

Concordancia de ecuaciones que predicen el porcentaje de grasa en jóvenes futbolistas

Concordance of equations that predict the percentage of fat in young players

Urta Alborno, Camilo¹; Pezoa Fuentes, Paz¹; Alvear Vasquez, Fernando²; Cruz Flores, Ignacio²; Gomez Campos, Rossana³; Valenzuela, Pedro⁴; Pacheco Carrillo, Jaime⁵; Cossio Bolaños, Marco¹

1 Programa de Doctorado en ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

2 Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

3 Departamento de Diversidad e Inclusividad Educativa, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

4 Universidad Autónoma de Chile, Talca, Chile.

5 Universidad del Bio Bio, Chillán, Chile.

Recibido: 29/octubre/2018. Aceptado: 10/marzo/2019.

RESUMEN

Introducción: la evaluación de la composición corporal puede ser relevante en el monitoreo de efectos potenciales de los programas de entrenamiento y salud de los jóvenes atletas.

Objetivo: Analizar la concordancia de una ecuación de % de grasa corporal específica con ecuaciones genéricas que fueron desarrolladas para jóvenes no-deportistas y deportistas adultos.

Métodos: Se efectuó un estudio de tipo descriptivo-comparativo. Fueron evaluados 109 jóvenes futbolistas de un club del fútbol profesional de Chile. Las edades oscilan entre 12.9 a 20.4. Se evaluó el peso, estatura de pie, estatura sentada, cinco pliegues cutáneos (bicipital, subscapular, supra-iliaca, abdominal). Se calculó la maduración somática por medio de los años de pico de velocidad de crecimiento (APVC). Se calculó el porcentaje de grasa (%G) a través de una ecuación específica para futbolistas y cinco ecuaciones generales.

Resultados: La edad cronológica fue de 16.1±1.8 años y la edad biológica se presentó a los 14.8±0.9APVC. Los valores de %G oscilaron entre 8.8 a 14.3% en las seis ecuaciones.

Correspondencia:

Marco Cossio Bolaños
mcossio1972@hotmail.com

El coeficiente de concordancia (CC) y los valores de precisión (P) y exactitud (E) entre la ecuación de Gómez-Boileau (CC= 0.34, P=0,60, E=0,42), Gómez-Slaugther (CC= 0.30, P=0,60, P=0,36, Gómez-Lohman (CC= 0.53, P=0,70, E= 0.61), Gómez-Cossio-Bolaños (CC= 0.62, P=0.80, E= 0,68), y Gómez-Faulkner (CC= 0,48, P= 0,80, E= 0,52).

Conclusión: Las ecuaciones de Lohman y Cossio-Bolaños propuestas para adultos pueden ser utilizados para predecir el porcentaje de grasa corporal en jóvenes futbolistas entre 12 a 20 años, puesto que mostraron concordancia y elevados valores de precisión y exactitud en sus predicciones.

PALABRAS CLAVE

Porcentaje de grasa, Fútbol, Jóvenes, Ecuaciones.

ABSTRACT

Background: The evaluation of body composition may be relevant in monitoring the potential effects of the training and health programs of young athletes.

Objective: To analyze the concordance of a specific body fat% equation with generic equations that were developed for non-athletes and adult athletes.

Methodology: A descriptive-comparative study was carried out. 109 young footballers from a professional soccer club in Chile were evaluated. The ages range from 12.9 to 20.4. The weight, standing height, sitting height, five skin folds (bicipital, subscapular, supra-iliac, abdominal) were evaluated.

Somatic maturation was calculated by means of the years of peak growth rate (APVC). The percentage of fat (% G) was calculated through a specific equation for footballers and five general equations.

Results: The chronological age was 16.1 ± 1.8 years and the biological age was presented at 14.8 ± 0.9 APVC. The values of % G ranged from 8.8 to 14.3% in the six equations. The concordance coefficient (CC) and the values of precision (P) and accuracy ϵ between the Gómez-Boileau equation (CC = 0.34, P = 0.60, E = 0.42), Gómez-Slaugther (CC = 0.30), P = 0.60, P = 0.36, Gómez-Lohman (CC = 0.53, P = 0.70, E = 0.61), Gómez-Cossio-Bolaños (CC = 0.62, P = 0.80, E = 0, 68), and Gómez-Faulkner (CC = 0.48, P = 0.80, E = 0.52).

