

ESTUDIOS EMPÍRICOS

Relación de la composición corporal entre la fuerza absoluta y relativa en halteristas juveniles

RICARDO LÓPEZ GARCÍA¹, LUIS ALBERTO DURAZO TERÁN²,
JOSÉ OMAR LAGUNES CARRASCO¹ Y HÉCTOR DUARTE FÉLIX²

INTRODUCCIÓN

El levantamiento de pesas, actualmente conocido como halterofilia, cuenta con reglamentos y normas que regulan esta actividad deportiva; sobre todo, los conocimientos técnicos y científicos para alcanzar mejoras significativas en los resultados (Águila Tejeda et al., 2003). Por ser una disciplina donde predominan los ejercicios que potencian la fuerza, es muy común que también sean implementados en otras modalidades deportivas como método complementario durante sesiones de preparación física general y específica (Álvarez et al., 2015). La halterofilia al igual que cada especialidad deportiva tiene definido un patrón antropométrico específico que está ligado al rendimiento deportivo (Villa et al., 1992). La masa muscular es un área de estudio que ocupa distintas disciplinas en la actualidad, tanto las ciencias del deporte como las de la salud y del rendimiento deportivo (De la Rosa et al., 2010), de tal manera que la halterofilia ha sido objeto de estudio por su marcado desarrollo muscular que caracteriza a estos deportistas (Vieitez y Aguilera, 2001).

Las medidas antropométricas suelen diferir en las etapas juveniles, como es la estructura (talla, peso corporal) y la composición del cuerpo (musculo, grasa y hueso) (Kagawa et al., 2007), que puede depender de factores hormonales, ambientales y genéticos. Asimismo señala que a través del método antropométrico se pueden determinar las características de estructura morfológica, la cual se define como una variable importante en la evaluación del atleta en los diversos periodos de preparación deportiva. Aunque el esqueleto se modifica en la longitud como el grosor del hueso en las etapas de crecimiento y desarrollo, es posible que el peso corporal, la composición corporal, el índice de masa corporal (IMC)

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva

2 Universidad Estatal de Sonora, Licenciatura en Entrenamiento Deportivo

y la masa muscular puede relacionarse con la proporcionalidad del hueso (Nicks et al., 2012; Szulc et al., 2006). En la etapa de la pubertad suceden cambios físicos muy notorios ya que pueden influir en el rendimiento deportivo, a causa de los cambios hormonales, cuando el crecimiento del hueso y el aumento de la masa muscular, ligado a la fuerza, pueden afectar a la aptitud física (Goswami et al., 2014).

El rendimiento de los halteristas (levantadores de pesas) se basa principalmente en la aplicación de pruebas físicas para determinar el potencial que estos tienen en cuanto al desarrollo de fuerza y velocidad (Solberg et al., 2019), sin embargo, no se utilizan técnicas antropométricas para determinar algunos de los componentes de la composición corporal, principalmente de la masa muscular y la masa grasa, la cual puede proporcionar información importante si se quiere conocer la relación entre la musculatura y la fuerza relativa. En este sentido, evaluar la composición corporal para determinar la masa muscular y la masa grasa y a la vez relacionarla con la fuerza relativa en ejercicios de arranque, envión y biatlón, cobra importancia en el deporte de halterofilia debido a que este presenta una serie de exigencias que obliga, en la mayoría de los casos, a mantenerse en determinada categoría de peso corporal, sin afectar negativamente el desempeño deportivo del halterista (Hasan et al., 2021; Siahkoughian y Hedayatneja, 2010; Singh et al., 2019; Zaras, Stasinaki et al., 2020).

Hay que tomar en cuenta que, en las categorías juveniles, el rendimiento de fuerza, potencia muscular y velocidad son muy notorios (Malina et al., 2010), aunado a los cambios de la composición corporal que ocurren en estas etapas (Goswami et al., 2014), se decidió a realizar este estudio. Por lo que el objetivo de esta investigación fue relacionar la composición corporal entre la fuerza absoluta y relativa en la modalidad de arranque, envión y biatlón en halteristas juveniles.

METODOLOGÍA

Este estudio fue de enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y correlacional, ya que se describe la composición corporal con la fuerza absoluta y relativa. El estudio fue de corte transversal dado que los datos fueron recolectados en único momento.

Muestra

Se eligió una muestra por conveniencia, donde participaron halteristas juveniles de la selección mexicana de pesas. Que estuvo conformada en 22 hombres $(15.6 \pm$

1.6 años de edad) y 25 mujeres (15.1 ± 1.6 años de edad). Todos los juveniles firmaron una carta de consentimiento, donde se describe el protocolo del estudio y en el que firmaron para poder participar.

Procedimiento

Mediciones antropométricas

Las mediciones antropométricas se realizaron por parte de personal certificado por la Sociedad Internacional de Avances de la Cineantropometría (ISAK) (Marfell-Jones et al., 2012). Citando a los deportistas con mínima vestimenta y ayuno de no menor de 4 horas. En el cual se tomaron mediciones básicas, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos, además se utilizó una báscula de bioimpedancia eléctrica.

