

Longo, A.F.; Aquilino, G.D.; Cardey, M.L.; Lentini, N.A.; Prada, E.O. (2021). Physical Fitness in Early Adolescent Athletes of Combat Sports. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 21 (82) pp. 253-267
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista82/arthabilidades1251.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista82/arthabilidades1251.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.82.004>

ORIGINAL

APTITUD FÍSICA EN DEPORTISTAS ADOLESCENTES TEMPRANOS DE DEPORTES DE COMBATE

PHYSICAL FITNESS IN EARLY ADOLESCENT ATHLETES OF COMBAT SPORTS

Longo, A.F.¹; Aquilino, G.D.²; Cardey, M.L.³; Lentini, N.A.⁴ y Prada, E.O.⁴

¹ Licenciado en Educación Física con especialización en Fisiología del Ejercicio; Magister en Biometría. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo (CeNARD), Buenos Aires (Argentina) alongo@deportes.gov.ar

² Profesor de Educación Física, especializado en Investigación Científico-Deportiva. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo (CeNARD), Buenos Aires (Argentina) gustavoaquilino@hotmail.com

³ Licenciado en Actividad Física y Deportiva; Magister en Diseño y Gestión de Programas de Actividad Física para la Salud. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo (CeNARD), Buenos Aires (Argentina) chelocardey@hotmail.com

⁴ Médico especialista en Medicina del Deporte. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo (CeNARD), Buenos Aires (Argentina) nestorlentini@yahoo.com.ar, eprada@deportes.gov.ar

Agradecimientos: Los autores agradecen a Leticia C. Weinmeister, Fernando G. Prato y a los miembros del Laboratorio de Biomecánica Deportiva del CeNARD, por su contribución en el proceso de colección de datos.

Código UNESCO / UNESCO Code: 5899 Otras Especialidades Pedagógicas (Educación Física y Deporte)

Clasificación del Consejo de Europa: 4. Educación Física y deporte comparado / Physical Education and sport compared

Recibido 3 de junio de 2019 **Received** June 3, 2019

Aceptado 1 de noviembre de 2019 **November** November 1, 2019

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue obtener datos de referencia de deportistas adolescentes tempranos de Judo, Taekwondo y Lucha en un conjunto de pruebas de aptitud física, y evaluar relaciones entre las pruebas. Una batería de tests de campo fue implementada: Fuerza en handgrip (HAST), Saltos Abalakov, con Contramovimiento y Squat (ABJ, CMJ y SQJ), Aceleración en sprint 0-10 m (0-10SA) y Flexibilidad "Sit and reach" (SARF). La r de Pearson fue usada para valorar correlaciones entre las capacidades físicas. Análisis de covarianza fueron

realizados para evaluar comparativamente los rendimientos en HAST, ABJ, CMJ, SQJ, 0-10SA y SARF. SARF mostró correlaciones despreciables con el resto de las pruebas. Las diferencias entre varones y mujeres parecieron mantenerse constantes a lo largo de los deportes. Los judokas y los taekwondistas mostraron rendimientos más altos en ABJ, y los taekwondistas revelaron rendimientos más altos que los luchadores en CMJ, SQJ y SARF.

PALABRAS CLAVE: Fuerza; Potencia; Aceleración; Flexibilidad

ABSTRACT

The aim of this research was to obtain reference data of early adolescent athletes of Judo, Taekwondo and Wrestling in a set of physical fitness tests, and to evaluate relationships between the tests. A battery of field tests was implemented: Handgrip strength (HAST), Abalakov, Countermovement and Squat jumps (ABJ, CMJ and SQJ), 0-10 m Sprint acceleration (0-10SA) and Sit and reach flexibility (SARF). Pearson's r was used to assess correlations between the physical capacities. Covariance analyses were carried out to evaluate comparatively the performances in HAST, ABJ, CMJ, SQJ, 0-10SA and SARF. SARF showed negligible correlations with the rest of the tests. The differences between boys and girls seemed to remain constant across sports. The judokas and taekwondists showed higher performances ABJ, and the taekwondists revealed higher performances than the wrestlers in CMJ, SQJ and SARF.

KEY WORDS: Strength; Power; Acceleration; Flexibility

1. INTRODUCCIÓN

Los deportes de combate cuentan con muchos practicantes en Argentina. Los deportistas federados de Judo, Taekwondo y Lucha tienen competiciones nacionales e internacionales a niveles juvenil y adulto. También, dentro de la esfera educacional, eventos a nivel nacional incluyendo estos deportes son organizados anualmente, incluyendo deportistas de escuela primaria y secundaria de todas las provincias del país.

La aptitud física es un conjunto de atributos o características que los individuos tienen o adquieren, la cual está relacionada a sus habilidades para realizar actividad física (American College of Sports Medicine, 2014). La evaluación de capacidades físicas como un indicador general de la aptitud física es una práctica común en el entrenamiento deportivo. Capacidades físicas tales como la fuerza, la potencia, la aceleración y la flexibilidad son de especial importancia en los deportes de combate, los cuales están caracterizados por patrones de movimiento intermitentes, combinando acciones explosivas con amplios rangos de movimiento.

Existen muchas pruebas de campo reconocidas para la evaluación de la aptitud física (Mackenzie, 2005; Wood, 2008b). Algunas de ellas son parte de baterías

de campo estandarizadas de aptitud física para niños y adolescentes, tales como las desarrolladas por el Consejo de Deportes de Singapur (Keong, 1981); el Consejo de Europa (Council of Europe, 1988); la Asociación Cristiana de Hombres Jóvenes (Franks, 1989); el Consejo Australiano para la Salud, la Educación Física y la Recreación (Australian Council for Health, Physical Education and Recreation, 1996); el Ministerio de Educación, Ciencia, Deportes y Cultura en Japón (Shingo & Takeo, 2002); Pilicz et al. (2005); El Consejo Presidencial sobre Aptitud Física y Deportes (The President's Council on Physical Fitness and Sports, 2009); Tremblay & Lloyd (2010); Ruiz et al. (2011); y el Instituto Cooper (Plowman & Meredith, 2013).

