

OPEN  ACCESS

Comparación de la composición corporal de futbolistas jóvenes categorizados por Bio-Banding

Álvaro Seguieda-Lorca¹ , Joel Barrera² , Luis Valenzuela-Contreras¹  y Tomás Herrera-Valenzuela^{3*} 

¹ Escuela de Ciencias del Movimiento y Deporte, Universidad Católica Silva Henríquez (UCSH), Chile.

² Universidad de Coímbra, Portugal.

³ Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile (USACH), Chile.

Citación

Seguieda-Lorca, A., Barrera, J., Valenzuela-Contreras, L., & Herrera-Valenzuela, T. (2022). Comparing Body Composition in Young Footballers Categorized by Bio-Banding. *Apunts Educación Física y Deportes*, 149, 45-52.
[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.05)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:
Tomás Herrera-Valenzuela
tomas.herrera@usach.cl

Sección:
Entrenamiento deportivo

Idioma del original:
Castellano

Recibido:
5 de septiembre de 2021

Aceptado:
28 de febrero de 2022

Publicado:
1 de julio de 2022

Portada:
La práctica deportiva en la infancia favorece el crecimiento y la salud emocional de los niños.
© Kablonk Micro. AdobeStock

Resumen

Bio-Banding (BB) es una nueva forma de categorización de los deportistas jóvenes que considera la variación del estado de madurez. A la fecha, no se han investigado las diferencias en la composición corporal, como un aspecto del rendimiento, en futbolistas jóvenes categorizados por BB. Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron describir y comparar la composición corporal de futbolistas jóvenes entre categorías de BB. Ciento veintiocho jugadores varones jóvenes (edad: 14.88 ± 1.76 años) de un club de fútbol profesional de Chile participaron en este estudio. La composición corporal se evaluó con antropometría y se comparó con las pruebas de ANOVA y Kruskal-Wallis. Se encontraron diferencias significativas entre categorías de BB en la masa corporal ($p < .0001$); la talla ($p < .0001$); la masa muscular ($p < .0001$); la masa ósea ($p < .0001$); la masa adiposa ($p < .0001$); el índice músculo-óseo ($p < .0001$) y el sumatorio de 6 pliegues cutáneos ($p = .0172$). Los hallazgos del presente estudio revelan que los procesos de crecimiento y maduración se ven reflejados en: (i) el mayor incremento de la talla y la masa corporal, (ii) el incremento de la masa muscular y la masa ósea, (iii) el menor incremento de la masa adiposa y el IMO, y, en muy menor medida, (iv) la evolución del sumatorio de 6 pliegues cutáneos. Como proyección de la investigación, estos resultados se pueden aplicar por clubes y entrenadores como antecedentes de los cambios en el tamaño y la composición corporal, con el fin de incluir el BB en los procesos de identificación, selección y desarrollo de jóvenes deportistas talentosos.

Palabras clave: antropometría, Bio-Banda, deporte juvenil, madurez.

Introducción

El fútbol es una disciplina que ha sido ampliamente estudiada con la finalidad de mejorar el rendimiento de los jugadores, el cual depende de factores técnicos, tácticos, físicos, fisiológicos, mentales (Stølen et al., 2005) y antropométricos (Rodríguez et al., 2019), así como de procesos de identificación y desarrollo de futbolistas jóvenes (Sarmento et al., 2018).

En los procesos de formación y desarrollo de los futbolistas jóvenes se ha considerado la condición física, por ejemplo, la pliometría y cambios de dirección (Beato et al., 2018; Michailidis et al., 2019), velocidad (Murtagh et al., 2018), aspectos psicológicos (Olmedilla et al., 2019; Scharfen et al., 2019), técnicos (Rowat et al., 2017), tácticos (Machado et al., 2020; Machado et al., 2019), y antropométricos (Lago et al., 2011; Bernal et al., 2020), como el tamaño corporal (Malina et al., 2017); incluso la edad cronológica (EC) se ha utilizado como un parámetro organizativo para evaluar el rendimiento en jugadores jóvenes (Barrera et al., 2021). Sin embargo, cuando se organizan categorías de deporte juvenil basadas en EC o agrupaciones por edad anual, se puede presentar un fenómeno de diferencias individuales en el *timing* y *tempo* de maduración de aquellos jugadores que fueron categorizados con EC dentro de un mismo punto de corte anual, y sobre todo aquellos jugadores que rondan las etapas de desarrollo puberal, donde el crecimiento y maduración puede afectar significativamente los cambios en el rendimiento (Lloyd et al., 2014). Un ejemplo de esto se puede apreciar en el fenómeno de Efecto de la Edad Relativa (RAE), caracterizado por una sobrerepresentación significativa de jugadores nacidos en la parte temprana de un año entre deportistas jóvenes (Brustio et al., 2018), lo que sugiere que ser relativamente mayor dentro de un corte anual deportivo puede proveer ventajas significativas de logro en comparación con aquellos relativamente más jóvenes (Cobley et al., 2009).

