

ARTÍCULO CON ACTUALIZACIÓN*: COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA MEDIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES COSTARRICENSES

COMPARISON OF TWO METHODS TO MEASURE BODY COMPOSITION IN COSTA RICAN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS

*Acerca de la actualización presentada:

En el mes de junio de 2020 las siguientes personas autoras: José Moncada, Braulio Sánchez-Ureña, Felipe Araya-Ramírez, Luis Blanco-Romero, Carmen Crespo-Coco solicitan la incorporación de un documento de actualización referido al artículo titulado “COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA MEDIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES COSTARRICENSES” publicado por la Revista MHSalud en el volumen 12, número 2 del año 2016. .

Razón de la actualización: Quienes presentan la actualización plantean que, a partir de un nuevo análisis de los datos, se identificaron aspectos de mejora con respecto a los resultados reportados en el artículo de 2016. Para esto han preparado un documento explicativo de esta valoración así como recomendaciones para su adecuada interpretación.

En el siguiente enlace podrá revisar el texto explicativo de actualización para este artículo: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/article/view/7602/21202>

Artículo original:

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA MEDIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES COSTARRICENSES

COMPARISON OF TWO METHODS TO MEASURE BODY COMPOSITION IN COSTA RICAN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS

Braulio Sánchez-Ureña^{1,2} braulio.sanchez.urena@una.cr¹

*Felipe Araya-Ramírez*¹

*Luis Blanco-Romero*¹

*Carmen Crespo-Coco*³

Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Universidad Nacional, Costa Rica¹

Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Programa Ciencias del Ejercicio y la Salud,

Universidad Nacional, Costa Rica²

Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura, España³

Resumen

Las características antropométricas y fisiológicas en el fútbol según posición de juego se han estudiado con el objetivo de medir su relevancia en la competición. Sin embargo, la comparación de métodos de composición corporal es poco conocida en jugadores de fútbol costarricense. Propósito: comparar la composición corporal mediante el uso de la absorciometría dual por rayos X (DEXA) y el método de pliegues cutáneos en futbolistas profesionales costarricenses. Métodos: 106 futbolistas con edad promedio de 24.53 ± 4.77 años participaron en el estudio. Resultados: el porcentaje de grasa fue 13.34 ± 4.1 %, el peso magro 62.1 ± 5.5 kg y el contenido mineral óseo fue de 3.6 ± 0.4 g/cm² obtenido mediante el DEXA y el porcentaje de grasa obtenido por pliegues cutáneos fue 12.58 ± 3.0 %. Al comparar los porcentajes de grasa obtenidos por ambos métodos se registraron diferencias significativas ($p = 0,005$). Además se encontró diferencias en el peso magro por extremidades, siendo mayor en la lateralidad derecha tanto en extremidades superiores ($p = 0.001$) como inferiores ($p = 0.037$). El análisis por posición de juego mostró diferencias a nivel de brazos ($p < 0.05$). Hubo una alta correlación positiva ($r = 0.75$; $p < 0.001$) entre el porcentaje de grasa medido por DEXA y por pliegues cutáneos. Conclusión: Al comparar los porcentajes de grasa mediante ambos métodos se registraron diferencias significativas. La grasa corporal obtenida por ambos métodos mostró una alta asociación, por lo tanto ambas técnicas pueden ser utilizadas en esta población.

Palabras claves: fútbol, composición corporal, DEXA, porcentaje grasa, peso magro.

Abstract

Anthropometric and physiological characteristics of professional soccer players per playing position have been studied extensively in order to determine their relevance in competitions. However, comparing methods to assess body composition is uncommon for Costa Rican soccer players. Purpose: compare body composition using Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) and the skinfold method in Costa Rican professional soccer players. Methods: 106 Costa Rican professional soccer players, 24.53 ± 4.77 years of age, participated in the study. Results: On average body fat was 13.34 ± 4.1 %, fat free mass 62.1 ± 5.5 kg and bone mineral content 3.6 ± 0.4 g/cm² using DEXA, while body fat recorded using the skinfold method was 12.58 ± 3.0 %. When comparing body fat using both methods significant differences were recorded ($p=0.005$). In addition, there were differences on fat free mass by extremity in the upper right component ($p=0.001$) and lower ($p=0.037$) extremities. Fat free mass per playing position showed differences in the arms ($p < 0.05$). There was a strong positive correlation ($r=0.75$, $p < 0.001$) between body fat obtained using DEXA and the skinfold methods. Conclusion: When comparing fat percentages using both methods significant differences were recorded. Body fat measured with both methods was very similar; consequently, both techniques may be used in this population.

