

Análisis y comparación de indicadores nutricionales y de maduración biológica entre atletas fútbol de Honduras y Guatemala previo al premundial Sub - 17 de Guatemala

Doneth G. Aldana

Ciencias y Humanidades - Departamento de Nutrición - Universidad del Valle de Guatemala, 01/07/2023

RESUMEN: La maduración biológica, es un proceso continuo que tiene relación con el crecimiento. Ambos procesos, durante la adolescencia, provocan cambios morfológicos y fisiológicos que conllevan mejoras en las capacidades funcionales. Se ha observado que los atletas juveniles maduran a diferente ritmo, los que maduran tardíamente tienden a un abandono prematuro del deporte, a un mayor porcentaje de lesiones y sobre exigencia. Se realizó un tamizaje de peso, talla y la talla sentado; Posteriormente se utilizaron los indicadores descritos por la OMS para esta población. (IMC para la edad y talla para la edad) como indicadores del estado nutricional. Se trabajo con un total 45 atletas de las selecciones de Guatemala y Honduras Sub - 17. Para el análisis de la maduración biológica se utilizó un modelo matemático predictor del pico máximo de crecimiento (PHV), utilizando indicadores somáticos como datos. Se encontró un atleta con retraso en crecimiento moderado, y una maduración tardía de la selección de Guatemala, de igual forma un atleta de Honduras madurador tardío pero con un estado nutricional adecuado. Este trabajo evidenció que existe una sobre representación de atletas del primer cuartil del año dos mil seis con un 36% y 45% para Guatemala y Honduras respectivamente y una subrepresentación del último cuartil, lo que concuerda con lo reportado en la literatura en otras poblaciones juveniles y que conlleva al problema conocido como efecto de edad relativa (EER). Se demostró que la valoración nutricional no debía pasarse desapercibida y que es de mucha importancia para la individualización y conocimiento de cada atleta, complementando el diagnóstico con otros indicadores como la maduración biológica en búsqueda de una mayor igualdad competitiva y de minimizar el efecto de edad relativa.

PALABRAS CLAVE: Maduración biológica, indicadores nutricionales, rendimiento deportivo, efecto de edad relativa, pico máximo de crecimiento.

Analysis and comparison of nutritional and biological maturation indicators between Honduran and Guatemalan soccer athletes prior to the Sub-17 World Cup in Guatemala

ABSTRACT: Biological maturation is a continuous process that is related to growth. Both processes, during adolescence, cause morphological and physiological changes that lead to improvements in functional abilities. It has been observed that youth athletes mature at different rates; those who mature late tend to abandon the sport prematurely, have a higher percentage of injuries and overexertion. A screening of weight, height and sitting height was carried out; Subsequently, the indicators described by the WHO for this population were used. (BMI for age and height for age) as indicators of nutritional status. We worked with a total of 45 athletes from the Guatemalan and Honduran U-17 teams. For the analysis of biological maturation, a mathematical model predictive of the maximum growth peak (PHV) was used, using somatic indicators as data. An athlete with moderate growth retardation and late maturation was found from the Guatemalan team, as well as a late maturing athlete from Honduras but with an adequate nutritional status. This work showed that there is an overrepresentation of athletes from the first quartile of the year 2006 with 36% and 45% for Guatemala and Honduras respectively and an underrepresentation of the last quartile, which agrees with what is reported in the literature in other youth populations and which leads to the problem known as the relative age effect (REA). It was shown that nutritional assessment should not go unnoticed and that it is very important for the individualization and knowledge of each athlete, complementing the diagnosis with other indicators such as biological maturation in search of greater competitive equality and minimizing the effect of relative age.

KEY WORDS: Biological maturation, nutritional indicators, sports performance, relative age effect, maximum growth peak.

Introducción

Es importante reconocer que los adolescentes se desarrollan a diferentes ritmos, esto provoca diferencias importantes en el rendimiento y en la tolerancia a las cargas físicas generales y específicas. Se entiende que los adolescentes responden más favorablemente al entrenamiento de hipertrofia muscular que los preadolescentes debido a las concentraciones más altas de ciertas hormonas androgénicas como la testosterona y hormona del crecimiento. (Walker, 2021). Con la maduración ocurren cambios fisiológicos que son independientes del nivel de entrenamiento. Por ejemplo, el tamaño de las fibras musculares aumenta en forma lineal unas 20 veces desde el nacimiento hasta la adultez, tanto para fibras tipo I como tipo II. (Verdugo, 2015)

Según algunos estudios que se han realizado, se observan diferencias significativas en los parámetros relacionados con la fuerza y la velocidad entre los futbolistas masculinos de niveles de maduración temprana y tardía de la misma edad cronológica, especialmente en el período adolescente. (Sö_üt, 2019). Estos cambios fisiológicos entre la preadolescencia y la adolescencia son de gran importancia para una adecuada sincronización de cargas físicas, entrenos y de comprensión hacia los atletas acorde a su desarrollo o estado de madurez actual, esto con el fin de valorar su rendimiento y maximizar su desarrollo a la vez que se protege su integridad.

Pero que es concretamente la maduración biológica, este es un proceso continuo que tiene relación con el crecimiento. Ambos procesos, durante la adolescencia, provocan cambios morfológicos y fisiológicos que conllevan mejoras en las capacidades funcionales. Sabiendo que los cambios morfológicos tienen una influencia en el rendimiento físico y que se dan de forma individual en el tiempo en cada deportista, se hace necesario su medición para conocer el estado madurativo de los atletas que se encuentren en esta brecha de desarrollo. (Bernabéu, 2019)

Los deportistas que están por delante de su edad biológica experimentan el éxito y son más recompensados y galardonados, por lo que ganan superioridad psicológica y su participación en los deportes se ha observado que es más prevalente. Por otro lado, la lucha física que enfrentan los niños cuyas estructuras morfológicas varían mucho puede aumentar más el riesgo de lesiones. Así mismo se ha observado que los atletas juveniles que maduran tardíamente tienden a un abandono prematuro del deporte, a un mayor porcentaje de lesiones y sobre exigencia física y mental. (Sö_üt, 2019)

Se entiende la importancia de un desarrollo adecuado a tempranas edades, este es crucial ya que la carrera de un futbolista a nivel profesional es corta y el nivel de madurez, físico, táctico y mental determina el auge de un atleta. Por esta razón existen las canteras, que se conocen también como fuerzas básicas o divisiones juveniles. Existe una variedad de razones detrás del interés en el desarrollo de las capacidades físicas y psicosociales de un atleta. Esto abre una ventana de oportunidades para el desarrollo e investigación con estos atletas.

Por otro lado, se sabe que el proceso de identificación y selección de talento en jóvenes deportistas es un aspecto clave en las escuelas de fútbol. Sin embargo, se ve condicionado por los criterios de entrenadores, cuando evalúan a los deportistas y por el efecto de edad relativa. A los atletas de fútbol juveniles que superan a sus compañeros de la misma edad se les puede ofrecer la oportunidad de jugar en niveles de edad más elevados. (Bernabéu, 2019). Si bien el juego puede facilitar desafíos apropiados para los atletas de alto rendimiento, existen investigaciones limitadas sobre el juego y sus posibles efectos en el desarrollo de los atletas. (Kelly, et al. 2021)

Una práctica común en el fútbol juvenil es agrupar a los jugadores en categorías de edad (bianual) utilizando fechas límite fijas. Las implicaciones son una sobre representación de los jugadores nacidos al comienzo de la fecha de corte y la subrepresentación de los jugadores nacidos hacia el final de la fecha de corte, se ha reportado en diferentes estudios que hay una mayor presencia de jugadores nacidos en los primeros meses del año en las escuelas de los clubes de fútbol lo que se conoce como efecto de edad relativa (EER). (Kelly, et al. 2021)

Algunos estudios proponen que este efecto (EER) se produce porque los jugadores nacidos en los primeros meses del año presentan mejores rendimientos deportivos que aquellos nacidos a finales del año de selección. Sin embargo, diversos autores proponen que esos mejores rendimientos no parecen deberse al mes de nacimiento, si no a presentar una maduración biológica avanzada (desfase de madurez), con respecto a sus compañeros de la misma edad cronológica. (Bernabéu, 2019)

Todo lo anterior refuerza la importancia de brindar un entorno más equitativo e individualizado, así como un mayor conocimiento de los atletas más allá de sus capacidades atléticas, enfocándose en su estado nutricional, en sus características antropométricas y en su estado de madurez biológica, por lo que el objetivo principal del estudio fue profundizar en estas características y realizar una comparativa entre la selección de Honduras y Guatemala que competirían en un triangular amistoso junto a Costa Rica con sede en nuestro país previo al mundial sub 17 con el fin de observar así su rendimiento y resultados. Así mismo analizar los resultados con el cuerpo técnico, para que se involucrasen y fomentar el trabajo interdisciplinario.