El test de fuerza en handgrip es un método simple y popular para la evaluación de la fuerza de miembros superiores. La fuerza en handgrip refiere a la fuerza isométrica máxima que puede ser producida por los músculos de los miembros superiores activados en el handgrip (Ruiz et al., 2006). Este método de evaluación es uno de los más difundidos para medir fuerza muscular (Centers for Disease Control and Prevention, 2011), y se ha convertido en un medio ampliamente aceptado para la evaluación de la fuerza isométrica de miembros superiores. En una extensa búsqueda literaria, Roberts et al. (2011) encontraron 11.604 artículos de investigación reportando el uso de esta técnica en población juvenil y adulta. También, esta prueba ha sido frecuentemente incluida en baterías de tests de aptitud física (Council of Europe, 1988; Pilicz et al., 2005; Ruiz, et al., 2011; Shingo & Takeo, 2002; Tremblay & Lloyd, 2010). Por su parte, el protocolo de salto de Bosco es un conjunto de saltos verticales para valorar la altura de salto y la potencia de miembros inferiores; los saltos Abalakov, con Contramovimiento y Squat son, entre otros, parte del protocolo de salto de Bosco (Wood, 2008a). En particular, estos tres saltos son tests simples, prácticos y bien conocidos (Klavora, 2000; Walker, 2016b; Walker, 2017). El salto Squat es usado para valorar la fuerza explosiva de miembros inferiores; el salto con Contramovimiento adiciona la energía elástica a la fuerza explosiva; y el salto Abalakov mide estas dos componentes más la habilidad coordinativa al usar el tronco y los miembros superiores (Ruiz et al., 2006). Adicionalmente, la altura alcanzada en un salto vertical es también un indicador clásico de potencia relativa de miembros inferiores (Huffman & Berger, 1972). Más aún, de acuerdo a las leyes de la cinemática, la altura saltada puede ser indirectamente valorada midiendo el tiempo de vuelo, y entonces una estimación de potencia mecánica puede también ser obtenida (Bosco et al., 1983; Fox & Mathews, 1974). Por otro lado, la aceleración es usualmente evaluada de manera indirecta mediante el registro del tiempo empleado en cubrir una distancia de diez metros a la carrera partiendo de una posición inicial estática, procedimiento de testeo conocido como el test de Sprint de 10 m (Walker, 2016a). No obstante, bajo el supuesto de movimiento uniformemente variado, una valoración en unidades de aceleración puede ser obtenida mediante la aplicación de las leyes de la Cinemática (Elert, 1998). Por otra parte, en educación física, medicina deportiva y ciencias de la salud relacionadas, la flexibilidad puede ser definida en simples términos como el rango de movimiento posible en una articulación o grupo de articulaciones (Alter, 2004). El test "Sit and reach" (Wells & Dillon 1952) es un método tradicional que provee una métrica simple para evaluar la flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo, el cual ha sido clásicamente incluido en baterías de testeo de aptitud física (Australian Council for Health,

Physical Education and Recreation, 1996; Council of Europe, 1988; Franks, 1989; Keong, 1981; The President's Council on Physical Fitness and Sports, 2009; Tremblay & Lloyd 2010). Este test se ha convertido en un método ampliamente difundido debido a su procedimiento simple y de fácil administración, el cual demanda habilidades de entrenamiento mínimas (Castro-Piñero et al., 2013).

La evaluación de la aptitud física a edades adolescentes provee datos útiles para un análisis más específico del proceso de entrenamiento tendiente a un mejor rendimiento deportivo en deportes de combate. Más aún, el análisis exploratorio de correlaciones entre los componentes de una batería de pruebas de aptitud física es una herramienta cuantitativa para medir el grado de dependencia entre los tests, y entonces poder apreciar cuan económica y eficiente la batería resulta ser. El propósito de esta investigación fue obtener datos de referencia de deportistas adolescentes tempranos de Judo, Taekwondo y Lucha en un conjunto de pruebas de campo estandarizadas de fuerza de miembros superiores, potencia de miembros inferiores, aceleración y flexibilidad, y cuantificar el grado de relación entre las pruebas de aptitud física implementadas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 PARTICIPANTES

Datos de 518 deportistas varones y mujeres de escuela primaria y secundaria que tomaron parte en competencias interprovinciales de Judo, Taekwondo y Lucha fueron analizados (rango de edad: 11,9 a 14,9 años). Acuerdo de los sujetos y permiso de sus responsables fueron obtenidos para la participación en el estudio. La investigación fue llevada a cabo en base a los principios éticos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. La edad cronológica de los participantes fue computada como edad decimal, mediante la diferencia entre la fecha de evaluación y la de nacimiento (Morgan, 2006). La muestra total incluyó 182 judokas (100 varones y 82 mujeres), 171 taekwondistas (93 varones y 78 mujeres) y 165 luchadores (99 varones y 66 mujeres). Información de las características físicas de los sujetos es reportada en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físicas de los participantes.

	Varones (n = 292)	Mujeres (n = 226)
Edad (años)	13,7 ± 0,7	13,6 ± 0,8
Peso (Kg)	51,1 ± 8,2	49,6 ± 7,1
Talla (m)	1,60 ± 0,08	1,55 ± 0,06
Índice masa corporal (kg·m ⁻²)	19,9 ± 2,3	20,6 ± 2,8

Los datos son expresados como media ± desviación estándar.