Conclusion: The Lohman and Cossio-Bolaños equations proposed for adults can be used to predict the percentage of body fat in young players between 12 to 20 years, since they showed concordance and high values of precision and accuracy in their predictions.

KEYWORDS

Fat percentage, Soccer, Youth, Equations.

ABREVIATURAS

DXA: absorciometría de rayos X de doble energía.

IRD: Índice de Reproductibilidad Deseable IRD.

%G: Porcentaje de grasa.

APVC: años de peak de velocidad de crecimiento.

CC: Coeficiente de concordancia.

P: Precisión.

ϵ : Exactitud.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la composición corporal implica una variedad de modelos y métodos que tienen que ver con la división de la masa corporal en componentes significativos¹. Por lo general los métodos como el pesaje bajo el agua, la pletismografía de desplazamiento de aire, las técnicas de agua marcada y la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) son métodos de referencia relevantes para evaluar la composición corporal², aunque hay métodos alternativos como la antropometría que son de bajo costo y son utilizados por los equipos multidisciplinarios de los clubes de fútbol³.

En general, la evaluación de la composición corporal puede ser relevante en el monitoreo de efectos potenciales de los programas de entrenamiento y salud de los jóvenes atletas⁴. En ese sentido, en las ciencias del deporte, dos temas traen a discusión en los jóvenes deportistas y específicamente en el fútbol. Por ejemplo, el control de peso y el % grasa corporal¹.

Estas variables son constantemente evaluadas y monitorizadas durante diversas etapas del entrenamiento por las comisiones técnicas de los clubes de fútbol.

De hecho, una mayor cantidad de masa grasa disminuye significativamente la potencia y el rendimiento de la velocidad y es inversamente correlacionada con la resistencia y la agilidad⁵ y la presencia de fatiga durante las actividades aeróbicas e intermitentes⁶.

En esencia, para efectuar una adecuada evaluación y monitorización de la composición corporal y específicamente del % de grasa corporal por medio de la técnica antropométrica, varios estudios se han efectuado en jóvenes futbolistas, los que han utilizado diversas ecuaciones que no son específicas para el fútbol⁷⁻¹⁰. En ese sentido, este estudio se propone verificar si una ecuación específica desarrollada para jóvenes futbolistas de Chile concuerda en sus resultados con ecuaciones genéricas y específicas para el fútbol.

Esta información puede servir a los equipos multidisciplinarios para identificar y seleccionar la ecuación que permita calcular el % de grasa corporal con mayor precisión. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue analizar la concordancia de una ecuación de % de grasa corporal específica con ecuaciones genéricas que fueron desarrolladas para jóvenes no-deportistas y deportistas adultos.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio y muestra

El estudio es de tipo descriptivo-comparativo. Fueron seleccionados de forma no probabilística por conveniencia 109 jóvenes futbolistas de un club del fútbol profesional chileno. Las edades oscilan entre 12.9 a 20.4.

El proceso de recolección de datos se efectuó durante el periodo de la mañana (8:00- 9:00 hrs) en un laboratorio cerrado manteniendo una temperatura entre 20°C a 24°C, ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Chile (2015). Fueron incluidos los sujetos que firmaron el consentimiento informado y que voluntariamente aceptaron participar de las evaluaciones. Se excluyeron a los que no completaron las evaluaciones antropométricas y los que se encontraban con lesiones deportivas. El estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Autónoma de Chile 2015.

Procedimientos

La edad decimal se calculó con la fecha de nacimiento (día, mes, año) y la fecha en que se tomaron las medidas antropométricas. Con ambos grupos de datos se calculó la edad decimal.

Para la evaluación antropométrica se utilizó el protocolo de la Sociedad Internacional para el avance de la Cineantropometría¹¹. Todo el procedimiento de evaluación antropométrica

trica estuvo a cargo de un antropometrista experimentado. El error técnico de medida intra-evaluador para todas las variables fue inferior a 1,8%.

