

Crecimiento físico en jóvenes futbolistas chilenos: propuesta de percentiles por edad cronológica y biológica

Physical growth in young Chilean football players: Proposal of percentiles based on chronological and biological age

Mg. Salustio Carrasco López,^{a,b} Dra. Rossana Gómez-Campos^c, Dr. Jorge Méndez Cornejo,^b Mg. Lautaro Morales,^b Mg. Camilo Urra-Albornoz^d y Dr. Marco Cossio-Bolaños^{b,e}

RESUMEN

Objetivos. a) Comparar el crecimiento físico con la referencia americana de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention, CDC*) 2012; b) analizar el crecimiento físico por edad cronológica y biológica; c) proponer curvas de crecimiento físico por edad cronológica y biológica.

Metodología. Se efectuó una investigación descriptiva (transversal) en jóvenes futbolistas de Chile sobre peso, estatura de pie y estatura sentada. Se compararon con las referencias del CDC-2012. Se desarrollaron percentiles por medio del método LMS.

Resultados. Se estudió a 642 jóvenes futbolistas chilenos de 13,0-18,9 años. Su peso corporal fue inferior al CDC desde los 13,0 hasta los 18,9 años ($p < 0,05$), mientras que, en la estatura, no hubo diferencias significativas a edades iniciales (13,0-13,9 y 14,0-14,9 años). Las diferencias empezaron a aparecer desde los 15,0 hasta los 18,9 años ($p < 0,05$). Por edad cronológica, el peso explicó 31%; la estatura de pie, 16% y estatura sentada, 0,09%, mientras que, por edad biológica, el peso explicó 51%; la estatura de pie, 40% y estatura sentada, 54%. Se desarrollaron percentiles por edad cronológica y biológica.

Conclusión. Estos jóvenes difieren en sus patrones de crecimiento físico en relación con el CDC-2012. Su evaluación refleja mejores porcentajes de explicación por edad biológica que por edad cronológica. Los percentiles propuestos pueden ser una alternativa para seguir la trayectoria de crecimiento físico de jóvenes futbolistas en contextos deportivos a corto, mediano y largo plazo.

Palabras clave: Crecimiento, neurodesarrollo, curvas de crecimiento, adolescentes, fútbol.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento físico es uno de los componentes más importantes de la práctica pediátrica para el control del niño sano y enfermo.¹ Su evaluación puede efectuarse a través de la técnica antropométrica no invasiva considerada como la más conveniente, simple y económica.²

Por lo general, las tablas de crecimiento físico se utilizan para detectar anomalías individuales en la trayectoria del crecimiento, así como para la investigación y monitorización de la salud pública.³ Esta información puede ayudar a entender la variabilidad y las tendencias seculares sobre el crecimiento de niños y adolescentes deportistas y no deportistas.

De hecho, la investigación biológica requiere documentación cuantitativa y/o cualitativa en relación con el tamaño morfológico, la forma, la composición corporal, los patrones de crecimiento y el desarrollo físico durante la infancia y la adolescencia,⁴ mientras que la investigación deportiva busca cuantificar las características morfológicas de los atletas de élite para relacionar la estructura corporal con el rendimiento deportivo.⁵ Además, puede ayudar a identificar y seleccionar a los jóvenes habilidosos que se encuentran involucrados en programas deportivos,⁶ a corto, mediano y largo plazo.

En general, para monitorizar el crecimiento físico de niños y adolescentes deportistas y no deportistas, son necesarias las

- Departamento de Educación Física, Facultad de Educación, Universidad de Concepción.
- Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca.
- Universidad Autónoma de Chile, Talca.
- Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile.
- Instituto de Deporte Universitario (IDUNSA), Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú.

