

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Curso: 2020-2021

**RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y EL SALTO
VERTICAL**

AUTOR: Imanol Morante Sainz

DIRECTOR: Jordan Santos Concejero

Fecha, 20 de mayo de 2021

Índice

Resumen.....	3
Introducción	4
Deporte y Rendimiento	4
El Salto Vertical	4
La Composición Corporal	5
Relación entre el Salto Vertical y la Composición Corporal	6
Metodología	9
Participantes	9
Procedimientos	9
Salto Vertical (Countermovement Jump).....	10
Antropometría.....	10
Análisis Estadístico	13
Resultados	14
Discusión.....	17
Conclusiones	19
Aplicación Práctica	20
Agradecimientos	20
Referencias.....	21

Resumen

El objetivo de este estudio era analizar la relación entre las variables antropométricas y el salto vertical en participantes con experiencia en el entrenamiento de fuerza y a su vez comparar estas variables tras una intervención de ese mismo tipo de entrenamiento. Los 27 participantes (edad = 25.4 ± 4.8 años; peso corporal = 76.2 ± 7.7 kg; altura = 176 ± 6.5 cm; porcentaje de grasa = 10.6 ± 2.1) realizaron un test de salto vertical con contra-movimiento (CMJ) del que se obtuvo la altura máxima utilizando las células fotoeléctricas de Optojump. Las variables antropométricas se midieron siguiendo el protocolo ISAK. Estas mediciones se tomaron tanto antes como después de la intervención del entrenamiento de fuerza. La intervención consistió en realizar dos entrenamientos de pesas del miembro inferior a la semana en los que debían de realizar 4 series de 12 repeticiones al fallo de un ejercicio en concreto y tuvo una duración de 6 semanas. Los resultados del estudio muestran que se encontraron correlaciones significativas inversas entre el CMJ y los sumatorios de pliegues tanto en el pretest ($r = -.439$; $p < 0.05$) como en el postest ($r = -.502$; $p < 0.01$). A su vez, después de la intervención se encontraron correlaciones significativas positivas entre el salto vertical y el porcentaje de masa muscular ($r = .447$; $p < 0.05$). Por otro lado, tanto el CMJ, el porcentaje de masa muscular y el sumatorio de pliegues mejoraron tras la intervención, siendo únicamente significativo el sumatorio de pliegues ($p = 0.015$). En conclusión, en participantes con experiencia en el entrenamiento de fuerza existe una correlación inversa entre el salto vertical y el sumatorio de pliegues y también una correlación positiva entre el salto vertical y el porcentaje de masa muscular.

Palabras clave: composición corporal, porcentaje de grasa, masa muscular, entrenamiento de fuerza, countermovement jump, correlación, pliegues

Introducción

Deporte y Rendimiento

El deporte de alto nivel es un movimiento que no para de crecer. Es por ello que en las últimas décadas el estudio y el análisis del rendimiento deportivo han incrementado de manera significativa (Sánchez, 2006). Los estudios biológicos, fisiológicos y psicológicos tratan de especificar cuáles son los factores determinantes de cada deporte y modalidad para así conseguir mejorar el rendimiento de los deportistas de alto nivel. Es por ello que hoy en día podemos encontrar diferentes métodos para medir el rendimiento deportivo. Dentro de estos métodos podemos encontrar tanto tesis para analizar las capacidades físicas del deportista (fuerza y la resistencia), como protocolos para medir la composición corporal del atleta.

El Salto Vertical

Entre los diferentes tesis para medir las capacidades físicas de los deportistas podemos encontrar los saltos. El salto es un movimiento complejo que requiere coordinación y fuerza de los miembros inferiores. Por esta razón el salto ha sido utilizado para medir la capacidad de fuerza explosiva del miembro inferior, una de las cualidades físicas más determinantes en el rendimiento deportivo de muchos deportes. Por otra parte, existen numerosos tipos de saltos que han demostrado ser fiables para medir el rendimiento como: el salto vertical sargento, el salto horizontal de pie, el triple salto de pie y el salto vertical Abalakov. Aparte de los ya mencionados, los saltos que más se han utilizado en los últimos años han sido el *Squat Jump* (SJ) y el *Countermovement Jump* (CMJ) ya que ambos saltos se centran únicamente en la contribución de la fuerza por parte de las piernas (Markovic et al., 2004). En el SJ el movimiento parte de una posición isométrica mantenida por lo que mide la fuerza explosiva, mientras que el CMJ cuenta con una rápida fase excéntrica seguida por una fase concéntrica (ciclo de estiramiento acortamiento, CEA) lo que permite analizar la fuerza elástico-explosiva (Markovic et al., 2004).

En ese mismo estudio, los autores encontraron que entre todos los saltos mencionados el SJ y el CMJ son los saltos que mayor fiabilidad demostraron a la hora de medir la capacidad de las piernas para generar fuerza explosiva, con un coeficiente de Cronbach de 0.97 y 0.98 respectivamente. A su vez, el SJ y el CMJ fueron los saltos que obtuvieron mayor correlación entre pruebas e intraprueba. Por otro lado, el CMJ obtuvo una variación muy baja entre participantes y muy buena correlación con el SJ ($r = .89$), concluyendo que el SJ y el CMJ son los saltos más fiables para estimar las características explosivas de los miembros inferiores en hombres activos (Markovic et al., 2004).

En el estudio realizado por Nuzzo et al. (2008) buscaron la relación entre el salto vertical y el rendimiento deportivo mediante tesis de fuerza multiarticulares isométricos y dinámicos. Dichos autores concluyeron que los tesis de fuerza expresados en relación al peso (N/kg) se correlacionaron de manera significativa y fuerte con el CMJ. Por otro lado, en el trabajo de Barnes et al. (2007) se encontraron correlaciones positivas entre el CMJ y el *Change of Direction Ability* (COD) en atletas de voleibol. Otro estudio similar al anterior fue realizado por Bridgeman et al. (2018) que analizó las relaciones entre el CMJ y la fuerza. En este trabajo los investigadores encontraron que la altura del CMJ se correlacionaba de forma positiva y fuerte con la fuerza excéntrica absoluta ($r = .74, p < 0.001$) y relativa ($r = .79, p < 0.001$) de una sentadilla en participantes con experiencia en el entrenamiento de fuerza.