En las mediciones básicas se tomó el peso corporal con una báscula Tanita (modelo TBF-310) con precisión de 200 gramos (rango 0.1 - 270 kg), ubicada en una superficie plana, lisa y calibrada en cero (Rodríguez et al., 2014); también se obtuvieron los componentes corporales de masa grasa y masa libre de grasa (masa magra). La talla se tomó con un estadiómetro Seca (modelo 213) con un rango de 20 a 20.5 cm (precisión de 1 mm) (González-Neira et al., 2015). Después de haber tomado estas dos mediciones básicas, se obtuvo el índice de masa corporal (IMC) con la fórmula de (peso corporal en kg/talla en m^2) y posteriormente se usa la clasificación del IMC por medio de percentiles, tal como establece la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021).

Para los pliegues cutáneos se tomaron las mediciones del tríceps, subscapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo y pierna en milímetros (mm), utilizando el instrumento del plicómetro Harpenden ($0-80 \pm 0.2$ mm; Harpenden Skinfold Caliper, John Bull British Indicators®, Inglaterra). En los perímetros corporales se realizaron las mediciones del brazo relajado, brazo flexionado, cintura mínima, cadera, muslo medio y pierna en centímetros (cm) con el instrumento de la cinta métrica antropométrica metálica ($0 - 200$ cm ± 1 mm, Rosscraft). Y para los diámetros óseos se realizaron las mediciones del biepincondíleo del húmero y biepincondíleo de fémur en cm, utilizando el instrumento del antropómetro de ramas chicas Tommy (Rosscraft). Todas las mediciones antropométricas (básicas, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos) fueron identificados con puntos anatómicos, tomándose del lado derecho del cuerpo del sujeto y por duplicado. Para el error de medición se siguieron las normas del ISAK (Marfell-Jones et al., 2012).

Para la composición corporal se obtuvo la masa muscular y la masa grasa. En la cual se usó la fórmula de Lee et al. (2000) para obtener la musculatura en kg. Para la masa grasa se obtuvo primero la densidad corporal con la ecuación de Withers et al. (1987) y posteriormente la ecuación de Siri (1961) para obtener el porcentaje de grasa y la masa libre de grasa.

TABLA 1. Ecuaciones utilizadas para estimar la masa muscular y masa grasa

Ecuación utilizada para estimar los componentes corporales
Formula de masa muscular Lee et al. (2000) $\text{Talla corporal (m)} \times [(0.00744 \times \text{PBC}^2) + (0.00088 \times \text{PMC}^2) + (0.00441 \times \text{PPC}^2)] + (2.4 \times \text{sexo}) - (0.048 \times \text{edad}) + \text{raza} + 7.8$ Talla corporal = metros Sexo = 0 femenino; 1 masculino Raza = -2.0 asiáticos; 1.1 afroamericanos; 0.0 para hispanos y blancos PBC = perímetro de brazo relajado corregido por pliegue de tríceps. Perímetro brazo relajado - $[3.1416 \times (\text{Plig Tricip}/10)]$ PMC = perímetro de muslo medio corregido por pliegue de muslo frontal. Perímetro del muslo medio - $[3.1416 \times (\text{Plig Muslo}/10)]$ PPC = perímetro de pantorrilla máximo corregido por pliegue medial de la pierna. Perímetro de la pantorrilla - $[3.1416 \times (\text{Plig Pantorr}/10)]$
Formula de densidad corporal Withers et al. (1987) Hombres = $1.10326 - [0.00031 \times (\text{Edad})] - [0.00036 \times (\text{Abdominal} + \text{Muslo} + \text{Tríceps} + \text{Subescapular} + \text{Supraespinal} + \text{Gemelar})]$ Mujeres: $\text{DC} = 1.07878 - [0.00035 \times (\text{Abdominal} + \text{Muslo} + \text{Tríceps} + \text{Subescapular} + \text{Supraespinal} + \text{Gemelar})] + (0.00032 \times \text{Edad})$
Formula de porcentaje de grasa Siri (1961) $(495/\text{Densidad Corporal}) - 450$

Fuerza absoluta y relativa

Para la obtención de las marcas del arranque (kg), envión (kg) y biatlón (suma de los pesos levantados en arranque y envión (kg), las mediciones se llevaron a cabo en una competencia oficial, organizada por el presidente de asociación de la entidad, en la cual participaron hombres y mujeres.

El arranque es el primer ejercicio de la competencia y consiste en levantar una barra, con un movimiento continuo desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza. Al concluir, el deportista debe encontrarse de pie e inmóvil, esperando la señal del árbitro para bajar la barra (Román, 1986; Kuznetsov, 1981).

El envión es el segundo y último ejercicio de la competencia y consiste en levantar la barra en dos movimientos: El clean (primero) que es desde la plataforma hasta el pecho, y el envión desde el pecho (segundo) que consiste en alzar desde el pecho hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza (Román, 1986; Kuznetsov, 1981).