Correspondencia:

Dr. Marco A. Cossio-Bolaños: mcossio1972@hotmail.com

Financiamiento:

Ninguno.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 24-10-2017

Aceptado: 22-1-2018

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.e508>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.eng.e508>

Cómo citar: Carrasco López S, Gómez-Campos R, Méndez Cornejo J, et al. Crecimiento físico en jóvenes futbolistas chilenos: propuesta de percentiles por edad cronológica y biológica. *Arch Argent Pediatr* 2018;116(4):e508-e514.

curvas de referencia. Hasta la fecha, diversas instituciones internacionales⁷⁻⁹ y algunos investigadores han publicado percentiles para evaluar el perfil antropométrico, físico y de composición corporal de deportistas adultos¹⁰ y futbolistas profesionales;¹¹ sin embargo, a nuestro entender, ningún estudio hasta hoy ha presentado valores de referencia para el crecimiento físico de jóvenes futbolistas e, inclusive, son escasos los estudios que describen los patrones de crecimiento físico de futbolistas entre regiones y países.¹²⁻¹⁵

La lógica de la comprensión de los gráficos de crecimiento es muy simple, por ejemplo, un niño de cualquier edad puede clasificarse en relación con otros de su misma edad y sexo para evaluar su estado de crecimiento inmediato;³ no obstante, su interpretación y análisis puede ser confundido por efectos de la maduración biológica, ya que la intensidad y la duración de la pubertad es específica para cada individuo y puede variar considerablemente entre los individuos,¹⁶ sobre todo, en futbolistas en etapa de crecimiento y desarrollo.

En consecuencia, en el deporte *amateur* y de base, la práctica común es agrupar a los niños en categorías de intervalos de dos años,¹⁷ lo que puede reflejar diferencias de crecimiento, maduración y, consecuentemente, ventajas de una mejor capacidad física entre los jugadores.¹⁸ Por lo tanto, estudiar el crecimiento físico en función de la edad cronológica y biológica puede proporcionar un punto de referencia común para reflejar la ocurrencia de las dimensiones del cuerpo en y entre los individuos.¹⁹

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron los siguientes: a) comparar el crecimiento físico con la referencia americana de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention, CDC*) 2012; b) analizar el crecimiento físico por edad cronológica y biológica; c) proponer curvas de crecimiento físico por edad cronológica y biológica.

METODOLOGÍA

Participantes

Se efectuó un estudio descriptivo (transversal), en el que participaron jóvenes futbolistas habilidosos de Chile. Los jugadores fueron reclutados de dos clubes profesionales (Concepción y Talca) y de diez regiones de Chile, selecciones nacionales sub-12, sub-14, sub-16 y sub-18, los que participaron en un Campeonato

Nacional de Fútbol. La selección fue de tipo no probabilística (cuotas). El rango de edad de los jugadores osciló entre 13,0 y 18,9 años. El tamaño de la muestra fue el siguiente: 13,0-13,9, n= 46; 14,0-14,9, n= 80; 15,0-15,9, n= 111; 16,0-16,9, n= 142; 17,0-17,9, n= 183; y 18,0-18,9, n= 80.

Las selecciones de fútbol y los jugadores de ambos clubes profesionales entrenaban 3-5 sesiones por semana. La sesión de entrenamiento duraba 90-120 min¹ y participaban de una competición por semana (generalmente, los sábados). Se consideraron 4 posiciones de juego en el estudio: porteros (n= 72), defensas (n= 240), volantes (n= 220) y atacantes (n= 110). La edad biológica se presentó a los $15,1 \pm 0,9$ años de pico de velocidad de crecimiento (APVC).

Los presidentes de cada selección y clubes autorizaron la medición de las variables antropométricas. Los padres o tutores de los atletas jóvenes proporcionaron el consentimiento informado y los jugadores, el asentimiento. Se informó a los jugadores de la participación (voluntaria) y que podían retirarse en cualquier momento. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Chile (UA 238/2014).

Se incluyeron en el estudio los jugadores que firmaron el consentimiento informado, los que eran de nacionalidad chilena y los que estaban entre los 13,0 y los 18,9 años de edad. Se excluyeron los que estaban lesionados y los que estaban fuera del rango de edad establecida.

Procedimientos

Las evaluaciones fueron realizadas antes de efectuar cualquier tipo de actividad física en el período de la mañana (de 8:00 a 11:00 horas) de lunes a viernes (2014-2016). Se evaluaron en las instalaciones de los clubes y en el centro de concentración donde se efectuó el Campeonato Nacional de Fútbol. Se acondicionó un ambiente para simular un laboratorio en el que se dispusieron los instrumentos necesarios para las mediciones. Las fechas de nacimiento (día, mes y año) fueron recabadas de las partidas de nacimiento de los jugadores.