La masa corporal (kg) se evaluó descalzo con una báscula (Tanita, Kewdale, Australia) con precisión de 0,1kg. La estatura se midió con un estadiómetro (SECA, Hamburgo) con precisión de 0,1 cm, manteniendo la cabeza en el plano de Frankfurt. La estatura sentada se midió sobre un banco de madera (con 50 cm de altura), manteniendo una posición erguida. Se utilizó un estadiómetro (SECA, Hamburgo) con precisión 0,1cm. Se evaluó 5 pliegues cutáneos del lado derecho del cuerpo (bicipital, tricipital, subscapular, supraíliaco y abdominal). Se utilizó un calibrador de tejido adiposo Harpenden que ejerce una presión constante de 10g·mm⁻². La maduración biológica se evaluó a través de indicadores somáticos, utilizando la técnica propuesta por Mirwald¹², que permite determinar los APVC (años de peak de velocidad de crecimiento).

El porcentaje de grasa (% G) fue calculado utilizando las ecuaciones específicas de Gómez et al.¹³, para jóvenes futbolistas chilenos, además se utilizaron las ecuaciones genéricas para niños, adolescentes y adultos de Boileau et al.¹⁴, Slaughter et al.¹⁵, Lohman et al.¹⁶. Se consideró también las ecuaciones de futbolistas adultos de Cossio-Bolaños et al.¹⁷ y de nadadores de Faulkner¹⁸. En la tabla 1 se abrevian las ecuaciones utilizadas.

Estadística

Todas las variables antropométricas mostraron un patrón satisfactorio tras verificar la normalidad a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Los datos fueron analizados por medio de estadística descriptiva: Media aritmética, desviación estándar, rango, coeficiente de variación. Las relaciones entre variables se efectuaron por medio del coeficiente de correlación de Pearson. Las comparaciones de medias entre ecuaciones se verificaron, a través, del test t para muestras relacionadas.

Se aplicó el Plotaje de Bland & Altman¹⁹ para la concordancia entre las ecuaciones. En todos los casos se adoptó p<0,05. La precisión y la exactitud de las ecuaciones fueron extraídas del Índice de Reproducibilidad Deseable IRD²⁰. Los cálculos fueron efectuados en planillas de Excel, en SPSS 18.0 y en MedCalc Statistical Software v.11.1.0.

RESULTADOS

Las variables antropométricas que caracterizan a la muestra estudiada se observan en la tabla 1. Se observa que el promedio de la edad cronológica fue de 16.1±1,8años y los APVC se presentaron dos años antes, siendo a los 14,8±1,8 APVC. También se observa los valores del % G por medio de las seis ecuaciones de regresión.

Las comparaciones entre las ecuaciones de %G se observan en la tabla 2. Se determinó que entre la ecuación específica de Gómez et al¹³ con las seis ecuaciones restantes si hubo diferencias significativas (p<0,05). Mientras que el CCC mostró valores aceptables con la ecuación de Cossio-Bolaños et al¹⁷ y con la ecuación de Lohman et al¹⁶. Además, con estas ecuaciones los valores del Índice de Reproducibilidad Deseable reflejaron valores más precisos y exactos y principalmente con la ecuación de Cossio-Bolaños et al¹⁷.

En la figura 1 se observa los valores de concordancia entre la ecuación específica con las demás ecuaciones de %G. Los mejores limites de acuerdo se observan con la ecuación de Faulkner¹⁸, Lohman et al¹⁶ y Cossio-Bolaños et al¹⁷.

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio permitieron verificar que la ecuación de Lohman et al.²¹, propuesta para jóvenes no futbolistas mayores de 18 años y la ecuación de Cossio-Bolaños et al.¹⁷ desarrollada para futbolistas adultos mostraron adecuados límites de acuerdo e inclusive mayor precisión y exactitud en relación a las demás ecuaciones (Boileau et al.¹⁴; Slaughter et al.¹⁵; Faulkner¹⁸).

Tabla 1. Ecuaciones de regresión para predecir el porcentaje de grasa corporal.