Materiales y métodos

Equipo Utilizado:

- **Báscula Seca mBCA 514 (medical Body Composition Analyzer):** Báscula integrada con una capacidad de carga de hasta 300 kg. Seis módulos para la evaluación completa de los datos de medición. Está equipado con un módulo inalámbrico. Este módulo permite la transmisión inalámbrica de los resultados para su posterior evaluación y documentación. Análisis de impedancia bioeléctrica de 8 puntos, multifrecuencia hasta 1000 kHz.

Estadiómetro Seca 274: Se empleo este estadiómetro con transmisión inalámbrica, de colocación libre, con pantalla en la corredera de medición y apoyo visual para localizar la línea de Frankfurt. El rango de medición para niños pequeños y adultos llega de 30 a 220 cm.

Caja antropométrica estándar: Se empleo para medir la talla sentado y para facilitar la toma de ciertas medidas y que de esta forma el antropometrista no se tenga que arrodillar para realizar la medición. Las medidas de la caja utilizada fueron de 40 cm de alto x 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

Equipo informático: Se empleo una computadora con acceso a Excel® y al Software de libre licencia de la OMS (Who AnthroPlus®), así mismo se empleó una conexión estable a internet y material para registro de datos. Diseño del estudio: El estudio tuvo un diseño observacional transversal, donde existen varias variables similares a excepción de las de estudio, que fueron el estado nutricional y el estado madurativo de los atletas.

Enfoque del estudio: Se utilizo un enfoque cualitativo para el análisis de los resultados ya que se generalizaron los resultados de ambas selecciones, y fueron pocos los casos puntuales analizados. De igual forma la comparación de variables no fue analizada bajo parámetros estadísticos inferenciales.

Alcance del estudio: Fue diseñado para ser llevado a cabo en la duración de la triangular amistosa, que fue de 1 semana. Abarcando dos selecciones de tres posibles. El objetivo fue obtener el estado nutricional de ambas selecciones participantes y el estado de maduración de cada atleta, mejorando la comprensión interna de cada selección y teniendo un margen de comparación para un mejor acompañamiento y planificación para las futuras competiciones. Análisis de datos cualitativo.

Limitaciones del estudio: No se dio un acompañamiento final a los atletas para explicar los resultados, debido al factor tiempo, así mismo no se evaluaría la composición corporal, que complementa el diagnóstico. Como limitación no se planteó medir las variables de forma cuantitativa, para generar inferencias de los resultados.

Población: La población a la que fue enfocada la intervención fue a atletas masculinos que participaron en un torneo triangular amistoso, preparatorio a al premundial de FIFA sub-17, que tendría lugar en Guatemala en el año 2023. Los cuales eran federados de las selecciones de Honduras y de Guatemala y comprendieran las edades a partir de 14.1 años hasta 16 años y 11 meses.

Tamaño de la muestra: La muestra fue comprendida por un total de 45 atletas masculinos, 25 correspondían a la selección de Guatemala y 20 a la selección de Honduras (16 años \pm 0.44) y (16.15 años \pm 0.44), respectivamente. Los cuales eran jugadores tanto semi profesionales como profesionales. Estos fueron evaluados a nivel antropométrico (peso, altura y altura sentado). Los seleccionados de Guatemala tenían un promedio de peso de (64.3 kg \pm 6.29kg) y los seleccionados hondureños de (68.6kg \pm 8.23kg). De igual forma una talla promedio de (171.5cm \pm 5.93 cm) y (176.3cm \pm 6.55cm).

Estrategias de muestreo: La estrategia de muestro fue realizada al azar, utilizando un dado virtual de dos caras, para determinar el orden en el que pasaría cada selección, Honduras fue la última en ser evaluada y los atletas fueron llegando al azar sin un orden predeterminado al igual que los de Guatemala. Previo a una sesión de entrenamiento.

Criterios de inclusión y exclusión: Los criterios de inclusión para el estudio, fueron atletas participantes en la triangular, bajo consentimiento del área médica correspondiente de cada selección previó revisión de protocolo. Los atletas debían ser masculinos nacidos entre 2005 y 2007. No hubo criterios de exclusión.

Instrumento de recolección de datos: Se tabularon los resultados de ambas evaluaciones en una hoja de Excel anotando ID, fecha de evaluación, sexo, fecha de nacimiento, peso y talla. De todos los atletas, ordenándolos por sus respectivas selecciones. Para el análisis de su estado nutricional.

Para los resultados de maduración biológica se utilizó la misma herramienta una hoja de Excel, donde se complementó la información con la talla sentado de cada atleta, la longitud de piernas y el resultado de su PHV, desfase de madurez y clasificación. Todo esto llevado a cabo al momento de la evaluación de cada atleta.

Procedimiento de reclutamiento: El procedimiento de reclutamiento, fue simple se presentó al área médica correspondiente y esta información se transmitió al cuerpo técnico y posteriormente a los jugadores que desearan participar en el estudio. Se eligió esta triangular amistosa, para tener una comparativa y valorar el rendimiento. Buscando una mejor preparación previo al torneo oficial de la FIFA.

Mediciones y recolección de datos de los participantes:

Evaluación Peso: para determinar la masa de los atletas, se le pidió a cada jugador que sin zapatos y con lo mínimo de ropa posible, se subiera a la báscula (seca mBCA 514) y que colocara ambos pies sobre la misma procurando tener la vista hacia el frente y sin moverse mientras el evaluador toma la lectura de su peso.

Evaluación de talla: Para la estimación de la altura de los atletas, se tomó sin zapatos y siguiendo los lineamientos (tragión y orbitale), los cuales deben estar alineados para verificar el plano de Frankfurt, una vez verificado esto, se procedió a tomar la medición bajando la barra de contacto hacia el vertex. Posteriormente se les pidió a los atletas que inspiraran y con ambas manos el evaluador buscó enderezar la postura del cuello buscando evitar el encorvamiento natural que puede robar algunos centímetros. El equipo utilizado para la medición fue el estadiómetro de Seca 284.

Evaluación de talla sentado: Se empleo en busca de la altura que tiene el tronco del atleta, por lo que con el apoyo de un banco antropométrico estándar, se le pidió a cada atleta que tome asiento y se mantuviese en un ángulo recto de 90° grados. Tanto en las rodillas cómo en el tronco, se verificaron los mismos

parámetros de la talla normal, apoyándonos del uso del estadiómetro Seca 284. Una vez tomada la medición, por diferencia de la altura del banco antropométrico y la talla obtenida previamente, se obtuvo la talla del tronco = talla sentado.

Determinación del pico máximo de crecimiento: El Pico máximo de crecimiento por sus siglas en inglés (PHV) de cada jugador fue evaluado, por medio de algunos valores antropométricos, tomado previamente: estatura, el peso, la edad cronológica, el sexo, la estatura sentado y la longitud de piernas.

La estimación del estado madurativo se realizó mediante la ecuación 1 de Mirwald et al. (2002).

Ecuación 1: Ecuación utilizada para el cálculo del Desfase de madurez de atletas masculinos

$$-9.236 + 0.0002708 \times (\text{Longitud de piernas} \times \text{Altura sentado}) - 0.001663 \times (\text{Edad} \times \text{Longitud de piernas}) + 0.007216 \times (\text{Edad} \times \text{Altura sentado}) + 0.02292 \times (\text{Peso} / \text{Altura} \times 100).$$

Mirwald et. al, 2002.

Ecuación 2: Ecuación utilizada para el cálculo de la edad a la que se presentó el pico máximo en la curva de crecimiento

$$(\text{Edad actual} \pm \text{el resultado de la ecuación 1})$$

Plan de análisis de los datos: Se utilizó la técnica PHV debido a su bajo coste económico y de recursos humanos, así como por no ser invasiva a la hora de estimar el estado madurativo. Mediante el uso de la ecuación 1, se estimaron los años desde o hasta el PHV, pudiendo conocer el tiempo que le falta o que ya ha pasado el deportista con respecto al punto de crecimiento máximo. (Mirwald et al., 2002). Posteriormente clasificar a los atletas en la escala de madurez propuesto en el siguiente cuadro.

Who Anthro es un programa que brinda herramientas para la valoración nutricional de niños, niñas y adolescentes, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su objetivo es contribuir con las labores de las y los profesionales e impulsar la aplicación mundial de la Referencia de la OMS de 5 a 19 años. Este software facilita el cálculo y análisis de datos antropométricos de pacientes en edad escolar. "Anthro consta de tres partes: una calculadora antropométrica, un módulo que permite el análisis de mediciones individuales de niños y un módulo para el análisis de datos de encuestas de poblaciones

sobre el estado nutricional". Precisamente el último modulo fue el utilizado para un análisis más rápido de los resultados y la consulta de curvas de crecimiento individuales si era requerido.