Las evaluaciones antropométricas estuvieron a cargo de tres evaluadores capacitados y con alta experiencia. Estos siguieron los procedimientos estándar de Ross, Marfell-Jones.²⁰ Se evaluó el peso corporal (kg) utilizando una balanza electrónica (Tanita, United Kingdom, Ltd), con una escala de 0-150 kg y con precisión de 100 g. La altura de pie se evaluó mediante un

estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) con una precisión de 0,1 mm, de acuerdo con el plano de Frankfurt. La altura sentada (altura tronco-cefálica) fue tomada usando un banco de madera con una altura de 50 cm, con una escala de medición de 0 a 150 cm y con una precisión de 1 mm. Todas las variables antropométricas fueron evaluadas dos veces. El error técnico de medida (ETM) osciló entre 0,45% y 1,0%.

La maduración biológica se determinó por medio de los años de pico de velocidad de crecimiento (APVC). Se predijo por medio de una ecuación de regresión para hombres, propuesta por Mirwald et al.²¹ La edad biológica se creó utilizando intervalos de 1 año, representados en este estudio en 5 niveles: -1 APVC, 0 APVC, 1 APVC, 2 APVC y 3 APVC. Los patrones de crecimiento físico fueron comparados con la referencia americana del CDC-2012.⁹

Análisis estadístico

La distribución normal de los datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se efectuó un análisis estadístico descriptivo de media aritmética, desviación estándar y rango. Las diferencias entre edades y APVC fueron verificadas por el análisis de la varianza (*analysis of variance*; ANOVA, por sus siglas en inglés) y Tukey. Las comparaciones con la referencia del CDC-2012 se efectuaron por medio del test *t*

para muestras independientes. La relación entre variables se verificó a través del coeficiente de correlación de Pearson. Se efectuó el análisis de regresión múltiple por pasos (R^2 y error estándar de estimación -EEE-). El nivel de significación se fijó en 0,05. Los análisis se realizaron en SPSS 16.0 para Windows. Se crearon curvas de percentiles suavizadas para el peso, la estatura de pie y la estatura sentada, basadas en el método LMS.²² También se utilizó *LMS Chart Maker Pro* versión 2.3 *software*.²³ Las curvas percentiles finales fueron el resultado de 3 curvas suavizadas y específicas para la edad cronológica y biológica: L (lambda; asimetría), M (mu; mediana) y S (sigma; coeficiente de variación). Se calcularon los siguientes percentiles: p3, p5, p15, p25, p50, p75, p85, p90, p95 y p97.

RESULTADOS

De 665 futbolistas participantes del Campeonato Nacional de Fútbol, 23 no fueron evaluados por criterios de exclusión, por lo que se estudió un total de 642 futbolistas, cuyas características antropométricas se describen en la *Tabla 1*. En general, se observó un incremento significativo en el peso, la estatura de pie y la estatura sentada conforme la edad cronológica y biológica aumentaba ($p < 0,05$).

En la *Figura 1*, se muestran las comparaciones del crecimiento del peso y la estatura con la referencia del CDC-2012. En el peso corporal,

Tabla 1. Variables de crecimiento físico alineadas por edad cronológica y biológica

Indicadores	n	Peso (kg)		Estatura de pie (cm)		Estatura sentada (cm)	
		X	DE	X	DE	X	DE
Años							
Edad cronológica							
13,0-13,9	46	53,0	7,7	162,0	7,3	85,7	4,6
14,0-14,9	80	58,4 ^a	8,1	167,0 ^a	7,3	87,2	5,0
15,0-15,9	111	62,8 ^{a,b}	6,9	170,4 ^{a,b}	6,0	88,7 ^a	3,9
16,0-16,9	142	66,3 ^{a,b,c}	7,5	171,4 ^{a,b}	6,3	89,7 ^{a,b}	3,9
17,0-17,9	183	67,1 ^{a,b,c}	6,9	172,2 ^{a,b}	6,3	89,8 ^{a,b}	3,7
18,0-18,9	80	70,1 ^{a,b,c,d,e}	7,4	173,7 ^{a,b,c}	6,0	90,2 ^{a,b}	3,2
APVC							
Edad biológica							
-1	54	52,1	6,6	161,9	5,4	82,9	3,2
0	113	59,5 [*]	6,7	167,3 [*]	6,2	86,8 [*]	2,9
1	218	64,9 ^{*,**}	6,3	170,5 ^{*,**}	5,7	89,0 ^{*,**}	2,9
2	201	68,8 ^{*,**,**}	6,4	173,6 ^{*,**,**}	5,3	91,1 ^{*,**,**}	2,9
3	56	74,0 ^{*,**,**,****}	6,2	177,1 ^{*,**,**,****}	5,3	93,7 ^{*,**,**,****}	2,9