Para tratar de corregir lo anterior, se han propuesto diversas maneras de contar con un indicador biológico de edad, como por ejemplo la *edad esquelética*, evaluada principalmente con radiografías y que se refiere al grado de maduración biológica de acuerdo con el desarrollo del tejido esquelético (Lloyd et al., 2014), la *edad sexual*, referida al desarrollo de las características sexuales secundarias y maduración del sistema

reproductivo (Lloyd y Oliver, 2020), y la *edad somática*, que se refiere al grado de crecimiento en la talla en general o de dimensiones específicas del cuerpo (Lloyd et al., 2014), uno de los indicadores más comunes de la cual es la predicción de la edad del pico de crecimiento de la talla (*Peak Height Velocity* - PHV) (Malina et al., 2004) junto con el uso de porcentajes y predicciones de talla adulta (Lloyd et al., 2014).

Con el fin de utilizar algún método de categorización biológica deportiva juvenil, Rogol et al. (2018) presentaron una alternativa que relaciona los porcentajes de talla alcanzada en un momento de observación con un estimativo de talla adulta en la creación de bandas biológicas. Este método, conocido como Bio-Banding (BB), se ha utilizado como un indicador no invasivo de estado de madurez biológica. El BB ya se ha aplicado a futbolistas jóvenes, asociado a factores físicos y técnicos (Abbott et al., 2019), percepciones en competición (Bradley et al., 2019), experiencias en participación (Cumming et al., 2017a) y factores técnicos y tácticos (Romann et al., 2020). Sin embargo, no tenemos registro de estudios que asocien este nuevo indicador de categorización biológica con otro factor de rendimiento en fútbol juvenil: la antropometría, en específico, la composición corporal. Por lo tanto, esta investigación buscaba ocuparse de este aspecto y, en consecuencia, sus objetivos fueron describir y comparar la composición corporal de futbolistas jóvenes varones entre categorías de BB.

Metodología

Participantes

En este estudio participaron 128 jugadores varones de fútbol juvenil pertenecientes a un club de fútbol profesional de la primera división de Chile, distribuidos en las categorías Sub-12; Sub-13; Sub-14; Sub-15; Sub-16; Sub-17 y Sub-19 (tabla 1). Los jugadores tenían en promedio 5.00 ± 2.16 años de experiencia y entrenaban 5 veces por semana. Todos los jugadores firmaron un consentimiento informado antes del inicio del presente estudio y ninguno de ellos presentó impedimentos de ningún tipo en el momento de la recolección de los datos.

Tabla 1
Características descriptivas de acuerdo con EC.

	S-12 (N=20)	S-13 (N=10)	S-14 (N=26)	S-15 (N=18)	S-16 (N=22)	S-17 (N=18)	S-19 (N=14)
Edad (años)	12.21 ± 0.26	13.11 ± 0.28	14.23 ± 0.25	14.70 ± 0.29	15.67 ± 0.32	16.73 ± 0.31	17.82 ± 0.24
Masa corporal (kg)	44.37 ± 7.07	49.33 ± 7.70	57.35 ± 8.47	62.32 ± 9.10	64.92 ± 8.86	66.70 ± 7.58	68.31 ± 7.49
Talla (cm)	150.82 ± 7.60	161.34 ± 8.48	164.22 ± 9.55	168.38 ± 6.02	173.04 ± 5.40	172.30 ± 5.05	173.30 ± 4.80

Datos presentados como Medias \pm DS.

Materiales

Cada participante fue evaluado en su masa corporal y talla usando una balanza con tallímetro incluido Detecto (USA) modelo 2391 con una capacidad de 180 kg y una precisión de 0.1 kg, y de 200 cm con una precisión de 0.1 cm. La talla sentada se evaluó con el mismo tallímetro y un banco de madera con dimensiones de 30 cm x 40 cm x 50 cm. Los perímetros corporales se midieron usando una cinta antropométrica Lufkin (Executive, W606PM, USA) con un rango de medida de hasta 200 cm y con precisión de 0.1 cm. Los pliegues cutáneos se evaluaron con un calibrador de pliegues Harpenden (Baty Internacional, RH15 9LR. England) con un rango de medida de 80 mm y una precisión de 0.2 mm. Y calibradores para huesos Campbell 10 y Campbell 20, con una amplitud de medida de 19 cm y 60 cm, respectivamente, con una precisión de 0.1 cm cada uno (RossCraft. SRL. Argentina), fueron utilizados para la medición de diámetros corporales pequeños y grandes.