Keywords: soccer, body composition, DEXA, body fat, fat free mass.

Introducción

La determinación de la composición corporal es utilizada ampliamente en el deporte de alto rendimiento con el propósito de valorar a los deportistas y compararlos con el ideal de referencia para su modalidad (Evans et al., 2001; Zúñiga y de León, 2007). También se utiliza para la detección temprana de talentos deportivos (Pellenc y Costa, 2006; Renda, 2012), para optimizar el rendimiento competitivo (Bandyopadhyay, 2007; Casajus y Aragonés, 1991;

Martínez et al., 2012) y para valorar los efectos del entrenamiento (Arruda, Cossio y Portella, 2009; Drobnic et al., 2012; Evans et al., 2001).

En el caso particular del fútbol, el estudio de la composición corporal se ha llevado a cabo con el objetivo de conocer las particularidades de cada posición de juego y, por ende, seleccionar a los jugadores cuyas características les permitan responder a las demandas actuales de preparación y competición (Hernández et al., 2013; Zúñiga y de León, 2007). Las investigaciones realizadas sobre este tema han utilizado ecuaciones de regresión para predecir el porcentaje de grasa corporal en jugadores, teniendo como variables predictoras de dos a seis pliegues cutáneos para predecir tanto la densidad corporal como el porcentaje de grasa (Arruda et al., 2009; Herrero, Cabañas, y Maestre, 2004, Pellenc y Costa, 2006; Reilly, Bangsbo y Franks, 2000). De estos estudios se desprende que el porcentaje de grasa en jugadores de fútbol elite se encuentra en un rango del 8 % al 12 %. (Albuquerque, Sánchez, Pietro, López y Santos, 2005; Bandyopadhyay, 2007; Campeiz y de Oliveira, 2006; Ostojic, 2003; Pellenc y Costa, 2006; Rodríguez, 1999; Sánchez-Ureña, Ureña-Bonilla, Salas-Cabrera, Blanco-Romero y Araya-Ramírez, 2011).

Más detalladamente, Casajús y Aragonés (1991), en un estudio con jugadores de la Selección Española de Fútbol que participaron en la Copa Mundial en 1990, utilizaron seis pliegues cutáneos y reportaron un porcentaje de grasa promedio de 11.16 %. Por su parte, Rivera-Brown y Avella (1992), en un estudio con futbolistas puertorriqueños, determinaron que el porcentaje de grasa promedio fue de un 10.5 % utilizando el método de cuatro pliegues. En esta misma línea, Castillo (2012), en un estudio con 69 futbolistas colombianos profesionales, utilizando seis pliegues, determinaron un porcentaje de grasa de 11,1 %.

Respecto a la posición de juego, Renda (2012), en un estudio con 19 futbolistas y utilizando tres pliegues, calculó el porcentaje de grasa corporal promedio en 10.59%. Específicamente, los porteros obtuvieron 12.45 %; los defensas, 11.32 %; los mediocampistas, 9.81 %; y los delanteros 10.1 %. En el caso particular de futbolistas costarricenses, Sánchez-Ureña et al. (2011), determinaron el porcentaje de grasa utilizando siete pliegues en 220 jugadores de la Primera División, reportando un porcentaje de grasa promedio de 9.78 %, para los porteros (n=23); un 11.1 % para los defensas (n=57); un 9.84 %, en el caso de los mediocampistas (n=95), un 9.78 %; y para los delanteros (n=45) un 9.03 %.

Así pues, estos porcentajes de grasa han sido determinados mediante diversas fórmulas y número de pliegues cutáneos. Al respecto, Arruda et al. (2009) indican que cuantos más pliegues sean considerados para predecir el porcentaje de grasa corporal, mejor será la capacidad de predicción. Sin embargo, actualmente se sugiere el uso de técnicas más sofisticadas junto con el peso hidrostático y el DEXA para determinar el porcentaje de grasa en atletas con márgenes de error menores (ACSM, 2014).