X: media; DE: desviación estándar; APVC: años de pico de velocidad de crecimiento; ^a diferencia significativa en relación con 13 años; ^b diferencia significativa en relación con 14 años; ^c diferencia significativa en relación con 15 años; ^d diferencia significativa en relación con 16 años; ^e diferencia significativa en relación con 17 años; * Diferencia significativa en relación con -1 APVC; ** diferencia significativa en relación con 0 APVC; *** diferencia significativa en relación con 1 APVC; **** diferencia significativa en relación con 2 APVC.

hubo diferencias significativas desde los 13,0 hasta los 18,9 años ($p < 0,05$), mientras que, en la estatura, no hubo diferencias significativas a edades iniciales (13,0-13,9 y 14,0-14,9 años) y, desde los 15,0 hasta los 18,9 años, sí hubo diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los valores de la regresión lineal simple para la edad cronológica y biológica se observan en la *Tabla 2*. Por edad cronológica, el peso explicó 31%; la estatura de pie, 16%; sin embargo, la estatura sentada mostró nulo poder de explicación (0,09%). En cuanto a la edad biológica, los valores del R^2 mejoraron notablemente. Por ejemplo, para el peso (51%), para la estatura de pie (85%) y para la estatura sentada (74%). Las tres variables explicaron en mayor porcentaje por edad biológica en relación con la edad cronológica.

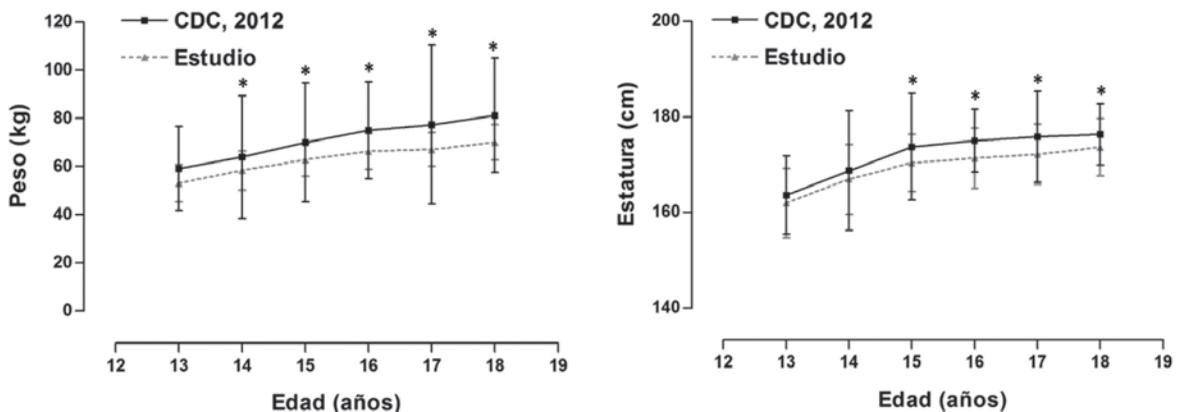
Las *Tablas 3 y 4* muestran los percentiles de peso, estatura, estatura sentada por edad cronológica y por edad biológica. En ambos casos, se han distribuido los percentiles en p5, p10, p15, p25, p50, p75, p85, p90 y p95, respectivamente.

DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como primer objetivo comparar el crecimiento físico con la referencia del CDC-2012.⁹ Los resultados muestran que los futbolistas chilenos presentaron valores inferiores en el peso en todos los rangos de edades, mientras que, en la estatura, no hubo diferencias a los 13 y 14 años, pero, posteriormente, desde los 15,0 hasta los 18,9 años, las diferencias fueron significativas.