Evaluación de indicadores nutricionales: Se tabulo la información obtenida, organizando principalmente el peso la talla, y las fechas de nacimiento y de tamizaje, así como el sexo siendo un valor 0 para sexo femenino y 1 para sexo masculino de esta forma lo reconoce el software, posteriormente se guardó el archivo con extensión .csv (separados por comas). Este documento se importó al programa de Who Anthro en la sección (Nutritional Survey - import from file) así se obtuvieron los resultados en un listado y las gráficas grupales en la sección de resultados. Se repitió el procedimiento con la otra selección.

Aspectos éticos: Los aspectos éticos no fueron tomados en cuenta debido al manejo interno de cada selección y la duración del torneo que fue realizado en las instalaciones del Centro de Alto Rendimiento del proyecto Gol. (Guatemala, Guatemala). Por lo que no se, paso por un comite de ética y tampoco se realizó un consentimiento informado con los atletas, ni con el asentimiento de los padres. Se presentó el protocolo a los médicos oficiales de cada selección, quienes aprobaron la participación en el estudio a excepción de Costa Rica. Posteriormente se tuvo una sesión con los jugadores para explicarles en qué consistía el estudio y el objetivo de este.

Para proteger el bienestar de los atletas, estuvieron presentes en las evaluaciones el médico de la selección hondureña y la nutricionista oficial de la selección de Guatemala quién también apoyo en las mismas. En cuanto a la confidencialidad de los datos se llegó al consenso de no registrar los nombres de los atletas, ni demás información personal, como contacto u direcciones. Solamente se recolectaron datos antropométricos necesarios para el modelo matemático y la evaluación nutricional. Por lo que los resultados se analizaron de manera general y comparativa. No se recolectaron datos, personales ni de contacto o direcciones. Solamente la posición de juego, fecha de nacimiento, peso, talla, talla sentado. Los demás datos como la longitud de piernas, edad fueron derivados de los datos principales.

Resultados y discusión

El objetivo general del estudio se llevó a cabo dado la facilidad de comparar los datos brutos de los estudios realizados con ambas selecciones, en donde se pudo notar algunas diferencias importantes, el rendimiento deportivo también fue distinto, siendo Honduras invicto en los dos juegos jugados y Guatemala en segundo puesto con una derrota y una victoria. Profundizando en cómo se presentaban ambas selecciones, fue que se realizó la investigación.

Se sabe por definición que el proceso de maduración de un adolescente puede transcurrir entre los 12 y 16 años para los niños. Las selecciones participantes eran sub - 17 por lo que los jugadores debían estar en un rango de 15 a 16.11 años. Al analizar la convocatoria de Honduras se observó que un 95%

Cuadro 1. Clasificación de maduración de cada atleta en base al resultado de su desfase de madurez .

Clasificación según edad PHV	Masculino edad (PHV)
Madurador Temprano	< 13 años
Madurador Promedio	13 - 15 años
Madurador Tardío	> 15 años

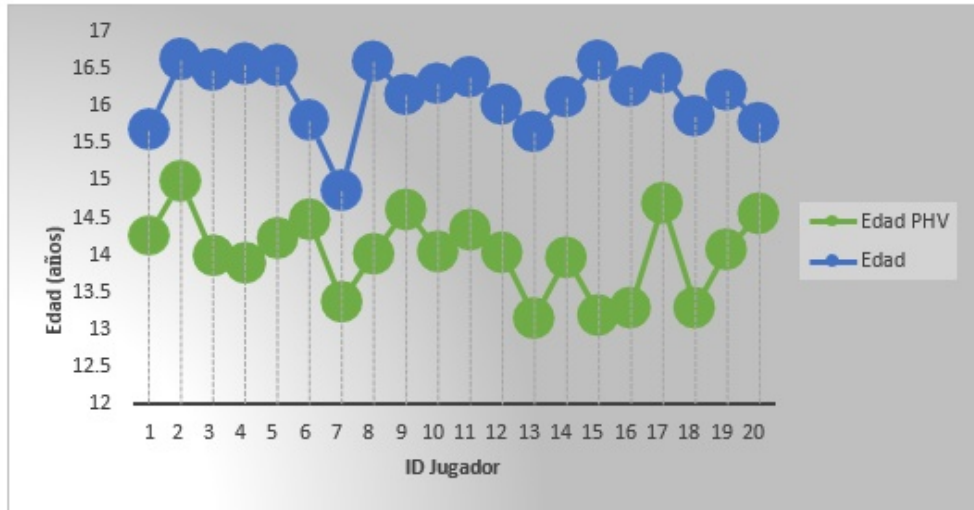


Figura 1. Comparación entre los propios atletas de la edad a la que estima su PHV contra su edad actual de la selección de Honduras.

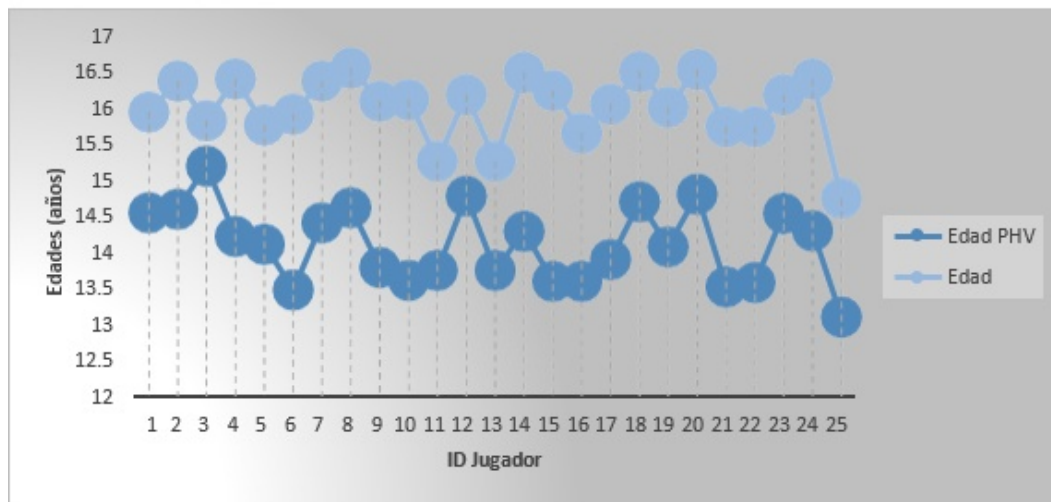


Figura 2. Comparación entre los propios atletas de la edad a la que estima su PHV contra su edad actual de la selección de Guatemala.

de los jugadores convocados eran 2006 lo que implicaba estar cerca del límite de edad y la preferencia por los atletas con mayor desarrollo. Similar a Honduras la convocatoria de Guatemala se evidenció con un 87% de jugadores nacidos en 2006.

Siguiendo esta línea como se reporta en la literatura, se espera que en estas edades el pico máximo de crecimiento ya se haya alcanzado o este pronto a darse (Walker, 2021), de ambas

selecciones participantes en el estudio el 100% de sus atletas habían alcanzado el pico máximo de su crecimiento y la curva del mismo se encontraba en descenso por lo que eran pocos los centímetros que se proyectaban para crecer, esto significa que los atletas están muy cerca de su estatura adulta, y que la mayoría de cambios fisiológicos, psicológicos y morfológicos ya se han hecho presentes, esto puede asumirse la variabilidad es menor por lo que se puede apreciar el rendimiento real de cada jugador.

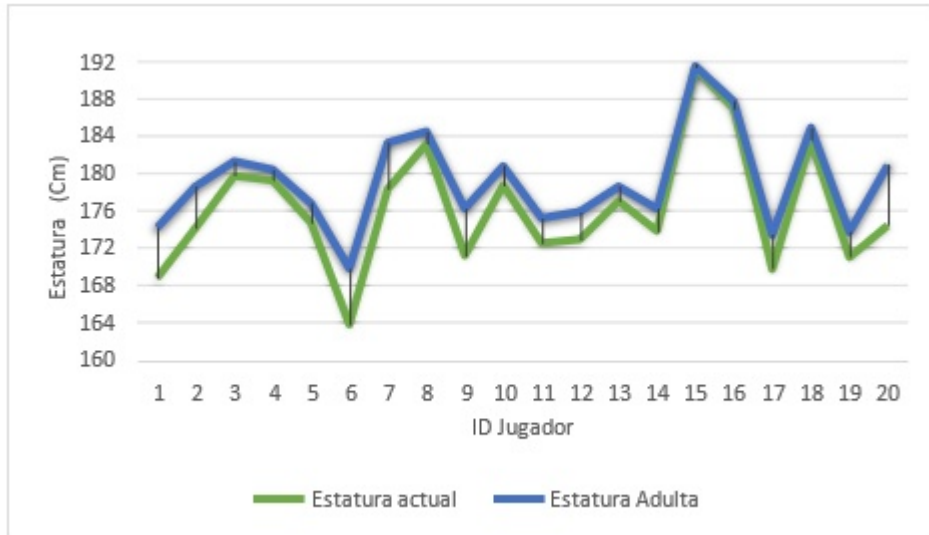


Figura 3. Talla de los atletas actual comparada con la proyección de la talla Adulta de la selección de Honduras.