Referencia	Ecuaciones	Edades	Población específica
Gómez et al 2017	$\%G=(0,008*BI)+(0,502*TR)+(0,051*SB)+(0,24*SI)+(0,28*AB)-(1,29*APVC)$	13 -17	Futbolistas
Boileau et al 1986	$\%G= 1,35(\Sigma TR+SB)-0,012(\Sigma TR+SB)^2-4,4$	Todas	Niños y adultos
Slaughter et al 1988	$\%G=(0,783*(\Sigma TR+SB)+1,6)$	Todas	Niños y adultos
Lohman et al 1986	$\%G=1,35(\Sigma TR+SB)-0,012(\Sigma TR+SB)^2-6,7$	>18	Adultos
Cossio-Bolaños et al 2001	$\%G=\Sigma (TR+SB+SI+AB)/(6,0478*0,507)$	18 -30	Futbolistas
Faulkner 1968	$\%G=(\Sigma TR+SB+SI+AB)*0,153+5,723$	18 - 25	Nadadores

BI: Bicipital, SB: Subescapular, SI: Supra-íliaco, AB Abdominal, MU: Muslo.

Tabla 2. Características antropométricas de la muestra estudiada.

Variable	X	DE	CV	Mín	Máx
Edad cronológica (años)	16,1	1,8	11,3	12,9	20,4
Edad biológica (APVC)	14,8	0,9	6,1	13,2	16,3
Antropometría					
Peso (kg)	63,5	9,4	14,8	40,7	87,2
Estatura (cm)	169,2	7,3	4,3	148,0	191,5
Estatura sentado (cm)	89,2	4,6	5,2	76,5	99,3
Pliegues cutáneos(mm)					
Bicipital	4,4	1,1	25,5	2,8	8,2
Tricipital	8,4	2,3	27,7	1,0	15,0
Subescapular	7,8	1,9	24,7	1,0	13,2
Supra-ilíaco	9,5	3,3	34,6	5,0	23,0
Abdominal	11,0	4,5	41,0	5,2	34,0
Σ 5 Pliegues cutáneos	41,1	11,0	26,8	24,0	90,8
Porcentaje de Grasa (%G)					
Gómez et al ¹³	8,8	3,2	36,7	4,8	24,7
Boileau et al ¹⁴	14,2	3,3	23,3	5,6	22,3
Slaughter et al ¹⁵	14,3	2,7	19,0	7,9	21,6
Lohman et al ¹⁶	12,4	3,2	26,1	3,9	21,3
Cossio-Bolaños et al ¹⁷	11,9	3,3	28,1	6,5	26,9
Faulkner ¹⁸	11,3	1,6	13,8	8,8	18,4