Esto es una clara muestra de que los jóvenes futbolistas chilenos, a pesar de ser más pequeños y menos pesados que la población general americana del CDC-2012, evidenciaron similares patrones de crecimiento con estudios efectuados en futbolistas juveniles de Portugal y Macedonia,^{13,15} aunque, en general, respecto a los futbolistas brasileños y españoles,^{12,14} evidenciaron patrones de crecimiento inferiores. Tal vez, estas diferencias observadas podrían explicar el pequeño retardo en la maduración biológica de los jóvenes futbolistas chilenos ($15,1 \pm 0,9$ APVC), ya que, por lo general, se suele alcanzar a los 14 años.

FIGURA 1. Comparación del peso y la estatura de futbolistas juveniles chilenos con la referencia de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades 2012



CDC: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.

TABLA 2. Valores de regresión lineal múltiple entre la edad cronológica y biológica con variables de crecimiento físico

Variables	Edad cronológica (años)				Edad biológica (APVC)			
	R	R ²	EEE	P	R	R ²	EEE	P
Peso (kg)	0,55	0,31	0,31	0,001	0,71	0,51	0,77	0,001
Estatura de pie (cm)	0,40	0,16	1,41	0,001	0,63	0,40	0,85	0,001
Estatura sentada (cm)	0,30	0,09	1,47	0,001	0,74	0,54	0,74	0,001

EEE: error estándar de estimación; APVC: años de pico de velocidad de crecimiento.

Las discrepancias de los patrones observados en este estudio pueden estar relacionadas con los tipos de programas de entrenamiento que

se suelen desarrollar en los clubes de fútbol (volumen e intensidad), la diversidad de estilos de entrenamiento, tipos y filosofías de reclutamiento de futbolistas.

TABLA 3. Valores de referencia para el peso, la estatura y la circunferencia del brazo de jóvenes futbolistas según la edad cronológica

Años	n	L	M	S	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95
Peso (kg)													
13,0-13,9	46	0,8	52,6	0,1	40,6	43,6	43,2	44,9	47,6	52,6	57,7	60,4	62,3
14,0-14,9	80	0,5	57,8	0,1	46,0	48,9	48,5	50,2	52,8	57,8	62,9	65,8	67,8
15,0-15,9	111	0,2	62,1	0,1	50,9	53,6	53,2	54,8	57,3	62,1	67,2	70,1	72,1
16,0-16,9	142	-0,2	65,0	0,1	54,4	57,0	56,5	58,1	60,4	65,0	70,1	73,0	75,1
17,0-17,9	183	-0,4	66,5	0,1	56,3	58,8	58,4	59,8	62,1	66,5	71,5	74,4	76,4
18,0-18,9	80	-0,6	68,8	0,1	58,6	61,1	60,6	62,1	64,3	68,8	73,7	76,7	78,7
Estatura de pie (cm)													
13,0-13,9	46	3,6	162,8	0,0	150,2	153,0	153,2	155,2	158,0	162,8	167,4	169,7	171,2
14,0-14,9	80	4,1	167,0	0,0	154,8	158,0	157,8	159,7	162,4	167,0	171,3	173,5	174,9
15,0-15,9	111	4,1	170,1	0,0	158,5	161,0	161,3	163,1	165,7	170,1	174,2	176,3	177,7
16,0-16,9	142	3,6	171,5	0,0	160,5	163,0	163,1	164,8	167,2	171,5	175,5	177,6	179,0
17,0-17,9	183	2,3	172,3	0,0	161,8	164,0	164,2	165,8	168,1	172,3	176,4	178,5	180,0
18,0-18,9	80	1,0	173,1	0,0	162,8	165,0	165,1	166,6	168,9	173,1	177,3	179,5	181,1
Estatura sentada (cm)													
13,0-13,9	46	4,2	86,1	0,1	77,1	79,4	79,4	80,8	82,8	86,1	89,0	90,5	91,4
14,0-14,9	80	3,6	87,6	0,1	79,5	81,5	81,5	82,7	84,5	87,6	90,5	91,9	92,9
15,0-15,9	111	2,6	88,9	0,1	81,6	83,3	83,3	84,4	86,0	88,9	91,6	93,0	93,9
16,0-16,9	142	1,2	89,6	0,0	83,2	84,7	84,7	85,6	87,0	89,6	92,2	93,6	94,6
17,0-17,9	183	0,3	89,9	0,0	84,0	85,3	85,3	86,1	87,4	89,8	92,3	93,7	94,6
18,0-18,9	80	-0,3	90,0	0,0	84,6	85,8	85,8	86,6	87,8	90,0	92,4	93,7	94,6

APVC: años de pico de velocidad de crecimiento; L: lambda (asimetría); M: mu (mediana); S: sigma (coeficiente de variación).