Para determinar la fuerza absoluta (Arazi y Asadi, 2013) en los ejercicios de arranque (kg), envión (kg), se siguieron las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva (American College of Sports Medicine, 2013), a través de la prueba de una repetición máxima (1RM), y en el caso del biatlón se sumaron los pesos levantados en arranque y envión (kg), por lo tanto, los pasos para la fuerza absoluta fueron los siguientes (Alaves, 2018):

- El sujeto debe calentar completamente varias repeticiones submáximas.
- Se determinará la 1RM dentro de cuatro intentos con períodos de descanso de 3 a 5 minutos entre ensayos.
- Se seleccionará un peso inicial que esté dentro de la capacidad percibida del sujeto (50 - 70 % de la capacidad).
- La resistencia aumenta progresivamente de 2.5 a 20 kg hasta que el sujeto no puede completar la(s) repetición(es) seleccionada(s); Todas las repeticiones deben realizarse a la misma velocidad de movimiento y rango de movimiento para infundir consistencia entre los intentos.
- El peso final levantado con éxito se registra como el 1RM absoluto.

La fuerza relativa se obtuvo dividiendo el peso levantado (kg) en los ejercicios de arranque y envión de cada uno de los participantes, dividiendo entre el peso corporal (kg), expresado de la siguiente manera: $\text{Fuerza Relativa} = \text{Peso levantado} / \text{Peso corporal}$. Dicho lo anterior, el resultado expresa la cantidad de sobrecarga

que el deportista puede levantar en relación con su propio peso, es decir, el equivalente al número de veces levantado el peso corporal del sujeto (Cappa, 2000).

Análisis de datos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS (IBM, SPSS Statistics Versión 25.0). Se realizó un análisis de los datos a través de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la muestra. La estadística descriptiva se expresó como media y desviación estándar de las variables de las mediciones básicas (peso corporal y talla), composición corporal (masa muscular y grasa) y de las pruebas de fuerza (absoluta y relativa). Para comparar las mediciones básicas, la composición corporal y las pruebas de fuerza entre ambos géneros se determinó con la prueba U de Mann-Whitney. Se realizó la prueba de correlación de Spearman, para el análisis de asociación de las mediciones básicas y composición corporal con las pruebas de fuerza absoluta y relativa, utilizando un nivel de significancia de $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$.

RESULTADOS

En la tabla 2 se observan los resultados de las mediciones básicas, en los cuales los hombres muestran un IMC de 26.23 kg/m^2 y las mujeres 26.10 kg/m^2 , localizándose en el rango de sobrepeso. En la talla corporal los hombres son significativamente más altos que las mujeres ($p \leq 0.05$), sin embargo, las variables de edad, peso e IMC no mostraron diferencias significativas entre grupos, por lo que se consideran que son homogéneos.

TABLA 2. Mediciones básicas por género

Variables	Hombres (n = 22)	Mujeres (n = 25)	p
Edad (años)	15.6 ± 1.6	15.1 ± 1.6	0.307
Talla (cm)	168.59 ± 6.96	158.96 ± 5.65	0.000
Peso corporal (kg)	75.30 ± 21.49	66.65 ± 18.20	0.153
IMC (kg/m^2)	26.23 ± 6.12	26.10 ± 5.87	0.839

Nota: n: número; cm: centímetros; kg: kilogramos; IMC: índice de masa corporal; kg/m^2 : kilogramos entre metros al cuadrado; p: prueba U de Mann-Whitney.

TABLA 3. Mediciones de la composición corporal por género

Composición corporal	Hombres (n = 22)	Mujeres (n = 25)	p
Masa muscular (kg)	38.31 ± 5.72	27.54 ± 4.47	0.000
Porcentaje muscular	52.72 ± 7.57	42.58 ± 5.47	0.000
Masa magra (kg)	59.66 ± 12.75	43.60 ± 6.98	0.000
Porcentaje magra	80.98 ± 9.07	67.51 ± 8.85	0.000
Masa grasa (kg)	15.65 ± 11.26	23.03 ± 11.98	0.024
Porcentaje grasa	19.01 ± 9.07	32.48 ± 8.85	0.000

Nota: n: numero; kg: kilogramos; p: prueba U de Mann-Whitney.

TABLA 4. Mediciones de la fuerza absoluta y relativa por género

Variables	Hombres (n = 22)	Mujeres (n = 25)	p
<i>Fuerza absoluta</i>			
Arranque (kg)	82.50 ± 24.28	53.52 ± 17.25	0.000
Envión (kg)	100.64 ± 29.04	67.32 ± 21.37	0.000
Biatlón (kg)	183.14 ± 53.13	120.84 ± 38.46	0.000
<i>Fuerza relativa</i>			
Arranque	0.96 ± 0.35	1.30 ± 0.36	0.001
Envión	0.79 ± 0.27	1.04 ± 0.56	0.002
Biatlón	0.42 ± 0.15	0.56 ± 0.15	0.002

Nota: n: numero; kg: kilogramos; p: prueba U de Mann-Whitney.