Bajo este enfoque, en los últimos años y con el desarrollo de tecnologías aplicadas al deporte, cada vez es más frecuente el uso de equipos de Rayos X como el DEXA para medir

la composición corporal en deportistas, ya que es un método rápido, de gran precisión y fiabilidad, cuya principal ventaja sobre otras técnicas que determinan la composición corporal es su capacidad para evaluar la densidad mineral ósea, la distribución de la grasa corporal y masa magra, así como su distribución en diferentes regiones específicas del cuerpo (Rodríguez, Almagiá y Berral, 2012; Buehring et al., 2014; Drobnic et al., 2012; Kreider et al., 1999). En este sentido, Buehring et al., (2014) llevaron a cabo un estudio con 30 atletas varones de diferentes deportes de la Universidad de Wisconsin, utilizando el método del DEXA, y mostraron que el peso magro promedio fue de 68.1 kg, el porcentaje de grasa corporal fue 13.3 %, el peso magro brazo izquierdo 4.4 kg, peso magro brazo derecho 4.2 kg, peso magro pierna izquierda 11.6 kg y peso magro pierna derecha 11.5 kg. Por su parte, Magnusson, Lindén, Karlsson, Obrant y Karlsson (2001) evaluaron a 67 jugadores de fútbol en Suecia mediante el DEXA, encontrando que el peso magro promedio fue de 62 kg y el porcentaje de grasa corporal 15.5 %, densidad mineral ósea 2.07 g/cm². Asimismo, Wittich et al. (1998), en un estudio con 24 jugadores profesionales de Argentina, determinaron el peso magro en 63.3 kg, el porcentaje de grasa corporal en 12.1 % y el contenido mineral óseo en 3.92 kg.

Cabe mencionar que algunas investigaciones han demostrado una alta correlación entre el DEXA y otros métodos indirectos de medición de la composición corporal, tales como la densitometría, la hidrometría y la espectrometría (Santos, Silva, Matias, Fields y Heymsfield, 2010; Van Marken, Hartgens, Vollaard, Ebbing y Kuipers, 2004); sin embargo, otros estudios demuestran diferencias significativas (Bell, Evans, Cobner y Eston, 2005; Buehring et al., 2014; Micklesfield, Gray y Taliép, 2012). Ante este panorama donde no hay claridad en la similitud o diferencia en cuanto a los resultados obtenidos por ambos métodos, el propósito de este estudio fue comparar la composición corporal de futbolistas profesionales costarricenses mediante el DEXA y el método de pliegues cutáneos.

Metodología

Participantes

En el estudio participaron 106 futbolistas masculinos pertenecientes a cuatro equipos de la Primera División costarricense, con una edad promedio de 24.53 ± 4.8 años, peso 75.5 ± 7.2 kg, estatura 177 ± 6.5 cm. De acuerdo con la posición de juego los jugadores fueron categorizados en porteros (n=15), defensas (n=21), volantes (n=34), laterales (n=14) y delanteros (n=22). Los jugadores recibieron información previa a su participación en las pruebas, las cuales constituyeron parte de las valoraciones planeadas por los cuerpos técnicos de cada equipo. Se contó con el consentimiento informado de los jugadores y con el permiso respectivo por parte de sus equipos para la publicación de los datos.

Instrumentos y materiales

Para la medición de la composición corporal se utilizó los siguientes materiales: un estadímetro marca “Tanita”, con precisión de 0.1 cm, para la medición de la estatura; una báscula marca “Tanita” modelo HD-313 con una precisión de ± 0.1 kg para la determinación del peso corporal. Para la determinación del porcentaje de grasa por medio de pliegues cutáneos se utilizó un plicómetro marca “Lange” con precisión de 0.2 mm y sensibilidad 1 mm, mientras que para la medición de la composición corporal se utilizó una absorciometría dual por rayos X (DEXA) marca “General Electric”, modelo enCORE 2011, software versión 13.6.

Procedimiento

Mediante comunicación escrita se contactó a los preparadores físicos y entrenadores de los doce equipos de fútbol de la Primera División costarricense para explicar el propósito del estudio y coordinar fechas para realizar las mediciones; de ellos solamente cuatro equipos accedieron a participar en el estudio. La participación fue voluntaria mediante firma posterior a la lectura del consentimiento informado.

Una vez coordinadas las fechas, se procedió a realizar las mediciones en las instalaciones del Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, de la Universidad Nacional de Costa Rica. Estas mediciones fueron realizadas previas al entrenamiento; el mismo día se realizó la toma de los pliegues cutáneos y la medición por medio del DEXA.

Las mediciones se realizaron de la siguiente manera: la estatura se midió según el protocolo del ACSM (2014), respetando el plano “Frankfort”; el peso corporal fue tomado según las mismas normas. Seguidamente, se procedió a realizar las mediciones de los pliegues cutáneos (pectoral, axilar, subescapular, tríceps, suprailíaco, abdominal, muslo); se realizaron tres mediciones por cada pliegue de forma estandarizada en el lado derecho del cuerpo de los sujetos evaluados, tomándose el valor promedio de las tres para el análisis de los datos. Esta información se procesó en una hoja del cálculo en donde se determinó la densidad corporal; el porcentaje de grasa se obtuvo mediante la fórmula de Pollock, Wilmore y Fox (1990). Posteriormente, se procedió a realizar la prueba de composición corporal mediante el método de DEXA utilizando un análisis de cuerpo completo según el protocolo descrito por el ACSM (2014).

