	Masa (kg)	Talla (cm)	% músculo	% grasa	IMC
Niños	54	43,9 ± 12,6	148,4 ± 8,0	39,9 ± 4,7	24,2 ± 9,3	19,6 ± 3,9
Niñas	36	44,3 ± 10,2	149,6 ± 7,5	38,7 ± 4,2	26,3 ± 8,3	19,7 ± 3,5
Significación		ns	ns	ns	ns	ns
Total	90	44,1 ± 11,6	148,9 ± 7,8	39,4 ± 4,5	25,1 ± 8,9	19,6 ± 3,7

% músculo: porcentaje de músculo; % grasa: porcentaje de grasa; IMC: índice de masa corporal; ns: diferencias no significativas.

◀ **Tabla 2.** Resultados obtenidos en la valoración antropométrica en función del sexo

	N	h (cm)	PP (W/kg)	PP (W)	PF (BW)	PF (N)
Niños	54	29,4 ± 6,5	24,93 ± 6,84	1142,80 ± 635,56	1,71 ± 0,50	780,09 ± 457,20
Niñas	36	27,5 ± 4,4	25,40 ± 7,35	1168,84 ± 568,14	1,91 ± 0,42	854,76 ± 351,88
Significación		ns	ns	ns	*	ns
Total	90	28,6 ± 5,8	25,12 ± 7,01	1153,22 ± 606,34	1,79 ± 0,47	809,96 ± 417,76

h: altura de salto; PP: pico de potencia; PF: pico de fuerza; BW: veces el peso corporal; ns: no significativa; *: $p < 0,05$.

▲ **Tabla 3.** Resultados obtenidos en las variables de la batida en el salto CMJ en función del sexo

	N	h (cm)	PP (W/kg)	PP (W)	PF (BW)	PF (N)
Niños	54	35,3 ± 6,3	27,20 ± 7,62	1244,62 ± 684,46	1,64 ± 0,49	746,66 ± 430,08
Niñas	36	32,9 ± 5,0	27,59 ± 7,66	1263,58 ± 585,30	1,84 ± 0,39	824,30 ± 329,90
Significación		ns	ns	ns	*	ns
Total	90	34,3 ± 5,9	27,36 ± 7,60	1252,21 ± 643,27	1,72 ± 0,46	777,72 ± 392,96

h: altura de salto; PP: pico de potencia; PF: pico de fuerza; BW: veces el peso corporal; ns: no significativa; *: $p < 0,05$.

▲ **Tabla 4.** Resultados obtenidos en las variables de la batida en el salto ABK en función del sexo

Discusión

Evaluación de la composición corporal

En todas las variables de la impedancia las niñas han presentado mayores valores que los niños, salvo en la variable que hace referencia al porcentaje de músculo. A pesar de que hay diferencias en todas las variables en ninguna de ellas estas diferencias han sido significativas. Al observar los resultados se aprecia cómo las niñas poseen una mayor talla que los niños, lo que puede influir en que su masa también será superior. Por su parte, el IMC es similar en ambos sexos, aunque algo mayor en las chicas. Estos resultados coinciden con estudios como el de Carrasco Páez, Martínez Pardo y Nadal Soler (2005) encontraron que el IMC de los chicos era superior al de las chicas aunque, al igual que en nuestro estudio, la diferencia era pequeña (chicos = $21,2 \pm 2,4$ y chicas = $20,8 \pm 1,9$). No obstante van en contra de los resultados y conclusiones de la mayoría de los investigadores, ya que en gran parte de los estudios los autores coinciden en que los niños suelen presentar un IMC mayor que el de las niñas. Así, se encuentran estudios como el de Gracia, De Plata, Rueda, & Pradilla (2003) en los que el IMC es superior en un sexo o en otro en función de la edad y el nivel socioeconómico. Por ejemplo a los 7-8 años el IMC es superior en las niñas en un nivel socioeconómico bajo o alto, pero al considerar un nivel socioeconómico medio, se observa que los niños poseen mayor valor en esta variable. Lo mismo sucede si se observa el intervalo de los 11-12 años. Además, en esta investigación los autores encontraron que la diferencia en esta variable entre sexos era también pequeña, aunque significativa (a los 11-12 años en el nivel socioeconómico bajo se encuentra que el IMC de los niños es de $12,6 \pm 3,8$ y el de las niñas de $13,4 \pm 3,4$). Se ha de señalar que en el diseño de nuestro estudio no se ha tenido en cuenta el nivel socioeconómico de las familias de los alumnos, por lo cual no se pueden establecer que esta sea la causa de la diferencia en esta variable entre ambos sexos.