TABLA 4. Valores de referencia para el peso, la estatura y la circunferencia del brazo de jóvenes futbolistas según la edad biológica

APVC	n	L	M	S	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95
Peso (kg)													
-1	54	-0,70	58,80	0,10	49,6	51,4	51,4	52,7	54,7	58,8	63,4	66,2	68,1
0	113	-1,10	64,30	0,10	55,6	57,3	57,3	58,5	60,4	64,3	68,8	71,5	73,4
1	218	-1,10	68,20	0,10	59,6	61,3	61,3	62,5	64,4	68,2	72,6	75,1	77
2	201	-1,10	73,60	0,10	65,1	66,8	66,8	68	69,8	73,6	77,8	80,3	82,1
3	56	-1,20	81,30	0,10	73	74,7	74,7	75,9	77,7	81,3	85,3	87,7	89,3
Estatura de pie (cm)													
-1	54	4,50	167,20	0,00	156,3	159	158,9	160,6	163	167,2	171	172,9	174,2
0	113	4,30	170,60	0,00	160,4	163	162,9	164,4	166,7	170,6	174,2	176,1	177,3
1	218	1,80	173,40	0,00	164,5	166	166,5	167,8	169,8	173,4	176,9	178,8	180,1
2	201	-1,40	177,00	0,00	169	171	170,7	171,9	173,6	177	180,5	182,4	183,8
3	56	-4,30	183,60	0,00	176,3	178	177,8	178,8	180,4	183,6	187,1	189,1	190,6
Estatura sentada (cm)													
-1	54	1,80	86,70	0,00	81,5	82,7	82,7	83,5	84,6	86,7	88,7	89,8	90,6
0	113	0,40	89,00	0,00	84,3	85,3	85,3	86	87	89	90,9	92	92,7
1	218	-1,50	91,00	0,00	86,6	87,6	87,6	88,2	89,2	91	93	94	94,8
2	201	-4,30	93,60	0,00	89,6	90,4	90,4	91	91,8	93,6	95,5	96,6	97,5
3	56	-7,20	97,70	0,00	94	94,7	94,7	95,2	96	97,7	99,6	100,7	101,6

APVC: años de pico de velocidad de crecimiento; L: lambda (asimetría); M: mu (mediana); S: sigma (coeficiente de variación).

Tampoco se descarta la posibilidad de que, en países como Brasil y España, los programas deportivos prioricen la selección de niños más altos y pesados. De hecho, esta tendencia se corrobora con la literatura, en la que se destaca que, en la selección de los futbolistas, por lo general, se opta por futbolistas mayores, más fuertes y con maduración temprana.^{12,24}

En ese contexto, varios estudios han demostrado que los niños activos (practicantes de deportes) son consistentemente más altos y pesados que los no activos,^{25,26} inclusive suelen presentar una maduración más avanzada en relación con sus contrapartes no deportistas.¹⁸

En consecuencia, los principales factores contribuyentes para alcanzar el éxito entre los jugadores de fútbol radican en controlar el crecimiento y la maduración biológica.^{18,27} Por lo tanto, la evaluación de estos parámetros es fundamental durante las fases sensibles de jóvenes futbolistas.

El segundo objetivo del estudio estuvo orientado a analizar el crecimiento físico por edad cronológica y biológica. Los resultados han evidenciado que el peso, la estatura de pie y la estatura sentada deben ser analizados por los APVC.