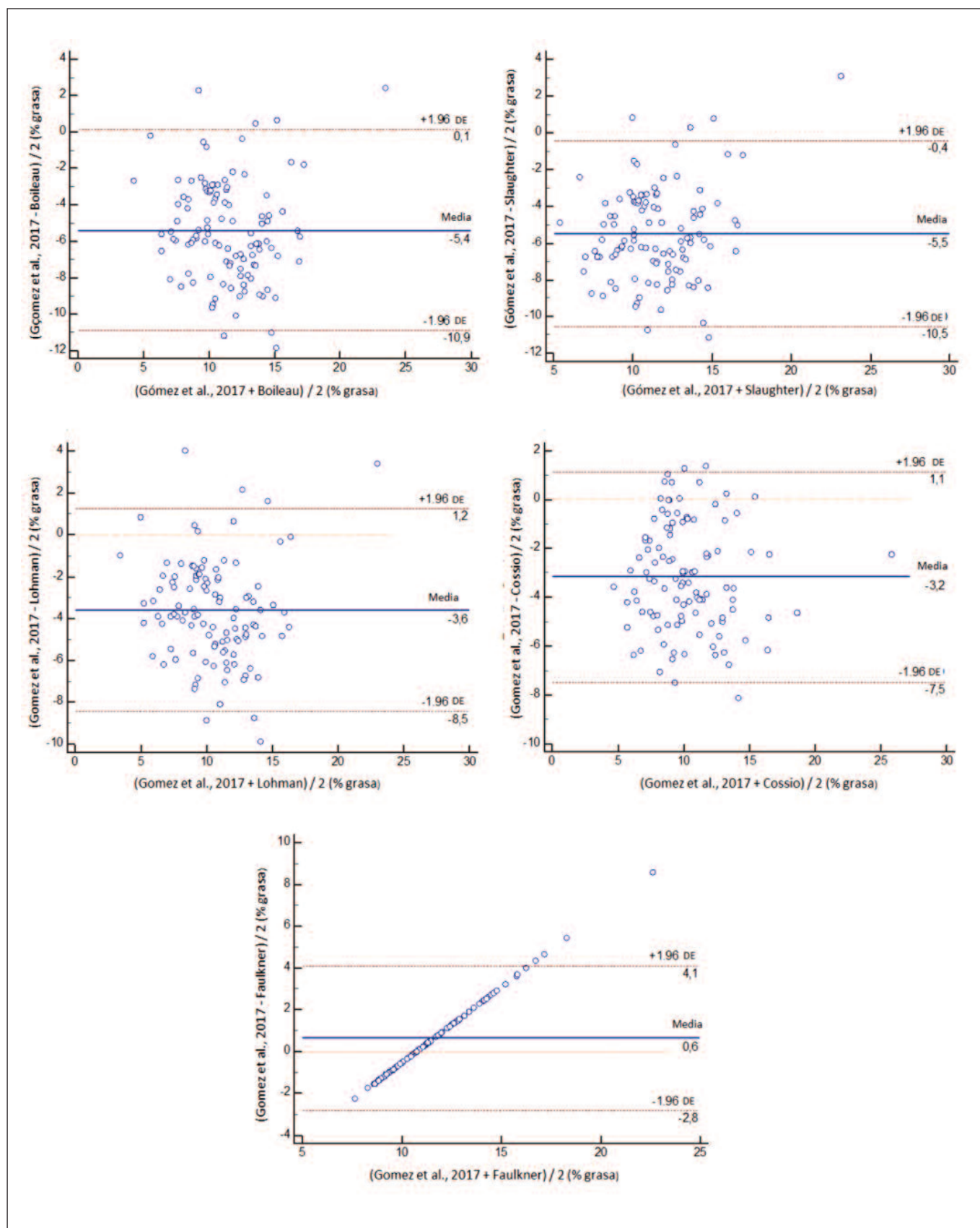
APVC: Años de Pico de Velocidad de Crecimiento, X: Promedio, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, Min: Mínimo, Max: Máximo.

Tabla 3. Comparación y relación entre ecuaciones que estiman el % de grasa en jóvenes futbolistas.

Ecuaciones	Diferencia de medias		t	CCC	Precisión	Exactitud
	X	DE				
Gómez et al ¹³ - Boileau ¹⁴	-5,38	2,81	19,970; p<0,0001	0,2670; IC:0,1869 a 0,3444	0,6	0,42
Gómez et al ¹³ - Slaughter ¹⁵	-5,48	2,57	22,25; p<0,0001	0,2332; IC: 0,1621 a 0,3018	0,6	0,36
Gómez et al ¹³ - Lohman ¹⁶	-3,61	2,47	15,25; p<0,0001	0,4357; IC: 0,3341 a 0,5273	0,7	0,61
Gómez et al ¹³ - Cossio-Bolaños ¹⁷	-3,17	2,19	15,090; p<0,0001	0,5297; IC: 0,4300 a 0,6166	0,8	0,68
Gómez et al ¹³ - Faulkner ¹⁸	-2,53	2,24	11,75; p<0,0001	0,4070; IC: 0,3226 a 0,4849	0,8	0,52

X: Promedio, DE: Desviación Estándar, IC: Intervalo de Concordancia, CC: Coeficiente de Concordancia.

Figura 1. Plotaje de Bland-Altman entre la ecuación específica de % G de Gómez et al (2017) con cinco ecuaciones.



Estos hallazgos demostraron que las ecuaciones propuestas para jóvenes y adultos no-deportistas no son aplicables a jóvenes futbolistas, e inclusive la ecuación de Faulkner¹⁸ propuesta para nadadores, a pesar de reflejar amplios límites de acuerdo no fue suficiente en cuanto a la exactitud para poder estimar el % G de jóvenes futbolistas.