Es preciso señalar que otros trabajos han estudiado la relación entre el CMJ y el esprint. En el artículo de Boraczyński et al. (2020) encontraron que el CMJ se correlaciona de manera fuerte e inversa con el rendimiento de esprint de 30 metros ($r = -.744, p < 0.001$) y de forma positiva con la fuerza máxima isométrica voluntaria normalizada ($r = .702, p < 0.001$) en los jugadores de fútbol profesionales. Los autores concluyeron que los jugadores con mayor fuerza en el miembro inferior fueron capaces de saltar más y correr más rápido (Boraczyński et al., 2020). Esto coincide con lo que encontraron López-Segovia et al. (2011) en su estudio realizado con futbolistas menores de 21 años en el que el CMJ se correlacionó con el tiempo de esprint a los 20 y 30 metros ($r = -.54$ y $-.55, p < 0.05$). De la misma manera, en la investigación de Silvestre et al. (2006) se encontraron correlaciones entre el porcentaje de masa grasa y peso magro y el rendimiento en sprint.

Siguiendo por la misma línea de investigación, Vescovi y McGuigan (2008) encontraron correlaciones fuertes y significativas entre el CMJ y los sprints de distintas distancias ($r = -.658$ a $-.788$) y los tesis de agilidad ($r = -.551$ a $-.698$) en un grupo de mujeres atletas universitarias. Esto coincide con lo encontrado por Alemdaroğlu (2012) en jugadores de baloncesto profesionales en los que el CMJ estaba relacionado con el esprint de 30 metros ($r = -.619, p < 0.05$) y el test T de agilidad ($r = -.594, p < 0.05$).

La Composición Corporal

La composición corporal es una variable importante a la hora de medir la salud y el rendimiento. En el caso del rendimiento, dicha variable tiene una gran relevancia en deportes en los que el peso es esencial como pueden ser: deportes con categorías de peso, deportes gravitacionales y deportes de estética (Ackland et al., 2012). Sin embargo, una cantidad de masa grasa es esencial para una buena salud, mientras que el exceso de grasa puede suponer un lastre en términos biomecánicos y por ello empeorar el rendimiento. Por otro lado, dentro

de la composición corporal también podemos encontrar otros parámetros, como por ejemplo, el tejido magro, que consta de la masa muscular y la masa ósea (Ackland et al., 2012). Cabe destacar, que la sección de área transversal de un músculo está relacionada con la capacidad de generar fuerza y potencia (Moss et al., 1997).

Dentro de la composición corporal existen distintos tipos de modelos dependiendo del número de componentes que se miden. Estos pueden ser el modelo de 2 componentes (masa grasa y masa magra), el modelo de 3 componentes (masa grasa, masa ósea y masa magra) o el modelo de 4 componentes (masa grasa, masa ósea, masa muscular y masa residual) (Ackland et al., 2012; Norton et al., 1996).

Según la revisión de Ackland et al. (2012) existen diversos métodos para calcular la composición corporal que se pueden dividir en directos o indirectos y a su vez, de laboratorio o de campo. Entre los procedimientos más comunes podemos encontrar los siguientes: DXA (*Dual Energy X-Ray Absorptiometry*), densitometría (pesaje bajo el agua o plestimografía), hidrometría, ultrasonidos, escaneo fotónico 3D, antropometría, impedancia bioeléctrica (BIA) e índice de masa corporal (IMC). De la misma manera, los autores destacan la importancia de seguir un protocolo y una serie de condiciones antes de realizar cualquier tipo de medición, por ejemplo: estar en ayunas, no hacer ejercicio las 12-24 horas anteriores, hidratarse de forma normal y no consumir ni alcohol ni diuréticos.

Entre los métodos ya mencionados la antropometría es uno de los más utilizados a la hora de analizar la composición corporal porque es una técnica no invasiva, poco costosa, portátil y aplicable para todo el mundo. Dicha técnica se encuentra dentro de la cineantropometría que es el estudio del tamaño, la forma, la ejecución del movimiento, la estructura, la composición y la proporcionalidad del cuerpo humano que tiene como objetivo comprender el estado nutricional y de salud, además de la evolución del crecimiento y predecir el rendimiento (Martínez y Urdampilleta, 2012; Norton et al., 1996).

Relación entre el Salto Vertical y la Composición Corporal

Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar que los métodos para medir el rendimiento son muy diversos y además, algunos de ellos podrían estar relacionados entre sí; como puede ser el caso del salto vertical y la composición corporal. En los últimos años se han publicado diversos artículos que analizan la relación entre el salto vertical y las variables antropométricas.

Para empezar, en el estudio de Copic et al. (2014) trataron de buscar predictores del salto vertical entre las variables antropométricas y la fuerza muscular utilizando el CMJ. A su vez, diferenciaron a jugadoras de élite de voleibol y mujeres no atletas, pero físicamente

activas. Los resultados del estudio mostraron que tanto el porcentaje de grasa como el porcentaje de músculo estaban relacionados significativamente con el salto vertical y que esta relación era mayor en las mujeres físicamente activas ($r = .65$ a $.76$, $p < 0.01$) que en las jugadoras de voleibol de ($r = .37$ a $.42$, $p < 0.05$). El porcentaje de masa grasa se relacionó de forma negativa y el porcentaje de masa muscular de forma positiva, es decir, a mayor porcentaje grasa menor salto y a mayor porcentaje de masa muscular mayor salto. Del mismo modo, la relación entre el salto vertical y las variables de fuerza muscular fueron mayormente significativas ($r = .23$ a $.68$) y similares en ambos grupos. Es por ello que los autores concluyen que las variables antropométricas podrían ser predictores válidos del salto vertical y que podrían ser unos predictores muy fuertes en casos de personas físicamente activas (Copic et al., 2014).

Siguiendo por la misma línea Silvestre et al. (2006) estudiaron la relación entre las variables antropométricas y el rendimiento físico en futbolistas. Dentro del rendimiento físico analizaron entre otros el salto vertical mediante un CMJ. Los autores encontraron relaciones significativas entre el salto vertical y el peso corporal ($r = -.483$, $p < 0.05$), el IMC ($r = -.405$, $p < 0.05$), masa grasa y porcentaje grasa ($r = .54$ y $-.58$ respectivamente, $p < 0.01$) y el porcentaje de peso magro ($r = .548$, $p < 0.01$).