Análisis estadístico

Se utilizó la estadística descriptiva para determinar los promedios, desviaciones estándar y valores mínimos y máximos de la muestra estudiada. La normalidad de las varianzas fue determinada mediante la prueba “Kolmogorov Smirnov” y la homogeneidad de las varianzas por medio de la prueba “Levene”. Además, se empleó la prueba “t-student” para muestras relacionadas para la comparación entre los métodos de medición del porcentaje de grasa así como

para la comparación entre pesos magros por extremidades. Finalmente, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con un análisis posterior de “Tukey-B” para el contraste de las variables (masa magra por extremidad, porcentaje de grasa) según posición de juego. Se utilizó el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS) (IBM, SPSS Statistics, V. 21.0 Chicago, IL, USA) y el nivel de significancia utilizado fue de $p < 0.05$.

Resultados

Las características descriptivas de las variables de la composición corporal de los jugadores de la primera división del fútbol costarricense se muestran en la Tabla 1. Con respecto al peso corporal se mostraron diferencias significativas entre los porteros, los volantes y los laterales ($p=0.004$). La talla mostró diferencias significativas entre porteros, volantes, laterales y delanteros ($p=0.001$). Además, se presentaron diferencias entre los defensas y delanteros con respecto a los volantes y laterales ($p=0.001$). Finalmente, el peso magro registró diferencias significativas únicamente entre volantes y defensas ($p=0.015$). En el resto de las variables descriptivas no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$).

Tabla 1

Características descriptivas de los futbolistas (promedio y desviación estándar) en general y según posición de juego

Variable	General X ± DS (n=106)	Porteros X ± DS (n=15)	Defensas X ± DS (n=21)	Volantes X ± DS (n=14)	Laterales X ± DS (n=34)	Delanteros X ± DS (n=22)
Edad (años)	24.53 ± 4.7	26.4 ± 6.0	25 ± 5.0	22.5 ± 3.4	24.9 ± 4.4	23.4 ± 4.6
Peso (kg)	75.45 ± 7.2	79.4 ± 6.5 ^a	78 ± 6.5 ^{ab}	72.6 ± 6.5 ^b	72.5 ± 7.7 ^b	75.1 ± 6.2 ^{ab}
Talla (Cm)	176.7 ± 6.5	181.6 ± 4.5 ^a	179.9 ± 5.9 ^{ab}	173 ± 7.7 ^c	173.9 ± 6.7 ^c	176.3 ± 4.1 ^{bc}
% Grasa DEXA	13.34 ± 4.1	15.34 ± 5.2	13.1 ± 2.9	12.68 ± 3.7	13.1 ± 4.1	12.9 ± 4.2
% Grasa Plieg.	12.58 ± 3.0	14.08 ± 3.6	12.8 ± 2.76	11.75 ± 1.8	11.9 ± 3.0	12.7 ± 3.1
Peso Magro (kg)	62.1 ± 5.5	64 ± 3.3 ^a	64.6 ± 5.2 ^a	60.7 ± 7.1 ^{ab}	60 ± 5.7 ^a	62.3 ± 3.9 ^a
C. M. Óseo (kg)	3.6 ± 0.4	3.84 ± 0.08	3.94 ± 0.11	3.5 ± 0.14	3.34 ± 0.07	3.47 ± 0.08
D.M.Óseo(g/cm)	1.34 ± 0.08	1.36 ± 0.08	1.36 ± 0.07	1.35 ± 0.09	1.34 ± 0.09	1.34 ± 0.08

Abreviaturas: X= promedio, DS= desviación estándar, DEXA = absorciometría dual por rayos X, Plieg = pliegues cutáneos, C.M= contenido mineral, D. M= densidad mineral, kg = kilogramos, g/cm² = gramos por centímetro cuadrado. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas.