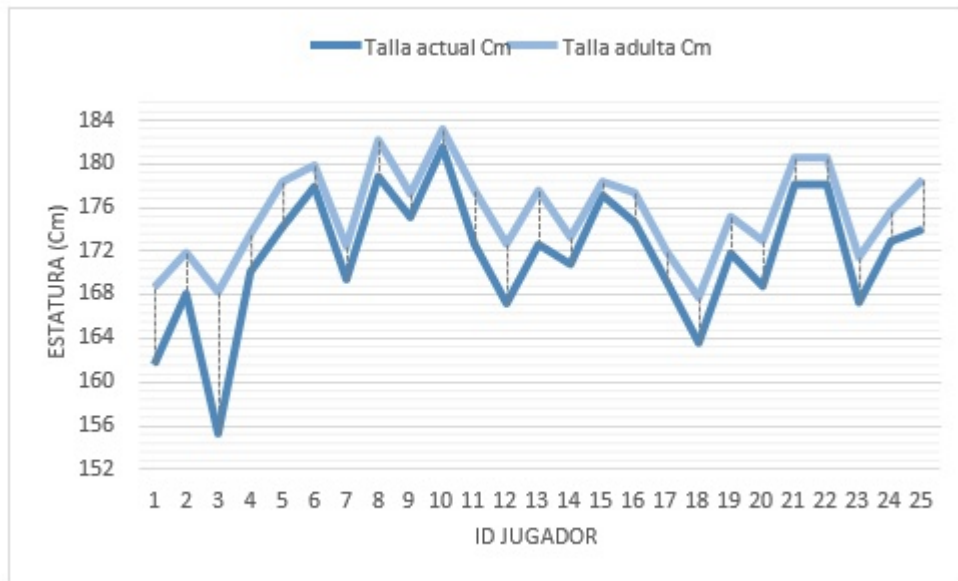


Figura 4. Talla de los atletas actual comparada con la proyección de la talla Adulta de la selección de Guatemala

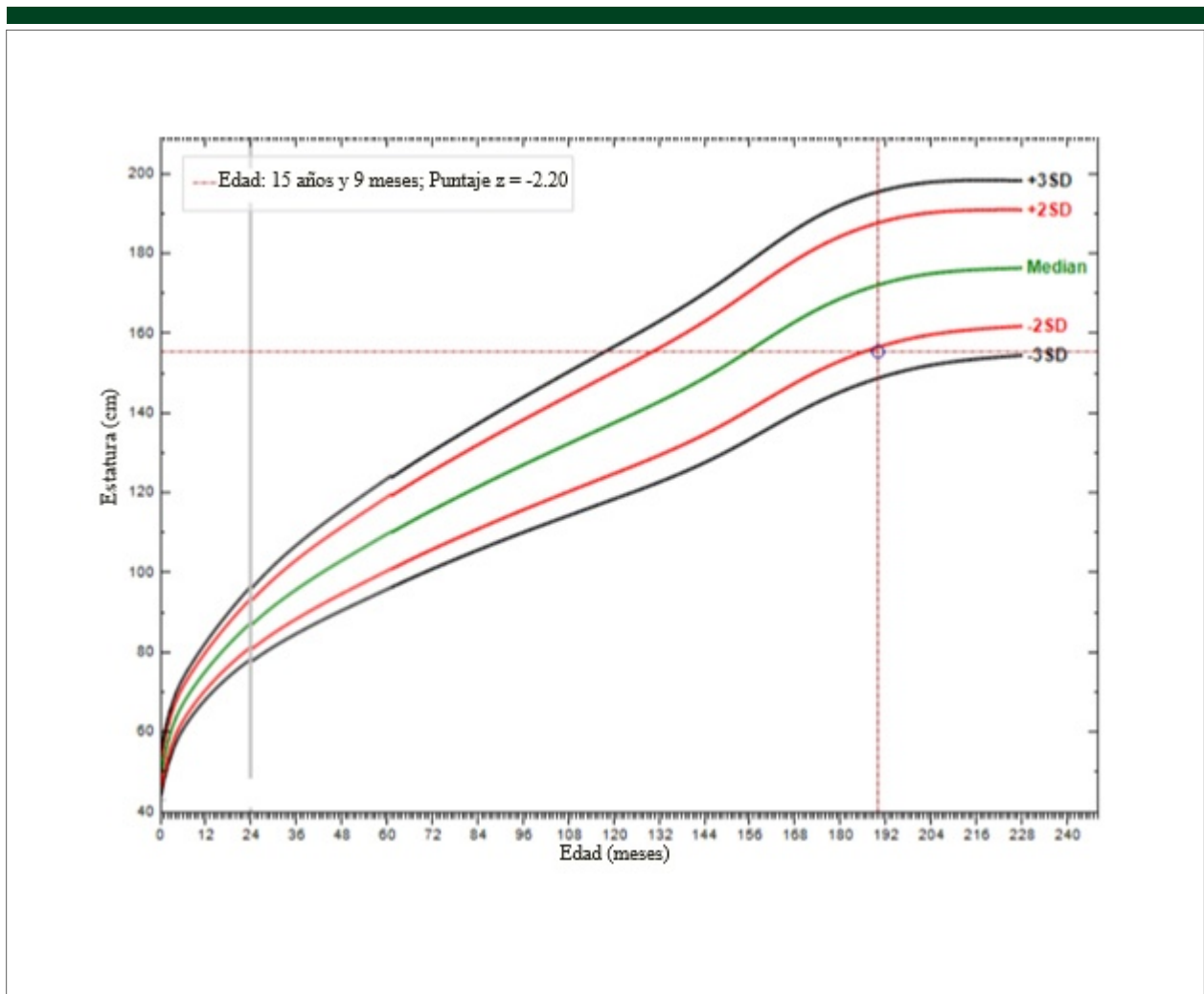


Figura 5. Curva de la OMS talla para la edad del atleta con ID 3 de la selección de Guatemala utilizando el puntaje Z para la evaluación nutricional. Al analizar la figura anterior, que representa una curva de crecimiento con datos de la OMS se puede observar que este atleta presenta un retraso en crecimiento moderado, al encontrarse debajo del valor 2SD (desviación estándar) y por debajo del percentil 15. Esto nos da una perspectiva de su crecimiento y de la limitación que tiene al continuar en su etapa de desarrollo, por lo que su estatura adulta se verá comprometida. La Figura No.6 nos muestra un estado nutricional adecuado según su IMC para la edad con un valor z de 0.65, esperado por su nivel de actividad física y exigencia diaria.

Los resultados evidenciaron que uno de los atletas de Guatemala y de Honduras presentaban una clasificación de madurez tardía, lo que implica que su maduración fue posterior a los rangos normales. (Mendoza, 2020). Estos atletas, pudieron haber percibido su carrera con una mayor dificultad y mayores retos. Sin embargo, ahora se encuentran en igualdad de condiciones que sus compañeros que maduraron con normalidad, no hubo ningún jugador de ambas selecciones que presentase una ventaja madurativa, importante. La diferencia de estatura era una de las más marcadas y no tanto las características físicas o de complejión.

Se han descrito innumerables productos génicos que actúan sobre la placa de crecimiento. De acuerdo con Rosenbloom (2008). El crecimiento se da por fases, con características distintivas de influencias dominantes derivadas de factores y patrones genéticos, ambientales/nutricionales y hormonales. Se es de conocimiento que la influencia genética parental también es de relevancia, por lo que esto puede explicar un poco la diferencia de alturas, es importante reconocer desde el punto de vista nutricional, que los primeros años de vida son cruciales para un desarrollo normal y adecuado, es acá donde la evaluación del estado nutricional cobra relevancia.