Estos resultados demuestran que la edad cronológica tiene limitada utilidad en la evaluación del crecimiento y la maduración biológica de jóvenes futbolistas. Por lo tanto, el uso y la aplicación de la técnica de los APVC en el fútbol juvenil es esencial, ya que es una excelente herramienta para clasificar a los jóvenes deportistas.²⁸

De hecho, varios estudios han demostrado que los niños con madurez física avanzada son capaces de realizar una variedad de tareas físicas y motoras con mejor desempeño en relación con un estado de madurez atrasada.²⁹ Por ello, los entrenadores juveniles y los *scouts* deben ser conscientes para incluir la maduración física y biológica dentro del proceso de selección de los futbolistas, sin que esto discrimine a los jugadores más jóvenes o de maduración tardía, puesto que, más adelante, pueden seguir desarrollando sus habilidades.³⁰

En consecuencia, tras verificar las diferencias en el peso, la estatura de pie, la estatura sentada y ante la necesidad de uso de los APVC para analizar los patrones del crecimiento físico de jóvenes futbolistas chilenos, este estudio propuso valores referenciales para ambos casos, a pesar de que la edad cronológica no afectaba

ostensiblemente las variables del crecimiento físico.

Por lo general, las tablas de crecimiento, desde el punto de vista de la salud, se utilizan para la monitorización clínica, para detectar anomalías individuales, para el seguimiento de la trayectoria del crecimiento, para el monitoreo de la salud pública y para entender la variabilidad de las tendencias seculares,³ mientras que, desde el punto de vista deportivo, esta información proporcionada (percentiles por edad cronológica y biológica) puede ayudar a organizar los entrenamientos para detectar y seleccionar talentos, así como para monitorizar y seguir la trayectoria del crecimiento por influencia de los programas de entrenamiento.

Las contribuciones de los percentiles para jóvenes futbolistas chilenos por edad cronológica y biológica pueden ayudar a cambiar las actuales políticas de selección, detección y monitorización de los patrones de crecimiento. También pueden servir a los profesionales que trabajan en el fútbol juvenil, puesto que, constantemente, están identificando los factores potenciales de un jugador, cuyo objetivo es optimizar los niveles más altos de rendimiento y la forma deportiva.

Los puntos de corte adoptados en este estudio se basan en las referencias tradicionales americanas del CDC-2000, 2012.^{8,9} Por ejemplo, para el peso: entre el p10 y el p85, como normal; \geq p85, como sobrepeso. Para la estatura: \leq p5, como baja estatura grave; entre $<$ p5 y p10, como baja estatura, y \geq p10, como normal. De hecho, los percentiles desarrollados pueden ser utilizados por los programas que ofrecen los clubes deportivos, las asociaciones deportivas, academias juveniles (equipos nacionales), ya que, por lo general, seleccionan a sus talentos a edades tempranas.³¹ Además, durante sus evaluaciones, pueden identificar y acompañar los patrones del crecimiento físico (normal, precoz o tardío) de jóvenes futbolistas a lo largo del proceso de formación deportiva.

Las principales fortalezas de estudio radican en que se utilizó una amplia muestra de jóvenes futbolistas y de varias regiones de Chile, aunque también es relevante destacar algunas limitaciones. Por ejemplo, para construir valores referenciales de crecimiento, se recopilaron datos transversales, aunque, idealmente, se debieron incorporar datos longitudinales, dado que este tipo de diseño permitía inferencias explicativas. Además, la técnica de los APVC podría no ser tan precisa para futbolistas chilenos, ya que,

para la propuesta inicial, se basó en una muestra de adolescentes caucásicos no deportistas; sin embargo, actualmente, es una de las técnicas no invasivas que permite evaluar la maduración somática de adolescentes de forma rápida y sencilla en diversas poblaciones del mundo. Las investigaciones futuras deberían considerar estos aspectos para evitar posibles sesgos en sus resultados.