Al comparar el porcentaje de grasa medido por DEXA con la estimación mediante pliegues cutáneos se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.005$), siendo mayor el porcentaje de grasa obtenido por DEXA. Estos resultados se presentan en la Tabla 2. Al analizar las masa muscular para cada extremidad se registraron diferencias estadísticamente significativas tanto para los brazos ($p<0.001$) como para las piernas ($p=0.037$), siendo la masa muscular mayor en lado derecho del cuerpo de los futbolistas. Estos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2

Comparación del porcentaje de grasa estimado mediante los métodos pliegues cutáneos y DEXA

Variable	Promedio	DS	Mín.	Máx.	t	Sig.
% Grasa por pliegues	12.58	3.0	7.0	19.9		
% Grasa por DEXA	13.34	4.1	5.3	27.5	2.89	.005

Abreviaturas: DS= desviación estándar, Mín.= valores mínimos, Máx.= valores máximos, DEXA = absorciometría dual por rayos X, t= t student Sig.= significancia

Tabla 3

Comparación de las variables peso magro por extremidades determinados mediante el DEXA

Segmento	Peso Magro	X ± DS	Mín.	Máx.	t	Sig.
Brazos (kg)	Izquierdo	3.71 ± 0.52	2.50	5.17	- 6.53	.001
	Derecho	3.85 ± 0.52	2.77	5.35		
Piernas (kg)	Izquierda	10.81 ± 1.23	7.84	14.84	- 2.11	.037
	Derecha	10.88 ± 1.21	7.98	14.89		

Abreviaturas: X= promedio, DS= desviación estándar, Mín.= valores mínimos, Máx.= valores máximos, kg = kilogramos, Sig.= significancia

La Tabla 4 compara las masa muscular de los jugadores por extremidades superiores según puesto; se encontraron diferencias significativas en el brazo izquierdo entre los porteros y los volantes ($p=0.015$). En el caso del brazo derecho las diferencias se encuentran entre los porteros, los volantes, laterales y delanteros ($p=0.002$), no así en los defensas. Tanto para el brazo izquierdo como para el derecho los porteros son quienes reportan los valores promedio más altos. El análisis realizado en las extremidades inferiores no reportó diferencias estadísticamente significativas entre puestos ($p>0.05$). Finalmente, al realizar el análisis del porcentaje de grasa por posición de juego medido por DEXA y por pliegues cutáneos no se registraron diferencias significativas. Sin embargo, al utilizar el análisis de correlación de Pearson entre ambos métodos con el total de los datos se registró un nivel de asociación moderadamente alto y significativo ($r=0.75$, $p=0.001$) (Figura 1).

Tabla 4

Comparación de la masa muscular por segmentos según puesto

Magro (kg)	Puesto					Sig.
	Porteros (n=15) X ± DS	Defensas (n=21) X ± DS	Volantes (n=34) X ± DS	Laterales (n=14) X ± DS	Delanteros (n=22) X ± DS	
B. izquierdo	4.02 ± 0.33 ^a	3.85 ± 0.53 ^{ab}	3.51±0.53 ^b	3.65 ±0.60 ^{ab}	3.72 ±0.41 ^{ab}	.015
B. derecho	4.23± 0.25 ^a	4.03 ±0.53 ^b	3.66±0.55 ^b	3.74 ± 0.54 ^b	3.77 ± 0.43 ^b	.002

Abreviaturas: X= promedio, DS= desviación estándar, kg = kilogramos. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05), Sig= Significancia

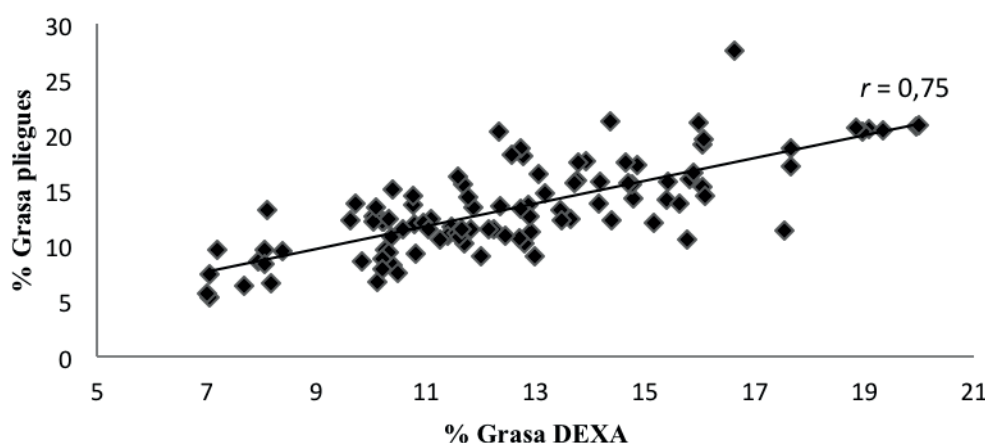


Figura 1. Correlación entre el porcentaje de grasa estimado por pliegues cutáneos y el medido por DEXA

Discusión

El propósito de este estudio fue comparar la composición corporal de futbolistas profesionales costarricenses mediante el método tradicional de pliegues cutáneos y el método por medio del DEXA. Los resultados obtenidos del presente estudio en cuanto al promedio porcentaje de grasa corporal están dentro del rango reportado por investigaciones previas realizadas en futbolistas profesionales de diferentes países (Albuquerque et al., 2005; Bandyopadhyay, 2007; Campeiz y de Oliveira, 2006; Ostojic, 2003; Pellenc y Costa, 2006; Rodríguez, 1999; Sánchez-Ureña et al., 2011).

