

Article

# Estimación de Porcentaje de Grasa Corporal en Jugadores Masculinos de Voleibol: Evaluación Basada en Pliegues Cutáneos

Yuri Germano Muniz<sup>1</sup>, Marco Cossio-Bolaños<sup>1,2,3</sup>, Rossana Gómez-Campos<sup>1,4</sup>, Ezequiel Moreira Gonçalves<sup>5</sup>, Evandro Lázari<sup>1</sup>, Camilo Urra-Albornoz<sup>6</sup> y Miguel de Arruda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Educación Física, Universidad Estatal de Campinas, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica de Maule, Talca, Chile

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

<sup>4</sup>Instituto de Actividad Física y Salud, Universidad Autónoma de Chile, Talca, Chile

<sup>5</sup>Laboratorio de Crecimiento y Desarrollo, Centro de Investigación en Pediatría (CIPED), Facultad de Ciencias Médicas (FCM), Universidad de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, Brasil

<sup>6</sup>Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile

## RESUMEN

Germano-Muniz Y, Cossio-Bolaños M, Gómez-Campos R, Moreira-Goncalves E, Lazari E, Urra-Albornoz C, Arruda M. Estimación de Porcentaje de Grasa Corporal en Jugadores Masculinos de Voleibol: Evaluación Basada en Pliegues Cutáneos. JEPonline 2017;20(3):14-24. El propósito del estudio fue desarrollar ecuaciones de regresión para predecir el porcentaje de grasa corporal (%GC) en jugadores jóvenes de voleibol masculino utilizando el método de absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) como referencia. Los sujetos consistieron en 29 jugadores de voleibol (16,0 a 20,9 años de edad) de un equipo profesional de primera división de la liga brasileña de voleibol. Se determinaron años de experiencia de los sujetos, peso, altura, altura de sentado y 7 pliegues (tríceps, bíceps, subescapular, cresta ilíaca, abdominal, muslo delantero y gemelo medial). Se crearon tres ecuaciones para predecir el %GC: (a) Ecuación 1, ( $R^2 = 0,76$ ,  $EEE = 1,82$ ); (b) Ecuación 2, ( $R^2 = 0,79$ ,  $EEE = 1,85$ ); y (c) Ecuación 3, ( $R^2 = 0,80$ ,  $EEE = 1,81$ ). Las tres ecuaciones desarrolladas pueden usarse para predecir el %GC en jugadores jóvenes de voleibol. Estas ecuaciones también pueden utilizarse como una técnica alternativa fiable y válida para la investigación.

**Palabras Clave:** Absorciometría, Antropometría, Porcentaje de Grasa Corporal, Rayos X de Doble Energía, Jugadores de Voleibol

## INTRODUCCIÓN

El voleibol es una modalidad deportiva intensa y atractiva. Se practica en todo el mundo a nivel amateur, profesional y olímpico. Según la Federación Internacional de Voleibol (IVBF), el voleibol se juega en 220 países afiliados en todo el mundo. Se caracteriza por atletas que participan en intensos esfuerzos físicos cortos, tanto durante el entrenamiento como

en la competencia (25).

La superioridad física, técnica y táctica mostrada por la mayoría de los equipos exitosos sugiere la necesidad de programas de entrenamiento excelentes para obtener un alto nivel competitivo (21). Además, la evaluación de los atletas y el seguimiento de su rendimiento deben realizarse de manera consistente en todas las etapas de la periodización deportiva. Ambos permiten implicar a los atletas en el entrenamiento necesario para ayudar a definir y hacer crecer el deporte del voleibol y sus jugadores.

Con respecto a la evaluación deportiva en particular, hay un grupo complejo y diversificado de variables a considerar. En particular, existen factores físicos y fisiológicos para el examen además de los perfiles psicológicos, biomecánicos, hematológicos, técnicos, tácticos y morfológicos de los atletas. Afortunadamente, existen numerosos estudios que han documentado las características fisiológicas, antropométricas y físicas de los jugadores de voleibol (7,18,23,25). Pero, desde nuestra perspectiva, los estudios relacionados con la composición corporal en jóvenes jugadores de voleibol son inexistentes. Esto es especialmente el caso cuando se trata de estudios que han investigado las ecuaciones de regresión específicas con el fin de predecir el porcentaje de grasa corporal en jóvenes jugadores de voleibol de élite. Esto es una preocupación ya que el control constante de la composición corporal es crucial para los atletas que participan en diversas modalidades deportivas, no sólo desde el punto de vista de la salud, sino también del rendimiento (28). Además, puede ser beneficioso en términos de optimización específica del programa de entrenamiento (3) y en la detección de talento (12).