Por otra parte, en el estudio de Bilsborough et al. (2015) analizaron a jugadores de fútbol australiano de distintas categorías e hicieron una comparación entre la antropometría, el nivel de fuerza del cuerpo superior y la potencia del miembro inferior. En esta investigación se encontró que el peso magro tanto del cuerpo entero como el regional se correlacionó con mayor rendimiento en el “bench press” (cuerpo entero: $r = .43$, brazos: $r = .64$), “bench pull” (cuerpo entero: $r = .58$, brazos: $r = .73$) y en el CMJ (cuerpo entero: $r = .33$, piernas: $r = .55$).

Caia et al. (2016) realizaron un estudio con alumnos universitarios, tanto hombres como mujeres, para determinar si las dimensiones del miembro inferior y la composición corporal eran capaces de explicar la capacidad el salto vertical. En ese trabajo los resultados mostraron que el porcentaje de grasa era la variable que mejor correlacionaba con el CMJ ($r = -.76$, $p < 0.001$), siendo está una correlación alta y negativa. A su vez, el porcentaje grasa explicó el 57% de la variabilidad del CMJ y junto al sexo y el peso total el 66%. Esto se debe a que en ese estudio el peso se correlacionó de manera moderada con el CMJ ($r = .44$).

Asimismo, en el estudio realizado por Aouadi et al. (2012) con jugadores de élite de voleibol la longitud de las piernas ($r = .83$, $p < 0.001$), el ratio de longitud piernas/estatura ($r = .65$, $p < 0.001$) y el ratio de estatura sentado/de pie ($r = -.66$, $p < 0.001$) se correlacionaron

positivamente con el CMJ. Del mismo modo, se encontró una relación lineal y positiva entre la longitud de las piernas y el CMJ ($r^2 = 0.69$). Estos autores no encontraron relación entre el CMJ y el peso, ni la altura, ni el índice de masa corporal.

Por otra parte, en el trabajo de MacDonald et al. (2013) se analizó la influencia de la composición corporal en distintos tipos de saltos. Para ello en el estudio participaron atletas universitarias de distintas modalidades (fútbol, voleibol y danza). Los resultados muestran que el porcentaje graso se relacionó significativamente con el rendimiento de los tres tipos de saltos: SJ ($r = -.58$), CMJ ($r = -.64$) y DJ ($r = -.58$). Asimismo, los autores encontraron que el CMJ y DJ se correlacionaron más y de forma más significativa con el voleibol y el SJ con el fútbol y la danza. Esto puede deberse a que el tipo de contracción que se da en cada una de las disciplinas mencionadas afecta al rendimiento del salto vertical; en el caso del voleibol el ciclo de estiramiento-acortamiento tiene un componente muy importante y por ello el CMJ se relaciona mejor

Moncef et al. (2012) analizaron la influencia de las características morfológicas en el rendimiento físico y fisiológico de jugadores de balonmano de élite. Los resultados del trabajo mostraron una relación negativa entre el peso y el CMJ y el salto vertical ($r = -.35$, $p < 0.05$ en ambos casos). A su vez, los autores encontraron que el salto vertical se correlacionó con la masa grasa ($r = -.56$, $p < 0.001$) mientras que el CMJ no.

De forma similar, en el estudio realizado por Stojanović et al. (2020) en adolescentes buscaron la relación entre la composición corporal y el rendimiento del salto vertical, midiendo tanto el CMJ como el SJ. Los resultados obtenidos fueron que el SJ se correlacionó de forma negativa con la suma de cinco pliegues ($r = -.61$) y de forma positiva con el porcentaje de músculo ($r = .51$). Del mismo modo, el CMJ se correlacionó de forma negativa con la suma de pliegues ($r = -.58$) y positivamente con el porcentaje de masa muscular ($r = .53$). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Pérez et al. (2015) en jóvenes futbolistas, donde el CMJ se correlacionó de manera significativa y negativa con el porcentaje de grasa ($r = -.334$, $p < 0.01$) y positivamente con el peso magro ($r = .368$, $p < 0.01$).

En resumen, el CMJ y la antropometría son herramientas válidas para medir el rendimiento y podrían estar relacionadas entre sí. El salto es un movimiento en contra de la gravedad por lo que se puede hipotetizar que a mayor masa grasa menor va a ser el rendimiento en el salto. Igualmente, dada la importancia de la masa muscular a la hora de generar fuerza y sabiendo que a mayor área de sección transversal del músculo mayor

capacidad para generar fuerza y potencia se podría hipotetizar que más masa muscular llevaría a un mejor rendimiento en el salto vertical.

Es por eso que las hipótesis de este estudio son las siguientes:

1. El salto vertical podría estar relacionado de forma inversa con el porcentaje de grasa y el sumatorio de pliegues cutáneos.
2. El salto vertical podría estar relacionado de forma positiva con el porcentaje de masa muscular.

Por todo lo mencionado anteriormente, el objetivo de este estudio es analizar la relación entre las variables antropométricas y el salto vertical mediante el CMJ.

Metodología

Participantes

En este estudio participaron 34 hombres sanos con al menos dos años de experiencia en el entrenamiento de fuerza. Los participantes tuvieron que cumplir los siguientes criterios de inclusión: 1) hombres de 18 a 40 años; 2) no tener ninguna lesión músculo esquelética; 3) experiencia en el entrenamiento de fuerza descrita como entrenar al menos 2 veces a la semana durante 2 años. Durante el estudio, 4 participantes abandonaron la investigación al haber testado positivo en el virus SARS-COV2 y otros 3 participantes abandonaron la intervención por razones personales no relacionadas con el estudio. Por lo tanto, un total de 27 participantes completaron el estudio (edad = 25.4 ± 4.8 años; peso corporal = 76.3 ± 7.7 ; altura = 176 ± 6.5 cm; porcentaje de masa grasa = 10.6 ± 2.1 ; porcentaje de peso libre de grasa/ peso magro = 89.4 ± 2.1). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado tras explicarles el protocolo de los tests, los posibles riesgos asociados y el derecho a abandonar el estudio por voluntad propia. El estudio fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional de la Universidad del País Vasco, España (ref. 118/2019) y todos los procedimientos se ajustaban a la declaración de Helsinki (2013).

