



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – *versión post-print*

Esta es la versión aceptada. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Aplicabilidad del índice de masa corporal e índice ponderal en jóvenes deportistas que participan en la Selección Universitaria de Chile  
Applicability of the Body Mass Index and Weight Index in young athletes participating in the University selection of Chile

Jorge Mendez-Cornejo<sup>a</sup>, Rossana Gomez-Campos<sup>b,c,d</sup>, Salustio Carrasco-López<sup>e</sup>, Luis Urzua-Alul<sup>f</sup>, Marco Cossio-Bolaños<sup>a,b,g</sup>.

<sup>a</sup> Programa de Doctorado en ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule. Talca, Chile.

<sup>b</sup> Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. Sao Paulo, Brasil.

<sup>c</sup> Universidad Autónoma de Chile. Talca, Chile.

<sup>d</sup> Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

<sup>e</sup> Departamento de Educación Física, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

<sup>f</sup> Universidad Santo Tomás. Talca, Chile.

<sup>g</sup> Instituto de Deporte Universitario (IDUNSA), Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.

\* mcossio1972@hotmail.com

Recibido: 12/07/2018; Aceptado: 07/04/2019; Publicado: 30/06/2019

CITA: Mendez-Cornejo J, Gomez-Campos R, Carrasco-López S, Urzua-Alul L, Cossio-Bolaños M. Aplicabilidad del índice de masa corporal e índice ponderal en jóvenes deportistas que participan en la Selección Universitaria de Chile. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2019; 23(2). doi: 10.14306/renhyd.23.2.625 [ahead of print]

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publiquen antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

*The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.*

## RESUMEN

**Introducción:** comparar el perfil antropométrico de cuatro modalidades deportivas y verificar la aplicabilidad del Índice de masa corporal e Índice ponderal de jóvenes universitarios participantes de las selecciones universitarias de Chile.

**Metodología:** Se efectuó un estudio descriptivo (comparativo- correlacional). Fueron estudiados 66 jóvenes universitarios deportistas de Chile (37 hombres y 29 mujeres) con un rango de edad entre 18 a 28 años. Los deportes incluidos fueron: Baloncesto, Voleibol, Taekwondo y Judo. Se evaluó el peso y estatura. Se calculó el Índice de Masa Corporal ( $IMC = \text{Peso [kg]} / \text{estatura}^2 \text{ [m]}$ ) y el Índice Ponderal ( $IP = \text{Peso [kg]} / \text{estatura}^3 \text{ [m]}$ ).

**Resultados:** Hubo diferencias antropométricas en las cuatro modalidades deportivas y en ambos sexos. El Peso influye sobre el IMC en hombres ( $R^2 = 55\%$ ) y en mujeres ( $R^2 = 76\%$ ), mientras que, en el IP, el peso y estatura influyen en hombres ( $R^2 = 15$  y  $14\%$ ) y el peso en mujeres ( $R^2 = 44\%$ ).

**Conclusión:** Se observó diferencias antropométricas en atletas universitarios de baloncesto, voleibol, Taekwondo y judo de ambos sexos, además el IP permitió corregir las variaciones del peso y estatura en relación al IMC.

**Palabras Claves:** Antropometría; Pesos y medidas corporales; Índice de Masa Corporal; Peso corporal; Estatura; Estudiantes.

## ABSTRACT

**Introduction:** to compare the anthropometric profile of four sports modalities and verify the applicability of the Body Mass Index and Weight Index of university students participating in the university selections of Chile.

**Methodology:** A descriptive (comparative-correlational) study was carried out. Sixty-six university athletes from Chile (37 men and 29 women) with an age range between 18 and 28 years were studied. The sports included were: Basketball, Volleyball, Taekwondo and Judo. Weight and height were evaluated. The Body Mass Index ( $BMI = \text{Weight [kg]} / \text{height}^2 \text{ [m]}$ ) and the Weight Index ( $IP = \text{Weight [kg]} / \text{height}^3 \text{ [m]}$ ) were calculated.