El promedio de grasa corporal del presente estudio utilizando el método de pliegues cutáneos fue de 12.58 % y los porcentajes reportados en las investigaciones supracitadas oscilan entre 8 % y 12 % de grasa corporal. En lo que respecta a estudios previos con futbolistas costarricenses el porcentaje de grasa obtenido en este estudio es mayor al reportado en la investigación realizada por Sánchez-Ureña et al. (2011), quienes estudiaron a un grupo de 220 futbolistas costarricenses de Primera División, con una edad promedio de 24.5 años, mediante la fórmula de siete pliegues cutáneos, reportando un porcentaje de grasa promedio de 9.78 %. Asimismo, al comparar los porcentajes de grasa corporal según puesto obtenidos en este estudio estos son también mayores a los reportados previamente en todas las posiciones de juego (Sánchez-Ureña et al., 2011). Con respecto al porcentaje de grasa por el método DEXA obtenido en el presente estudio, este fue de 13.34 % y se encuentra dentro del rango reportado en investigaciones anteriores, el cual que va desde un 12.1 % hasta un 15.5 % (Buehring et al., 2014; Magnusson et al., 2001; Wittich et al., 1998).

Cuando se comparó ambos métodos, el porcentaje de grasa obtenido mediante el uso del DEXA fue mayor y estadísticamente significativo respecto al determinado por pliegues cutáneos, lo que concuerda con lo expuesto por Bell et al., 2005; Buehring et al., 2014 y Micklesfield et al., 2012, quienes reportan diferencias estadísticamente significativas entre el DEXA y otros métodos indirectos de medición del porcentaje de grasa corporal.

El método DEXA para medir la composición corporal permite determinar la distribución tanto de la masa grasa, como de la masa magra y la densidad mineral ósea en los distintos segmentos corporales como el tronco y las extremidades. La muestra de este estudio, presentó un peso magro de 62.1 kilogramos, el cual es muy similar al reportado en estudios realizados con futbolistas de Suecia y futbolistas argentinos, de 62 y 63.3 kilogramos, respectivamente (Magnusson et al., 2001; Wittich et al., 1998). En cuanto al peso magro por segmentos, se encontró que el promedio de masa magra del brazo derecho fue un mayor que el del brazo izquierdo ($t = -6.53, p = 0.001$), mientras que para la distribución de la masa magra a nivel de tren inferior, los datos registrados indican un peso magro en la pierna derecha mayor que en la pierna izquierda ($t = -2.11, p = 0.037$). Estos resultados podrían explicarse desde la posible predominancia de la lateralidad derecha de la muestra analizada, tanto a nivel de brazos como de piernas (Newton et al, 2001).

Al comparar el comportamiento de la masa magra por segmentos según posición de juego, los resultados obtenidos indican que a nivel del brazo izquierdo, se registra una diferencia estadísticamente significativa solo entre los guardametas y los volantes. Para el caso del brazo derecho, los guardametas tienen una masa magra mayor y estadísticamente significativa con respecto a los volantes ($p = 0.002$), laterales ($p = 0.001$) y delanteros ($p = 0.006$), no así con respecto a los defensas ($p > 0.05$). Estos resultados pueden ser justificados por la especificidad del trabajo al cual están sometidos los porteros en sus entrenamientos y competencia propiamente dicha. Los análisis realizados a nivel de las piernas no reportaron diferencias significativas entre puestos.

En cuanto al contenido mineral óseo, se registró un promedio de 3.6 ± 0.42 Kg, el cual, de igual manera, es similar al reportado por Wittich (1998). En lo referente a la densidad mineral ósea se registró un 1.341 ± 0.08 g/cm², la cual está muy por debajo de la reportada por Magnusson et al., (2001) en futbolistas suecos.

Conclusiones

Este es el primer estudio que analiza la composición corporal mediante el método DEXA en futbolistas costarricenses. El porcentaje de grasa corporal determinado por medio de este método fue mayor al obtenido por el método tradicional de pliegues cutáneos; asimismo, los porcentajes de grasa de los futbolistas del presente estudio coinciden con los reportados en la literatura. También se evidenció una mayor concentración de masa magra en las extremidades de lateralidad derecha, indicando que posiblemente la predominancia de la lateralidad juegue un papel importante en el comportamiento de dicha variable.