2.2 DISEÑO DEL ESTUDIO

Un estudio cross-seccional fue conducido. La siguiente batería de pruebas de campo fue implementada: Fuerza en handgrip (HAST), saltos verticales

Abalakov, con Contramovimiento y Squat (ABJ, CMJ y SQJ), Aceleración en sprint 0-10 m (0-10SA), y Flexibilidad "Sit and reach" (SARF). Las evaluaciones fueron realizadas en un gimnasio techado y fueron completadas en ocho sesiones matutinas. El protocolo incluyó ejercicios de calentamiento previo. El test de Fuerza en handgrip (Mackenzie, 2005) fue realizado usando un dinamómetro manual digital (Baseline 12-0286; Baseline Evaluation Instruments, China). El valor promedio de las manos izquierda y derecha fue considerado para el análisis (n = 511). La altura alcanzada en los tests de salto Abalakov, con Contramovimiento y Squat (Wood, 2008a) fue valorada con una plataforma de contacto (WinLaborat WLACO2; WinLaborat Evaluación Deportiva, Buenos Aires, Argentina) (n = 506). El test de flexibilidad "Sit and reach" fue evaluado por medio de un cajón "sit and reach". La versión estándar del test fue implementada, con ambas rodillas extendidas, y con la marca "cero" de la escala de medición a nivel de los pies, por lo que las mediciones que no alcanzaron este nivel fueron negativas, y las mediciones más allá de este nivel fueron positivas (Wells & Dillon, 1952). La valoración fue redondeada al número entero más cercano (n = 517). Y el tiempo demorado en el test de Aceleración en Sprint 0-10 m (Walker, 2016a) fue medido usando células fotoeléctricas (TAGHeuer HL 2-35; TAG Heuer International SA, La Chaux-de-Fonds, Suiza) (n = 438). Un movimiento uniformemente variado fue asumido, y la aceleración fue derivada de las ecuaciones unidimensionales de movimiento con aceleración constante (Elert, 1998):

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2, \quad (1)$$

por lo tanto

$$a = \frac{2 \cdot x}{t^2}, \quad (2)$$

donde a es aceleración (en $m \cdot s^{-2}$), $x = 10$ m es la distancia recorrida, y t es el tiempo demorado en segundos.

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Estadísticos descriptivos fueron computados para resumir las características físicas de los participantes. La r de Pearson fue usada para valorar correlaciones entre las capacidades físicas; diagramas de dispersión fueron también producidos. Las tradicionales cinco "reglas de decisión" propuestas por Franzblau (1958) fueron seguidas para juzgar el nivel de asociación entre variables: los coeficientes cuyos valores absolutos se ubicaron en los intervalos [0,0-0,2), [0,2-0,4), [0,4-0,6), [0,6-0,8) y [0,8-1,0] fueron interpretados, respectivamente, como indicadores de despreciable, bajo, moderado, marcado y alto grados de correlación. Análisis de covarianza fueron realizados para evaluar comparativamente los rendimientos en HAST, ABJ, CMJ, SQJ, 0-10SA y SARF, los cuales incluyeron los factores Género, Deporte y su interacción, y Edad como una covariable. Mínimos cuadrados ponderados factibles fueron aplicados en HAST, ABJ y CMJ para tomar en cuenta la heterocedasticidad observada en estas variables (Wooldridge, 2002). Tests a posteriori de Tukey-Kramer fueron conducidos para las comparaciones múltiples. El nivel de

significación estadística fue fijado en $p < 0,05$. El entorno de programación R versión 3.3.3 fue usado para los análisis (R Core Team, 2017).

3. RESULTADOS

Las correlaciones fueron altas entre los saltos verticales (0,82 a 0,91; $p < 0,001$), y de moderadas a marcadas entre HAST, 0-10SA y cualquiera de los saltos (0,50 a 0,65; $p < 0,001$). SARF mostró correlaciones despreciables con el resto de las pruebas (0,05 a 0,15; $0,0007 \leq p \leq 0,25$). El término de interacción entre Género y Deporte no fue significativo en los modelos analizados. Los resultados de los tests estadísticos para el término de interacción en los modelos para HAST, ABJ, CMJ, SQJ, 0-10SA y SARF fueron, respectivamente: $F = 0,94$, $p = 0,39$; $F = 0,68$, $p = 0,51$; $F = 0,28$, $p = 0,75$; $F = 0,70$, $p = 0,50$; $F = 0,14$, $p = 0,87$; y $F = 0,21$, $p = 0,81$. Género fue un factor significativo en los seis modelos ($p < 0,001$), y Deporte fue significativo en los modelos para ABJ ($p < 0,001$), CMJ ($p = 0,003$), SQJ ($p = 0,03$) y SARF ($p = 0,008$). Los varones exhibieron mayores rendimientos que las mujeres en HAST ($27,9 \pm 0,4$ Kg vs. $23,7 \pm 0,3$ Kg), ABJ ($31,5 \pm 0,4$ cm vs. $24,7 \pm 0,3$ cm), CMJ ($26,7 \pm 0,3$ cm vs. $21,9 \pm 0,3$ cm), SQJ ($24,6 \pm 0,3$ cm vs. $20,3 \pm 0,3$ cm) y 0-10SA ($4,7 \pm 0,04$ m·s⁻² vs. $4,0 \pm 0,04$ m·s⁻²), y menores en SARF ($4,6 \pm 0,4$ cm vs. $9,5 \pm 0,5$ cm), (media \pm error estándar). Las comparaciones post hoc entre deportes indicaron que los judokas y los taekwondistas tuvieron valores significativamente mayores que los luchadores en ABJ (respectivamente, $p = 0,008$ y $p < 0,001$), y que los taekwondistas tuvieron valores significativamente mayores que los luchadores en CMJ ($p = 0,002$), SQJ ($p = 0,02$) y SARF ($p = 0,005$). Un resumen de las correlaciones entre las variables es presentado en las Figuras 1, 2 y 3. En la Figura 1 se evidencian las fuertes asociaciones lineales positivas observadas entre las tres pruebas de salto vertical. Por su parte, en la Figura 2 puede observarse que los sujetos con valores mayores de salto vertical mostraron, en promedio, los registros más altos en aceleración en carrera y en fuerza de miembros superiores, y también que los evaluados con niveles más altos de fuerza de miembros superiores fueron los que tendieron a observar los mayores rendimientos en aceleración en carrera. Finalmente, en la Figura 3 se ilustran las débiles relaciones encontradas entre la flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo con el resto de las capacidades. Las estimaciones de HAST, ABJ, CMJ, SQJ, 0-10SA y SARF para cada deporte dentro de cada género derivadas de los análisis de covarianza se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Respuesta media \pm error estándar (intervalo de confianza de 95%) de Fuerza en handgrip, Salto Abalakov, Salto con Contramovimiento, Salto Squat, Aceleración en sprint 0-10 m y Flexibilidad "Sit and reach" en varones y mujeres en los tres deportes.