En cuanto al porcentaje de músculo y de grasa, los niños obtuvieron unos valores superiores a las niñas en el porcentaje de músculo e inferiores en el de grasa. Estos resultados coinciden con el estudio de Carrasco Páez et al. (2005) en el que el porcentaje de grasa de los chicos ($13,8 \pm 3,1$) fue muy inferior al de las chicas ($20,7 \pm 4,6$). En cambio, el porcentaje de músculo fue mucho mayor en chicos ($43,0 \pm 2,3$) que en chicas ($40,8 \pm 3,8$). Sin embargo en nuestro estudio las diferencias no son tan grandes. Del mismo modo, en el estudio de Gracia et al.

(2003) el porcentaje de grasa fue mayor en las niñas que en los niños independientemente de la edad que presentaban o del nivel socioeconómico en el que se encontraban.

Evaluación de la fuerza explosiva en test de salto

Según Lara Sánchez et al. (2005) el ABK es el salto en el que se obtiene mayor altura y mayor pico de potencia. Los resultados de nuestro estudio coinciden con esto ya que en ambos sexos los resultados han sido superiores en el salto ABK en comparación con el CMJ. Por otro lado, al comparar los resultados de salto en función del sexo, las niñas han presentado en ambos test mayores picos de fuerza y de potencia que los niños, sin embargo estos obtuvieron mayores alturas de salto. Es necesario señalar que solo en la variable relacionada con el pico de fuerza normalizado en función del peso corporal la diferencia entre los resultados de ambos sexos ha sido significativa.

Lo primero que se descartará como factor que provoque estos cambios es la edad. Según González Montesinos et al. (2007) se obtienen mejores resultados y valores cuanto mayor es la edad, pero en nuestro caso este factor no puede ser la causa, debido a que la media de edad en ambos grupos es la misma, $11,1 \pm 0,7$ años. Una vez descartada la edad como factor influyente en estos resultados, se coincide con Losada (2008) en su idea de que las diferencias biológicas son demasiado pequeñas entre niños y niñas como para ser las causantes de tantas ventajas en los varones sobre las mujeres. Este autor sostiene que en las edades más tempranas las aptitudes físicas se desarrollan casi de igual forma en ambos sexos, sin embargo, encuentra que en lo que respecta a los resultados en la variable del salto los varones obtienen mejores rendimientos tanto en longitud y altura que las chicas. Coincidiendo con este mismo autor una de las causas o factores que pueden ser las responsables de las diferencias a favor de los niños en la variable de la altura en los test de salto es que las niñas al poseer resultados menores que los niños, comienzan a sentir que su capacidad en este test es inferior a la de los niños y su propia actitud comienza a mermar aún más sus resultados. En este sentido, y coincidiendo con lo anterior Gómez Mármol y De la Cruz Sánchez (2013) encontraron en su estudio que a pesar de que las chicas poseían un mejor grado de satisfacción con su imagen corporal, son los varones los que se veían con un nivel de competencia superior a la hora de afrontar