Procedimiento

Las evaluaciones antropométricas se realizaron en semana de pretemporada en horas previas a los respectivos entrenamientos de cada categoría de fútbol juvenil. Dicha evaluación siguió los estándares establecidos por *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (Esparza et al., 2019) y se realizó por un único antropometrista Nivel 3 ISAK. De los estándares anteriores se evaluaron tres medidas básicas: masa corporal, talla y talla sentada; seis pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna; seis diámetros óseos: biacromial, transverso del tórax, anteroposterior del tórax, biileocrestal, húmero y fémur; siete perímetros: cabeza, brazo relajado, antebrazo, tórax, cintura, muslo superior y pierna. Con estas medidas, se determinó la composición corporal utilizando el modelo de fraccionamiento de 5 componentes (Ross y Kerr, 1991) que considera los siguientes tipos de tejidos; muscular, adiposo, óseo, residual y piel expresados tanto de manera absoluta (kg) como relativa (%). Así mismo, se calculó el sumatorio de 6 pliegues (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna) expresado en mm y el índice músculo-óseo (IMO). La edad de ocurrencia del *Peak Height Velocity* (PHV) se estimó utilizando la ecuación de regresión presentada por Mirwald et al. (2002) y la predicción de la talla adulta se realizó con el modelo de Sherar et al. (2005). Una vez establecida la predicción de la talla adulta con su respectivo porcentaje actual de aquella, se realizó la distribución de los participantes del estudio en cuatro

categorías de BB (Rogol et al., 2018): < 85.0% (BB1); 85.0 – 89.9% (BB2); 90.0 – 94.4% (BB3) y ≥ 95.0% (BB4) cada una representando, respectivamente, la etapa prepuberal, pubertad temprana, pubertad media y pubertad avanzada (Cumming et al., 2017b).

Análisis estadístico

Las siguientes variables fueron analizadas entre las categorías de BB: edad (años), masa corporal (kg), talla (cm), masa muscular (kg), masa adiposa (kg), masa ósea (kg), IMO y sumatorio de 6 pliegues cutáneos (mm), y se presentaron los valores de la media ± desvió estándar, intervalo de confianza al 95% y medianas con percentil 25 y percentil 75.

Para el análisis estadístico se utilizó el *Software GraphPad Prism* versión 8.0.2 para Windows, GraphPad Software, San Diego, California USA. La normalidad de los datos se evaluó a través de la prueba Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas se evaluó con la prueba de Brown-Forsythe. Para verificar diferencias entre grupos se empleó, en los casos en que había normalidad de datos, la prueba de ANOVA de una vía con comparaciones múltiples de Tukey; en tanto, en los casos en que no había normalidad de datos, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones múltiples de Dunn. Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto a través de η^2 (η^2) y η_H^2 , según correspondiese. El nivel mínimo de significancia se ajustó al nivel de $p < .05$.

Resultados

La tabla 2 muestra los resultados de las medias y desviaciones estándar para las variables de edad (años), masa corporal (kg), masa residual (kg), error (%) entre la masa sumada de los cinco componentes separados y la masa real registrada en la balanza, IMO y edad del PHV (años), junto con las medianas y percentiles 25 y 75 para las variables de talla (cm), masa muscular (kg), masa adiposa (kg), masa ósea (kg), masa piel (kg), sumatorio de 6 pliegues cutáneos (mm), predicción de la talla adulta (cm) y el porcentaje de la talla actual (%) respecto de la predicción de la talla adulta de los 128 participantes de este estudio.

Respecto a las diferencias entre grupos de categorías de BB, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad ($H = 94.99; p < .0001; \eta_H^2 = .742$); la masa corporal ($F = 69.79; p < .0001; \eta^2 = .628$); la talla ($F = 104.72; p < .0001; \eta^2 = .717$); la masa muscular ($H = 73.31; p < .0001; \eta_H^2 = .567$); la masa ósea ($H = 72.81; p < .0001; \eta_H^2 = .563$); la masa adiposa ($F = 19.41; p < .0001; \eta^2 = .320$); el IMO ($F = 18.28; p < .0001; \eta^2 = .307$) y el sumatorio de 6 pliegues ($H = 10.17; p = .0172; \eta_H^2 = .058$). (Tabla 3).