	Varones		
	Judo	Taekwondo	Lucha
Fuerza en handgrip (Kg)	28,8 \pm 0,7 (27,4 a 30,1)	28,0 \pm 0,7 (26,7 a 29,3)	27,0 \pm 0,6 (25,8 a 28,3)
Salto Abalakov (cm)	31,7 ^a \pm 0,7 (30,3 a 33,1)	32,8 ^a \pm 0,6 (31,6 a 33,9)	29,9 ^b \pm 0,6 (28,7 a 31,2)
Salto con Contramovimiento (cm)	26,8 ^{a,b} \pm 0,5 (25,9 a 27,7)	27,8 ^a \pm 0,5 (26,8 a 28,8)	25,6 ^b \pm 0,6 (24,4 a 26,8)
Salto Squat (cm)	24,6 ^{a,b} \pm 0,4 (23,8 a 25,5)	25,5 ^a \pm 0,5 (24,6 a 26,4)	23,6 ^b \pm 0,5 (22,7 a 24,5)
Aceleración en sprint 0-10 m (m·s ⁻²)	4,7 \pm 0,1 (4,6 a 4,8)	4,7 \pm 0,1 (4,6 a 4,8)	4,7 \pm 0,1 (4,6 a 4,8)
Flexibilidad "Sit and reach" (cm)	5,1 ^{a,b} \pm 0,8 (3,6 a 6,6)	5,7 ^a \pm 0,8 (4,1 a 7,2)	3,0 ^b \pm 0,8 (1,4 a 4,5)
	Mujeres		
	Judo	Taekwondo	Lucha
Fuerza en handgrip (Kg)	23,9 \pm 0,4 (23,1 a 24,7)	23,6 \pm 0,5 (22,7 a 24,6)	23,6 \pm 0,5 (22,6 a 24,6)
Salto Abalakov (cm)	25,4 ^a \pm 0,5 (24,5 a 26,3)	25,3 ^a \pm 0,6 (24,1 a 26,4)	23,6 ^b \pm 0,5 (22,6 a 24,6)
Salto con Contramovimiento (cm)	22,1 ^{a,b} \pm 0,4 (21,3 a 22,9)	22,5 ^a \pm 0,5 (21,5 a 23,5)	21,0 ^b \pm 0,5 (20,0 a 21,9)
Salto Squat (cm)	20,2 ^{a,b} \pm 0,5 (19,3 a 21,2)	20,7 ^a \pm 0,5 (19,7 a 21,6)	19,9 ^b \pm 0,5 (18,8 a 21,0)
Aceleración en sprint 0-10 m (m·s ⁻²)	4,1 \pm 0,1 (3,9 a 4,2)	4,0 \pm 0,1 (3,9 a 4,2)	4,0 \pm 0,1 (3,8 a 4,1)
Flexibilidad "Sit and reach" (cm)	9,4 ^{a,b} \pm 0,8 (7,7 a 11,0)	10,8 ^a \pm 0,9 (9,2 a 12,5)	8,2 ^b \pm 0,9 (6,4 a 10,1)

Los valores con letra diferente indican diferencia estadísticamente significativa entre deportes ($p < 0,05$) (promediado sobre ambos géneros).

Varones significativamente diferentes de mujeres en las seis variables ($p < 0,05$) (promediado sobre todos los deportes).

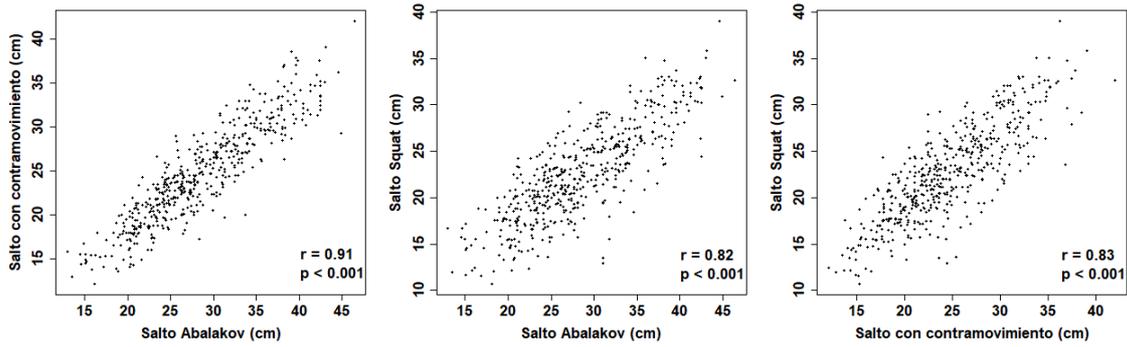


Figura 1. Correlaciones entre los tres saltos verticales.