**Results:** There were anthropometric differences in the four sports modalities and in both sexes. The weight influences the BMI in men ( $R^2 = 55\%$ ) and in women ( $R^2 = 76\%$ ), while in the IP, weight and height influence men ( $R^2 = 15$  and  $14\%$ ) and weight in women ( $R^2 = 44\%$ ).

**Conclusion:** Anthropometric differences were observed in university athletes of basketball, volleyball, Taekwondo and judo of both sexes, besides the IP allowed correcting the variations of the weight and stature in relation to the BMI.

**Keywords:** Anthropometry; Body Weights and Measures; Body Mass Index; Body Weight; Body Height; Students.

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito de las ciencias del deporte, el método antropométrico se utiliza ampliamente para la valoración de la forma, la proporción, el somatotipo y la composición corporal de diversas modalidades deportivas. De hecho, varios estudios, independientes del tipo de deporte han demostrado que los parámetros antropométricos como el peso corporal, la estatura, longitud de la pierna, pliegues cutáneos, circunferencias corporales y los índices corporales presentan asociación con el rendimiento deportivo<sup>(1)-(4)</sup>.

En ese sentido, en el esfuerzo por lograr la excelencia en el deporte, los investigadores actualmente se preocupan por mejorar a los atletas de élite y descubrir talentos con la mayor precisión posible<sup>(5)</sup>. Es por ello que son varios los estudios que se interesan por investigar y caracterizar el perfil antropométrico y físico de diversas modalidades deportivas<sup>(4),(6),(7)</sup>. Esta información es relevante, puesto que indicaría si el atleta sería adecuado para la competencia en el más alto nivel en un deporte específico<sup>(8)</sup>, inclusive sirve para comparar con otras realidades y niveles competitivos a nivel regional e internacional.

En general los estudios efectuados en jóvenes de diversas modalidades deportivas, por lo general utilizan el Índice de Masa Corporal (IMC) para caracterizar a sus atletas, sin embargo, al parecer han pasado por alto en gran medida la importancia que tiene el Índice Ponderal IP.

De hecho, algunos estudios recientes han demostrado de que a pesar de que el IMC está asociado con el éxito deportivo, el IP podría ser considerado como un mejor identificador del éxito entre los deportistas<sup>(9),(10)</sup>, puesto que según el modelo alométrico el IP tiene una base matemática más sólida en relación al IMC, ya que el peso corporal es una variable de dimensión cubica y la estatura es de dimensión lineal<sup>(11)</sup>.

En consecuencia, basados en la presencia de diferencias antropométricas entre deportes y debido a que el IP refleja una menor influencia de la estatura en niños y adultos<sup>(12)</sup>, este estudio hipotetiza que es probable que el IP podría ofrecer mayor aplicabilidad en relación al IMC en términos de masa libre de grasa, especialmente en jóvenes deportistas, puesto que por lo general en las modalidades deportivas de alto impacto generalmente se produce mayor hipertrofia del músculo esquelético, debido al elevado nivel del entrenamiento<sup>13</sup>.

Esta información podría ayudar a los entrenadores y científicos deportivos para considerar el IP como un indicador específico para seleccionar a los atletas sin mayores interferencias del exceso

de peso y estatura en modalidades deportivas como el baloncesto, Voleibol, Taekwondo y Judo, respectivamente.