las clases de EF, además de que son estos últimos los que más se implican en las actividades extraescolares relacionadas con el deporte. De acuerdo con esto último se encuentran también Moral, García-Cantó, Pérez-Soto, & Rodríguez (2013) y Otero-Pazos, Navarro-Patón y Abelairas-Gómez (2014). Los primeros defendiendo que a los chicos les resulta más fácil superar la asignatura de EF y que además en comparación con las chicas estos también son los que más participan en las actividades extraescolares. Por su parte, Otero et al. (2014) sostienen en general que ciertamente los chicos realizan más actividad deportiva que las chicas. Otra variable que podría ser la causa de estas diferencias es el nivel de entrenamiento o actividad física de los sujetos, ya que como encontraron Sánchez Rivas, Mayorga-Vega, Fernández Rodríguez y Merino-Marbán (2014), el entrenamiento mejoraba considerablemente los resultados que obtenían los sujetos en las pruebas. No obstante en este estudio no se ha realizado ninguna investigación relacionada con esta variable, por lo que no podemos establecerlo como causa.

Referente a las diferencias que surgen en los picos de fuerza y de potencia se puede explicar a través de la segunda ley de Newton o ley del movimiento. En esta ley se relacionan los conceptos de fuerza, masa y aceleración. Así pues aplicando la idea de que la fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración, se puede decir que con una misma aceleración, un cuerpo con mayor masa obtendrá mayor fuerza que uno con una masa inferior a este, o visto de otra manera un cuerpo con una masa inferior necesitará tomar una aceleración mayor que otro con masa superior para igualar o superar la fuerza de este. Trasladando esto a nuestro estudio se encuentra que las niñas poseen una masa mayor, por lo que aplicando la fórmula, parece lógico que las niñas al poseer una mayor masa a igual aceleración que un niño, ejerza una fuerza de apoyo mayor que este. En este sentido se podría decir que estas dos variables (masa y pico de fuerza) se encuentran relacionadas. En cuanto a que las niñas también obtienen mayores resultados en el pico de potencia que los niños, debemos de tener en cuenta si la potencia es igual a la fuerza por la velocidad, al igual que en el caso anterior, a igual velocidad un sujeto con mayor pico de fuerza obtendrá mayor potencia que uno con valores inferiores en el pico de fuerza. Cabe resaltar que al normalizar los datos en función del peso, siguen apareciendo diferencias que se consideran significativas, por tanto las chicas poseen una mayor fuerza de por sí que los chicos, porque al

normalizar los datos se desvincula la variable masa que comentábamos anteriormente.

Señalado esto se ha de buscar por qué a pesar de que las niñas ejercen mayores picos de fuerza y de potencia son los niños los que obtienen mayores alturas. En relación a esto lo primero que hemos de destacar es nuestro acuerdo una vez más con Lara Sánchez et al. (2005) en su idea de que obtener una gran altura de salto no implicaba haber conseguido un mayor pico de fuerza en la batida. Obtener un mayor pico de fuerza en el salto no implica obtener una mayor altura. Están correlacionadas pero en ocasiones, no necesariamente ocurre esto, ya que para obtener una altura superior se necesita que la fuerza desarrollada por las extremidades se aplique de una manera rápida. Por lo tanto, se pueden encontrar unos valores altos de fuerza en salto pero si esa fuerza no se aplica de una manera rápida la altura del mismo puede ser inferior. Por otro lado, al igual que se ha relacionado la variable de la masa de los alumnos para explicar el por qué las niñas obtuvieron mayores picos de fuerza y de potencia, en esta ocasión relacionaremos el porcentaje muscular y la masa con la altura de vuelo. Se entiende que los alumnos con un mayor porcentaje de músculo obtienen mayores alturas de vuelo que los demás. Apoyando esta idea se encuentra a Alexander (1989) y a Dowson, Nevill, Lakomy, Nevill y Rodríguez (1998) que señalaban que existe una asociación entre la fuerza muscular y el rendimiento en el salto vertical. También se encuentra Ferragut, Cortadella, Arteaga y Calbet (2003) quienes sostenían que cuanto mayor masa muscular en las extremidades inferiores y menos masa corporal tiene un sujeto mayor altura de vuelo consigue. Otro autor que defiende esta idea es Sáez de Villarreal (2004) que concluyo en su trabajo que entre los factores que influyen en el salto vertical se encuentra el nivel de fuerza muscular del sujeto. Efectivamente, si se observan los resultados obtenidos en nuestro estudio se comprueba que el grupo con mayor porcentaje de músculo y menor masa es el grupo que ha conseguido mayores alturas de vuelo. Por último comparando nuestros resultados con los de algunos autores que han investigado sobre este tema, se encuentra que los sujetos evaluados por González Montesinos et al. (2007) presentaron menores alturas del salto CMJ (24,94 cm) que los nuestros. Sin embargo, al observar en los resultados de Abián et al. (2006), se encuentra que tanto los picos de potencia y la altura de vuelo totales en el salto CMJ son mucho mayores en su estudio en lo que se refiere a los chicos.