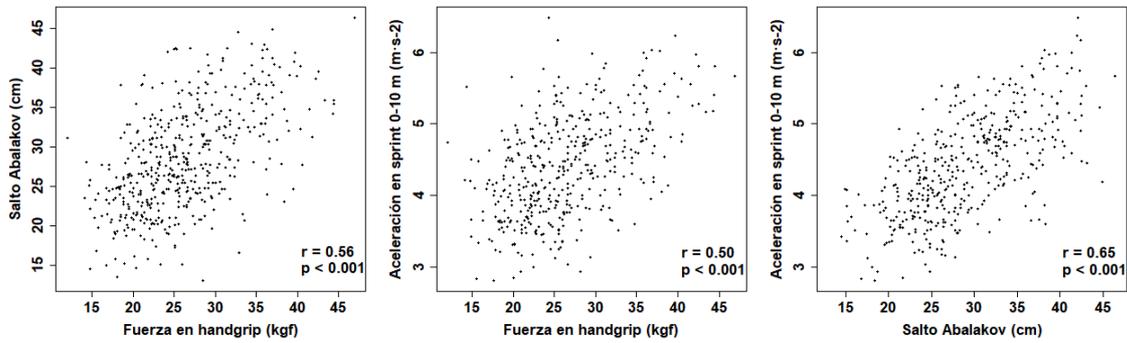


Figura 2. Correlaciones entre Fuerza en handgrip, Salto Abalakov y Aceleración en sprint 0-10 m.

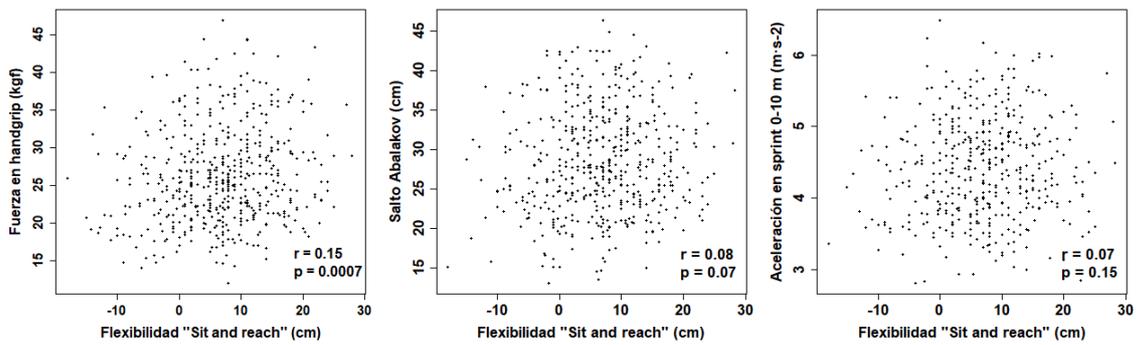


Figura 3. Correlaciones de Flexibilidad "Sit and reach" con Fuerza en handgrip, Salto Abalakov y Aceleración en sprint 0-10 m.

4. DISCUSIÓN

El proceso de monitoreo del nivel de aptitud física mediante la evaluación de capacidades físicas se ha convertido en un componente esencial en el entrenamiento deportivo. Fuerza, potencia, aceleración y flexibilidad son atributos de principal importancia en los deportes de combate, y datos de referencia de estas capacidades pueden proveer información útil para evaluar el rendimiento físico. Por otro lado, una selección parsimoniosa de pruebas es deseable para construir una económica batería de tests de aptitud física. El análisis de relaciones estadísticas entre ellas provee un medio para valorar el grado de dependencia entre las evaluaciones implementadas y, a la postre, para juzgar la eficiencia de la batería de tests.

Como era esperable, los saltos verticales Abalakov, con Contramovimiento y Squat estuvieron altamente correlacionados, mostrando valores de r de Pearson por encima de 0,8. Por otro lado, la fuerza de miembros superiores, la altura saltada y la aceleración en sprint de carrera no parecieron estar fuertemente asociadas, evidenciando de moderados a marcados coeficientes de correlación. Y la flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo tuvo las correlaciones más bajas con el resto de las capacidades, exhibiendo coeficientes despreciables. De acuerdo con este último resultado, puede ser sugerido que los rendimientos en fuerza de miembros superiores, salto vertical y aceleración en sprint de carrera están a lo sumo débilmente relacionados con el nivel de flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo. En consecuencia, con las únicas excepciones de las correlaciones entre los saltos verticales, no fueron detectados altos niveles de asociación entre las pruebas implementadas. Por consiguiente, estos hallazgos permiten una interpretación más consistente en términos de economía y eficiencia acerca de la selección de tests.

Diferencias significativas por género fueron verificadas en los todos los tests analizados. Los resultados de fuerza de miembros superiores, salto vertical y aceleración en sprint de carrera mostraron respuestas medias mayores en varones, y, contrariamente, los registros de flexibilidad de la columna baja y la parte posterior del muslo confirmaron un rendimiento superior en mujeres. Por otro lado, diferencias significativas entre los tres deportes fueron sólo encontradas en los tres saltos verticales y en flexibilidad de la columna baja y la parte posterior del muslo. Las comparaciones post hoc revelaron valores mayores de salto Abalakov en judokas y taekwondistas, y valores mayores de salto con Contramovimiento, salto Squat y flexibilidad en los taekwondistas con respecto a los luchadores. Además, el efecto de interacción entre Género y Deporte no mostró resultados estadísticamente significativos en ninguna de las seis variables. Por lo tanto, los contrastes entre los niveles de un factor pueden ser interpretados equivalentemente a lo largo de los niveles del otro.