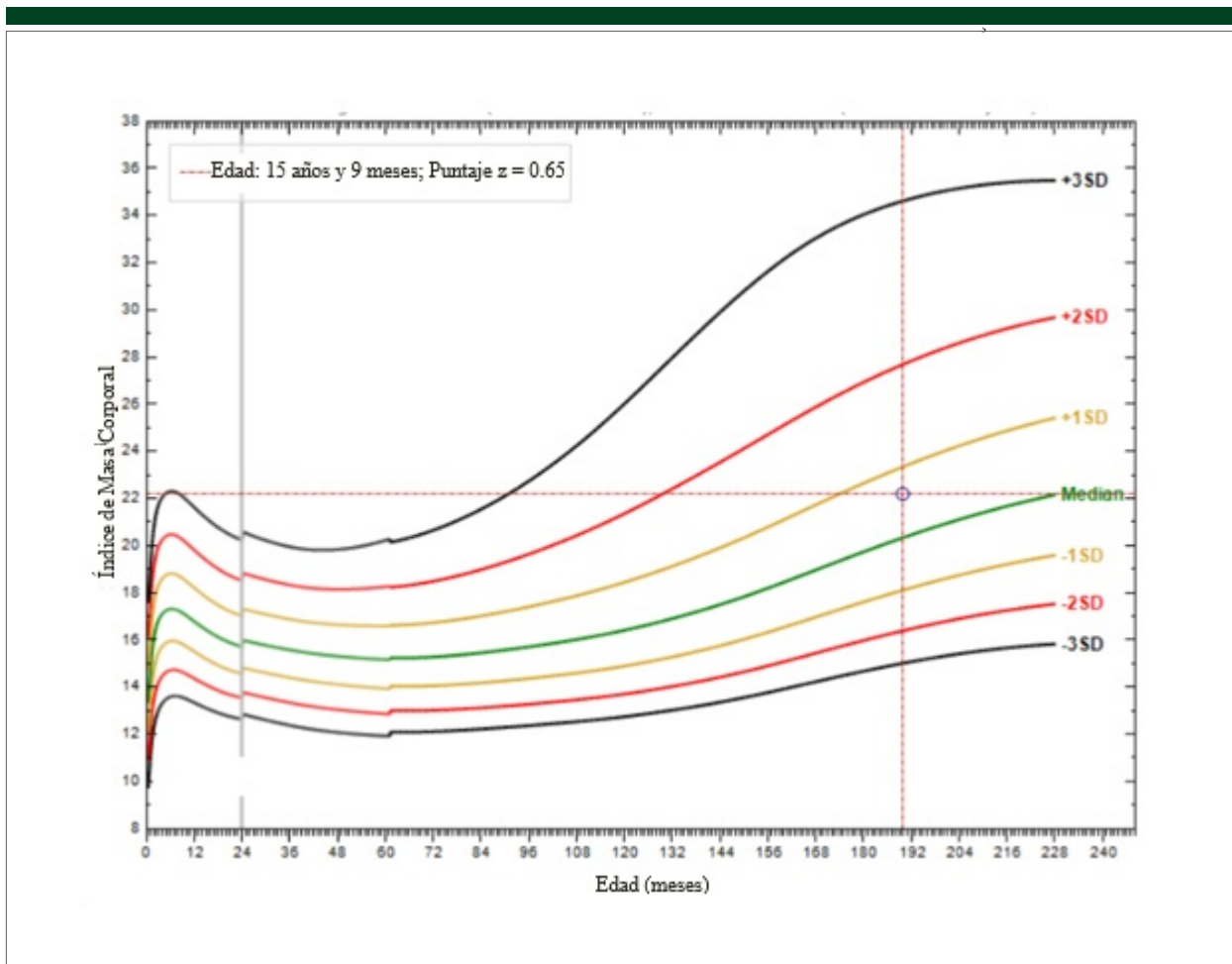


Figura 6. Curva de la OMS IMC para la edad del atleta con ID 3 de la selección de Guatemala utilizando el puntaje Z para la evaluación nutricional.

En base a los resultados de la figura anterior este atleta tiene expectativas de crecimiento inferiores a sus similares, esto se confirma con un valor de PHV de +0.6 que se interpreta como el alcance del pico máximo de crecimiento hace seis meses a la edad de 15 años y 2 meses, esto según el resultado de las ecuaciones 3 y 4. Clasificando al atleta como un madurador tardío con una estimación de 13cm restantes de crecimiento, en base a la media poblacional. Si bien este atleta, aún puede sufrir el EER será menor la influencia en su rendimiento ya que ha alcanzado a sus compañeros en maduración tanto en características fisiológicas y psicológicas.

No hay suficiente evidencia para concluir que un retraso en crecimiento pueda afectar la temporalidad en la que se presente el PHV, sin embargo, estudios describen que un retraso de crecimiento en la infancia llega a afectar la estatura y la masa muscular en la adultez. Un estudio llevado a cabo en la amazonia boliviana muestra que el retraso en el crecimiento se relaciona con un menor desarrollo muscular y con una modificación de los patrones de grasa corporal en la adolescencia, esta última sobre todo en las niñas, y que ambas consecuencias son más fuertes en niños mayores. (Tanner et. al, 2014)

Estos resultados demuestran, que a pesar de ser atletas activos y con acompañamiento de distintos profesionales de la salud, no están exentos de presentar alguna afección importante a la salud. También demuestra la importancia del monitoreo de estos indicadores y el de una planificación nutricional adecuada para mantener la salud primordialmente y evitar cualquier tipo de lesión o abandono prematuro del deporte, finalmente en comparativa con la otra selección también evidencia que el nivel de exigencia es máximo y que al ser llamado a selección nacional se busca los mejores atletas disponibles para el éxito deportivo.

Ecuación 3: Cálculo del Desfase de madurez para el atleta con ID 3 de la selección de Guatemala

$$-9.236 + 0.0002708 \times (73.4\text{cm} \times 81.8\text{cm}) - 0.001663 \times (15.83 \times 73.4\text{cm}) + 0.007216 \times (15.83 \times 81.8\text{cm}) + 0.02292 \times (53.5\text{kg} / 155.2\text{cm} \times 100) = 0.6 \text{ años}$$

Ecuación 4: Cálculo de edad a la que se alcanzó el pico máximo en la curva de crecimiento

$$\text{Edad PHV} = (15.83 - 0.6) = 15 \text{ años y } 2 \text{ meses}$$

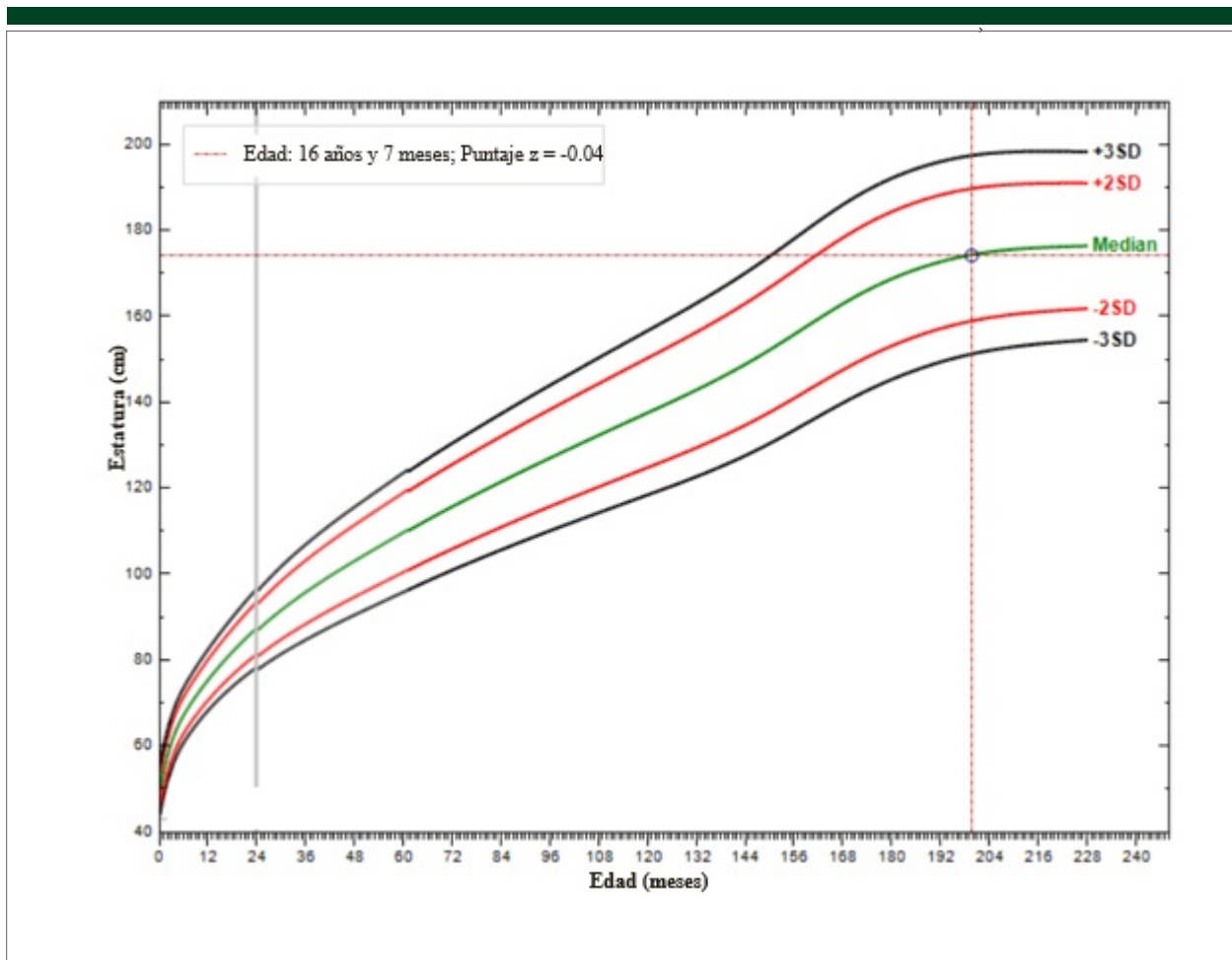


Figura 7. Curva de la OMS talla para la edad del atleta con ID 2 de la selección de Honduras utilizando el puntaje Z para la evaluación nutricional.