Tabla 2
Características descriptivas de la muestra total.

<i>N</i> = 128	Media ± DS	95% IC
Edad (años)	14.88 ± 1.76	14.58; 15.19
Masa corporal (kg)	59.21 ± 11.42	57.23; 61.19
Talla (cm)	167.90 [160.28;173.05]*	164.34; 167.92
Masa muscular (kg)	27.81 [22.72;30.32]*	25.59; 27.73
Masa adiposa (kg)	13.89 [12.28;16.40]*	14.02; 15.13
Masa ósea (kg)	7.76 [6.74;8.36]*	7.41; 7.87
Masa piel (kg)	3.46 [3.23;3.67]*	3.33; 3.48
Masa residual (kg)	6.93 ± 1.34	6.70; 7.16
Error (%)	0.37 ± 4.10	-0.34; 1.08
Índice músculo-óseo	3.47 ± 0.43	3.40; 3.55
Sumatorio de 6 pliegues (mm)	50.35 [42.60;67.25]*	53.02; 58.98
Edad del <i>Peak Height Velocity</i> (años)	13.91 ± 0.63	13.81; 14.02
Predicción talla adulta (cm)	176.30 [173.60;180.00]*	175.96; 177.88
% Talla actual	96.15 [90.70;98.70]*	92.98; 94.89

|| Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna.

*Datos presentados como mediana [p25; p75].

Tabla 3

Grupos basados en el porcentaje alcanzado de la talla adulta predicha en el momento de observación.

	BB1 <85% (N=13) Media ± DS	(95% IC)	BB2 85 – 89,9% (N=18) Media ± DS	(95% IC)	BB3 90 – 94,9% (N=25) Media ± DS	(95% IC)	BB4 ≥95% (N=72) Media ± DS	(95% IC)	Tamaño efecto (η^2)
Edad (años) &	12.23[11.99;12.39]	(11.99;12.30)	12.91[12.44;13.47]	(12.66;13.30)	14.33[14.03;14.41]*	(13.99;14.38)	16.00[15.07;17.01]*^#	(15.83;17.26)	.742¥
Masa corporal (kg)	41.18 ± 4.35	(38.81;43.54)	47.97 ± 6.70*	(44.87;51.06)	56.12 ± 5.66*^	(53.91;58.34)	66.35 ± 7.88*^#	(64.53;74.22)	.628
Talla (cm)	146.58 ± 4.09	(144.36;148.81)	156.81 ± 6.21*	(153.74;161.85)	164.16 ± 5.38*^	(162.06;166.27)	172.68 ± 5.67*^#	(171.37;178.35)	.717
Masa muscular (kg) &	16.05[15.19;17.67]	(15.54;17.35)	19.58[17.93;20.34]	(18.46;22.14)	25.45[24.19;28.00]*	(24.50;27.19)	29.70[27.85;32.69]*^#	(29.44;34.43)	.567¥
Masa adiposa (kg)	11.69 ± 1.97	(10.62;12.76)	12.55 ± 2.22	(11.53;13.57)	13.03 ± 1.81	(12.32;13.73)	16.14 ± 3.10*^#	(15.42;19.24)	.320
Masa ósea (kg) &	5.60[5.05;5.81]	(5.05;5.83)	6.52[6.24;7.09]	(6.29;7.05)	7.14[6.88;7.78]*	(6.95;7.48)	8.21[7.79;8.94]*^#	(8.21;9.36)	.563¥
Índice músculo-óseo	3.06 ± 0.37	(2.86;3.25)	3.04 ± 0.43	(2.84;3.24)	3.59 ± 0.41*^	(3.43;3.75)	3.61 ± 0.33*^	(3.54;3.94)	.307
S. 6 Pliegues (mm) II &	61.20[48.90;77.30]	(54.17;72.55)	47.00[42.68;67.80]	(46.43;61.01)	45.40[38.90;57.00]*	(42.29;52.57)	54.95[43.23;68.63]	(54.08;76.12)	.058¥

II Sumatorio de los pliegues del triceps, subscapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna.

* Diferencia estadísticamente significativa de BB1.

^ Diferencia estadísticamente significativa de BB2.

Diferencia estadísticamente significativa de BB3.

& Datos presentados como mediana [p25;p75].

¥ η^2 .