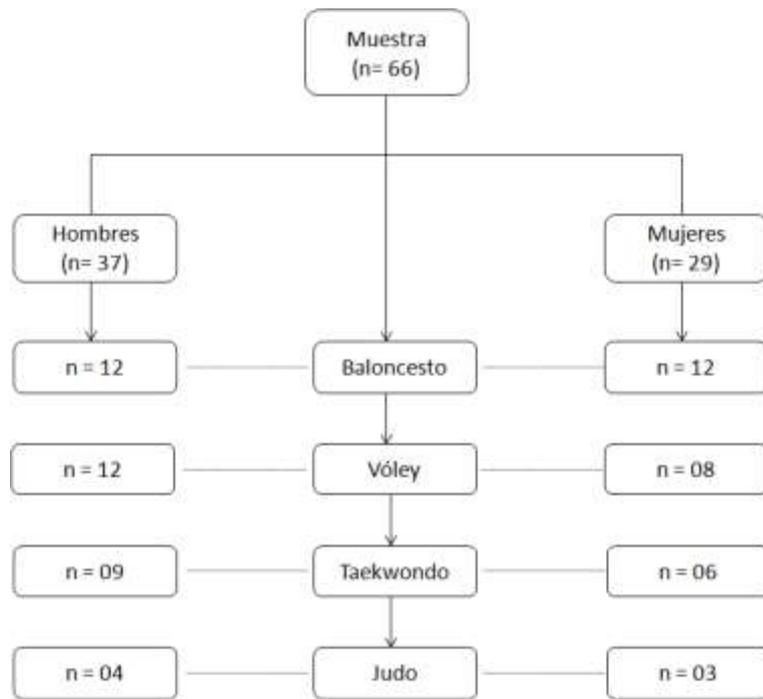
Por lo tanto, los objetivos del estudio son: comparar el perfil antropométrico de cuatro modalidades deportivas y verificar la aplicabilidad del Índice de masa corporal e Índice ponderal de jóvenes universitarios participantes de las selecciones universitarias de Chile.

## METODOLOGÍA

### *Tipo de estudio y muestra*

Se efectuó un estudio descriptivo transversal (comparativo- correlacional). Se estudió a 66 jóvenes universitarios (37 hombres y 29 mujeres) seleccionados nacionales de cuatro modalidades deportivas que participaron en el campeonato Nacional Universitario de Chile - 2017. El rango de edad oscila entre 18 a 28 años. La selección de la muestra fue realizada de forma no-probabilística (por conveniencia). La figura 1 ilustra el tamaño de la muestra estudiada.

Figura 1. Tamaño de la muestra y modalidades deportivas investigadas.



Todos los atletas firmaron el consentimiento informado para autorizar el estudio y la recolección de datos. Estos procedimientos se efectuaron en concordancia con la declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial para seres Humanos). Además, el estudio contó con los respectivos permisos de la liga Deportiva de la Enseñanza Superior del Instituto del Deporte Universitario y del comité de ética de la Universidad Autónoma de Chile. Se incluyeron a los jóvenes que fueron seleccionados para competir, a los que completaron todos los protocolos de evaluación. Se excluyeron a los que estuvieron lesionados y a los que no autorizaron las evaluaciones (n= 03).

### *Técnicas y procedimientos*

La edad decimal se calculó utilizando la fecha de nacimiento (día, mes, año) y la fecha de evaluación (día, mes, año). La fecha de nacimiento fue recabada de las fichas deportivas de los atletas. Esta fue proporcionada por la Universidad donde el atleta estudiaba.

Para la evaluación de las variables antropométricas en las cuatro modalidades deportivas se utilizó el protocolo descrito por Ross, Marfell-Jones<sup>(14)</sup>. Se evaluó el peso corporal (kg) descalzo utilizando una balanza electrónica (Tanita, United Kingdom, Ltd), con una escala 0 - 150 kg y con precisión de 100 g. La altura de pie se midió con un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) con una precisión de 0,1 mm, de acuerdo al plano de Frankfurt. Todas las variables antropométricas de los estudiantes se midieron sin zapatos y con la menor cantidad de ropa posible (camiseta y short). Todo el procedimiento de evaluación estuvo a cargo de dos de los autores del estudio, los que poseen amplia experiencia en variables antropométricas. El error Técnico de medida (ETM) osciló en todas las variables antropométricas entre 0,8 – 1,5%.

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la fórmula estándar: masa corporal:  $IMC = \text{Peso(kg)}/\text{Estatura}^2$  (m). El Índice Ponderal IP fue calculado por medio de la fórmula:  $IP = \text{Peso (kg)}/\text{estatura}^3$  (m).

### *Estadística*

El test de Shapiro–Wilk se usó para contrastar la normalidad de los datos. La homogeneidad de la varianza del residuo se verificó utilizando la prueba de Levene. Las comparaciones entre modalidades deportivas se verificaron por medio de Anova de una vía. Las relaciones entre variables fueron verificadas por medio de Pearson,  $R^2$  ajustado (por edad, peso y estatura). Error estándar de Estimación EEE. Se adoptó la probabilidad de  $p < 0,05$  en todos los casos. Los cálculos estadísticos se realizaron en SPSS 18.0.