Procedimientos

Para comenzar, el primer día los participantes fueron aleatoriamente separados en dos grupos. La intervención tuvo una duración de 6 semanas en las que los participantes tuvieron que realizar dos entrenamientos de pesas del miembro inferior a la semana dirigidos al aumento de la masa muscular en los que debían de realizar 4 series de 12 repeticiones al fallo de un ejercicio en concreto. Las mediciones se llevaron a cabo 2 días antes de comenzar el programa de entrenamiento y 3-4 días tras finalizar. Las sesiones de medición duraron 45 minutos y se concertaron de tal manera que todos cumplieran el rango de horas anteriormente mencionado.

Salto Vertical (Countermovement Jump)

Para medir el rendimiento del salto vertical los participantes realizaron 3 saltos con contra movimiento (CMJ) antes y después del periodo de intervención. Los participantes realizaron un calentamiento estandarizado que consistía en pedalear de forma aeróbica ligera en una bicicleta, ejercicios de calentamiento activo y sentadillas con auto carga. Tras realizar el calentamiento se les explico a los participantes como ejecutar un buen CMJ. Tras dos saltos de prueba y 3 minutos de descanso, los participantes realizaron 3 saltos que fueron medidos con las células fotoeléctricas de Optojump (Microgate, Bolzano, Italia). Dichas células consistían en dos barras paralelas (una unidad trasmisora y una receptora, cada una medía 100 x 4 x 3 cm) que fueron colocadas aproximadamente a un metro de distancia y de forma paralela. El dispositivo fue calibrado siguiendo las instrucciones del fabricante. Para el análisis de los datos se utilizó el mejor de los 3 saltos.

Antropometría

En este estudio se realizó una antropometría completa para luego poder analizarla siguiendo las directrices de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) en las cuales describen los pasos a seguir, los puntos de referencia, así como distintas medidas y técnicas para una correcta medición.

Dos días antes de empezar y 3-4 días tras finalizar la semana 6 de la intervención la composición corporal fue medida utilizando métodos antropométricos. El estudio antropométrico comienza con la determinación de la masa corporal en una báscula calibrada (kg; báscula Seca 899, Seca, Alemania) y la estatura (cm; tallímetro Charder HM200P, Charder Electronic Co, Taiwan), a partir de los cuales se calculó el índice de masa corporal (IMC) o BMI (del inglés Body Mass Index, kg/m^2), además se midieron los siguientes parámetros:

Pliegues Cutáneos. Para medir los pliegues cutáneos se utilizó un plicómetro (Harpenden 1, Baly International, West Sussex, Reino Unido) y se tomaron 8 medidas (en mm): tricipital, bicipital, subescapular, supra espinal, supra ilíaco, abdominal, pierna medial y pantorrilla. Todos los pliegues cutáneos fueron medidos por el mismo investigador y se hicieron 3 veces para hacer la media de cada uno de los puntos.

Diámetros Óseos. Para medir los diámetros óseos se utilizó un calibre (Holtain Bycondyler, Holtain, Reino Unido) y los diámetros que se midieron (en mm) fueron los siguientes: biestiloideo de la muñeca, biepicondilar del húmero y bicondilar de fémur.

Perímetros. Los perímetros se midieron (en cm) con una cinta métrica (Seca 201, Seca, Alemania) y fueron los siguientes: brazo relajado, brazo en flexión máxima, cintura, cadera y pierna máxima.

Algunas de estas variables se utilizaron para calcular la composición corporal (porcentajes de masa grasa, ósea y muscular), la cual se realizó utilizando el modelo de cuatro componentes propuesto por De Rose y Guimarães (1980), en el cual se considera que el peso corporal se puede dividir en: peso graso, óseo, muscular y residual.

Masa Grasa. Para medir la masa grasa y el porcentaje se utilizaron las ecuaciones de Yuhasz para población masculina que consisten en un modelo bicompartimental (Yuhasz, 1974).

$$\begin{aligned} \text{Masa grasa (kg)} &= (\text{masa corporal (kg)} \cdot \% \text{ Grasa}) \cdot 100^{-1} \\ \% \text{ Grasa} &= 5.783 + (0.153 \cdot \Sigma 4 \text{ pliegues cutáneos}^*) \end{aligned}$$

*Tricipital, supra espinal, abdominal y subescapular.

Masa Ósea. Para calcular la masa ósea se utilizaron las ecuaciones de Von Döbeln (1956), modificadas por Rocha (1975).

$$\begin{aligned} \text{Masa ósea (kg)} &= 3.02 \cdot ((\text{estatura}^2 \text{ (m)}) \cdot \text{diámetro biestiloideo de muñeca (m)} \cdot \text{diámetro} \\ &\quad \text{biepicondilar de fémur (m)} \cdot 400)^{0.712} \end{aligned}$$

Masa Residual. Para calcular la masa residual se utilizaron de las ecuaciones de Würch (1974).

$$\text{Peso residual (kg)} = \text{peso total (kg)} \cdot 0.241$$

Masa Muscular. Para calcular la masa muscular se utilizó el método de Matiegka (1921).

$$\text{Peso muscular (kg)} = \text{peso total} - (\text{masa grasa} + \text{masa ósea} + \text{masa residual})$$

Somatotipo. El somatotipo es un concepto que fue inicialmente propuesto por Sheldon (1940) y modificado posteriormente por Heath-Carter (1967). Este último propone que existen tres componentes primarios en el cuerpo humano que están presentes en todas las personas en mayor o menor medida. Así, el somatotipo cuantifica el peso de estos tres componentes, denominados endomorfia, mesomorfia y ectomorfia. Según el predominio de

cada uno de estos componentes las personas podrían clasificarse en uno de los siguientes grupos:

- Endomorfo: Predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Bajo peso específico, flacidez y formas redondeadas.
- Mesomorfo: Predominio de huesos, músculo y tejido conjuntivo. Mayor peso específico que los endomorfos por presentar mayor masa musculo esquelética.
- Ectomorfo: Predominio de las formas longitudinales sobre las transversales. Gran superficie en relación a su masa corporal.