Los resultados de la composición corporal muestran que los hombres tienen mayor masa muscular y masa magra (kilogramos y porcentaje) que las mujeres ($p = 0.000$). En el caso de la masa grasa, las mujeres suelen tener mayor que los hombres en kilogramos ($p = 0.024$) y en porcentaje ($p = 0.000$) (tabla 3).

En los resultados de los ejercicios de fuerza absoluta del arranque, envión y del biatlón, los hombres levantaron mayores kilogramos que las mujeres ($p = 0.000$). En los que respecta a los ejercicios de fuerza relativa, las mujeres obtuvieron mayores valores en el arranque ($p = 0.001$), envión ($p = 0.002$) y biatlón ($p = 0.002$) que los hombres (tabla 4).

En la tabla 5 se muestra los resultados de la prueba de correlación de Spearman de las variables de mediciones básicas, composición corporal entre la fuerza absoluta de los ejercicios. En esta, los hombres arrojaron resultados significativos de correlaciones positivas moderadas entre el peso corporal con la FAE ($r=0.494$; $p \leq 0.05$) y FAB ($r=0.471$; $p \leq 0.05$), el IMC con la FAA ($r=0.525$; $p \leq 0.05$), FAE ($r=0.551$; $p \leq 0.01$) y FAB ($r=0.536$; $p \leq 0.01$), y la masa muscular con la FAA ($r=0.544$; $p \leq 0.01$), FAE ($r=0.591$; $p \leq 0.01$) y FAB ($r=0.553$; $p \leq 0.01$).

En cuanto a las mujeres, arrojaron resultados significativos de correlaciones positivas altas entre el peso corporal con la FAE ($r=0.604$; $p \leq 0.001$) y FAB ($r=0.615$; $p \leq 0.001$), y en la masa muscular con la FAE ($r=0.615$; $p \leq 0.001$) y FAB ($r=0.631$; $p \leq 0.001$). También se encontraron correlaciones positivas moderadas entre el peso corporal con la FAA ($r=0.591$; $p \leq 0.01$), la talla con la FAA ($r=0.422$; $p \leq 0.05$), FAE ($r=0.415$; $p \leq 0.05$) y FAB ($r=0.459$; $p \leq 0.05$), el IMC con la FAA ($r=0.569$;

TABLA 5. Correlación de las variables de mediciones básicas y composición corporal entre la fuerza absoluta por género

Variables		FAA	FAE	FAB
<i>Hombres</i>				
Peso corporal (kg)	<i>r</i>	0.032*	0.494*	0.471*
Talla (cm)	<i>r</i>	0.251	0.272	0.256
IMC (kg/m ²)	<i>r</i>	0.525*	0.551**	0.536**
Masa muscular (kg)	<i>r</i>	0.544**	0.591**	0.553**
Porcentaje muscular	<i>r</i>	-0.321	-0.340	-0.336
Porcentaje grasa	<i>r</i>	0.224	0.215	0.210
<i>Mujeres</i>				
Peso corporal (kg)	<i>r</i>	0.591**	0.604***	0.615***
Talla (cm)	<i>r</i>	0.422*	0.415*	0.459*
IMC (kg/m ²)	<i>r</i>	0.569**	0.559**	0.567**
Masa muscular (kg)	<i>r</i>	0.594**	0.615***	0.631***
Porcentaje muscular	<i>r</i>	-0.482*	-0.473*	-0.479*
Porcentaje grasa	<i>r</i>	0.391	0.405*	0.399*

Nota: FAA: fuerza absoluta en arranque; FAE: fuerza absoluta en envión; FAB: fuerza absoluta en el bialtón; cm: centímetros; kg: kilogramos; IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos entre metros al cuadrado; *r*: coeficiente de Spearman.

La correlación es significativa en nivel * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

$p \leq 0.01$), FAE ($r = 0.559$; $p \leq 0.01$) y FAB ($r = 0.567$; $p \leq 0.01$), la masa muscular con la FAA ($r = 0.594$; $p \leq 0.01$), y el porcentaje grasa con la FAE ($r = 0.405$; $p \leq 0.05$). Por último, se encontraron correlaciones negativas moderadas en el porcentaje muscular con la FAA ($r = -0.482$; $p \leq 0.05$), FAE ($r = -0.473$; $p \leq 0.05$) y FAB ($r = -0.479$; $p \leq 0.05$) (tabla 5).

En la tabla 6 se observan los resultados de la prueba de correlación de Spearman de las variables de mediciones básicas, composición corporal entre la fuerza relativa de los ejercicios. Los hombres arrojaron resultados significativos de correlaciones positivas moderadas entre el porcentaje grasa con la FRA ($r = 0.533$; $p \leq 0.05$), FRE ($r = 0.482$; $p \leq 0.05$) y FRB ($r = 0.482$; $p \leq 0.05$). También se encontraron correlaciones negativas moderadas entre el porcentaje muscular con la FRA ($r = -0.509$; $p \leq 0.05$), FRE ($r = -0.438$; $p \leq 0.05$) y FRB ($r = -0.444$; $p \leq 0.05$).