## RESULTADOS

Las variables antropométricas e índices corporales que caracterizan a la muestra estudiada se observan en la tabla 1. Se observó diferencias significativas en ambos sexos en la edad, peso y estatura ( $p < 0,001$ ). Por el contrario, en los índices antropométricos no hubo diferencia entre ambos sexos. Los valores del IMC e IP son similares en ambos sexos.

Tabla 1. Características de la muestra estudiada de cuatro modalidades deportivas (Baloncesto, Taekwondo, Judo y Vóley).

Variables	Hombres (n= 37)		Mujeres (n=29)		p
	X	DE	X	DE	
Edad (Años)	23,90	3,40	21,80	2,10	0,001
Peso (kg)	77,10	11,40	67,40	12,10	0,001
Estatura (m)	1,80	0,10	1,70	0,10	0,001
Índices Corporales					
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,70	2,50	23,20	3,20	0,4785
IP (kg/m <sup>3</sup> )	13,20	1,50	13,70	1,80	0,2229

Leyenda: IMC: índice de masa Corporal, IP: Índice Ponderal, X: Promedio, DE: Desviación estándar.

Las diferencias antropométricas por sexo y deporte se observan en la tabla 2. En los hombres, los basquetbolistas tienen mayor edad, peso, estatura, IMC e IP en relación a los demás deportes, además los Taekwondistas mostraron ser los que tienen menos edad, peso, estatura, IMC e IP en relación a las demás modalidades deportivas. En las mujeres, las Judocas mostraron mayor edad en relación a los demás deportes, sin embargo, las basquetbolistas al igual que en los hombres presentan mayor peso, estatura, IMC e IP que sus contrapartes. En general, hubo diferencias significativas entre deportes en ambos sexos, donde el basquetbol refleja un perfil antropométrico más robusto en relación a las demás modalidades, mientras que el Taekwondo en los hombres y el Judo en las mujeres son los deportistas que se caracterizan por ser más livianos.

Tabla 2. Diferencias antropométricas entre cuatro modalidades deportivas.

Variables	Baloncesto		Taekwondo		Judo		Vóley	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Hombres								
n	12		9		4		12	
Edad (Años)	26,80	1,90	20,90	1,80 <sup>a</sup>	25,00	3,20 <sup>b</sup>	22,80	3,10 <sup>a,c</sup>
Peso (Kg)	83,90	9,20	68,00	7,30 <sup>a</sup>	77,70	10,20 <sup>b</sup>	76,90	12,60 <sup>a,b</sup>
Estatura (m)	1,84	0,09	1,77	0,06 <sup>a</sup>	1,80	0,07 <sup>b</sup>	1,78	0,10 <sup>a</sup>
Índices								
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,70	0,90	21,60	1,60 <sup>a</sup>	23,90	1,40	24,20	3,50
IP (kg/m <sup>3</sup> )	13,40	0,80	12,20	0,90 <sup>a</sup>	13,30	0,40	13,60	2,20
Mujeres								
n	12		6		3		8	
Edad (Años)	21,50	1,80	21,20	2,20	24,30	0,90 <sup>a,b</sup>	21,70	2,40 <sup>c</sup>
Peso (Kg)	74,70	11,60	58,40	8,60 <sup>a</sup>	57,30	5,50	67,00	10,30 <sup>a,b,c</sup>
Estatura (m)	1,73	0,09	1,70	0,05	1,61	0,06 <sup>a,b</sup>	1,69	0,05 <sup>a,b,c</sup>
Índices								
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,90	2,00	20,20	2,00 <sup>a</sup>	22,10	0,60	23,50	4,20 <sup>b</sup>
IP (kg/m <sup>3</sup> )	14,40	0,90	11,90	0,90 <sup>a</sup>	13,70	0,50	14,00	2,70 <sup>b</sup>

Leyenda: IMC: índice de masa Corporal, IP: Índice Ponderal, X: Promedio, DE: Desviación estándar, a: Diferencia significativa en relación al baloncesto, b: Diferencia significativa en relación al Taekwondo, c: Diferencia significativa en relación al Judo.

Las variables predictoras del IMC y el IP en atletas de cuatro modalidades deportivas se observan en la tabla 3. Nótese que la edad y el peso en hombres afectan sobre el IMC entre 25 a 55%, mientras que, en las mujeres, el peso es la única variable que afecta 76%. En relación al IP, en hombres además de disminuir el porcentaje de explicación en la edad y el peso (16 y 15%), la estatura afecta en un 14%. En las mujeres, la edad y la estatura no afectan en absolutos, sin embargo, el porcentaje de explicación del peso disminuye ostensiblemente en relación al IMC. En general, el IP corrige los efectos que podrían ocasionar, tanto la edad, el peso y la estatura en atletas de ambos sexos.

Tabla 3. Variables que predicen el IMC e IP de jóvenes deportistas de cuatro modalidades deportivas.

Variables		Hombres				Mujeres			
Dependientes	Independientes	R	R <sup>2</sup>	EEE	p	R	R <sup>2</sup>	EEE	p
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Edad (Años)	0,50	0,25	2,19	0,001	0,22	0,05	3,13	0,001
	Peso (Kg)	0,74	0,55	1,69	0,001	0,87	0,76	1,59	0,001
	Estatura (m)	0,06	0,00	2,52	0,001	0,24	0,06	3,11	0,001
IP (kg/m <sup>3</sup> )	Edad (Años)	0,40	0,16	1,39	0,001	0,27	0,07	1,78	0,001
	Peso (Kg)	0,39	0,15	1,39	0,001	0,66	0,44	1,39	0,001
	Estatura (m)	0,37	0,14	1,41	0,001	0,08	0,01	1,85	0,001

Leyenda: IMC: índice de Masa Corporal, IP: Índice Ponderal, EEE: Erro Estándar de Estimación, R: Correlación, R<sup>2</sup>: R adjust (edad, peso y estura).

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio en relación al primer objetivo han evidenciado diferencias en las características antropométricas y en los índices corporales en las cuatro modalidades deportivas y en ambos sexos. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios, los que han verificado diferencia entre modalidades deportivas<sup>(15)(16)</sup>, además los atletas de baloncesto y voleibol de este estudio reflejan valores inferiores de peso y estatura en relación a otros estudios<sup>(6)(7)(15)</sup> y relativamente son similares con judocas y taekwondistas internacionales<sup>(15)(17)</sup><sup>20</sup>.

De hecho, las diferencias encontradas en este estudio están directamente relacionadas con el tipo de deporte y el entrenamiento especializado de cada modalidad<sup>(21)</sup>. Esta información obtenida es relevante, puesto que podría usarse no sólo para predecir el éxito del deportista<sup>(7)</sup>, sino también como criterios pertinentes para relacionar con la salud, así como para establecer instrucciones para desarrollar investigaciones futuras<sup>(15)</sup> y contrastar con otras realidades.

En esencia, conocer los atributos cineantropométricos, como el tamaño corporal, las proporciones y formas del cuerpo y la composición corporal de atletas, puede ayudar a maximizar el rendimiento deportivo<sup>(22)</sup>, especialmente en estos cuatro deportes que necesitan de alto nivel de fuerza y potencia muscular, además es ampliamente conocido que los atletas con mayor masa corporal son generalmente más fuertes que aquellos con menos masa y que a medida que aumenta el tamaño de los individuos, la relación entre la fuerza y el tamaño del cuerpo aumenta<sup>(23)</sup>.

Por lo tanto, debido a las diferencias antropométricas encontradas entre modalidades deportivas, este estudio se propuso como segundo objetivo verificar la aplicabilidad del Índice de masa corporal e Índice ponderal de jóvenes.

El uso y la aplicabilidad del IMC e IP, se fundamenta en el modelo alométrico, donde el peso corporal es una variable de dimensión cúbica y la estatura es una variable de dimensión lineal<sup>(24)</sup>, por lo que para comparar el perfil antropométrico y el rendimiento deportivo de ciertas poblaciones con notables diferencias debe usarse la presunción de la similitud de la geometría humana<sup>(25)</sup>.

En relación al segundo objetivo, a partir de los resultados obtenidos en este estudio, el peso y la estatura en hombres y la estatura en mujeres afectan en menor proporción el IP en relación al IMC. Esto demuestra que la escala alométrica es el enfoque más aceptado para la normalización de datos a través de la eliminación de la influencia directa del tamaño del cuerpo<sup>(23)</sup>.

De hecho, varios estudios han demostrado que el peso corporal no es proporcional a la estatura al cuadrado, sino más bien al cubo<sup>(25)</sup><sup>(27)</sup>. Por lo tanto, la alometría es potencialmente un método eficaz en comparación con la escala tradicional que no elimina la influencia de la estatura del cuerpo, especialmente cuando se compara atletas con grandes variaciones de masa corporal<sup>(28)</sup>.

En esencia el IP, está sustentado bajo las reglas del método alométrico y permitió corregir de manera efectiva las variaciones en tamaño y peso entre los atletas. Estos hallazgos proporcionan información relevante para las ciencias del deporte, donde el IP debe ser utilizado cotidianamente en las evaluaciones y los programas de entrenamiento, además podría servir como un indicador para relacionar con la composición corporal, como la masa libre de grasa y/o masa muscular y masa grasa, en especial cuando se intenta relacionar con variables de desempeño, como la fuerza muscular<sup>(29)</sup>.

Estas contribuciones podrían ayudar a mejorar el desempeño físico de los jóvenes deportistas de las cuatro modalidades deportivas investigadas, pues la composición corporal expresada en términos de masa libre de grasa se relacionan directamente con la fuerza explosiva, velocidad y agilidad, respectivamente.

Las variables antropométricas en general tienen gran ventaja en las ciencias del deporte y la salud y sirven para estudiar y caracterizar el perfil de diversas poblaciones deportivas y no-deportivas. Presenta múltiples ventajas, como el bajo coste, es un método no-invasivo y permite evaluar a grandes poblaciones de forma rápida y precisa. También es necesario resaltar que el estudio no utilizó un método de criterio (referencia) para relacionar el IMC y el IP con compartimentos corporales (Masa grasa, masa libre de grasa y masa ósea). Esta información hubiera sido relevante a la hora de discutir los resultados. Además, las cuatro modalidades deportivas investigadas limitan la capacidad de generalizar a otras modalidades deportivas, sin embargo, se sugiere desarrollar más estudios en otros deportes ampliando la muestra y considerando un método estándar como absorciometría de rayos X de doble energía (DXA). Estas consideraciones podrían permitir validar externamente el IP en las cuatro modalidades estudiadas.

## CONCLUSIÓN

Se verificó diferencias antropométricas entre los jóvenes deportistas, donde los Taekondistas evidenciaron un perfil antropométrico disminuido en relación a las demás modalidades deportivas, además el IMC no es aplicable a jóvenes que practican baloncesto, voleibol,

Taekwondo y judo, en especial cuando hay un rango de variación exagerado de peso y estatura. Los resultados sugieren el uso del IP durante los programas de entrenamiento como un medio para controlar el estatus del peso.

#### CONFLICTO DE INTERES

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

#### AGRADECIMIENTOS

A los jóvenes deportistas de la selección Universitaria de Chile.

## REFERENCIAS

- (1) Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals of Human Biology*. 2000; 27(4): 387-400.
- (2) Legaz AA, González BJ, Serrano OE. Differences in skin-fold thicknesses and fat distribution among top-class runners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2005; 45(4): 512-517
- (3) Arrese AL, Ostáriz ES. Skin-fold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *Journal of Sports Sciences*. 2006; 24(1): 69-76.
- (4) Arazi H, Mirzaei B, Nobari H. Anthropometric profile, body composition and somatotyping of national Iranian cross-country runners. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2015;17(2): 35-41.
- (5) Singh S, Singh K, Singh M, Singh M. Measurements, body and somatotyping of high jumpers. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 2010; 4(4): 266-271.
- (6) Boone J, Bourgois J. Morphological and Physiological Profile of Elite Basketball Players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013; 8: 630-8
- (7) Gaurav v, Singh A. Anthropometric characteristics of Indian volleyball players in relation to their performance level. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2014;16(1):87-89.
- (8) Koley S, Singh J, Sandhu JS. Anthropometric and physiological characteristics on Indian inter-university volleyball players. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2010; 398-399
- (9) Gale-Watts AS, Coleman I, Nevill AM. The changing shape characteristics associated with success in world-class sprinters. *Journal of Sports Sciences*. 2012; 30(11):1085-1095.
- (10) Gale-Watts AS, Nevill AM. From endurance to power athletes: The changing shape of successful male professional tennis players. *Eur J Sport Sci*. 2016;16(8):948-54. doi: 10.1080/17461391.2016.1192690. Epub 2016 Jun 16.
- (11) Ross WD, Drinkwater DT, Bailey DA, Marshall GR, Leahy RM. Kinanthropometry: traditions and new perspectives. In: Ostyn M, Beunen G, Simons J, editors. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press; 1980: 3-26.
- (12) Ricardo DR, de Araújo C.G.S. Body mass index: A scientific evidence-based inquiry. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2002; 79(1): 70–78.
- (13) Canda AS. Variables antropométricas de la población deportista española. Madrid: Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; 2012.
- (14) Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ, editors. *Physiological testing of elite athlete*. London: Human Kinetics. 1991;p 223–308.

- (15) Santos DA, Dawson JA, Matias CN, et al. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. PLoS ONE. 2014;9(5): e97846. doi:10.1371/journal.pone.0097846
- (16) Pons V, Riera J, Galilea PA, et al. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. Apunts Med Esport. 2015;50(186):65--72
- (17) Rivera M, Rivera-Brown A, Frontera W. Health related physical fitness characteristics of elite Puerto Rican athletes. J Strength Cond Res. 1998;12:199–203
- (18) Ghorbanzadeh B, Münderoğlu S, Akalan C, Khodadadi M, Kdrzaci S, Şahin M. Determination of Taekwondo National Team Selection Criteria by Measuring Physical and Physiological Parameters. Annals of Biological Research. 2011;2(6):184-197
- (19) Schwartz J, Takito MY, Del Vecchio FB, Antonietti LS, Franchini E. Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners. Sport Sci. Health. 2015;11:171–180.
- (20) Sterkowicz-Przybycien K, Almansba R. Sexual dimorphism of anthropometrical measurements in judoists vs untrained subject. Sci. Sports. 2011; 26: 316–323
- (21) Shariat A, Shaw B, Kargarfard M, Shaw I, Ching Lam E. Kinanthropometric attributes of elite male judo, karate and taekwondo athletes. Rev Bras Med Esporte. 2017; 23(4).
- (22) Alves CR, Pasqua L, Artioli GG, Roschel H, Solis M, Tobias G, et al. Anthropometric, physiological, performance, and nutritional profile of the Brazil National Canoe Polo Team. J Sports Sci. 2012; 30(3):305–11.
- (23) Jacobson BH, Thompson BJ, Conchola E, Glass. A Comparison of Absolute, Ratio and Allometric Scaling Methods for Normalizing Strength in Elite American Football Players. J Athl Enhancement 2013; 2:2
- (24) Ross WD, Drinkwater DT, Bailey DA, Marshall GR, Leahy RM. Kinanthropometry: traditions and new perspectives. In: Ostyn M, Beunen G, Simons J, editors. Kinanthropometry II. Baltimore: University Park Press; 1980: 3-26.
- (25) Challis JH. Methodological Report: The Appropriate Scaling of Weightlifting Performance. J Strength Cond Res. 1999;13: 367-371.
- (26) Davies MJ, Dalsky GP. Normalizing strength for body size differences in older adults. Med Sci Sports Exerc. 1997; 29: 713-717.
- (27) Jaric S, Mirkov D, Markovic G. Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. J Strength Cond Res. 2005;19: 467- 474.

- (28) Crewther B, Gill N, Weatherby RP, Lowe T. A comparison of ratio and allometric scaling methods for normalizing power and strength in elite rugby union players. *J Sports Sci.* 2009;27:1575-1580.
- (29) Goran M, Sekuli D. Modeling the Influence of Body Size on Weightlifting and Powerlifting Performance. *Coll. Antropol.* 2006;30(3): 607–613