No obstante en las chicas, en nuestro estudio estas poseen mayor altura de vuelo a pesar de tener un pico de potencia mucho menor que los de las chicas de este otro estudio (en su estudio la altura de las chicas es $26,08 \pm 0,33$ cm, mientras que la de las chicas en el nuestro es de $27,5 \pm 4,4$ cm). Y las chicas poseen en nuestro estudio un pico de potencia de $25,40 \pm 7,35$ W/kg mientras que el de las chicas del estudio de Abián et al. (2006) es de $40,20 \pm 4,78$ W/kg. Esto puede deberse a que los sujetos de nuestro estudio son mucho menores en edad que los de este otro, y en acuerdo con González Montesinos et al. (2007) creemos que la edad influye a la hora de obtener los resultados, siendo estos mejores en edades más avanzadas.

En definitiva, encontramos que en los estudios de García López et al. (2004); González Montesinos et al. (2007) y Abián et al. (2006) en lo que se refiere a los saltos los chicos obtienen mejores resultados que las chicas tanto en picos de potencia como en la altura de vuelo y picos de fuerza, lo cual es contrario a nuestros resultados, puesto que en lo respectivo a los saltos las chicas obtienen mejores resultados que los chicos en todas las variables excepto en la altura de vuelo. Esto podría deberse a que o en realidad los chicos no obtienen mejores resultados que las chicas, o a que las chicas valoradas en nuestro estudio estaban mucho más desarrolladas que los chicos debido a que estas ya han comenzado la pubertad y ellos aún no, lo cual no influiría en dos de los estudios que hemos comparado.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en las variables de los test de salto por los participantes se encuentran entre los valores de referencia para sujetos de su edad.

Al realizar el análisis de la composición corporal en función del sexo se encuentra que los chicos poseen un mayor porcentaje de músculo, mientras que las chicas poseen mayores valores de masa, talla, IMC y porcentaje de grasa, aunque las diferencias entre ellos no han sido significativas.