Sheldon et al. (1940) sugerían que el somatotipo dependía de la carga genética del individuo y no era modificable por factores exógenos como la actividad física, nutrición o factores ambientales. No obstante, a día de hoy el método más aceptado y utilizado para el estudio del somatotipo se llama método antropométrico de Heath-Carter diseñado por Carter y Heath (1990). Este método se define como la descripción numérica de la configuración morfológica de un sujeto en el momento del estudio. Así, a diferencia de los autores ya mencionados, se considera que además de la carga genética, hay otros factores influyen en la determinación de la morfología (Carter y Heath, 1990). Es por ello que para este estudio se utilizaron las ecuaciones que propone el método de Heath-Carter para calcular los tres componentes:

- Endomorfia (refleja la adiposidad relativa, hace referencia a formas corporales redondeadas)

$$\text{Endomorfia} = (-0.7182) + (0.1451X) - (0.00068X^2) + (0.0000014X^3)$$

X= (pl. tricipital + pl. subescapular + pl. supraespinal) · (170.18 · estatura⁻¹) pliegues (mm), estatura (cm)

- Mesomorfia (refleja el desarrollo o robustez del sistema músculo esquelético)

$$\text{Mesomorfia} = (0.858 \cdot \text{diámetro de húmero}) + (0.601 \cdot \text{diámetro de fémur}) + (0.188 \cdot \text{perímetro de brazo corregido}) + (0.161 \cdot \text{perímetro de pierna corregida}) (\text{estatura} \cdot 0.131) + 4.5$$

*Perímetros corregidos por el pliegue cutáneo (cm). Se obtienen restando del valor de cada perímetro en centímetros, el valor de su pliegue cutáneo correspondiente en milímetros dividido por 10. Estura (cm), diámetros (cm)

- Ectomorfia (refleja la linealidad relativa o delgadez que hace referencia a formas corporales débiles y alargadas)

$$\text{Índice ponderal (IP)} = \text{estatura} \cdot \text{peso}^{-1/3}$$

$$\text{IP} \geq 40.75 \quad \text{Ectomorfia} = 0.732 \cdot \text{IP} - 28.58$$

$$\text{IP} < 40.75 > 38.28 \quad \text{Ectomorfia} = 0.463 \cdot \text{IP} - 17.63$$

$$\text{IP} \leq 38.28 \quad \text{Ectomorfia (valor mínimo)} = 0.1$$

Posición en la Somatocarta. Es la representación de la posición gráfica en 2 dimensiones del somatotipo que se puede observar en la Figura 1.

Posición en el Eje de Abscisas

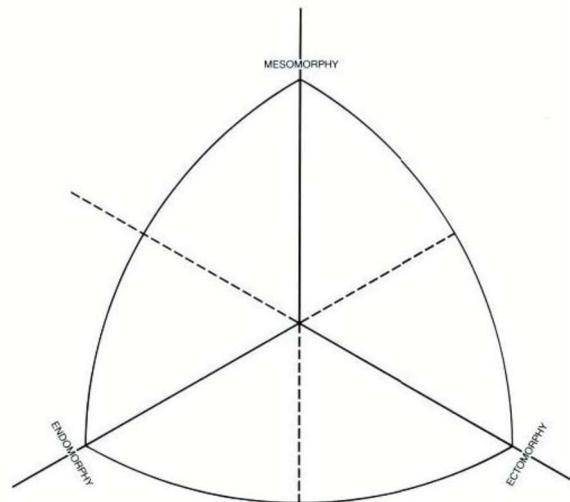
$$X = \text{ectomorfia} - \text{endomorfia}$$

Posición en el Eje de Ordenadas

$$Y = 2 \cdot \text{mesomorfia} - (\text{ectomorfia} + \text{endomorfia})$$

Figura 1

Representación gráfica de la somatocarta y tipos morfológicos



Nota. Adaptado de *Somatotyping: development and applications*, por Carter y Heath, 1990, Cambridge University Press.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico los datos se volcaron al software IBM SPSS Statistics 25 (SPSS, Chicago, Illinois, EEUU). Los resultados obtenidos se presentaran como media y desviación estándar. Para determinar la normalidad de los valores antropométricos y del salto vertical ($p < 0.05$) se utilizó el test Kolmogórov-Smirnov. A su vez, se utilizó el test de

Pearson para analizar las correlaciones (r) entre las variables antropométricas y el salto vertical tanto antes de la intervención (pretest) como después (postest).

Para finalizar, se realizó una prueba T Student de muestras emparejadas para buscar diferencias entre el pretest y el postest de algunos parámetros antropométricos y el salto vertical, con el objetivo de ver si el entrenamiento de fuerza había conseguido generar cambios en esos parámetros.

Resultados

La Tabla 1 muestra los datos antropométricos descriptivos y el salto vertical de los participantes antes de la intervención del entrenamiento de fuerza. En esta tabla se pueden observar los valores medios, la desviación estándar y el mínimo y máximo de las diferentes variables medidas.

Tabla 1

Datos antropométricos descriptivos y CMJ de los participantes antes de la intervención

Variables	Media \pm SD	Mínimo	Máximo
Peso (kg)	76.3 \pm 7.7	61.2	89.6
Altura (cm)	176.6 \pm 6.5	161	190
IMC (kg/m ²)	24.5 \pm 2.3	20.1	29.2
Σ 8 Pl (mm)	92.0 \pm 27.9	50.1	145
% Grasa	10.6 \pm 2.1	7.4	14.1
% Musculo	47.8 \pm 2.2	43	51.8
% Óseo	17.5 \pm 1.9	14.7	21
Endomorfia	3.2 \pm 1	1.7	5.8
Mesomorfia	6.6 \pm 1.4	3.5	9.9
Ectomorfia	2.0 \pm 1	0.4	4.5
CMJ (cm)	36.3 \pm 5.1	26.6	45.9

Nota. SD = desviación estándar; IMC = índice de masa corporal; Σ 8 Pl = sumatorio de 8 pliegues; CMJ = countermovement jump

En resumen podríamos decir que se trata de un grupo de participantes con una altura media de 177 cm y un peso medio de 76 kg. En cuanto al índice de masa corporal, los participantes se encuentran en la zona alta del rango normal (18.5-24.9 kg/m²) siendo este valor de 24.5 kg/m². El porcentaje de grasa medio es de 10.6 y el porcentaje de músculo de 48%, por lo que podemos decir que son participantes con una buena masa muscular y un

porcentaje graso bajo. Esto se puede confirmar con el dato de mesomorfia que refleja el desarrollo del sistema músculo esquelético y es de 6.6 que es un grado alto (de 5.5 a 7).