TABLA 6. Correlación de las variables de mediciones básicas y composición corporal entre la fuerza relativa por género

Variables		FRA	FRE	FRB
<i>Hombres</i>				
Peso corporal (kg)	r	0.403	0.309	0.331
Talla (cm)	r	0.332	0.214	0.217
IMC (kg/m ²)	r	0.256	0.207	0.240
Masa muscular (kg)	r	0.179	0.085	0.124
Porcentaje muscular	r	-0.509*	-0.438*	-0.444*
Porcentaje grasa	r	0.533*	0.482*	0.482*
<i>Mujeres</i>				
Peso corporal (kg)	r	0.331	0.413*	0.467*
Talla (cm)	r	0.247	0.321	0.355
IMC (kg/m ²)	r	0.356	0.451*	0.494*
Masa muscular (kg)	r	0.246	0.331	0.359
Porcentaje muscular	r	-0.399*	-0.456*	-0.534**
Porcentaje grasa	r	0.492*	0.507**	0.571**

Nota: FRA: fuerza relativa en arranque; FRE: fuerza relativa en envión; FRB: fuerza relativa en el bialtón; cm: centímetros; kg: kilogramos; IMC: índice de masa corporal; kg/m²: kilogramos entre metros al cuadrado; r: coeficiente de Spearman.

La correlación es significativa en nivel * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

En las mujeres se encontraron correlaciones positivas moderadas entre el peso corporal con la FRE ($r = 0.413$; $p \leq 0.05$) y FRB ($r = 0.467$; $p \leq 0.05$), el IMC con la FRE ($r = 0.451$; $p \leq 0.05$) y FRB ($r = 0.494$; $p \leq 0.05$), y el porcentaje grasa con la FRA ($r = 0.492$; $p \leq 0.05$), FRE ($r = 0.507$; $p \leq 0.01$) y FRB ($r = 0.571$; $p \leq 0.01$). Por último, se encontraron correlaciones negativas moderadas entre el porcentaje muscular con la FRE ($r = -0.456$; $p \leq 0.05$) y FRB ($r = -0.534$; $p \leq 0.01$).

DISCUSIÓN

La masa muscular refleja la potencia muscular necesaria para la aceleración, fuerza y otras capacidades físicas, considerando que las capacidades físicas están relacionadas con el rendimiento físico (Rodríguez Rodríguez et al., 2010). A determinar la relación entre fuerza y capacidad de levantamiento de pesas en la halterofilia se desarrolló el método de masa corporal, masa muscular o hasta masa magra en referencia a cuánto puede levantar el deportista (Ford et al., 2000). Por lo cual el objetivo de este estudio fue relacionar la composición corporal entre la fuerza absoluta y relativa en la modalidad de arranque, envión y biatlón en halteristas juveniles.

En los resultados de las mediciones básicas y de la composición corporal, los hombres arrojaron un mayor peso corporal, masa muscular y masa magra que las mujeres, datos que pueden influir en la cantidad de carga a levantar por parte de los halteristas (Stone et al., 2002). Estos datos son similares en algunos estudios (Hirsch et al., 2016; Huebner y Perperoglou, 2019; O'Connor et al., 2007), en que los hombres suelen tener más peso corporal. En la cuestión del IMC ambos géneros se encuentran con un percentil 95, lo cual se considera como exceso de peso, aunque algunos levantadores de pesas con un percentil de 90 pueden alcanzar un mayor rendimiento, principalmente en el ejercicio de arranque (Solberg et al., 2019).

En nuestro estudio, en las evaluaciones de fuerza de los ejercicios de la halterofilia, los hombres mostraron cargar más peso que las mujeres en el arranque, envión y biatlón ($p \leq 0.05$), por el siempre hecho de tener un peso corporal y una masa muscular más elevada. La literatura confirma que, entre mayor peso corporal mayor puede ser el rendimiento de fuerza (Duncan et al., 2013; Haugen et al., 2018; Hirsch et al., 2016). Aunque en la evaluación de la fuerza relativa, las mujeres lograron valores significativos más altos que los hombres en los ejercicios de arranque, envión y biatlón ($p \leq 0.05$). Ante lo cual es posible constatar que en la marca levantada en relación con el peso corporal, las mujeres son más fuertes que los hombres.

Se esperaría que la fuerza es un elemento importante que influye en el levantamiento de pesas, y que la composición corporal elevada juega un papel importante en esta capacidad física en el rendimiento (Hori et al., 2005; Stone et al., 2005), en nuestros resultados, las mujeres arrojaron menos composición corporal que los hombres, con lo cual se puede comprender el grado en que influye la estructura corporal con la fuerza relativa, ya que el estudio de Huebner y Perperoglou (2019) encontró que no existe una diferencia de rendimiento entre hombres y mujeres.