En contra parte la selección hondureña también evidenció un atleta madurador tardío identificado con el ID No.2, el cual tuvo su pico máximo de crecimiento a los 15 años según la estimación y un valor en el modelo matemático de + 1 año y 6 meses según los resultados de las ecuaciones 5 y 6. Esto se interpreta como una cercanía a su estatura adulta debido a una desaceleración de la curva de crecimiento la cual es normal por el tiempo que ha transcurrido de su PHV, sin embargo, a diferencia del atleta guatemalteco este no presentó ningún indicador nutricional alterado, su crecimiento es el adecuado al igual que su estado nutricional según la talla para la edad y su IMC para la edad. Este resultado se puede observar en la figura No. 7 y 8. Finalmente se puede estimar que le restan por crecer 4.62 cm de crecimiento según la media poblacional.

Ecuación 5: *Cálculo del Desfase de madurez para el atleta con ID 2 de la selección de Honduras*

$$-9.236 + 0.0002708 \times (88.2 \times 86\text{cm}) - 0.001663 \times (16.63 \times 88.2\text{cm}) + 0.007216 \times (16.63 \times 86\text{cm}) + 0.02292 \times (68.25\text{kg} / 174.2\text{cm} \times 100) = 1.6 \text{ años}$$

Ecuación 6: *Cálculo de edad a la que se alcanzó el pico máximo en la curva de crecimiento*

$$\text{Edad PHV} = (16.63 - 1.6) = 15 \text{ años y } 27 \text{ días}$$

La selección de Guatemala presentó otros dos jugadores con un retraso de crecimiento leve, por debajo de 1 desviación estándar con valores de -1.44 para el jugador identificado con

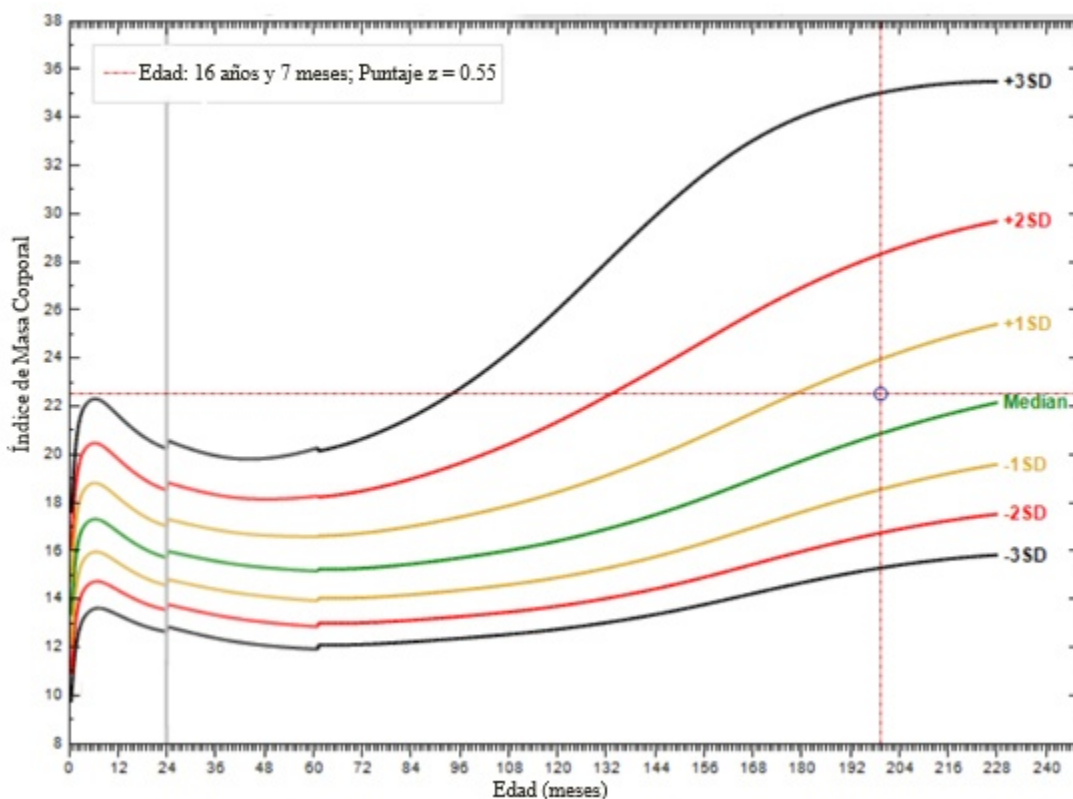


Figura 8. Curva de la OMS IMC para la edad del atleta con ID 2 de la selección de Honduras utilizando el puntaje Z para la evaluación nutricional.

el ID No.1 y -1.39 para el jugador con el ID No. 18. Sin embargo, aún se considera dentro de la curva normal de crecimiento, se recomendó mantener monitoreado el estado nutricional de estos atletas. Mientras que la selección de Honduras no presento ningún atleta con retraso en crecimiento importante, esto se puede evidenciar en la figura 9 en donde un alto porcentaje de la curva se encuentra concentrada entre 0 y

desplazada hasta +3 de desviación estándar con un 45% de atletas localizadas entre 0 y +1, lo cual es algo positivo y representa un adecuado crecimiento y desarrollo normal esperado. Así mismo la figura 10 muestra una concentración de atletas entre -1 y +2 con una alta concentración del 75% en +0.5 de desviación estándar.

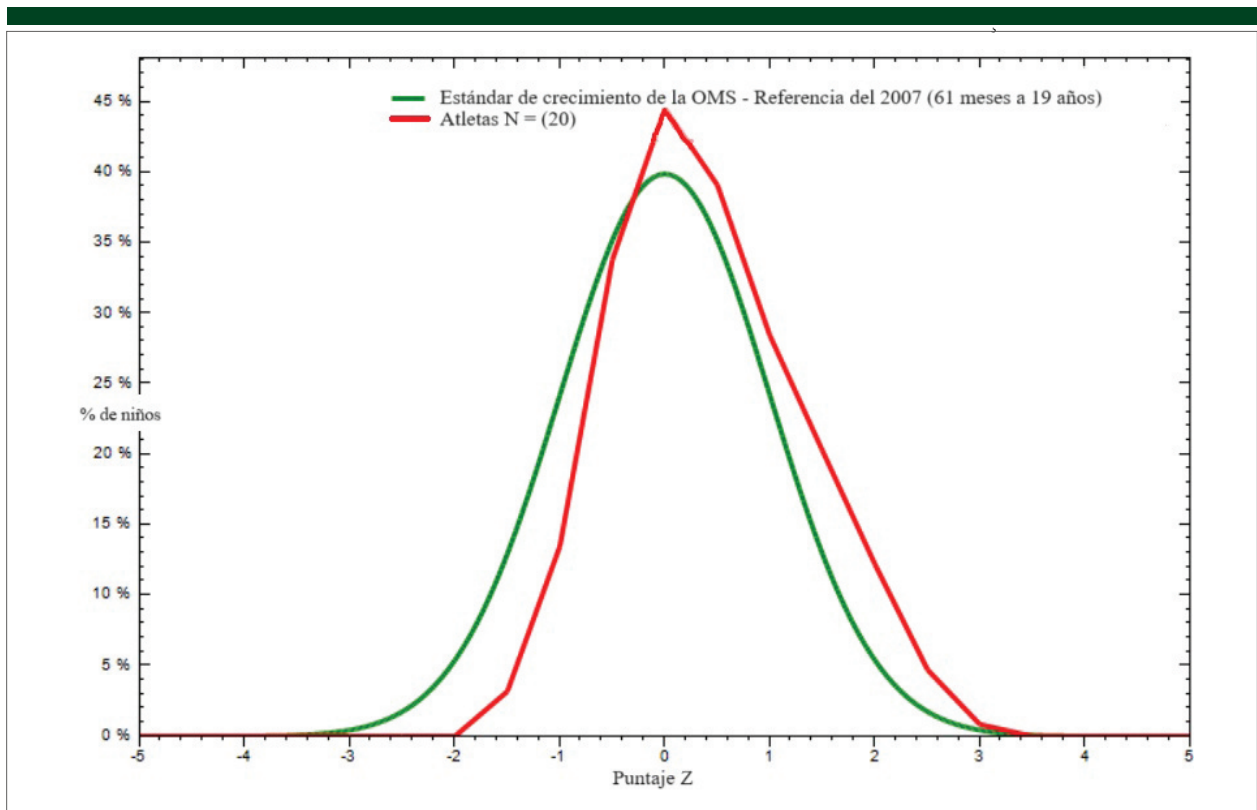


Figura 9. Indicador, talla para la edad del grupo de Honduras, comparado con la curva normal de la OMS para esta población.