Por otro lado, aun tratándose de hombres de un rango concreto de edad y con cierta experiencia en el entrenamiento de fuerza, si miramos a la desviación estándar y a los valores mínimos y máximos podemos ver que se trata de una muestra muy heterogénea. Entre los valores que más llaman la atención se encuentran el peso que varía de 61 a 90 kg, la altura que varía de 161 a 190 cm, el sumatorio de 8 pliegues que varía de 50 a 145 mm y por último el CMJ que varía de 26.6 a 45.9 cm.

Como se puede observar en la Tabla 2 antes de la intervención o pretest se encontraron correlaciones significativas ($p < 0.05$) entre el CMJ y el sumatorio de 6 y 8 pliegues ($r = -.420$ y $-.439$ respectivamente) y el porcentaje de grasa ($r = -.424$). Asimismo, se encontró una correlación significativa ($p < 0.01$) entre la endomorfia y el salto vertical. Esto puede deberse a que la endomorfia está relacionada de manera directa con la adiposidad relativa y hace referencia a formas corporales redondeadas debido a que no solo tienen cuenta los pliegues cutáneos sino también la altura del sujeto. Por otro lado, no se han encontrado correlaciones significativas entre el CMJ y el porcentaje muscular ni el porcentaje óseo ($r = .303$ y $.126$ respectivamente).

Tabla 2

Correlaciones entre las variables antropométricas y el CMJ antes de la intervención

		Endo	Σ6 Pl	Σ8 Pl	grasa	músculo	óseo
CMJ	<i>r</i>	-.503**	-.420*	-.439*	-.424*	.303	.126
	<i>p</i>	0.007	0.029	0.022	0.027	0.124	0.530

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Nota. *r* = coeficiente de correlación de Pearson; *p* = nivel de significancia; CMJ = countermovement jump; Endo = endomorfia; Σ6 Pl = sumatorio de 6 pliegues; Σ8 Pl = sumatorio de 8 pliegues; grasa = porcentaje de masa grasa; músculo = porcentaje de masa muscular; óseo = porcentaje de masa ósea

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las correlaciones de las mismas variables de la Tabla 2 pero después de la intervención o postest. En este caso, se encontraron correlaciones significativas ($p < 0.01$) entre el CMJ y la endomorfia ($r = -.521$), el sumatorio de 6 y 8 pliegues ($r = -.490$ y $-.502$) y el porcentaje de grasa ($r = -.490$). A su vez, se ha

encontrado una correlación significativa ($p < 0.05$) entre el salto vertical y el porcentaje de masa muscular ($r = .447$). Por otra parte, al comparar la Tabla 2 y la Tabla 3 encontramos que en el postest las correlaciones entre las variables han sido más fuertes y que algunas de ellas han pasado a ser significativas a un nivel mayor (de $p < 0.05$ a $p < 0.01$). Asimismo, el porcentaje de masa muscular ha pasado a tener una relación significativa en el postest ($r = .447$; $p < 0.05$)

Tabla 3

Correlaciones entre las variables antropométricas y el CMJ después de la intervención

		Endo	Σ6 Pl	Σ8 Pl	grasa	músculo	óseo
CMJ	<i>r</i>	-.521**	-.490**	-.502**	-.490**	.447*	.059
	<i>p</i>	0.005	0.009	0.008	0.009	0.019	0.770

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Nota. *r* = coeficiente de correlación de Pearson; *p* = nivel de significancia; CMJ = countermovement jump; Endo = endomorfia; Σ6 Pl = sumatorio de 6 pliegues; Σ8 Pl = sumatorio de 8 pliegues; grasa = porcentaje de masa grasa; músculo = porcentaje de masa muscular; óseo = porcentaje de masa ósea

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en la prueba T Student de muestras emparejadas que se ha utilizado para comparar las medias del sumatorio de pliegues, salto vertical y porcentaje de masa muscular, antes y después de la intervención. El sumatorio de pliegues ha sido la única variable que ha mostrado una diferencia significativa entre el pretest y el postest de la intervención ($p = 0.015$) siendo la diferencia media de 4.97 ± 9.9 por lo que se puede decir que los participantes han perdido grasa de manera significativa durante la intervención. A su vez, aun no siendo significativo el CMJ y el porcentaje muscular han aumentado tras la intervención.

Tabla 4

Comparación del sumatorio de pliegues, CMJ y porcentaje de masa muscular antes y después de la intervención

	Media \pm SD	SEM	IC		t	<i>p</i>
			Inferior	Superior		
Σ8 Plpre - Σ8 Plpost	4.97 ± 9.9	1.9	1.04	8.91	2.6	0.015

CMJpre - CMJpost	-0.74 ± 1.9	0.37	-1.49	0.013	-2.02	0.054
muscpre - muscpost	-0.33 ± 1.3	0.25	-0.85	0.19	-1.32	0.199

Nota. SD = desviación estándar; SEM = error estándar de la media; IC = intervalo de confianza; p = nivel de significancia; $\Sigma 8$ Pl = sumatorio de 8 pliegues; CMJ = countermovement jump; musc = porcentaje de masa muscular

Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre las distintas variables antropométricas y el salto vertical mediante el CMJ. En principio, se esperaba que el CMJ se correlacionara de forma negativa con el porcentaje de masa grasa y sumatorio de pliegues y de manera positiva con el porcentaje de masa muscular.

En primer lugar, cabe destacar que los resultados del presente estudio muestran que existe una correlación negativa entre el salto vertical y el sumatorio de 8 pliegues cutáneos ($r = -.502$, $p < 0.01$) y una correlación positiva entre el salto vertical y el porcentaje de masa muscular ($r = .447$; $p < 0.05$). Esto coincide con el estudio de Copic et al. (2014) anteriormente comentado en el que los resultados mostraron que el porcentaje de grasa y el porcentaje de músculo estaban relacionados significativamente con el salto vertical tanto en mujeres físicamente activas como en jugadoras de voleibol. De manera análoga, en el estudio realizado por Pérez et al. (2015) y en el artículo escrito por Stojanović et al. (2020) se encontraron relaciones significativas negativas entre el CMJ y el porcentaje de masa grasa y correlaciones significativas positivas entre el CMJ y el porcentaje de masa muscular.