Discusión

De acuerdo con los objetivos, y según nuestro conocimiento, este es el primer estudio en describir y comparar la composición corporal en futbolistas varones jóvenes según el modelo de fraccionamiento de 5 componentes categorizados a través de un indicador biológico no invasivo como es el BB.

Con relación a los resultados observados en la EC dentro de cada categoría BB, se pueden apreciar diferencias significativas entre BB3 y BB1; y entre BB4 respecto de BB1, BB2 y BB3. Sin embargo, cuando se observa la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre una categoría de BB y la categoría siguiente, solo se aprecia esa diferencia entre BB3 y BB4 ($\Delta = 13.46\%$; $p < .0001$). Comparativamente, estas categorías se podrían asemejar a categorías cronológicas de futbolistas argentinos menores en los grupos etarios 14 (14.5 ± 0.2 años) y 16 (16.5 ± 0.2 años), respectivamente (Holway et al., 2011).

En cuanto a la masa corporal y la talla, las diferencias significativas entre categorías contiguas se pueden observar entre BB1 y BB2; entre BB2 y BB3 y entre BB3 y BB4. Estos resultados de las dos variables antropométricas son similares a los presentados por Di Credico et al. (2020), donde se agrupó a jugadores menores de Italia en 3 categorías biológicas (*Pre-PHV*; *Circa-PHV* y *Post-PHV*) y donde se observan diferencias estadísticamente significativas entre *Pre-PHV* respecto de *Circa-PHV* y entre *Circa-PHV* respecto de *Post-PHV*, excepto para la masa corporal entre los grupos *Circa-PHV* y *Post PHV*. Igualmente, estos autores reportan que estas dos variables antropométricas y sus asociaciones con los años del *Peak Height Velocity* (YPHV) presentan correlaciones significativas de $r = .76$ para la masa corporal y de $r = .92$ para la talla. Además, Figueiredo et al. (2009) indican para estas variables antropométricas un comportamiento similar al reportado en el presente estudio, un incremento significativo en la masa corporal y la talla en jugadores jóvenes portugueses de 11 y 12 años, y de 13 y 14 años, divididos en tres categorías por estados de madurez (*Late*, *On Time* y *Early*). Y, con relación a las diferencias en la talla y la masa corporal de los jugadores del presente estudio entre grupos por EC, solo se observa una diferencia significativa ($\Delta = 6.98\%$; $p = .0033$) en la talla entre los jugadores S-12 (150.82 ± 7.60 cm) y S-13 (161.34 ± 8.48 cm).

La composición corporal en sus variables de masa muscular y masa ósea presentan diferencias significativas solo entre categorías contiguas BB3 y BB4 (pubertad media y pubertad avanzada, respectivamente). La masa muscular muestra un valor mayor en pubertad avanzada, con una mediana de 29.70 kg ($p25 = 27.85$ kg; $p75 = 32.69$ kg), respecto de pubertad media, con una mediana de 25.45 kg ($p25 = 24.19$ kg; $p75 = 28.00$ kg), y la masa ósea muestra un valor mayor en pubertad avanzada, con una mediana de 8.21 kg ($p25 = 7.79$ kg; $p75 = 8.94$ kg), respecto de

pubertad media, con una mediana de 7.14 kg ($p25 = 6.88$ kg; $p75 = 7.78$ kg), hecho que se puede asociar en gran medida al proceso de la pubertad, que se caracteriza por alteraciones en el tamaño corporal, composición y función en respuesta a la testosterona, y que resulta en crecimiento lineal y desarrollo de la masa muscular en varones (Rowland, 2005) y se refleja, en este caso, en un aumento porcentual de la masa corporal mayor entre BB3 y BB4 ($\Delta = 18.22\%$) que entre BB2 y BB3 ($\Delta = 16.99\%$) y que entre BB1 y BB2 ($\Delta = 16.49\%$). Por otro lado, el incremento de los kilogramos de masa muscular es continuo entre una categoría y la subsiguiente, tal como lo muestran un conjunto de estudios en futbolistas menores categorizados por EC (Bernal et al., 2020; Hidalgo et al., 2015; Holway et al., 2011; Jorquera et al., 2012); sin embargo, y a pesar de que los kilogramos de masa ósea también muestran un incremento continuo entre una categoría y la subsiguiente del presente estudio, no es coincidente con la tendencia de los estudios ya citados, probablemente debido a la diferencia en el promedio más alto de EC de las categorías menores respecto de las categorías más pequeñas del presente estudio.