En contra parte la selección hondureña también evidenció un atleta madurador tardío identificado con el ID No.2, el cual tuvo su pico máximo de crecimiento a los 15 años según la estimación y un valor en el modelo matemático de + 1 año y 6 meses según los resultados de las ecuaciones 5 y 6. Esto se interpreta como una cercanía a su estatura adulta debido a una desaceleración de la curva de crecimiento la cual es normal por el tiempo que ha transcurrido de su PHV, sin embargo, a diferencia del atleta guatemalteco este no presentó ningún indicador nutricional alterado, su crecimiento es el adecuado al igual que su estado nutricional según la talla para la edad y su IMC para la edad. Este resultado se puede observar en la figura No. 7 y 8. Finalmente se puede estimar que le restan por crecer 4.62 cm de crecimiento según la media poblacional.

Ecuación 5: Cálculo del Desfase de madurez para el atleta con ID 2 de la selección de Honduras

$$-9.236 + 0.0002708 \times (88.2 \times 86\text{cm}) - 0.001663 \times (16.63 \times 88.2\text{cm}) + 0.007216 \times (16.63 \times 86\text{cm}) + 0.02292 \times (68.25\text{kg} / 174.2\text{cm} \times 100) = 1.6 \text{ años}$$

Ecuación 6: Cálculo de edad a la que se alcanzó el pico máximo en la curva de crecimiento

$$\text{Edad PHV} = (16.63 - 1.6) = 15 \text{ años y } 27 \text{ días}$$

La selección de Guatemala presentó otros dos jugadores con un retraso de crecimiento leve, por debajo de 1 desviación estándar con valores de -1.44 para el jugador identificado con

el ID No.1 y -1.39 para el jugador con el ID No. 18. Sin embargo, aún se considera dentro de la curva normal de crecimiento, se recomendó mantener monitoreado el estado nutricional de estos atletas. Mientras que la selección de Honduras no presentó ningún atleta con retraso en crecimiento importante, esto se puede evidenciar en la figura 9 en donde un alto porcentaje de la curva se encuentra concentrada entre 0 y desplazada hasta +3 de desviación estándar con un 45% de atletas localizadas entre 0 y +1, lo cual es algo positivo y representa un adecuado crecimiento y desarrollo normal esperado. Así mismo la figura 10 muestra una concentración de atletas entre -1 y +2 con una alta concentración del 75% en +0.5 de desviación estándar.

De igual forma, se puede observar que la selección de Guatemala en la figura 11 presenta una curva más parecida a la normal, con una concentración de atletas en la media, pero con un poco de desplazamiento desde -2 hasta +3 desviaciones estándar, por lo que son pocos los casos puntuales que requerían atención, de igual forma la figura 12 muestra una mayor concentración de atletas entre 0 y 2 desviaciones estándar por

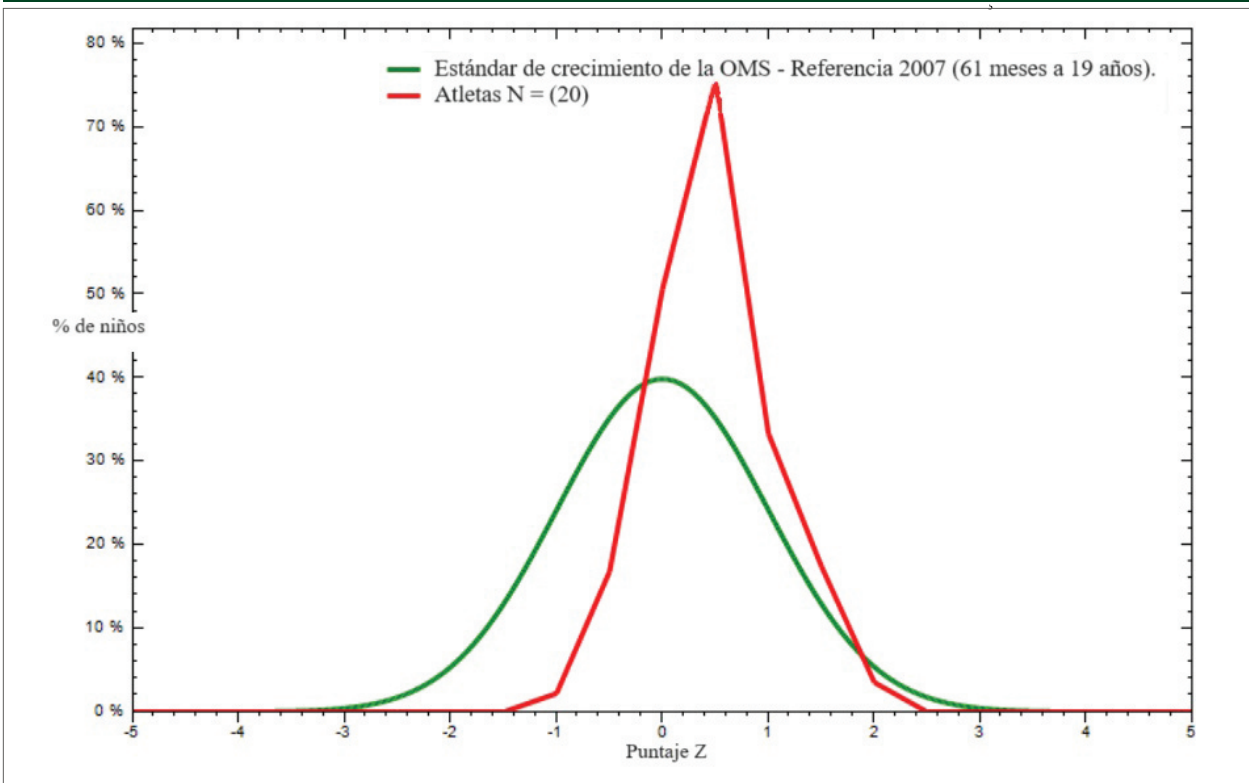


Figura 10. Indicador, IMC para la edad del grupo de Honduras, comparado con la curva normal de la OMS para esta población.

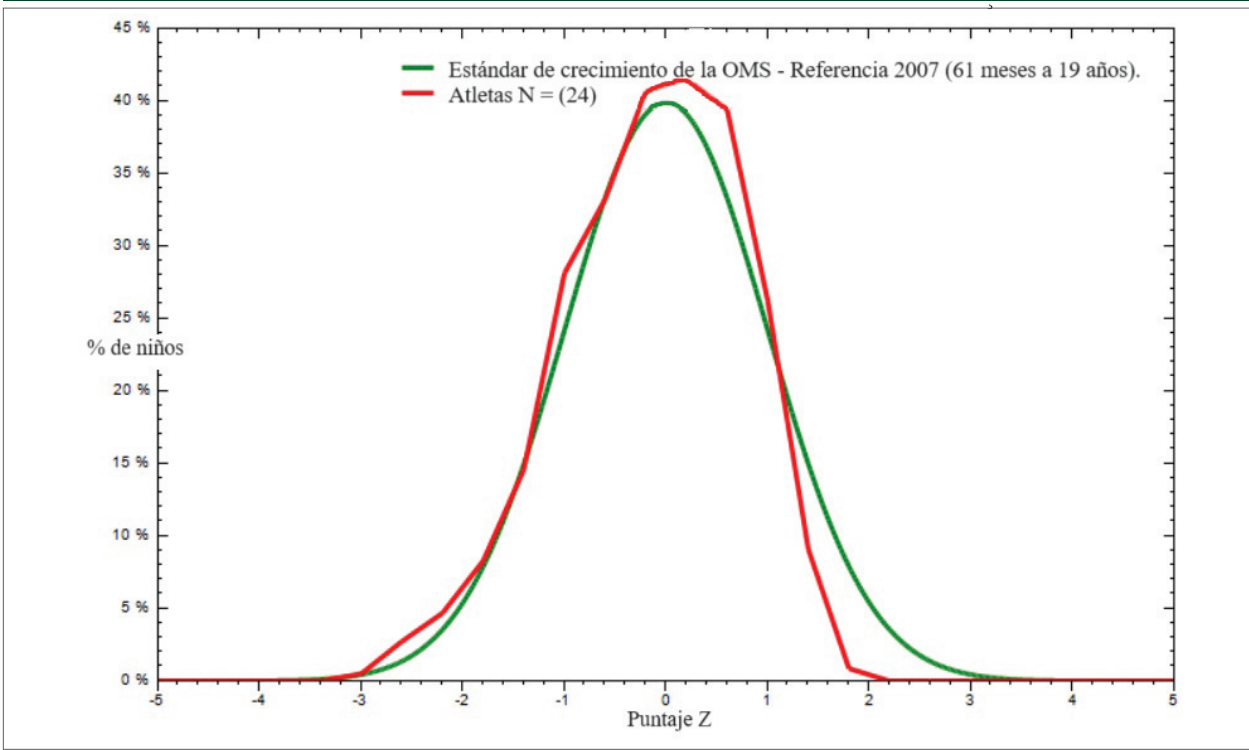


Figura 11. Indicador, talla para la edad del grupo de Guatemala, comparado con la curva normal de la OMS para esta población.