Se concluye que los jóvenes futbolistas chilenos difieren en sus patrones de crecimiento físico en relación con la referencia americana y con estudios internacionales. Su evaluación refleja mejores porcentajes de explicación por edad biológica que por edad cronológica. Por lo tanto, los percentiles propuestos pueden ser una alternativa para seguir la trayectoria de crecimiento físico de jóvenes futbolistas en contextos deportivos a corto, mediano y largo plazo. ■

REFERENCIAS

- Overby KJ. Pediatric health supervision. Physical Growth. In: Rudolph AM, Hoffman JIE, Rudolph CD (eds). *Rudolph's pediatrics*. 20th ed. Stanford: Appleton & Lange; 1996:1-9.
- Zemel BS, Riley EM, Stallings VA. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure. *Ann Rev Nutr*. 1997;17:211-35.
- Wells JCK. Toward Body Composition Reference Data for Infants, Children, and Adolescents. *Adv Nutr*. 2014;5(3):S320-9.
- Cameron N. Essential anthropometry: Baseline anthropometric methods for human biologists in laboratory and field situations. *Am J Hum Biol*. 2013;25(3):291-9.
- Sánchez-Muñoz C, Sanz D, Zabala M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *Br J Sports Med*. 2007;41(11):793-9.
- Güllich A. Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *Eur J Sport Sci*. 2014;14(6):530-7.
- De Onis M, Onyango A, Borghi E, et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660-7.
- Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and development. *Vital Health Stat 11*. 2002;246:1-190.
- Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. *Vital Health Stat 11*. 2012;252:1-48.
- Santos DA, Dawson JA, Matias CN, et al. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLoS One*. 2014;9(5):e97846.
- Silva AS, Papoti M, Pauli JR, et al. Preparation of percentile tables through anthropometric, performance, biochemical, hematological, hormonal and psychological parameters in professional soccer players. *Rev Bras Med Esporte*. 2012;18(3):148-52.
- Gil SM, Gil J, Ruiz F, et al. Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and their comparison with the general population. *Biol Sport*. 2010;27(1):17-24.
- Valente-dos-Santos J, Coelho-e-Silva MJ, Severino V, et al. Longitudinal study of repeated sprint performance in youth soccer players of contrasting skeletal maturity status. *J Sports Sci Med*. 2012;11(3):371-9.
- Leite Portella D, Silva Y, Cossio-Bolaños MA. Crecimiento Físico de Jóvenes Futbolistas en función de la edad cronológica. *Rev Peru Cienc Act Fis Deporte*. 2014;1(1):7-11.
- Gontarev S, Kalac R, Zivkovic V, et al. Anthropometrical Characteristics and Somatotype of Young Macedonian Soccer Players. *Int J Morphol*. 2016;34(1):160-7.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth Maturation and Physical Activity. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004:277-84.
- Anderson GS, Ward R. Classifying Children for Sports Participation Based Upon Anthropometric Measurement. *Eur J Sport Sci*. 2002;2(3):1-13.
- Malina RM, Ribeiro B, Aroso J, et al. Characteristics of youth soccer players aged 13–15 years classified by skill level. *Br J Sports Med*. 2007;41(5):290-5.
- Leite Portella D, Arruda M, Gómez-Campos R, et al. Physical Growth and Biological Maturation of Children and Adolescents: Proposed Reference Curves. *Ann Nutr Metab*. 2017;70(4):329-37.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geen HJ (eds). *Physiological Testing of Elite Athlete*. London: Human Kinetics; 1991:223-308.
- Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-94.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3.
- Pan H, Cole TJ. LMSChartmaker. 2006. [Consulta: 28 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.healthforallchildren.com/product-category/shop/software/>.
- Sherar LB, Baxter-Jones ADG, Faulkner RA, et al. Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? *J Sports Sci*. 2007;25(8):879-86.
- Malina RM, Bielicki T. Growth and maturation of boys active in sports: Longitudinal observations from the Wroclaw growth study. *Pediatr Exerc Sci*. 1992;4(1):68-77.
- Malina R, Peña Reyes M, Eisenmann J, et al. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *J Sports Sci*. 2000;18(9):685-93.
- Cumming SP, Brown DJ, Mitchell S, et al. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. *J Sports Sci*. 2018;36(7):757-65.
- Gómez-Campos R, Arruda M, Hobold E, et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6(4):151-60.
- Roemmich JN, Rogol AD. Physiology of growth and development: its relationship to performance in the young athlete. *Clin Sports Med*. 1995;14(3):483-502.
- Baldari C, Di Luigi L, Emerenziani GP, et al. Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? *Br J Sports Med*. 2009;43(3):191-4.
- Güllich A, Emrich E. Individualistic and collectivistic approach in athlete support programmes in the German high-performance sport system. *Eur J Sport Society*. 2012;9(4):243-68.