Referencias bibliográficas

- Albuquerque, J., Sánchez, J., Pietro, J., López, N. & Santos, M. (2005). Kinantropometric assessment on football team over one season. *European Journal of Anatomy*, 9(1), 17-22.
- American College of Sports Medicine. (2014). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (9^a ed). Philadelphia: Lippincott Willian and Wilkins.
- Arruda, M., Cossio, M. y Portella, D. (2009). Los pliegues cutáneos como predictores del porcentaje graso en futbolistas profesionales. *Biomecánica*, 17(2), 38-45.
- Bandyopadhyay, A. (2007). Anthpometry and Body Composition in Soccer and Volleyball Players in West Bengal, India. *Journal Physiology Anthropol.*, 26, 501-505. <http://dx.doi.org/10.2114/jpa2.26.501>
- Bell, W., Evans, W., Cobner D. & Eston, R. (2005). Regional placement of bone mineral mass, fat mass, and lean soft tissue mass in young adult rugby union players. *Ergonomics* 48(11-14), 1462-1472. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130500101007>
- Buehring, B., Krueger, D., Libber, J., Heiderscheit, B., Sanfilippo, J., Johnson, B., ... Binkley, N. (2014). Dual-Energy X-Ray Absoptometry Measured Regional Body Composition Least Significant Change: Effect of Region Interest and Gender in Athletes. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health*, 17(1), 121-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2013.02.012>
- Campeiz, J., & de Oliveira, R. (2006). Análise comparativa de variáveis antropométricas e anaeróbias de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. *Movimiento & Percepcao, Espirito Santo de Pinhal, Sao Paulo*, 6(8), 58-84.

- Casajús, J.A. y Aragonés, M.T. (1991). Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 8 (30), 147-151.
- Castillo, M. (2012). Perfil antropométrico del jugador profesional de fútbol en Pereira. Proyecto de Grado. Programa Ciencias del Deporte y la Recreación, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Drobnic, A., Galobardes, A., Til, L., Yanguas, J., Del Río, L., García, M. y Fernández, X. (2012). Análisis de la composición corporal mediante DXA en fútbol. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(151), 905-908.
- Evans, E., Prior, B., Modlesky, C., Sloniger, M., Saunders, M., Lewis, R. y Cureton, K. (2001). Muscularidad y Densidad de la Masa Libre de Grasa en Atletas. *Revista Grupo Sobreentrenamiento. PubliCE Premium*. Accesado desde <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/muscularidad-y-densidad-de-la-masa-libre-de-grasa-en-atletas-687>
- Hernández, C., Fernández, S., Retamales, F., Ibarra, J., Hernández, D., Valenzuela, R. y Fernández, J. (2013). Composición corporal y somatotipo de jugadores profesionales de fútbol varones del Club Deportivo Nublense Sadp. *Revista Horizonte: Ciencias de la Actividad Física*, 4(2), 91-104.
- Herrero, A., Cabañas, M. y Maestre, I. (2004). Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. *Biomecánica*, 12(1), 72-74.
- Pollock, M., Wilmore, J. & Fox, S. (1990). *Exercise in Health and Disease*. (2th ed.) Philadelphia: W.B. Saunders.
- Kreider, R., Klesges, R., Lotz, D., Davis, M., Cantler, E., Grindstaff, P. Ramsey, L. Bullen, D., Wood, L., y Almada, A. (1999). Efectos de la Suplementación Nutricional durante el Entrenamiento de Futbol Americano fuera de la Temporada sobre la Fuerza y la Composición Corporal. *Revista Grupo Sobreentrenamiento. PubliCE Premium*. Accesado desde <http://g-se.com/es/suplementacion-deportiva/articulos/efectos-de-la-suplementacion-nutricional-durante-el-entrenamiento-de-futbol-americano-fuera-de-temporada-sobre-la-fuerza-y-la-composicion-corporal-149>
- Newton, R., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. Doan, B., Robertson, M., ... Kraemer, W. (2001). Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 971-977.
- Magnusson, H., Lindén, C. Karlsson, C., Obrant, K. & Karlsson, M. (2001). Exercise May Induce Reversible Low Bone Mass in Unloaded and High Bone Mass in Weight-Loaded Skeletal Regions. *Osteoporos Int.*, 12, 950-955. <http://dx.doi.org/10.1007/s001980170024>
- Martínez, S., Lozano, L., Munar, T., Martínez, P., Moreno, C., Tauler, P. y Aguiló, A. (2012). Antropometría en Jóvenes Futbolistas y su Ingesta Alimentaria. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(151), 905-908.