Algunos estudios han evaluado la fuerza respecto a la edad, y han encontrado aumentos de rendimiento (Boccia et al., 2017; Ganse et al., 2018; Haugen et al., 2018), pero muchas veces también depende la habilidad de la técnica (Tønnessen et al., 2015), recordando que estos tipos de ejercicios siempre están presentes en un entrenamiento de potencia muscular (Cormie et al., 2011; Hori et al., 2005), ya que pueden tener un beneficio en el rendimiento deportivo (Carlock et al., 2004; Hori et al., 2008; Seitz et al., 2014).

En esta investigación se llevó a cabo un análisis de correlación entre las mediciones básicas y composición corporal con los ejercicios de fuerza absoluta y relativa del arranque, envión y biatlón, encontrándose en los hombres correlaciones positivas moderadas en el peso corporal, IMC y masa muscular con los ejercicios de fuerza absoluta, y en las mujeres correlaciones positivas altas en el peso corporal y masa muscular con la fuerza absoluta. Esto nos muestra que el levantar más carga está relacionado con un elevado peso corporal, y que va de la mano con la masa muscular. Varios autores describen que la masa muscular y el rendimiento en esta disciplina están altamente correlacionados (Siahkoughian y Hedayatneja, 2010; Singh et al., 2019; Vidal Pérez et al., 2021). Por lo cual estos deportistas necesitan una composición corporal, principalmente una musculatura, desarrollada (Hasan et al., 2021; Zaras et al., 2020).

En lo que respecta a la fuerza relativa, se encontraron correlaciones positivas moderadas del porcentaje grasa en los ejercicios de fuerza relativa (arranque, envión y biatlón) en ambos géneros. No obstante, el porcentaje muscular presentó una correlación negativa con los ejercicios de fuerza relativa; si el porcentaje muscular aumenta, por ende, va a aumentar el peso corporal, por lo tanto, la fuerza relativa va a arrojar un valor más pequeño; es decir, entre más sea el peso corporal, menor valor va a arrojar la fuerza relativa. Es evidente que el peso y la composición corporal están relacionados con el rendimiento del levantamiento de peso, tal como demuestran algunos estudios (Ebada, 2011; Klein, 2000), ya que en esta disciplina se ejercen algunos ejercicios de resistencia de alta velocidad, pues se necesitan habilidades de velocidad, fuerza, equilibrio, coordinación y de una buena técnica, para que el músculo pueda ejecutar máxima fuerza en un corto tiempo (Storey y Smith, 2012).

Hay que recordar que en edades más avanzadas, las etapas juveniles puede alcanzar un máximo rendimiento en estas disciplinas (Boccia et al., 2017; Ganse et al., 2018; Kuettel et al., 2017). No es conveniente practicar esta disciplina de pesas en etapas muy jóvenes, se debe tomar en cuenta muchas aptitudes físicas (Byrd et al., 2003; Rachael y Picone, 1999). La literatura expresa que la edad de iniciación en este deporte es entre los 11 a 12 años (Koenig, 1998), mientras que otros sugieren de 13 a 14 años (Ajan, 2006; Westcott, 1991), ya que en estas etapas de la pubertad los niños alcanzan su maduración a los 12 años mientras las niñas a los 14 años y el esqueleto no está entrenado para soportar estas cargas, lo cual puede sufrir una lesión y un daño muscular.

CONCLUSIONES

Podemos concluir en este estudio que la fuerza absoluta levantada de los ejercicios de la halterofilia en juveniles va de la mano con la composición corporal, principalmente del peso corporal y la masa muscular. Sin embargo, en la fuerza relativa se encontraron correlaciones indicando que, entre mayor musculatura, menor es la fuerza relativa. Esto muestra que las mujeres, por tener una menor musculatura que los hombres, lograron una mayor fuerza relativa, concluyendo que las mujeres son significativamente más fuertes que los hombres. Si bien en la práctica de esta disciplina es fundamental la estructura de la composición corporal, considerando que la adolescencia es una etapa de cambios físicos, morfológicos y hormonales, queda de manifiesto que el rendimiento pueda alcanzar su pico máximo en edades más avanzadas. Estos resultados pueden ayudar al entrenador a establecer parámetros de rendimiento de la fuerza, y así reconstruir programas de entrenamiento para mejorar y llevar un seguimiento sobre la fuerza en deportistas juveniles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águila Tejeda, G., Capote Francesena, M. y Zurita Molina, F. (2003). Importancia de los datos somatológicos en el proceso de selección de jóvenes deportistas en la especialidad de levantamiento de pesas. El caso de la ESPA de Cienfuegos, Cuba.
- Ajan, T. (2006). Olympic Weightlifting.
- Álvarez, G. R., Grigoletto, M. D. S. y Manso, J. G. (2015). *La Halterofilia aplicada al deporte: su enseñanza, uso y aplicación*. Wanceulen SL.