En general, la mayoría de las ecuaciones antropométricas se basan en modelos estadísticos y permiten predecir el % G a partir de pliegues cutáneos²². Estos modelos son susceptibles de sesgos cuando se aplican a otras poblaciones diferentes a las que fueron propuestas. Además, son sensibles a diversos factores (tipo de calibrador, la técnica de medición, la experiencia del evaluador, entre otros aspectos), los que deben ser considerados antes y durante la evaluación.

De hecho, el uso indiscriminado de ecuaciones de % G es una práctica común no sólo en las ciencias de la salud, sino también en las ciencias del deporte, puesto que existe demanda respecto a ecuaciones que estimen la composición corporal en diversas modalidades deportivas a nivel mundial.

Este hecho, incide en el uso de modelos predictivo no específicos en diversas poblaciones de escolares^{23,24} y futbolistas²⁵, las que conducen a identificar discrepancias en la evaluación y diagnóstico de su composición corporal. Por ello, es necesario verificar la concordancia entre métodos, lo que podría conducir a una disminución de errores, tanto en la precisión como exactitud.

A pesar de ello, se recomienda utilizar un método de referencia (estándar) para comprobar su validez en los valores de composición corporal, sin embargo, esto implica un alto costo en equipamiento, como es el caso de la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), así como la necesidad de contar con un laboratorio y personal altamente calificado, que resultan ser limitantes para la práctica cotidiana^{26,27}.

Por lo tanto, las dos ecuaciones identificadas en este estudio (Lohman y Cossio-Bolaños) pueden ser utilizadas por las comisiones técnicas para determinar el % G y consecuentemente la masa grasa de los jóvenes futbolistas. Esta información es relevante en el fútbol, puesto que la masa grasa excesiva actúa como masa inactiva, ya que no participa en el movimiento activo, especialmente en acciones motoras como la aceleración o los remates¹.

De hecho, una mayor cantidad de masa grasa disminuye significativamente el rendimiento de la potencia y de la velocidad y es inversamente correlacionada con la resistencia y la agilidad⁵ y consecuentemente con la presencia de fatiga durante actividades aeróbicas e intermitentes⁶.

Por lo tanto, los atletas adultos suelen competir con niveles de aproximadamente entre el 6–13% para hombres y 14–20% para mujeres²² y específicamente en el fútbol entre 7–12%²⁶, aunque puede existir algunas discrepancias entre las posiciones de juego y categorías. Pues estos parámetros ide-

ales deben ser alcanzados por los jóvenes futbolistas durante su formación deportiva para alcanzar elevados niveles de rendimiento deportivo.

Algunas fortalezas deben ser reconocidas en este estudio, puesto que es un primer acercamiento el que se hace en esta investigación para identificar las ecuaciones que podrían ser utilizadas en jóvenes futbolistas de Chile, además la incorporación de los cálculos del Índice de Reproductibilidad Deseable IRD en cada una de las ecuaciones permitió verificar la precisión y exactitud de los cálculos del % G, lo que es poco usual en estudios de esta naturaleza. También, es necesario indicar que futuros estudios deben considerar un método estándar como DXA para verificar la concordancia con ecuaciones antropométrica, así los resultados obtenidos deben ser analizadas con precaución, debido a la selección de la muestra utilizada en este estudio (no-probabilística).

CONCLUSIÓN

Se concluye que las ecuaciones de Lohman y Cossio-Bolaños propuestas para adultos pueden ser utilizados para predecir el porcentaje de grasa corporal en jóvenes futbolistas entre 12 a 20 años, puesto que mostraron concordancia y elevados valores de precisión y exactitud en sus predicciones. Los resultados sugieren su uso y aplicación en jóvenes futbolistas para clasificar, monitorizar la composición corporal en diversas etapas del entrenamiento, a pesar de que una ecuación es para no-deportistas y la otra para futbolistas adultos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Malina RM, Geithner CA. Body Composition of Young Athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine*- 2011; 5(3): 262–278. doi:10.1177/1559827610392493
2. Parker L, Reilly JJ, Slater C, Wells JC, Pitsiladis Y. Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. *Obes Res*. 2003; 11, 852-858.
3. Santi Maria T, Gómez-Campos R, Andruske C, Gamero D, Luarte-Rocha C, Arruda M, Tumi-Figuero E, Cossio-Bolaños M. Percentage of Body Fat of Young Soccer Players: Comparison of Proposed Regression Frequencies between Goalkeepers and Soccer Camp Players. *Journal of Exercise Physiology online*. 2015; 18(6): 70-80.
4. Hergenroeder AC, Klish WJ. Body composition in adolescent athletes. *Pediatr Clin North Am*. 1990; 37: 1057-1083.
5. Gil S, Ruiz F, Irazusta A, Gil J, Irazusta J. Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2007; 47(1): 25-32.
6. Krzykala M, Konarski JM, Malina RM, Rachwalski K, Leszczynski P, Ziolkowska-Lajp E. Fatness of female field hockey players: Comparison of estimates with different methods. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*. 2016; 67(3): 245-257.
7. Gall F, Carling C, Williams M, Reilly T. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male

- graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport*. 2010; 13: 90-95.
8. Lago-Peñas C, Casais L, Della A, Rey E, Domínguez E. Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: Relevance for competition success. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(12): 3358-3367.
 9. Portella D, Arruda M, Cossio-Bolaños MA. Valoración del rendimiento físico de jóvenes futbolistas en función de la edad cronológica. *Apunts Educación Física y Deportes*. 2011; 106(4): 42-49.
 10. Perroni F, Vetrano M, Rainoldi A, Guidetti L, Baldari C. Relationship among explosive power, body fat, fat free mass and pubertal development in youth soccer players: A preliminary study. *Sport Sci Health* 2014; 10: 67-73.
 11. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, (ISAK). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Nueva Zelanda, 2001.
 12. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002; 34: 689-694. PMID: 11932580
 13. Gómez-Campos R, Urra-Albornoz C, Andruske C, Almonacid-Fierro A, Pacheco-Carrillo J, Cossio-Bolaños M. Equations to Predict Body Fat Percentage in Young Chilean Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2017; 20(4): 96-107.
 14. Boileau AR, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition in children and youth. *Scan. J. Sports Sci*. 1985; 7:17-27. 48.
 15. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988; 60(5): 709-723.
 16. Lohman TG, Pollock ML, Slaughter MH, Brandon LJ, Boileau RA. Methodological factors and the prediction of body fat in female athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1984; 16: 92-96.
 17. Cossio-Bolaños MA, Valdez F, Condori R. Estimación del porcentaje graso a través del método del área superficial en futbolistas. *Memorias VIII Congreso Panamericano de Educación Física*. Caracas, Venezuela, 2001.
 18. Faulkner JA. *Physiology of swimming and diving*. In: Falls, H. *Exercise physiology*. Baltimore: Academic Press, 1968.
 19. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 8: 307-310. PMID: 2868172
 20. Lin LI A. Concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989; 45: 255-268. PMID: 2720055
 21. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1986; 14:325-357
 22. Gupta N. Different Measuring Techniques for Body Fat Analysis. *Int. Res. J. of Science & Engineering*. 2015; 3(3): 92-106.
 23. Rodriguez G, Moreno L, Blay M, Blay V, Fleta J, Sarría A, Bueno M. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European journal of clinical nutrition*. 2005; 59(10): 1158-1166. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602226> PMID: 16047030
 24. Silva DR, Ribeiro AS, Pavão FH, Ronque ER, Avelar A, Silva AM, Cyrino ES. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: a systematic review. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2013; 59: 475-486. <https://doi.org/10.1016/j.ramb.2013.03.006> PMID: 24119380
 25. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Lancho JL. Concordancia del porcentaje graso a través de métodos antropométricos en futbolistas profesionales. *Kronos*. 2011; 10(2): 48-54.
 26. Hussain Z, Jafar T, Zaman Muz Parveen R, Saeed F. Correlations of skin fold thickness and validation of prediction equations using DXA as the gold standard for estimation of body fat composition in Pakistani children. *BMJ open*. 2014; 22(4): <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004194> PMID: 24755209
 27. Cicek B, Ozturk A, Unalan D, Bayat M, Mazicioglu MM, Kurtoglu S. Four-Site skinfolds and body fat percentage references in 6-to-17 year old Turkish children and adolescents. *J Pak Med Assoc*. 2014; 64(10): 1154-61. PMID: 25823156.