Por su parte, al analizar los resultados de los test de salto en función del sexo se ha encontrado que, aun presentando los chicos mayores alturas tanto en CMJ como en ABK y las chicas mayores picos de potencia y de fuerza, las diferencias sólo han sido significativas en los picos de fuerza normalizados, lo que indica una mayor capacidad de las chicas de generar fuerza.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Abián, J., Alegre, L. M., Lara, A. J., & Aguado, X. (2006). Diferencias de sexo durante la amortiguación de caídas en test de salto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 23(116), 441-449.
- Alexander, M. J. L. (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Canadian Journal of Sports Science*, 14(3), 148-157.
- Bermejo Frutos, J., López Elvira, J. L., & Palao Andrés, J. M. (2013). Diferencias de género en salto de altura según categorías de edad. *Apunts. Educación Física y Deportes* (111), 62-69. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/1).111.06
- Carrasco Páez, L., Martínez Pardo, E., & Nadal Soler, C. (2005). Perfil antropométrico, somatotipo y composición corporal de jóvenes piragüistas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 5(20), 270-281.
- Castillo Díaz, A., Canalejo Ballester, J., Martínez Caro, E., Muñoz Ángel, A. M., Bermejo Meroño, G., Garrido Jiménez, J. M., & Armada Ros, E. (2005). Estudio comparativo sobre la capacidad de salto, flexibilidad y resistencia entre futbolistas y escolares de 13 años de la ciudad de Cartagena. Recuperado de http://nuevoarchivo.cartagena.es/archivos/115-2148-DOC_FICHERO/estudio_comparativo.pdf
- Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, A. M., Nevill, A. M., & Hazeldine, R. J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal Sports Science*, 16, 257-265. doi:10.1080/026404198366786
- Ferragut, C., Cortadellas, J., Arteaga, R., & Calbet, J. L. (2003). Predicción de la altura de salto vertical, importancia del impulso mecánico de la masa muscular de las extremidades inferiores. *Motricidad. European Journal of Human Movement* (10), 7-22.
- García López, J., Herrero, J. A., García, D., Rubio, I., & Rodríguez, J. A. (2004). Estudio cinético de la batida del salto horizontal: tópicos y consideraciones. En CD de *Actas del III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Valencia: Ed. Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.
- Gómez Mármol, A., & De la Cruz Sánchez, E. (2013). Diferencias de género y de nivel académico en la utilidad percibida de la educación física escolar. *Journal of Sport and Health Research*, 5(2), 193-202.
- González Montesinos, J. L., Díaz Romero, N., García Rodríguez, L., Mora Vicente, J., Castro Piñero, J., & Facio Silva, M. (2007). La capacidad de salto e índice de elasticidad en Educación Primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(28), 359-373.
- Gracia, B., De Plata, C., Rueda, A., & Pradilla, A. (2003). Antropometría por edad, género y estrato socioeconómico de la población escolarizada de la zona urbana de Cali. *Colombia Médica*, 34(2), 61-68.
- Jiménez, R., Parra, G., Pérez, D., & Grande, I. (2009). Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos. *Revista Kronos*, 8(15), 79-84.
- Lara Sánchez, A. J., Abián Vicén, J., Alegre Durán, L. M., Jiménez Linares, L., & Aguado Jódar, X. (2005). Medición directa de la potencia con test de salto en voleibol femenino. *Archivos de Medicina del Deporte*, 22(106), 111-120.

- Losada, G. (2008). El salto de niñas y niños en edad escolar: Aportes para una reflexión. *La Aljaba*, 12, 197-214.
- Moral, J., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J. J., & Rodríguez, P. (2013). Análisis de la satisfacción escolar de los docentes andaluces. Diferencias por género, edad y nivel de actividad física. *Trances*, 5(5), 483-496.
- Naclerio, F., Rodríguez, G., & Forte, D. (2009). Determinación de las zonas de entrenamiento de fuerza explosiva y potencia por medio de un test de saltos con pesos crecientes. *Revista Kronos*, 8(15), 53-58.
- Osorio Ramírez, R., Esteve Lanao, J., & Lerma Lara, S. (2013). Activación muscular y la fuerza de reacción vertical en diferentes saltos tras caída desde altura: un estudio preliminar. *Revista Kronos*, 12(2), 9-17.
- Otero-Pazos, M., Navarro-Patón, R., & Abelairas-Gómez, C. (2014). El deporte escolar en función del género desde el punto de vista del profesorado. *Trances*, 6(5), 289-310.
- Real Decreto 1513/2006, de 7 de Diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la educación primaria.
- Sáez de Villarreal, E. (2004). Variables determinantes en el salto vertical. *Lecturas: Educación física y deportes* (70). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd70/salto.htm>
- Sánchez Rivas, E., Mayorga-Vega, D., Fernández Rodríguez, E., & Merino-Marbán, R. (2014). Efecto de un programa de estiramiento de la musculature isquiosural en las clases de educación física en Educación Primaria. *Journal of Sport and Health Research*, 6(2), 159-168.