- Micklesfield, L., Gray, J. & Taliep, M. (2012). Bone mineral density and body composition of South African cricketers. *Journal Bone Mineral Metabolism*, 30(2), 232-237. <http://dx.doi.org/10.1007/s00774-011-0310-8>
- Ostojic, S. (2003). Seasonal Alterations in Body Composition and Sprint Performance of Elite Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology*, 6 (3), 11-14.
- Pellenc, R., y Costa, I. (2006). Comparación Antropométrica en Futbolistas de Diferente Nivel. *Revista Grupo Sobreentrenamiento PubliCE Standard*. Accesado desde: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-futbol/articulos/comparacion-antropometrica-en-futbolistas-de-diferente-nivel-713>
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18(9), 669-683. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Renda, J.M. (2012). Evaluación de la aptitud física en jugadores de fútbol del ISEF N° 1 Dr. Enrique Romero Brest. *Revista electrónica de Ciencias aplicadas al Deporte*, 5(17), 1-8.
- Rivera-Brown, M.A. y Avella, F.A. (1992). Características antropométricas y fisiológicas de futbolistas puertorriqueños. *Archivos de Medicina del Deporte*, 9(25), 262-277.
- Rodríguez, F., Almagiá, A. & Berral, F. (2012). Regression Equation from Dual Energy X Ray Absorptiometry (DEXA) for Estimating Muscle Mass Segment. *Internatinal Journal Morphology*, 30(2), 550-556. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000200031>
- Rodríguez, J. (1999). Estudio comparativo fisiológico, antropométrico e motor entre futbolistas de diferente nivel competitivo. *Revista Paulista de Educacao Física*, Sao Paulo, 13(2): 146-59.
- Sánchez-Ureña, Ureña-Bonilla, Salas-Cabrera, Blanco-Romero y Araya-Ramírez, (2011). Perfil Antropométrico y Fisiológico en Futbolistas de Élite Costarricenses según Posición de Juego. *Revista Grupo sobreentrenamiento PubliCE Standard*. Accesado desde: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/perfil-antropometrico-y-fisiologico-en-futbolistas-de-lite-costarricenses-segun-posicion-de-juego-1382>
- Santos, D., Silva, A., Matias, C., Fields, D.A., Heymsfield, S.B., & Sardinha, L.B. (2010). Accuracy of DXA in estimating body composition changes in elite athletes using a four compartment model as the reference method. *Nutr Metab.*, 7(22), 121-128. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-7075-7-22>
- Van Marken, W., Hartgens, F., Vollaard, N. Ebbing, S. & Kuipers, H. (2004). Body composition changes in bodybuilders: a method comparison. *Medicine Science Spots Excise*, 36(3), 490-497. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000117159.70295.73>

- Wittich, A., Mautalen, C., Oliveri, M., Bagur, A. Somoza, F. & Rotemberg, E. (1998). Professional Football (Soccer) Players Have a Markedly Greater Skeletal Mineral Content, Density and Size Than Age- and BMI-Matched Controls. *Calcif Tissue Int.*, 63(2), 112–117. <http://dx.doi.org/10.1007/s002239900499>
- Zúñiga, U. y de León, U. (2007). Somatotipo en futbolistas semiprofesionales clasificados por su posición de juego. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3(9), 29-36. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2007.00903>

Recepción: 25 de junio del 2015.

Corrección: 30 de octubre del 2015.

Aceptación: 17 de noviembre 2015.

Publicación: 29 de enero del 2016

- 1 M.Sc. Braulio Sánchez Ureña es Master en Salud Integral y Movimiento Humano por la Universidad Nacional de Costa Rica; Profesor de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida., especialista en Fisiología del Ejercicio y Preparación Física

Dr. Felipe Araya Ramírez es Doctor en Kinesiología por la Universidad de Auburn, USA; Profesor catedrático de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, especialista en Fisiología del Ejercicio y Rehabilitación Cardíaca. M.Sc. Luis Blanco Romero es Master en Salud Integral y Movimiento Humano por la Universidad Nacional de Costa Rica;

Profesor de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, especialista en Metodología de Entrenamiento y Baloncesto. Dra. Carmen Crespo Coco es Doctora en Ciencias del Deporte por la Universidad de Extremadura, España; profesora de la Facultad de Ciencias del Deporte de la UNEX, especialista en Fisiológica y Rendimiento Deporte.