Por lo tanto, la medición de la composición corporal puede ser muy beneficiosa para los managers, entrenadores y nutricionistas ligados al deporte, ya que pueden considerar las técnicas de campo más confiables que las técnicas de laboratorio (4). Las técnicas de campo (como la medición del espesor de pliegues cutáneos) se caracterizan por su facilidad y sencillez en su uso diario, bajo costo (1,14,19) e implementación.

Desde esta perspectiva, el desarrollo de las ecuaciones de regresión para jugadores de voleibol masculino basado en las mediciones de espesor de pliegues cutáneos debería ser útil en comparación con las ecuaciones generales desarrolladas para la población no atlética. Después de todo, los atletas suelen tener menos %grasa corporal y mayor masa muscular en comparación con la población general (4). Además, es importante señalar que cada modalidad deportiva, independientemente del nivel de rendimiento de los atletas, presenta sus propios patrones antropométricos y de composición. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue desarrollar ecuaciones de regresión específicas del deporte para predecir el porcentaje de grasa corporal en jóvenes jugadores de voleibol masculino.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Se realizó un estudio descriptivo-explicativo con 29 jugadores de voleibol (16,0 a 20,9 años de edad). Los atletas fueron seleccionados de un equipo profesional de primera división de la liga Brasileña de voleibol. Fueron seleccionados de manera no probabilística. Según sus posiciones en la cancha, los jugadores evaluados pertenecían a las siguientes categorías: Armador (n = 6), Bloqueador central (n = 9), Atacante (n = 8), Opuesto (n = 3) y Libero = 3). Todos los jugadores evaluados estaban con buena salud (definida por estar libre de diabetes, enfermedades del corazón, disfunciones músculo-esqueléticas, cáncer y fumar). En el momento de la evaluación (al comienzo de la temporada de competición), los jugadores de voleibol estaban entrenando 6 veces-sem-1 a ~3 hrs-sesión-1.

Los padres de los jugadores de voleibol que tenían <18 años de edad dieron su consentimiento informado para que el jugador participara en el estudio. Se les informó previamente acerca de los posibles riesgos que el estudio podría tener para los jugadores jóvenes. Los atletas mayores de 18 años dieron su consentimiento para participar en las evaluaciones. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Estadual de Campinas de Sao Paulo (Brasil).

### Procedimientos

Las variantes antropométricas y la absorciometría de rayos X de doble energía se llevaron a cabo el mismo día. Todas las evaluaciones tuvieron lugar en una semana durante el mes de agosto de 2013, de 9:00 a 11:00 am. Todo el proceso se realizó en un laboratorio de la Facultad de Medicina de la Universidad de Campinas (Brasil).

El índice de masa corporal, el tamaño y los pliegues cutáneos se midieron sin calzado. Los jugadores estaban vestidos con ropa ligera. El protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (15) se siguió durante las mediciones. El índice de masa corporal (kg) se midió con los sujetos descalzos utilizando una balanza digital (Tanita

Company, Ltd) con una precisión de 0,1 kg. Se midieron los pliegues cutáneos bicipital, tricípital, subescapular, de la cresta iliaca, abdominal, del muslo delantero y del gemelo medial, usando un Calibrador de Pliegues Cutáneos Harpenden (Harpenden, Inglaterra). La presión aplicada por el agarre de la herramienta fue probada de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Un técnico especializado en ISAK estuvo a cargo de supervisar las evaluaciones antropométricas. El error técnico de medición (ETM) fue inferior al 2% en todas las mediciones antropométricas.

La absorciometría de rayos X de doble energía (modelo iDXA, GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EEUU.) se utilizó como el método referencial para analizar la composición corporal. Para el análisis de datos, se utilizó el software enCore™ 2011, versión 13.60 (GE Healthcare Lunar, Madison, WI, EEUU.). Todos los sujetos fueron advertidos sobre el uso de joyería y la presencia de cualquier tipo de metal en el cuerpo. También se les pidió que retiraran su calzado durante el escaneo. Todos los días, antes de cualquier evaluación, el técnico se encargaba de calibrar el equipo de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Antes del estudio, el técnico recibió capacitación y certificación para el uso profesional del equipo.