La masa adiposa, como otra variable de la composición corporal, muestra un incremento continuo entre categorías. No obstante, no se observan diferencias significativas entre BB1 y BB2, ni entre BB2 y BB3. Solo es posible observar diferencias significativas entre categorías contiguas en BB3 respecto de BB4 (media 13.03 kg vs 16.14 kg, respectivamente, $p < .0001$). Esta situación también puede ser asociada al aumento significativo de la talla y la masa corporal entre estas mismas categorías, condición que no es posible observar con el análisis de la evolución del sumatorio de pliegues, como otro indicador de adiposidad corporal, que será abordado más adelante. Hidalgo et al. (2015) obtienen resultados similares a los que aquí se exponen, pues los investigadores encuentran un incremento continuo de la adiposidad entre las cuatro categorías cronológicas, desde 14.2 ± 0.54 hasta 17.0 ± 1.16 kg. En contraste, Bernal et al. (2020) reportan un valor promedio constante de 15.5 kg de masa adiposa entre las categorías cronológicas de 4^a división (15.7 ± 0.4 años), 3^a división (16.7 ± 0.3 años) y sub-17 (17.5 ± 0.5 años). Por último, Holway et al. (2011) informan una mayor variabilidad de la adiposidad entre las categorías de EC (14 = 15.8 ± 2.8 kg; 15 = 16.4 ± 3.2 kg; 16 = 15.0 ± 3.2 kg, y 17 = 15.7 ± 2.8 kg).

El IMO muestra la relación entre kg de masa muscular por cada kg de masa ósea, y en este estudio se puede observar solo una diferencia significativa entre categorías contiguas BB2 (3.04 ± 0.43) y BB3 (3.59 ± 0.41), no así entre BB1 y BB2, y entre BB3 y BB4. Sumado a lo anterior, Bernal et al. (2020) comunican valores de 4.0 ± 0.4 para la 4^a división (15.7 ± 0.4 años), de 4.0 ± 0.3 para la 3^a división (16.7 ± 0.3 años), y de 4.1 ± 4.0 para la Sub-17 (17.5 ± 0.5 años).

Finalmente, el sumatorio de pliegues muestra un comportamiento contrario a la masa adiposa, pues se observa una disminución continua de los mm totales en el sumatorio, sobre todo en las categorías BB1, BB2 y BB3, situación que se puede apreciar en otros estudios con sumatorio de 6 pliegues (Bernal et al., 2020; Jorquera et al., 2012), mientras que la masa adiposa presenta un aumento continuo de los kilogramos entre una categoría y la siguiente. Dicha condición se podría explicar, en parte, por la teoría de similitud geométrica (Jaric et al., 2005), la cual indica que las masas-volúmenes aumentan con el cubo de la talla; en otras palabras, las masas-volúmenes se entienden tridimensionalmente, aspecto considerado en la determinación de la masa adiposa, masa muscular y masa ósea del modelo de fraccionamiento de 5 componentes (Ross y Kerr, 1991), pero no considerado en el sumatorio de pliegues (entendido linealmente y sin considerar la talla). Por otro lado, Figueiredo et al. (2009) analizan el comportamiento del sumatorio de 4 pliegues entre 2 grupos etarios divididos en 3 categorías biológicas entre ellos. Como resultado, los autores indican una diferencia significativa solo en el grupo de menor edad (11 – 12 años; $p < .01$; $\eta^2 = .13$), mientras en el grupo de mayor edad (13 – 14 años) no se encuentra diferencia significativa entre grupos biológicos. Por último, en la comparación de Di Credico et al. (2020) sobre los milímetros de los pliegues del tríceps y subescapular en tres estados puberales, solo se observan diferencias significativas en el pliegue del tríceps ($p = .042$) y no en el pliegue subescapular ($p = .143$). Además, estos mismos autores señalan que, en las asociaciones de estos pliegues con los YPHV, se presentan correlaciones no significativas de $r = -.28$ (débil) para el pliegue del tríceps y de $r = -.03$ (despreciable) para el pliegue subescapular.

Como se podría esperar, el estado de madurez afectó significativamente el tamaño y la composición corporal de los jugadores de fútbol juvenil, especialmente entre pubertad media y pubertad avanzada en las variables de masa corporal, talla, masa muscular, masa adiposa y masa ósea, mientras que entre pubertad temprana y pubertad media estas diferencias se reducen a las variables de masa corporal, talla e IMO, y entre el estado prepuberal respecto a pubertad temprana, solo a la masa corporal y la talla. Por otro lado, el análisis estadístico mostró que la categorización por BB permite explicar las varianzas de la talla en 71.7%, la masa corporal en 62.8%, la masa muscular en 56.7%, la masa ósea en 56.3%, la masa adiposa en 32.0%, el IMO en 30.7% y el sumatorio de 6 pliegues cutáneos en 5.8%.