- Alves, J. C. C., Senna, G., Magosso, R. F., Scudese, E., Miranda, D. P., & Dantas, E. H. M. (2018). Teste de uma repetição máxima em exercício multi e monoarticulares em distintos protocolos de privação visual. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 11(1), 41-45. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.07.001>
- American College of Sports Medicine (Ed.). (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Arazi, H., & Asadi, A. (2013). One repetition maximum test increase serum indices of muscle damage and soreness in trained and untrained males. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(178), 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2012.09.003>
- Boccia, G., Moisé, P., Franceschi, A., Trova, F., Panero, D., La Torre, A., Rainoldi, A., Schena, F. & Cardinale, M. (2017). Career performance trajectories in track and field jumping events from youth to senior success: the importance of learning and development. *PLoS One*, 12(1), e0170744. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170744>
- Byrd, R., Pierce, K., Rielly, L. & Brady, J. (2003). Strength and conditioning (Michael Stone sub-editor: young weightlifters' performance across time). *Sports Biomechanics*, 2(1), 133-140. <https://doi.org/10.1080/14763140308522812>
- Cappa, D. (2000). Entrenamiento de la potencia muscular. *Mendoza: Dupligráf*.
- Carlock, J. M., Smith, S. L., Hartman, M. J., Morris, R. T., Ciroslan, D. A., Pierce, K. C., Usher Newton, R., Harman, E. A., Sands, W. A. & Stone, M. H. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 534-539. <https://doi.org/10.1519/00124278-200408000-00025>
- Cormie, P., McGuigan, M. R. & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports medicine*, 41(1), 17-38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- De la Rosa, F. J. B., Rodríguez-Bies, E. C., de la Rosa, C. J. B., Ortega, D. R. & Padilla, E. L. (2010). Comparison of anthropometric equations for estimation muscle mass in badminton player. *International Journal of Morphology*, 803-810.
- Duncan, M. J., Stanley, M. & Wright, S. L. (2013). The association between functional movement and overweight and obesity in british primary school children. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-5-11>
- Ebada, K. A. R. (2011). The effect of a training program on the development of the maximal strength for weightlifting beginner's performance. *Methods*, 14, 42.
- Ford, L. E., Dettlerline, A. J., Ho, K. K. & Cao, W. (2000). Gender-and height-related limits of muscle strength in world weightlifting champions. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1061-1064. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1061>

- Ganse, B., Ganse, U., Dahl, J. & Degens, H. (2018). Linear decrease in athletic performance during the human life span. *Frontiers in physiology*, 9, 1100. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01100>
- González-Neira, M., Mauro-Martín, S., García-Angulo, B., Fajardo, D. y Garicano-Vilar, E. (2015). Valoración nutricional, evaluación de la composición corporal y su relación con el rendimiento deportivo en un equipo de futbol femenino. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(1), 36-48. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.1.109>
- Goswami, B., Roy, A. S., Dalui, R., & Bandyopadhyay, A. (2014). Impact of pubertal growth on physical fitness. *Am J Sport Sci Med*, 2(5A), 34-9. <https://doi.org/10.12691/ajssm-2-5A-8>
- Hasan, M. F., Bahri, S. & Adnyana, I. K. (2021). Identification of nutritional status and body composition in weightlifting athlete. *Journal of Physical Education & Sport*, 21.
- Haugen, T. A., Solberg, P. A., Foster, C., Morán-Navarro, R., Breitschädel, F. & Hopkins, W. G. (2018). Peak age and performance progression in world-class track-and-field athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1122-1129. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0682>
- Hirsch, K. R., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Roelofs, E. J. (2016). Body composition and muscle characteristics of division I track and field athletes. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 30(5), 1231. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001203>
- Hori, N., Newton, R. U., Andrews, W. A., Kawamori, N., McGuigan, M. R. & Nosaka, K. (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 412-418. <https://doi.org/10.1519/JSC.obo13e318166052b>
- Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K. & Stone, M. H. (2005). Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength and Conditioning Journal*, 24(4), 50. <https://doi.org/10.1519/00126548-200508000-00008>
- Huebner, M. & Perperoglou, A. (2019). Performance development from youth to senior and age of peak performance in Olympic weightlifting. *Frontiers in physiology*, 10, 1121. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01121>
- Kagawa, M., Binns, C. B. & Hills, A. P. (2007). Body composition and anthropometry in japanese and australian caucasian males and japanese females. *Asia Pac J Clin Nutr*, 16(Suppl 1), 31-36.
- Klein, M. (2000). Zum Einfluss maximaler auf submaximaler Trainingsbelastungen auf die Veränderung der Relativkraft und die Wiederholungszahl submaxi-

malen Lasten Diplomarbeit. *Sportwissenschaftliches der Universität des Saarlandes. Saarbrücken.*

Koenig, M. F. A. (1988). *Das Sportmedizinische Profil des Gewichthebers* (Doctoral dissertation, University of Zurich).

Kuettel, A., Boyle, E. & Schmid, J. (2017). Factors contributing to the quality of the transition out of elite sports in swiss, danish, and polish athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 29, 27-39. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.11.008>

Kuztnesov, V. V. (1981). *Preparación de fuerzas en los deportistas de las categorías superiores*. Editorial ORBE.

Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I. & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 796-803. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>

Llor, C. P., Alarcón, A. Y., Montoya, B. F. y Córdova, L. Á. (2019). Sobre el somatotipo de los deportistas universitarios ecuatorianos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 29(2), 312-329.

Malina, R. M., Ślawinska, T., Ignasiak, Z., Rożek, K., Kochan, K., Domaradzki, J. & Fugiel, J. (2010). Sex differences in growth and performance of track and field athletes 11-15 years. *J Hum Kinet*, 24(1), 79-85. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0023-4>

Marfell-Jones, M. J., Stewart, A. D. & De Ridder, J. H. (2012). *International standards for anthropometric assessment*.

Nicks, K. M., Amin, S., Atkinson, E. J., Riggs, B. L., Melton III, L. J. & Khosla, S. (2012). Relationship of age to bone microstructure independent of areal bone mineral density. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(3), 637-644. <https://doi.org/10.1002/jbmr.1468>

OMS (noviembre de 2021). Base de datos global sobre el índice de masa corporal (IMC). https://www.who.int/childgrowth/standards/peso_para_edad/en/

O'Connor, H., Olds, T. & Maughan, R. J. (2007). Physique and performance for track and field events. *Journal of Sports Sciences*, 25(S1), S49-S60. <https://doi.org/10.1080/02640410701607296>

Rachael, E. & Picone, R. (1999). Strength training for Children. *Fitness Management Magazine, Los Angeles*, 15(7), 32-35.

Rodríguez Rodríguez, F. J., Almagià Flores, A. A. y Berral de la Rosa, F. J. (2010). Estimación de la masa muscular de los miembros apendiculares, a partir de densitometría fotónica dual (DEXA). *International Journal of Morphology*, 28(4), 1205-1210. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000400034>

Rodríguez, P. X., Castillo, V. O., Tejo, C. J. & Rozowski, N. J. (2014). Somatotype of high-performance athletes of Santiago, Chile.

- Román, I. (1986). Levantamiento de pesas periodo competitivo. *Editorial Científico Técnica (La Habana)*.
- Seitz, L. B., Trajano, G. S. & Haff, G. G. (2014). The back squat and the power clean: elicitation of different degrees of potentiation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 643-649. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0358>
- Siahkouhian, M. & Hedayatneja, M. (2010). Correlations of anthropometric and body composition variables with the performance of young elite weightlifters. *Journal of Human Kinetics*, 25(1), 125-131. <https://doi.org/10.2478/v10078-010-0040-3>
- Singh, K., Krishnan, A., Sharma, D. & Guru, C. S. (2019). Body composition in selective groups of elite indian sportsmen: a comparative study. *Indian J Physiol Pharmacol*, 63(4), 303-308.
- Siri W. E., Brozek J., Henschel A. (1961). Techniques for measuring body composition. 223-224. National Academy of Sciences.
- Solberg, P. A., Hopkins, W. G., Paulsen, G. & Haugen, T. A. (2019). Peak age and performance progression in world-class weightlifting and powerlifting athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(10), 1357-1363. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0093>
- Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M. & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 88-96. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0102>
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J. O. N., Cardinale, M. & Newton, R. U. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37(6), 1037-43.
- Storey, A. & Smith, H. K. (2012). Unique aspects of competitive weightlifting. *Sports Medicine*, 42(9), 769-790. <https://doi.org/10.1007/BF03262294>
- Szulc, P., Munoz, F., Duboeuf, F., Marchand, F. & Delmas, P. D. (2006). Low width of tubular bones is associated with increased risk of fragility fracture in elderly men—the MINOS study. *Bone*, 38(4), 595-602. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.09.004>
- Tønnessen, E., Svendsen, I. S., Olsen, I. C., Guttormsen, A. & Haugen, T. (2015). Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PloS one*, 10(6), e0129014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129014>
- Vidal Pérez, D., Martínez-Sanz, J. M., Ferriz-Valero, A., Gómez-Vicente, V. & Ausó, E. (2021). Relationship of limb lengths and body composition to lifting in weightlifting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 756. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020756>

- Vieitez, J. F. & Aguilera, R. R. (2001). Estimación de la masa muscular por diferentes ecuaciones antropométricas en levantadores de pesas de alto nivel. *Archivos de Medicina del Deporte*, 18(86), 585-591.
- Villa, J. G., De Paz, J. A. y González-Gallego, J. (1992). Bases para la evaluación de la condición física y la preparación deportiva. *Libro Olímpico de Medicina Deportiva*, 23-34.
- Westcott, W. (1991). Safe and sane strength training for teenagers. *Scholastic Coach*, 61(3), 42-44.
- Withers, R. T., Craig, N. P., Bourdon, P. C. & Norton, K. I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(2), 191-200. <https://doi.org/10.1007/BF00640643>
- Zaras, N., Stasinaki, A. N., Spiliopoulou, P., Hadjicharalambous, M. & Terzis, G. (2020). Lean body mass, muscle architecture, and performance in well-trained female weightlifters. *Sports*, 8(5), 67. <https://doi.org/10.3390/sports8050067>