Durante el escaneo, los sujetos permanecieron en decúbito supino con los brazos extendidos a los lados y con las rodillas y los tobillos sujetos con cintas de velcro para mantener una postura estándar. Los puntos de referencia se ajustaron de acuerdo con las pautas indicadas por el software. La línea de la mandíbula se utilizó para llevar a cabo una lectura precisa de la cabeza sin la composición corporal. Estos ajustes tenían que ser realizados ya que la altura de los atletas excedía la de la plataforma del escáner. A todos los sujetos se les dijo que permanecieran en una posición de reposo mientras eran escaneados (inmóviles).

### **Análisis Estadísticos**

La normalidad de los datos se verificó usando la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizaron análisis descriptivos de la media aritmética ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (DE), rango, puntuación Z y coeficiente de variación (CV). Con el fin de conectar las variables con la referencia, se utilizó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson. A su vez, para desarrollar las ecuaciones de regresión, se realizó un análisis de regresión múltiple en etapas para identificar las variables que mejor predijeron el porcentaje de grasa corporal (%) en los jugadores de voleibol. Para analizar las ecuaciones, el  $R^2$ , el Error Estándar de Estimación (EEE) y la Multicolinealidad se estimaron a través del Factor de Inflación de Varianza (FIV). El resto de las ecuaciones desarrolladas se verificaron a través del  $t$ -test de muestras apareadas. El análisis estadístico completo se realizó con SPSS Statistics v.18. Se adoptó una probabilidad de  $P < 0,001$  para la significancia estadística.

## **RESULTADOS**

---

**Tabla 1.** Características Antropométricas de los Jugadores de Voleibol

<b>Variables</b>	<b>X</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Edad (años)</b>	18.1	1.2	16.40	20.2
<b>Experiencia Profesional (años)</b>	4.5	1.6	2.0	8.0
<b>Altura (cm)</b>	193.8	7.3	169.8	208.4
<b>Altura de sentado (cm)</b>	150.1	3.8	140.5	157.5
<b>Peso (kg)</b>	84.9	10.7	63.7	109.8
<b>Plieques Cutáneos (mm)</b>				
Bíceps	5.2	2.3	3.0	12.7
Tricipital	10.9	3.3	5.0	17.8
Subescapular	11.8	2.4	8.0	16.7
Cresta Ilíaca	13.4	4.8	6.7	25.8
Abdominal	15.3	6.0	6.2	26.5
Muslo delantero	12.9	4.5	6.5	21.8
Gemelo medial	9.4	3.3	4.2	17.3
<b>DXA</b>				
% Grasa	16.4	3.7	10.1	21.7
Masa grasa	14.0	4.0	7.6	22.9
Tejido blando magro	67.2	8.1	50.5	82.1
Contenido de masa ósea	3.7	0.4	2.8	4.4