En el contexto del estudio HELENA (De Henauw et al., 2007; Moreno et al., 2008), y con el objetivo de reunir información específica de aptitud física entre adolescentes europeos, Ortega et al. (2011) publicaron valores normativos por género y categorías de edad sobre la base de un conjunto de tests implementados en 3.528 sujetos con edades entre 12,5 y 17,49 años. Ellos

incluyeron el test de fuerza en handgrip, y también expresaron sus valores como el promedio de los registros de las manos izquierda y derecha. Dado que los autores estipularon categorías de edad mediante edad exacta, y que en el presente trabajo los varones y las mujeres tuvieron una edad media de alrededor de 13,5 años, los valores medios obtenidos en ese trabajo para las categorías de edad “13 años” y “14 años” pueden ser promediados con propósitos de comparación. Los valores medios de fuerza en handgrip reportados en ese estudio para las categorías de edad “13 años” y “14 años” promediaron 29,55 Kg en varones y 24,55 Kg en mujeres, siendo 1,6 Kg y 0,8 Kg mayores que los encontrados en esta investigación (5,8 % y 3,5 % mayores, respectivamente). Si bien las diferencias observadas fueron en favor de los adolescentes evaluados en el estudio HELENA, las magnitudes de estas diferencias no aparentan ser sustanciales. Por otro lado, los individuos evaluados en el presente trabajo fueron deportistas de nivel competitivo escolar, por lo que su rendimiento en fuerza isométrica de miembros superiores probablemente no diste considerablemente del de los individuos de la población de referencia.

Ortega et al. (2011) también incluyeron los saltos verticales Abalakov, con Contramovimiento y Squat como parte de la evaluación de la aptitud física. Nuevamente, con el objetivo de obtener un estándar de comparación, el promedio de los valores medios reportados en su estudio para las categorías de edad “13 años” y “14 años” puede ser usado para ser contrastados con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Los valores medios de los saltos Abalakov, con Contramovimiento y Squat publicados en ese estudio para las categorías de edad “13 años” y “14 años” promediaron, respectivamente, 29,40, 24,45 y 22,30 cm en varones, y 24,45, 20,60 y 18,60 cm en mujeres. En términos de diferencia, los valores correspondientes a varones son 2,1, 2,3 y 2,3 cm menores que los valores medios estimados por el modelo propuesto en este trabajo (6,5 %, 8,5 % y 9,2 % menores), y los valores correspondientes a mujeres son 0,3, 1,3 y 1,7 cm menores (1,2 %, 5,8 % y 8,2 % menores).

La aceleración como habilidad condicional puede ser definida como la habilidad de alcanzar velocidad de locomoción desde una posición estática o desde una posición de movimiento lento (Pokala, 2016). La aceleración puede ser valorada indirectamente mediante el tiempo empleado en un sprint de carrera de 10 m (Walker, 2016a). Sin embargo, como cantidad física, la aceleración es la tasa de cambio de la velocidad de un objeto con respecto al tiempo (Elert, 1998). De acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades, su unidad de medición es el metro sobre segundo al cuadrado ($m \cdot s^{-2}$). Por lo tanto, con el fin de obtener una interpretación más adecuada de los resultados de un test de aceleración, resulta beneficioso realizar la valoración en la propia unidad de medición, teniendo en mente el significado físico de la magnitud en cuestión. Sin embargo, no se encontraron datos de referencia en la literatura para el test de aceleración en sprint de carrera de 10 m expresados en $m \cdot s^{-2}$. Por otro lado, fue previamente mencionado que efectos no significativos fueron encontrados para el factor Deporte en esta variable; contrariamente, diferencias significativas por género fueron observadas. Los valores medios de aceleración para varones y mujeres predichos por el modelo estadístico aplicado fueron $4,7 m \cdot s^{-2}$ y $4,0 m \cdot s^{-2}$, respectivamente. Por consiguiente, tomando estos resultados y despejando el tiempo ya sea en la ecuación (1) o en la (2), el rendimiento en términos de tiempo

demorado se estima en 2,06 s para varones y 2,23 s para mujeres. Diversos artículos de investigación han sido publicados conteniendo valores de referencia de tiempo relacionados con tests de sprint de carrera, los cuales fueron usualmente conducidos con jugadores de fútbol. Algunos de ellos incluyeron sujetos con edades similares a las de los participantes del presente estudio. Por ejemplo, Mendez-Villanueva et al. (2011) evaluaron aceleración usando el tiempo empleado en cubrir los primeros 10 metros de un test de sprint de 40 m, el cual fue administrado en jugadores varones jóvenes altamente entrenados con edades entre 12,0 y 17,8 años. Ellos encontraron rendimientos medios de 1,93 s (n = 14) y 1,80 s (n = 22) en los grupos de edad “menores de 14 años” y “menores de 16 años”, respectivamente. Más recientemente, en un estudio que se propuso establecer datos normativos conducido con jugadores varones con edades desde 9 a 35 años, Nikolaidis et al. (2016) valoraron tiempo demorado en los primeros y últimos 10 metros de un test de sprint de carrera de 20 m. Los resultados fueron expresados en valores percentiles; el percentil 50 correspondiente al tramo 0-10 m en las categorías de edad “menores de 13 años” (n = 51), “menores de 14 años” (n = 46) y “menores de 15 años” (n = 37) fue igual a 2,25 s, 2,01 s y 1,99 s, respectivamente. Por otro lado, en el contexto de un diseño experimental llevado a cabo con nueve jugadoras juveniles de fútbol, Mathisen & Pettersen (2015) también valoraron el tiempo empleado en los primeros 10 metros de un test de sprint de 20 m, y encontraron valores medios de base de 1,99 s y 1,95 s en dos grupos con edades de $15,5 \pm 0,7$ años y $15,1 \pm 0,5$ años (media \pm desviación estándar). Y Mendes et al. (2015) aplicaron el test de sprint de 10 m a 99 varones y 72 mujeres jugadores de fútbol con rangos de edad de 11,0 a 14,0 años y 12,0 a 14,0 años, respectivamente. Ellos encontraron un tiempo medio de 1,86 s en varones, y 2,02 s en mujeres. En general, los resultados obtenidos en este trabajo fueron algo inferiores a los de los trabajos reportados, los cuales fueron conducidos en futbolistas competitivos. Posiblemente esto sea explicado por el hecho de que la aceleración en carrera es una cualidad específicamente solicitada y desarrollada en deportes tales como el fútbol, y en menor medida en deportes de combate.