Asimismo, en el artículo de Alemdaroğlu (2012) realizado en jugadores profesionales de baloncesto también se encontró que el CMJ estaba correlacionado con el porcentaje de grasa ($r = -0.49$, $p < 0.05$).

Del mismo modo, en el estudio realizado por Caia et al. (2016) con alumnos universitarios se encontró que el porcentaje de masa grasa era la variable antropométrica que demostró mayor correlación con el CMJ. Esto coincide con el resultado obtenido en este trabajo en el cual el sumatorio de pliegues cutáneos es la variable que mejor se ha relacionado con el salto vertical ($r = -.502$, $p < 0.01$).

Siguiendo por la misma línea de investigación, MacDonald et al. (2013) encontraron que el porcentaje de masa grasa se relacionaba de manera significativa y negativa con el rendimiento en distintos saltos al igual que en el presente estudio.

Asimismo, en el trabajo de Bilsborough et al. (2015) encontraron una correlación entre la masa muscular de las piernas y la altura del CMJ en jugadores de fútbol australiano que coincide con lo observado en el presente estudio, en el cual el porcentaje de masa muscular se correlacionó con el salto vertical. Esto confirma en parte la segunda hipótesis de este trabajo ya que el salto vertical parece estar relacionado con la masa muscular y en concreto con la de las piernas.

De la misma manera, en el artículo de Silvestre et al. (2006) se encontraron relaciones significativas entre el salto vertical, el porcentaje de masa grasa y el porcentaje de masa muscular en futbolistas. Esto concuerda con lo encontrado en el presente estudio en el cual ambas variables están relacionadas con el CMJ, siendo el porcentaje de masa grasa la variable con mayor correlación. Por otro lado, dichos autores encontraron también relaciones entre el salto vertical, el peso corporal y el índice de masa corporal. A su vez, Moncef et al. (2012) encontraron una relación negativa entre el peso corporal el salto vertical y el CMJ. En cambio, en el presente estudio no se han encontrado correlaciones significativas entre el salto vertical y el peso corporal ($r = .040$, $p = .809$), ni el índice de masa corporal ($r = -.025$, $p = 0.9$). Además, los resultados obtenidos en el estudio de Aouadi et al. (2012) coinciden con los del presente estudio ya que en ambos no se han encontrado correlaciones significativas entre el salto vertical y el peso, altura e índice de masa corporal.

En el artículo de Moncef et al. (2012) se encontró que el salto vertical estaba relacionado con la masa grasa, pero no en cambio con el CMJ. Esto es algo extraño ya que los distintos tipos de salto vertical han demostrado estar altamente relacionados entre ellos (Markovic et al., 2004). Es cierto que Moncef et al. (2012) no especifican el tipo de salto vertical que hicieron los participantes por lo que se puede llegar a pensar que realizaron una clase de salto más específico para los jugadores de balonmano y que esa fue la razón por la que el salto vertical sí se correlacionó con la masa grasa.

Para finalizar, en el estudio de González-Ravé et al. (2011) podemos observar como el entrenamiento de fuerza mejora la composición corporal y el rendimiento de salto en las jugadoras de élite de voleibol. Esto quiere decir que la fuerza, la composición corporal y el rendimiento del salto vertical podrían estar relacionados entre sí. Como vemos en la Tabla 4 en el presente estudio tras el protocolo de intervención de entrenamiento de fuerza la

composición corporal y salto vertical mejoraron, aunque solo el sumatorio de pliegues ha mostrado un cambio significativo.

En este trabajo se pueden presentar varias limitaciones que son necesarias señalar y las cuales se deberían solventar para investigaciones futuras. Para empezar, la primera limitación de este trabajo es el uso del análisis de correlación. La correlación no implica causalidad, simplemente implica que dos variables están relacionadas de alguna manera. Es decir, en este caso, la relación inversa entre el CMJ y el sumatorio de pliegues no implica una relación causa efecto entre estas dos variables. Esto se podría solventar realizando un estudio en el que se interviniese sobre una de las variables y viendo como esto afecta a la otra. Un ejemplo de ello podría ser realizar un estudio para reducir la cantidad de masa grasa de los participantes y ver de qué manera afecta al rendimiento del CMJ.

La segunda limitación es que en la literatura científica se usa el porcentaje de masa grasa a la hora de determinar la composición corporal. En muchos de esos estudios se habla sobre el porcentaje de grasa y el problema reside en que no todos los estudios utilizan la misma fórmula a la hora de determinarlo, por lo que muchas veces es imposible realizar comparaciones de un estudio con otro. A su vez, cabe destacar que en la mayoría de los estudios utilizan los pliegues cutáneos para después mediante una fórmula (que varía dependiendo del estudio) estimar el porcentaje graso, pero luego solo muestran este último valor, en vez de mostrar el sumatorio también. Teniendo en cuenta lo anterior, el sumatorio de pliegues cutáneos podría ser una mejor alternativa al ser una simple suma y no necesitar ninguna fórmula para calcularlo. De esta manera facilitaría la comparación con otros estudios ya que en todos se estaría midiendo la variable de la misma manera. Por esa razón en este estudio se han medido distintas variables; tanto el sumatorio de 6 y 8 pliegues como el porcentaje de grasa calculado en este caso con la fórmula de Yuhasz (1974).

La tercera limitación fue el tamaño de la muestra y por ello, el poder estadístico de los resultados puede verse limitado. Se podría solventar realizando el estudio a un número de sujeto más grande para que los resultados llegaran a tener mayor fiabilidad.

Conclusiones

Como se puede observar en la mayoría de los estudios mencionados el porcentaje de grasa o masa grasa se correlaciona de forma significativa e inversa con el rendimiento (máxima altura obtenida) del salto vertical. Asimismo, en muchos de los trabajos el porcentaje de masa muscular se correlaciona de forma positiva con el salto vertical aunque en menor grado que el porcentaje de grasa. Esto coincide con lo que se ha encontrado en el presente estudio y es algo que se podía esperar porque el salto es un movimiento en contra de la gravedad y todo

peso extra que no genere fuerza como es el caso de la grasa va a suponer un impedimento a la hora de realizar el salto.