El presente estudio también posee limitaciones y fortalezas que debemos reconocer. En primer lugar, este estudio usó un diseño cross-seccional que no permite establecer las relaciones causa-efecto. En segundo, no consideramos otras variables de rendimiento o puestos de

juego. Sin embargo, este estudio es el primero en describir y comparar la composición corporal de jugadores de fútbol juvenil categorizados por BB, usando el modelo de fraccionamiento de 5 componentes.

Conclusiones

Los hallazgos del estudio muestran que, en jugadores de fútbol juvenil categorizados por BB, los procesos de crecimiento y maduración se ven reflejados en los siguientes aspectos, en orden de relevancia: (i) el mayor incremento de la talla y la masa corporal, (ii) el incremento de la masa muscular y la masa ósea, (iii) el menor incremento de la masa adiposa y el IMO, y, en una muy menor medida, (iv) la evolución del sumatorio de 6 pliegues cutáneos. A partir de estos datos, se sugiere continuar con las investigaciones que asocien este tipo de categorización con otros aspectos de rendimiento en futbolistas jóvenes.

Adicionalmente, a modo de proyección, los resultados pueden aplicarse por clubes y entrenadores que requieran incluir las BB como complemento a la categorización por EC, en los procesos de identificación, selección y desarrollo de jóvenes talentos. Asimismo, estos datos pueden ser útiles para seleccionar, para su control y seguimiento, las variables de composición corporal, entendida como un aspecto de rendimiento, que mejor representa los procesos de crecimiento y maduración en futbolistas jóvenes. Todo ello con el fin último de desarrollar estrategias de optimización de la referida composición corporal.

Referencias

- Abbott, W., Williams, S., Brickley, G., & Smeeton, N. (2019). Effects of Bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: A preliminary analysis. *Sports*, 7(8), 193. <https://doi.org/10.3390/sports7080193>
- Barrera, J., Valenzuela, L., Segueida, A., Maureira Cid, F., Zurita, E., & Sarmento, H. (2021). Relación del salto contramovimiento y pruebas de velocidad (10-30 m) y agilidad en jóvenes futbolistas chilenos. *Retos*, 41, 775-781. <https://doi.org/10.47197/retos.v41i0.85494>
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289-296. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002371>
- Bernal, M., Posada, M., Quiñónez, C., Plascencia, L., Arana, J., Badillo, N., Márquez, F., Holway, F., & Vizmanos, B. (2020). Anthropometric and body composition profile of young professional soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(7), 1911-1923. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003416>
- Bradley, B., Johnson, D., Hill, M., McGee, D., Kana-ah., A., Sharpin, C., Sharp, P., Kelly, A., Cumming, S., & Malina, R. (2019). Bio-banding in academy football: player's perceptions of a maturity matched tournament. *Annals of Human Biology*, 46(5), 400-408. <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>