Tal como fue señalado previamente, el test “Sit and reach” (Wells & Dillon, 1952) ha sido comúnmente incluido en baterías de evaluación de aptitud física para medir flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo. De acuerdo a valores normativos por género para la versión estándar del test, los rendimientos estimados en esta investigación para los judokas, taekwondistas y luchadores corresponden al nivel “promedio” (Australian College of Sport & Fitness, 2013; Wood, 2012). Castro-Piñero et al. (2013) también midieron el grado de flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo mediante esta prueba, en una muestra aleatoria numerosa de niños y adolescentes de ambos géneros con edades entre 6 y 17,9 años (n = 2.712). Sin embargo, ellos usaron una versión modificada del test, la implementada por The President’s Council on Physical Fitness and Sports (2009), donde una puntuación de 23 cm corresponde a 0 cm en la versión estándar. Corregidos por esta diferencia, todos los valores medios reportados en su trabajo, los cuales fueron ajustados por género y seis categorías de edad bianual, fueron claramente menores que los obtenidos en el presente estudio. Más particularmente, los valores medios corregidos para las categorías “12-13 años” (n = 603) y “14-15 años” (n = 313)

fueron, respectivamente, 8,6 cm y 7,6 cm menores en varones, y 8,5 cm y 6,5 cm menores en mujeres.

El análisis de correlaciones entre un menú de posibles pruebas de aptitud física ofrece un enfoque formal al momento de realizar una evaluación detallada de su inclusión con propósitos de testeo. Y estimaciones de rendimiento ajustadas para un rango de edad específico, y estratificadas por género y deporte, proveen valoraciones precisas. En esta investigación se propuso un diseño cross-seccional para obtener datos de referencia de deportistas adolescentes tempranos de Judo, Taekwondo y Lucha en un conjunto de tests de campo estandarizados de capacidades físicas específicas. El grupo de edad bajo estudio es de especial interés para entrenadores involucrados en procesos de entrenamiento durante la adolescencia temprana. Análisis de correlación entre fuerza en handgrip, potencia relativa de miembros inferiores, aceleración en sprint de carrera y flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo son presentados, con el objetivo de ofrecer una descripción de las relaciones entre estas capacidades. Y datos de referencia por género y deporte son aportados en unidades de medición apropiadas, lo cual representa información útil para controlar el desarrollo de programas de entrenamiento, y para clarificar el curso de acción en pos de lograr niveles más altos de rendimiento.

Como una limitación de este estudio, se señala que sería aconsejable considerar un enfoque más abarcador para la batería de tests, tomando en cuenta la valoración de otros componentes importantes de la aptitud física. La medición de otras capacidades, tales como la resistencia cardiovascular y la resistencia muscular, también sería reveladora. Más aún, la evaluación de capacidades físicas por medio de testeo deportivo específico puede también agregar información valiosa.

5. CONCLUSIONES

Más allá de las esperables altas correlaciones entre los tres saltos verticales, los resultados de los análisis de correlación no mostraron altos niveles de asociación entre las pruebas implementadas. En particular, la flexibilidad de la espalda baja y la parte posterior del muslo evidenció correlaciones despreciables con el resto de las capacidades físicas. Las diferencias de rendimiento entre varones y mujeres parecieron mantenerse constantes a lo largo de los deportes, siendo los varones más capaces en Fuerza en handgrip, Salto Abalakov, Salto con Contramovimiento, Salto Squat y Aceleración en sprint 0-10 m, y menos capaces en Flexibilidad "Sit and reach". Promediado sobre ambos géneros, los judokas y los taekwondistas mostraron rendimientos más altos en Salto Abalakov, y los taekwondistas revelaron rendimientos más altos que los luchadores en Salto con Contramovimiento, Salto Squat y Flexibilidad "Sit and reach".

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alter, M.J. (2004). *Science of flexibility* (3rd ed., p. 3). Champaign, IL: Human Kinetics.

- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9th ed., p. 2). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Australian College of Sport & Fitness. (2013). Flexibility test - Sit and reach. Retrieved April 14, 2017, from http://acsf.edu.au/pdf/Flexibility_Test_Sit_and_Reach.pdf.
- Australian Council for Health, Physical Education and Recreation (ACHPER). (1996). *Handbook for the Australian fitness education award manual* (pp. 1-59). South Australia: ACHPER Publications.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50: 273-282.
- Castro-Piñero, J., Girela-Rejón, M.J., González-Montesinos, J.L., Mora, J., Conde-Caveda, J., Sjöström, M., et al. (2013). Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: Influence of weight status. *European Journal of Sport Science*, 13(2): 139-148.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2011). *National health and nutrition examination survey (NHANES): Muscle strength procedures manual*. Retrieved April 18, 2017, from https://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_11_12/Muscle_Strength_Proc_Manual.pdf.
- Council of Europe. (1988). *Eurofit: Handbook for the Eurofit tests of physical fitness* (pp. 1-75). Rome, Italy: Council of Europe, Committee for the Development of Sport.
- De Henauw, S., Gottrand, F., De Bourdeaudhuij, I., Gonzalez-Gross, M., Leclercq, C., Kafatos, A., et al. (2007). Nutritional status and lifestyles of adolescents from a public health perspective. The HELENA Project-Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence. *Journal of Public Health*, 15: 187-197.
- Elert G. (1998). Acceleration - The Physics hypertextbook. Retrieved March 20, 2017, from <https://physics.info/motion-equations>.
- Fox, E.L., & Mathews, D.K. (1974). *The interval training: Conditioning for sports and general fitness* (pp. 257-258). Philadelphia, PA: Saunders.
- Franks, B.D. (1989). *YMCA Youth fitness test manual* (pp. 1-59). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Franzblau, A. (1958). *A primer of statistics for non-statisticians* (Chapter 7). New York, NY: Harcourt, Brace & World.
- Huffman, W.B., & Berger, R.A. (1972). Comparison of absolute and relative leg power as predictors of physical performance. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 43(4): 468-471.
- Keong, G.C. (1981). Physical fitness - Definition and assessment. *Singapore Medical Journal*, 22(3): 176-182.
- Klavora, P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5): 70-74.
- Mackenzie, B. (2005). *101 Performance evaluation tests* (pp. 1-212). London: Electric Word plc.
- Mathisen, G.E., & Pettersen, S.A. (2015). The effect of speed training on sprint and agility performance in female youth players. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(3): 395-399.

- Mendes, B., Ercin, T., & Uzun, K. (2015). Examination of flexibility and sprint performance values of adolescent footballers. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 17(3): 16-20.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Douglas, A., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young football players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5): 477-484.
- Moreno, L.A., González-Gross, M., Kersting, M., Molnár, D., De Henauw, S., Beghin, L., et al. (2008). Assessing, understanding and modifying nutritional status, eating habits and physical activity in European adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study. *Public Health Nutrition*, 11: 288-299.
- Morgan, D.P. (2006). *The essential guide to SAS dates and times* (p. 93). Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Nikolaidis, P.T., Knechtle, B., Clemente, F., & Torres-Luque, G. (2016). Reference values for the sprint performance in male football players aged from 9-35 years. *Biomedical Human Kinetics*, 8: 103-112.
- Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodríguez, G., et al. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1): 20-29.
- Pilicz, S., Przewęda, R., Dobosz, J., & Nowacka-Dobosz, S. (2005). *Physical fitness score tables of Polish youth. Criteria for measuring aerobic capacity by the Cooper test*. Warsaw, Poland: Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Retrieved March 2, 2017, from http://www.lekkoatletyka.net.pl/ldk2017-druki/LDK_MTSF_instrukcja.pdf.
- Plowman, S.A., & Meredith, M.D. (Eds.). (2013). *Fitnessgram/Activitygram reference guide* (4th ed.). Dallas, TX: The Cooper Institute. Retrieved March 3, 2017, from <https://www.cooperinstitute.org/vault/2440/web/files/662.pdf>.
- Pokala, R. (2016). *A Comparative study on selected physical fitness components among private and government school cricket players in Vizianagaram district* (p. 29). Solapur: Laxmi Book Publication.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: URL <http://www.R-project.org/>.
- Roberts, H.C., Denison, H.J., Martin, H.J., Patel, H.P., Syddall, H., Cooper, C., et al. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach. *Age and Ageing*, 40(4): 423-429.
- Ruiz, J.R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E.G., Ortega, F.B., Cuenca, M.M., et al. (2011). Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6): 518-524.
- Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Gutierrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M.J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14: 269-277.

- Shingo, N., & Takeo, M. (2002). The educational experiments of school health promotion for the youth in Japan: Analysis of the 'sport test' over the past 34 years. *Health Promotion International*, 17(2): 147-160.
- The President's Council on Physical Fitness and Sports. (2009). *The President's Challenge: Physical Activity & Fitness Awards Program 2009-2010*. U.S. Department of Health and Human Services. Retrieved March 2, 2017, from <http://www.newton.k12.in.us/hs/pe/images/physical-fitness-guide.pdf>.
- Tremblay, M., & Lloyd, M. (2010). Physical literacy measurement - The missing piece. *Physical and Health Education Journal*, 76(1): 26-30.
- Walker, O. (2016a). 10 m Sprint test. Retrieved February 28, 2017, from <https://www.scienceforsport.com/10m-sprint-test/>.
- Walker, O. (2016b). Countermovement jump (CMJ). Retrieved November 9, 2017, from <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/>.
- Walker, O. (2017). Squat jump. Retrieved November 9 2017, from <https://www.scienceforsport.com/squat-jump/>.
- Wells, K.F., & Dillon, E.K. (1952). The sit and reach - A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly*, 23: 115-118.
- Wood, R.J. (2008a). Bosco ergo jump protocol. Retrieved January 5, 2017, from <https://www.topendsports.com/testing/bosco-ergo-jump.htm>.
- Wood, R.J. (2008b). Complete guide to fitness testing. Retrieved March 14, 2017, from <https://www.topendsports.com/testing/>.
- Wood, R.J. (2012). Sit and reach test norms. Retrieved April 18, 2017, from <https://www.topendsports.com/testing/norms/sit-and-reach.htm>.
- Wooldridge, J.M. (2002). *Introductory econometrics: A modern approach* (2nd ed., Chapter 8). Mason, OH: South Western College Publishing.

Número de citas totales / Total references: 42 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)