Por el contrario, mientras algunos estudios encuentran correlaciones entre el salto vertical y el peso total, la altura y el índice de masa corporal, otros no encuentran ningún tipo de correlación como es el caso del presente estudio realizado en jóvenes varones con experiencia en el entrenamiento de fuerza. Esto puede deberse a que el peso total y el IMC son valores que tienen en cuenta la masa total del cuerpo sin distinguir los diferentes componentes de la composición corporal como son: la masa muscular, masa grasa, masa ósea y masa residual. Al no hacer esta distinción, se puede pensar que en algunos casos un porcentaje muy alto de ese peso corporal provenga de un porcentaje de grasa alto y en consecuencia, de masa grasa y que por ello si se encuentre relación negativa entre el peso total y el salto vertical. En cambio, en participantes con un porcentaje de grasa normal el peso total se encuentra distribuido de otra manera lo que conlleva que el peso total no se relacione con el salto vertical.

Los resultados del presente estudio muestran que en participantes con experiencia en el entrenamiento de fuerza existe una correlación inversa negativa tanto en el pretest y en el postest entre el salto vertical y el sumatorio de pliegues y una correlación positiva entre el salto vertical y el porcentaje de masa muscular en el post.

Aplicación Práctica

Tanto el salto vertical como las variables antropométricas siguen siendo variables válidas para medir el rendimiento y teniendo en cuenta su fácil accesibilidad son una herramienta muy útil para ello. Es por ello, que los entrenadores y preparadores físicos tendrían que considerar su utilización a la hora de evaluar a sus entrenados.

Aunque parece ser que existe cierto grado de correlación entre ciertas variables antropométricas (masa grasa y masa muscular) y el salto vertical al no existir una correlación muy alta o casi perfecta entre esas variables es muy recomendable realizar ambos tests ya que nos pueden aportar información de distintos ámbitos.

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a Jordan Santos Concejero mi tutor del Trabajo de Fin de Grado por darme la oportunidad de descubrir y adentrarme en el mundo de la investigación a través de su grupo de investigación. A su vez, agradezco a Aitor Zabaleta por cederme los datos del estudio de su tesis doctoral para la realización de este trabajo y por haberme dado la oportunidad de empezar en el mundo de la investigación ayudándole en la adquisición de datos de su estudio.

Referencias

- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Status of body composition assessment in sport. *Sports Medicine*, 42(3), 227-249.
- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 149-158.
- Aouadi, R., Jlid, M. C., Khalifa, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Van Den Tillaar, R., & Gabbett, T. (2012). Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(1), 11-17.
- Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1192.
- Bilsborough, J. C., Greenway, K. G., Opar, D. A., Livingstone, S. G., Cordy, J. T., Bird, S. R., & Coutts, A. J. (2015). Comparison of anthropometry, upper-body strength, and lower-body power characteristics in different levels of Australian football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 826-834.
- Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Wójcik, Z., & Gronek, P. (2020). Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 75(1), 161-175.
- Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dulson, D. K. (2018). Relationships between concentric and eccentric strength and countermovement jump performance in resistance trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 255-260.
- Caia, J., Weiss, L. W., Chiu, L. Z., Schilling, B. K., Paquette, M. R., & Relyea, G. E. (2016). Do lower-body dimensions and body composition explain vertical jump ability? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3073-3083.
- Carter, J. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: development and applications*. (Vol. 5). Cambridge University Press.
- Copić, N., Dopsaj, M., Ivanović, J., Nešić, G., & Jarić, S. (2014). Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: differences between elite female

- volleyball competitors and nontrained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2709-2716.
- De Rose, E. H., & Guimarães, A. C. (1980). A model for optimization of somatotype in young athletes. *Kinanthropometry II*, 222.
- González-Ravé, J. M., Arija, A., & Clemente-Suarez, V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1492-1501.
- Heath, B. H., & Carter, J. L. (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*, 27(1), 57-74.
- López-Segovia, M., Marques, M., Van den Tillaar, R., & González-Badillo, J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30, 135-144.
- MacDonald, C. J., Israetel, M. A., Dabbs, N. C., Chander, H., Allen, C. R., Lamont, H. S., & Garner, J. C. (2013). Influence of body composition on selected jump performance measures in collegiate female athletes. *Journal of Trainology*, 2(2), 33-37.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Martínez, J. M., & Urdampilleta, A. (2012). Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal. *EFDeportes*, 17, 174.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4(3), 223-230.
- Moncef, C., Said, M., Olfa, N., & Dagbaji, G. (2012). Influence of morphological characteristics on physical and physiological performances of Tunisian élite male handball players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 74.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K., & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(3), 193-199.
- Norton, K., Whittingham, N., Carter, L., Kerr, D., Gore, C., & Marfell-Jones, M. (1996). Measurement techniques in anthropometry. *Anthropometrica*, 1, 25-75.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 699-707.

- Pérez, A., Sinovas, M. C., Álvarez, I., & Valades, D. (2015). Relationship between body composition and vertical jump performance in young Spanish soccer players. *Journal of Sport and Human Performance*, 3(3), 1-12.
- Rocha, M. S. L. (1975). Peseo oseo do brasileiro do ambos sexos de 17 a 25 anos. *Arquivos de anatomia antropologia*, 1, 445-451.
- Sánchez, D. J. M. (2006). La sociología del deporte en España. Estado de la cuestión. *Revista internacional de sociología*, 64(44), 177-204.
- Sheldon, W. H., Stevens, S. S., & Tucker, W. B. (1940). *The varieties of human physique*. Harper.
- Silvestre, R., West, C., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body composition and physical performance in Men's Soccer: a study of a national collegiate athletic association division I team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 177-183.
- Stojanović, D., Savić, Z., Vidaković, H. M., Stojanović, T., Momčilović, Z., & Stojanović, T. (2020). Relationship between body composition and vertical jump performance among adolescents. *Acta Medica Medianae*, 59(1), 64-70.
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97-107.
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Médecine du Sport Française*, 4, 441-445.
- Yuhasz, M. S. (1974). *Physical fitness manual*. University of Western Ontario.