- Brustio, P., Lupo, C., Ungureanu, A., Frati, R., Rainoldi, A., & Boccia, G. (2018). The relative age effect is larger in Italian soccer top-level youth categories and smaller in Serie A. *PLOS ONE*, 13(4), e0196253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196253>
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J. (2019). Annual age-grouping and athlete development. A meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Medicine*, 39(3), 235-256. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00005>
- Cumming, S., Brown, D., Mitchell, S., Bunce, J., Hunt, D., Hedges, C., Crane, G., Gross, A., Scott, S., Franklin, E., Breakspeare, D., Dennison, L., White, P., Cain, A., Eisenmann, J., & Malina, R. (2017a). Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 757-765. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>
- Cumming, S., Lloyd, R., Oliver, J., Eisenmann, J., & Malina, R. (2017b). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 39(2), 34-47. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000281>
- Di Credico, A., Gaggi, G., Ghinasi, B., Mascherini, G., Petri, C., Gimini, R., Di Baldassarre, A., & Izzicupo, P. (2020). The influence of maturity status on anthropometric profile and body composition of youth goalkeepers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8247. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218247>
- Esparza, F., Vaquero, R., & Marfell-Jones, M. (2019). International protocol for anthropometric assessment. *International Society for Advancement of Kinaanthropometry*.
- Figueiredo, A., Goncalves, C., Coelho, M., & Malina, R. (2009). Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*, 36(1), 60-73. <https://doi.org/10.1080/03014460802570584>
- Hidalgo, R., Martín, F., Peñaloza, R., Berná, G., Lara, E., & Berral, F. (2015). Nutritional intake and nutritional status in elite Mexican teenagers soccer players of different ages. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1735-1743. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.8788>
- Holway, F., Biondi, B., Cámera, K., & Gioia, F. (2011). Ingesta nutricional en jugadores adolescentes de fútbol de élite en Argentina. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 46(170), 55-63. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2010.10.003>
- Jaric, S., Mirkov, D., & Markovic, G. (2005). Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 467-474. <https://doi.org/10.1519/r-15064.1>
- Jorquera, C., Rodríguez, F., Torrealba, M., & Barraza, F. (2012). Composición corporal y somatotipo de futbolistas chilenos juveniles sub 16 y sub 17. *International Journal of Morphology*, 30(1), 247-252. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000100044>
- Lago, C., Casais, L., Della, A., Rey, E., & Domínguez, E. (2011). Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3358-3367. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318216305d>
- Lloyd, R., & Oliver, J. (ed.). (2020). Strength and conditioning for young athletes. Science and application. Routledge.
- Lloyd, R., Oliver, J., Faigenbaum, A., Myer, G., & De Ste Croix, M. (2014). Chronological age vs biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(5), 1454-1464. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000391>
- Machado, J., Barreira, D., Tealdo, I., Serra, J., Góes, A., & Scaglia, A. (2020). Tactical behaviour of youth soccer players: differences depending on task constraint modification, age and skill level. *Journal of Human Kinetics*, 75, 225-238. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0051>
- Machado, J., Ribeiro, J., Ewerton, C., Alcantara, Ch., Barreira, D., Guilherme, J., Garganta, J., & Scaglia, A. (2019). Changing rules and configurations during soccer small-sided and conditioned games. How does it impact teams' tactical behavior? *Frontiers in Psychology*, 10, 1554. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01554>
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*.
- Malina, R., Figueiredo, A., & Coelho, M. (2017). Body size of male youth soccer players: 1978-2015. *Sports Medicine*, 47(10), 1983-1992. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0743-x>
- Michailidis, Y., Tabouris, A., & Metaxas, T. (2019). Effects of plyometric and directional training on physical fitness parameters in youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 392-398. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2018-0545>
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Murtagh, C., Brownlee, T., O'Boyle, A., Morgans, R., Drust, B., & Erskine, R. (2018). Importance of speed and power in elite youth soccer depends on maturation status. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 297-303. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002367>
- Olmedilla, A., Moreno, I., Gómez, V., Robles, F., Verdú, I., & Ortega, E. (2019). Psychological intervention program to control stress in youth soccer players. *Frontiers in Psychology*, 10, 2260. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02260>
- Rodríguez, F., López, A., Holway, F., & Jorquera, C. (2019). Anthropometric differences per playing position in Chilean professional footballers. *Nutrición Hospitalaria*, 36(4), 846-853. <https://doi.org/10.20960/nh.02474>
- Rogol, A., Cumming, S., & Malina, R. (2018). Biobanding: a new paradigm for youth sports and training. *Pediatrics*, 142(5), e20180423. <https://doi.org/10.1542/peds.2018-0423>
- Romann, M., Lüdin, D., & Born, D. (2020). Bio-banding in junior soccer players: a pilot study. *BMC Research Notes*, 13(1), 240. <https://doi.org/10.21203/rs.2.23853/v1>
- Ross, W., & Kerr, D. (1991). Fraccionament de la massa corporal: un nou mètode per utilitzar en nutrició clínica i medicina esportiva. *Apunts Sports Medicine*, 18, 175-188.
- Rowat, O., Fenner, J., & Unnithan, V. (2019). Technical and physical determinants of soccer match-play performance in elite youth soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(4), 369-379. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06093-X>
- Rowland, T. Children's exercise physiology. (2005). (2nd edition). Human Kinetics.
- Sarmento, H., Anguera, M., Pereira, A., & Araujo, D. (2018). Talent identification and development in male football: a systematic review. *Sports Medicine*, 48, 907-931. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0851-7>
- Scharfen, H., & Memmert, D. (2019). The relationship between cognitive functions and sport-specific motor skills in elite youth soccer players. *Frontiers in Psychology*, 10, 817. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00817>
- Sherar, L., Mirwald, R., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147(4), 508-514. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.04.041>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>

Conflictos de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.

© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES