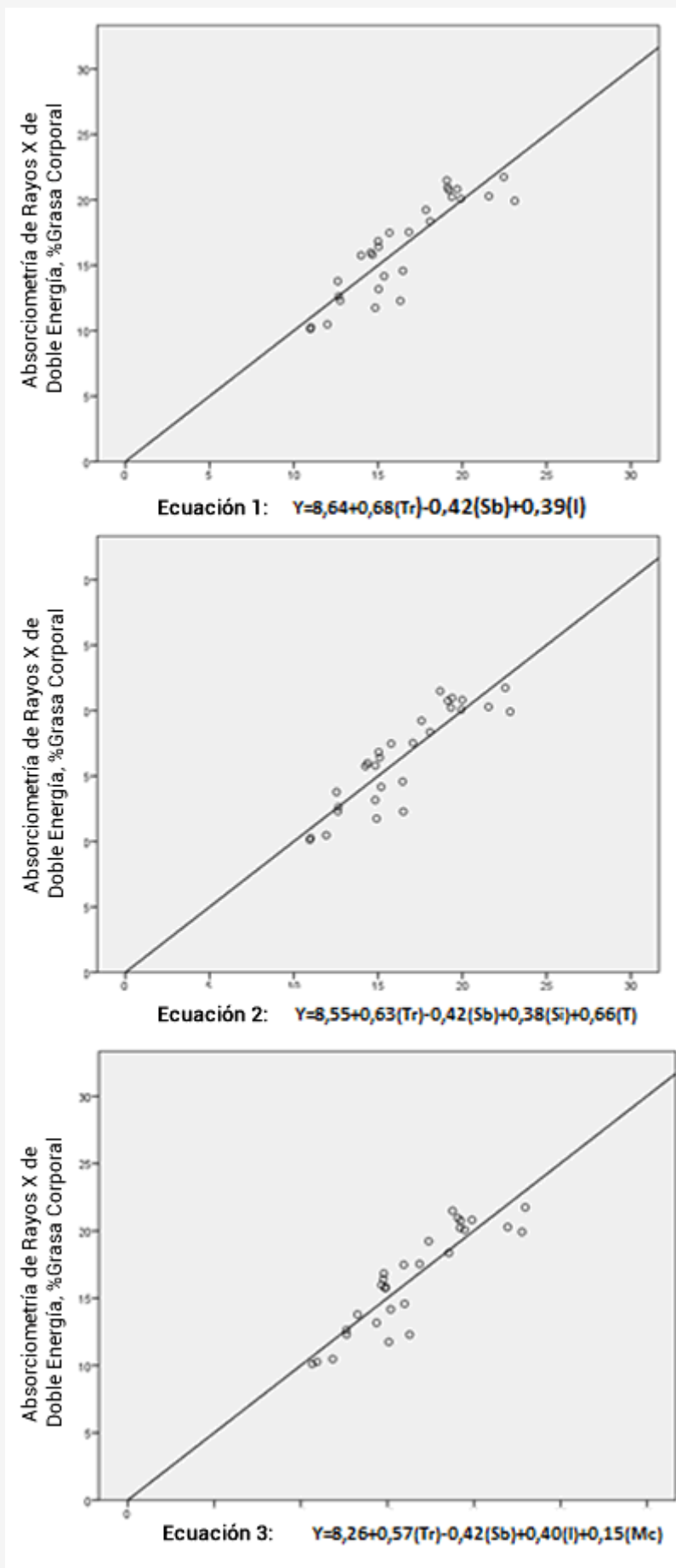
*X = Media; DE = Desviación estándar; DXA = Composición Corporal*

Las ecuaciones de regresión propuestas para jugadores jóvenes de voleibol se muestran en la Tabla 2. Todas las ecuaciones usan pliegues cutáneos como variables predictivas del porcentaje de grasa corporal. Los valores R<sup>2</sup> representan una potencia estadística entre el 76% y el 80%. Los valores FIV son relativamente similares en todas las ecuaciones, que varían entre 1,80 y 1,85. Todas las ecuaciones muestran P<0,001. En la Figura 1, se puede observar la similitud de los residuales observados y predichos.

**Tabla 2.** Ecuaciones de Regresión de %Grasa Corporal en Función de los Plieques Cutáneos y del Factor de Inflación de Varianza (FIV).

	<b>Ecuaciones</b>	<b>FIV</b>	<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>EEE</b>	<b>P</b>
<b>Ecuaciones</b>						
<b>1</b>	$8.64+(0.68*Tr)-(0.42*Sb)+(0.39*C)$	--	0.89	0.76	1.82	0.000
	Tricipital	2.64				
	Subescapular	1.73				
	Cresta Ilíaca	2.31				
<b>2</b>	$8.55+(0.63*Tr)-(0.42*Sb)+(0.38*C)+(0.06*Md)$		0.89	0.79	1.85	0.000
	Tricipital	3.51				
	Subescapular	1.74				
	Cresta Ilíaca	2.47				
	Muslo delantero	2.54				
<b>3</b>	$8.26+(0.57*Tr)-(0.42*Sb)+(0.40*I)-(0.15*Gm)$		0.89	0.80	1.81	0.000
	Tricipital	3.60				
	Subescapular	1.74				
	Cresta ilíaca	2.32				
	Gemelo medial	1.82				

**Tr** = Tricipital; **Sb** = Subescapular; **C** = Cresta ilíaca; **Md** = Muslo delantero; **Gm** = Gemelo medial; **EEE** = Error estándar de estimación; ( $P < 0,001$ ).



**Figura 1.** Gráfico de Dispersión de los Valores Observados a través del Método Referencial (DXA) y Valores Predichos por las Tres

La Tabla 3 muestra los valores estadísticos descriptivos del porcentaje de grasa corporal basados en el método referencial (DXA) y las tres ecuaciones desarrolladas. No se produjeron discrepancias significativas entre el método referencial y cada una de las tres ecuaciones ( $P > 0,001$ ) desarrolladas. Además, las tres ecuaciones propuestas presentaron un alto coeficiente de correlación con el método de referencia ( $R = 0,88-0,90$ ,  $P < 0,001$ ) y coeficiente de variación inferior al 22%.

**Tabla 3.** Comparación del Porcentaje de Grasa Corporal (%GC) Estimado con DXA y Ecuaciones de Regresión Basadas en Pliegues Cutáneos.

Métodos	N	X	DE	Rango			r	t-test
%GC Referencia 1	29	16.4	3.7	10.1	21.7	22.6	--	--
Ecuación 1	29	16.4	3.3	10.9	23.1	20.2	0.888**	0.995
Ecuación 2	29	16.1	3.2	10.5	22.2	19.97	0.895**	0.733
Ecuación 3	29	16.4	3.3	10.9	22.8	20.1	0.889**	0.993

%GC = porcentaje de grasa corporal; **I** = Estimado con DXA; **DE** = desviación estándar; **r** = coeficiente de correlación producto-momento de Pearson; **CV** = Coeficiente de variación; \*\* = discrepancias significativas ( $P < 0,001$ ).

## DISCUSIÓN

En este estudio, se desarrollaron tres ecuaciones de regresión para predecir el %GC en jóvenes jugadores de voleibol. Estas ecuaciones muestran una potencia estadística que oscila entre el 76 y el 80%. Los valores ( $R^2$ ) son similares a los de los estudios realizados con atletas (22,29) y no atletas (5,16). Sin embargo, en otros estudios (6,20), los investigadores encontraron en sus ecuaciones valores relativamente superiores en relación a los observados en este estudio.

De hecho, hasta donde sabemos, no existe consenso real sobre los criterios para identificar las mejores ecuaciones para la predicción del porcentaje de grasa corporal. Sin embargo, algunos estudios realizados por Goran et al. (10) y Yaravi et al. (30) se basan en el análisis de significación estadística (valores  $P$ ). Por otro lado, Cameron et al. (2) y Gartner et al. (8) sostienen que la selección de ecuaciones puede incluir el  $R^2$  ajustado. Finalmente, Stevens et al. (26) basa su selección en el  $EEE$ . En cuanto al presente estudio, optamos por considerar los tres criterios como un todo, con el objetivo principal de identificar aquellas ecuaciones que mejor predecirían el %GC en jóvenes jugadores brasileños de voleibol. Además, debe tenerse en cuenta que se añadió un cuarto requisito. Su objetivo principal fue verificar la precisión de los coeficientes de regresión a través de la multicolinealidad.

El factor de inflación de varianza (FIV) varió en las tres ecuaciones, de 1,7 a 3,6. De hecho, pocos estudios han encontrado valores como estos (9,20). A diferencia de  $R^2$ , el análisis de significación y el  $EEE$  son mucho más comunes a pesar de lo que se sugiere en la bibliografía con respecto al uso de FIV como regla general en la estimación de la composición corporal (13). Los investigadores incluso señalaron que los valores de FIV no deben superar el valor de 10. Por lo tanto, de acuerdo con nuestros resultados, las tres ecuaciones representaron valores  $< 10$ , mostrando una precisión similar en la predicción del %GC. Estas ecuaciones pueden ser utilizadas y/o aplicadas a otras muestras debido a su alta capacidad predictiva del %GC en jugadores jóvenes de voleibol.

Cada ecuación mostró un alto poder estadístico, como se indicó anteriormente (76 a 80%). Además, en la Figura 1, la similitud entre los residuales observados y determinados es visible. La distribución de variables es normal en las tres ecuaciones. Con respecto al Error Estándar de Estimación, coincidentemente, las tres ecuaciones mostraron valores  $< 1,85\%$ . Estos valores son similares y/o menores que los valores de otros estudios (6,20,24) e incluso más allá del criterio establecido por Lhoman (17), donde se sugieren valores  $< 3\%$ . Además, es importante destacar que en relación con la significación, todas las ecuaciones propuestas presentaron un  $P < 0,0001$ .

En consecuencia, las tres nuevas ecuaciones abarcaban los cuatro criterios analizados. Las ecuaciones pueden

caracterizarse como métodos precisos para determinar el %GC. También pueden utilizarse para evitar algún tipo de sesgo de interpretación de resultados. Cada ecuación se comparó con la referencia (DXA). De hecho, no se observaron discrepancias significativas en ninguna de las ecuaciones ( $P < 0,001$ ). Los coeficientes de variación fueron inferiores a los de la referencia ( $< 22,6\%$ ). Esto fue incluso cierto en el 33% utilizado en términos estadísticos, y se aplica generalmente a variables que se originaron en la misma y/o diferente muestra con el fin de comparar la dispersión entre las distribuciones.

Por lo tanto, estas tres nuevas ecuaciones están disponibles para estimar el %GC en jóvenes jugadores brasileños de voleibol. También pueden ser utilizadas por profesionales del deporte y de las ciencias de la salud. Los profesionales pueden elegir la ecuación que mejor se adapte al perfil de sus atletas, así como los programas de entrenamiento y/o recursos disponibles en sus respectivos clubes.

En términos generales, para estimar el %GC en los jugadores de voleibol, es necesario evaluar los pliegues tricapales, subescapulares, ilíacos, del muslo delantero y del gemelo medial, ya que estos puntos anatómicos sugieren la predicción del %GC de manera más precisa en jugadores jóvenes de voleibol. Este no es el caso de los pliegues cutáneos bicipitales y abdominales, a pesar de haber sido sometidos a un riguroso proceso de selección de variables predictivas donde los valores de FIV resultaron superiores al límite de 10 y  $R^2$  mostró una reducción considerable al 10%, respectivamente.

### Limitaciones de este Estudio

Algunas limitaciones ocurrieron en este estudio. Por ejemplo, el escaneo de los atletas (DXA) se realizó desde la línea de la mandíbula hacia abajo. Esto se llevó a cabo con el fin de asegurar una lectura precisa de la composición de masa corporal sin la cabeza. Debido al tamaño del cuerpo de los atletas de voleibol, era difícil colocarlos correctamente en el marco de la plataforma del escáner. Esto podría crear algún tipo de sesgo que podría influir en los resultados. Es necesario tener en cuenta este aspecto en el momento de analizar los resultados.

Por otro lado, la validación cruzada no se llevó a cabo en el 10% de la muestra original, ya que no era representativo para generalizar los resultados. Estudios futuros deben tomar en consideración estos aspectos y proponer ecuaciones adicionales, no sólo para el %GC, sino también para proponer nuevos modelos de compartimientos para analizar la composición corporal de los jugadores de voleibol.

En cuanto a las fortalezas del estudio, destacamos los pocos errores técnicos observados en las mediciones de la evaluación de los pliegues cutáneos. De hecho, el control de la calidad de la medición antropométrica implica la reducción de los errores de medida, ya que se considera como un pre-requisito que permita una mejor interpretación de los resultados. Esto permitiría una mejor interpretación y reproducción de los resultados (11). Además, los cuatro criterios utilizados para seleccionar las mejores ecuaciones se agregan de una manera que garantice su uso y aplicación a través de simples cálculos manuales.

## CONCLUSIONES

Concluimos que a través de las tres ecuaciones desarrolladas, es posible estimar el %GC en jugadores jóvenes de voleibol basándose en los pliegues tricapital, subescapular, de la cresta ilíaca, del muslo delantero y del gemelo medial. Por lo tanto, los resultados sugieren que el uso y la aplicación de las ecuaciones son un buen método alternativo para analizar la composición corporal de jóvenes jugadores de voleibol en programas de entrenamiento y situaciones relacionadas con la salud, la aptitud física y el deporte.

**Dirección de correo:** Marco Cossio Bolaños, PhD, Department of Physical Activity Sciences, Catholic University of Maule, Talca, Chile. Av. San Miguel s/n, Talca, Chile. Email: [mcossio1972@hotmail.com](mailto:mcossio1972@hotmail.com)

## REFERENCIAS

1. Bentzur KM, Kravitz L, Lockner DW. (2008). Evaluation of the BOD POD for estimating percent body fat in collegiate track and field female athletes: A comparison of four methods. *J Strength Cond Res.* 2008;22(6):1985-1991.
2. Cameron N, Griffiths PL, Wright MM, Blencowe C, Davis NC, Pettifor JM, Norris SA. (2004). Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:70-75.
3. Duncan MJ, Woodfield L, Al-Nakeeb Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br*



4. Esco MR, Williford WN, Russell AR. (2011). Cross-validation of BMI-based equations for predicting percent body fat in female collegiate athletes. *JEPonline.* 2011;14(3):43-52.
5. Eston RG, Rowlands AV, Charlesworth S, Davies A, Hoppitt, T. (2005). Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: Importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59:695-702.
6. Fornetti WC, Pivarnik JM, Foley JM, Fiechtner JJ. (1999). Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *J Appl Physiol.* 1999;87(3):1114-1122.
7. Gabbett T, Georgieff B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):902-908.
8. Gartner A, Dioum A, Delpeuch F, Maire B, Schutz Y. (2004). Use of hand-to-hand impedancemetry to predict body composition of African women as measured by air displacement plethysmography. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58:523-531.
9. Gonçalves EM, Silva AM, Matias CN, Lemos-Marini SH, Santos AO, Guerra-Júnior G. (2013). Estimation of percent body fat based on anthropometric measurements in children and adolescents with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin Nutr.* 2013;32:45-50.
10. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. (1996). Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996;63:299-305.
11. Goto R, Mascie-Taylor NCG. (2007). Precision of measurement as a component of human variation. *J Physiol Anthropol.* 2007;26:253-256.
12. Gualdi-Russo E, Zaccagni L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41:256-262.
13. Guo SS, Chumlea WC, Cockram DB. (1996). Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(3):428S-435S.
14. Heyward VH, Wagner DR. (2004). Applied Body Composition Assessment. (2nd Edition). Champaign, IL: Human Kinetics
15. International Society For the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). (2001). International Standards For Anthropometric Assessment. Nueva Zelanda
16. Jackson AS, Pollock ML. (1978). Generalized equations for predicting body density in men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
17. Lohman TG. Dual energy X-ray absorptiometry. (1996). In: Human Body Composition. (Editors). AF Roche, SB Heymsfield, TG Lohman, pp. 63-78. Champaign, IL: Human Kinetics
18. Marqués MC, Tillaar R, Gabbett TJ, Reis VM, González-Badillo JJ. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: Determination of positional differences. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1106-1111.
19. Moon JR, Tobkin SE, Smith AE, Lockwood CM, Walter AA, Cramer JT, Beck TW, Stout JR. (2009). Anthropometric estimations of percent body fat in NCAA Division I female athletes: A 4-compartment model validation. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1068-1076.
20. Oliver JM, Lambert BS, Martin SE, Green JS, Crouse SF. (2012). Predicting football players' dual-energy x-ray absorptiometry body composition using standard anthropometric Measures. *J Athl Train.* 2012;47(3):257-263.
21. Peña J, Guerra JR, Buscà B, Serra N. (2013). Which skills and factors better predict winning and losing in high-level men's volleyball? *J Strength Cond Res.* 2013;27:487-493.
22. Reilly T, George K, Marfell-Jones M, Scott M, Sutton L, Wallace JA. (2009). How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players? *Inter J Sports Med.* 2009;30:607-613.
23. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, Mcguigan MR, Etxebarria N, Newton RU. (2008). Relative importance of strength power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2008;22:3:758-765.
24. Silva AM, Minderico SC, Teixeira PJ, Pietrobelli A, Sardinha LB. (2006). Body fat measurement in adolescent athletes: Multicompartment molecular model comparison. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60:955-964.
25. Smith DJ, Roberts D, Watson B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and university volleyball players. *J Sports Sci.* 1992;10(2):131-138.
26. Stevens J, Cai J, Truesdale CP, Cuttler L, Robinson TN, Roberts AL. (2013). Percent body fat prediction equations for 8- to 17-year-old American children. *Pediatr Obes.* 2013; 9:260-271.
27. Stewart AD, Hannan BW. (2000). Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci.* 2000;18(4):263-274.
28. Warner ER, Fornetti WC, Jallo JJ, Pivarnik JM. (2004). A skinfold model to predict fat-free mass in female athletes. *J Athl Train.* 2004;39(3):259-262.
29. Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol.* 1987;56:191-200.
30. Yavari R, McEntee E, McEntee M, Brines M. (2011). Anthropometric variables accurately predict dual energy x-ray absorptiometric-derived body composition and can be used to screen for diabetes. *PLoS ONE.* 2011;6:e24017.