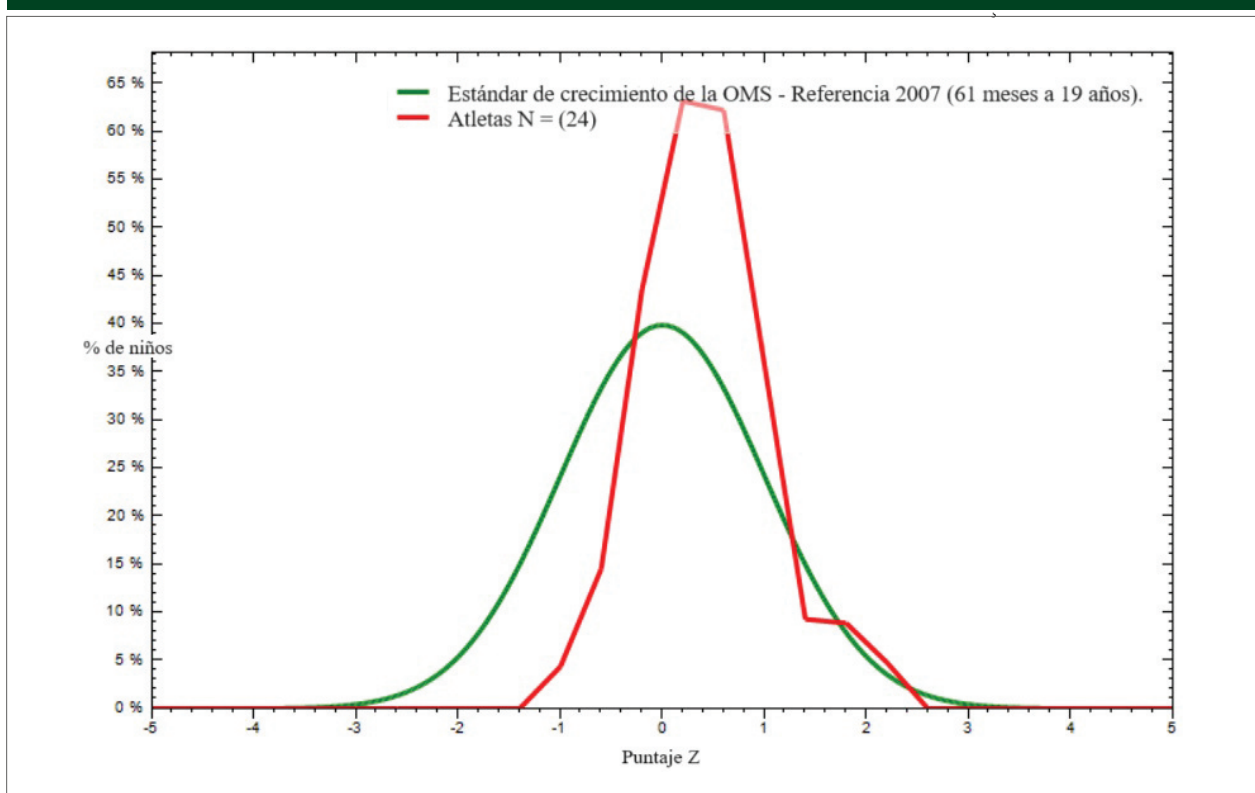


Figura 12. Indicador, IMC para la edad del grupo de Guatemala, comparado con la curva normal de la OMS para esta población.

lo que son un par de atletas que podrían estar en riesgo de sobre peso, sin embargo se sabe que la composición corporal de un atleta es distinta pero no se debe perder de vista que siempre es importante individualizar cada caso, con el apoyo de los indicadores de la OMS.

Con respecto al fenómeno de EER un 45% de los atletas hondureños convocados eran nacidos en el primer cuartil del año 2006 mientras que en la convocatoria de Guatemala tenían una representatividad del 32%. Extremo contrario, los jugadores nacidos en el último cuartil para Honduras representan un 25% y para Guatemala un 28%. Esto evidencia lo reportado en diversos estudios de la preferencia de jugadores de los primeros cuartiles del año ya que la percepción es que a mayor edad cronológica es más elevado el nivel de maduración y las capacidades atléticas y psicológicas. (Scanlan et. al, 2022, Kelly et. al, 2021, Hill et. al, 2020)

Conclusiones

Se evidenció que la selección de Honduras se encontraba con un mejor estado nutricional general, cercana a lo esperado o lo considerado normal en esta población juvenil al no tener a ningún atleta con algún tipo de desnutrición o con retraso de crecimiento, según los indicadores de talla para la edad e IMC

para la edad, en comparación a la selección de Guatemala que presentaba un atleta con retraso en crecimiento moderado y dos más con retraso leve. Así mismo el rendimiento deportivo de la selección de Honduras y su recuperación fue superior al de las dos selecciones participantes en la triangular de preparación.

El estado de maduración de ambas selecciones fue muy similar, habiendo alcanzado todos su pico máximo de crecimiento con anterioridad, por lo que los atletas se encontraban cercanos a su estatura adulta y la variación fisiológica y morfológica no debía ser demasiada, esto permite competir equitativamente y sin desventajas, disminuyendo la influencia negativa el efecto de EER que se demostró estar presente al evidenciarse un mayor porcentaje de convocados del primer cuartil de los años permitidos por ambas selecciones.

No se generó suficiente evidencia para demostrar que una maduración tardía podría verse influenciada por un retraso en el crecimiento en la infancia, sin embargo, se sabe que conlleva problemas para la salud y que debe monitorearse. Por lo que complementar la evaluación nutricional tradicional con la maduración biológica de cada atleta es benéfico ya que brinda un panorama amplio para una individualización y acompañamiento del atleta.

Para disminuir el efecto de edad relativa, primero se debe conocer mejor a los atletas es importante contar con estrategias que consideren este fenómeno que puede afectar la carrera de muchos atletas y el rendimiento colectivo de una selección. Que un atleta sea de una edad más avanzada no implica que ya haya alcanzado su máximo estado de maduración.

Agradecimientos

Federación Nacional de Fútbol de Guatemala y su Nutricionista, a la selección de Honduras sus atletas y médico por su participación y confianza.

Bibliografía

- Bernabéu, C. (2019). ¿Podría basarse la formación de equipos con jóvenes futbolistas en el uso de la técnica de Bio-banding? Trabajo Final de Máster. Extraído de http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5618/1/Bernabeu%20Cabezas%20C%20Jorge_TFM.pdf
- Hill, M., Spencer, A., McGee, D., Scott, S., Frame, M., & Cumming, S. P. (2020). *The psychology of bio-banding: a Vygotskian perspective*. *Annals of human biology*, 47(4), 328-335. Extraído de <https://doi.org/10.1080/03014460.2020.1797163>
- Kelly, A.L., Côté, J., Jeffreys, M., & Turnidge, J. (2021). *Birth Advantages and Relative Age Effects in Sport: Exploring Organizational Structures and Creating Appropriate Settings (1st ed.)*. Routledge. Extraído de <https://doi.org/10.4324/9781003163572>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). *An assessment of maturity from anthropometric measurements*. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 689-694. Extraído de https://www.researchgate.net/profile/Adam-Baxter-Jones/publication/11432300_An_assessment_of_maturity_from_anthropometric_measurements/links/5a2ff182458515a13d8521a8/An-assessment-of-maturity-from-anthropometric-measurements.pdf
- Mendoza, A. (2020). *Clase 12. Evaluación y rendimiento en jóvenes*. Extraído de: Curso de evaluación y rendimiento deportivo de la Universidad del Valle de Guatemala.
- Rosenbloom, A. L. (2008). Fisiología del crecimiento. *Annales Nestlé (Ed. española)*, 65(3), 99-110. Extraído de <https://karger.com/ans/article-abstract/65/3/99/49372/Fisiologia-del-crecimiento>.
- Scanlan, A., Barraclough, S., Till, K., Kerr, A., & Emmonds, S. (2022). *Methodological Approaches to Talent Identification in Team Sports: A Narrative Review*. Extraído de <https://doi.org/10.3390/sports10060081>
- Söğüt, M. (2019). *Bio-Banding in Sport*. *Turk J Sports Med*. 2019; 54(2): 143-7. Extraído de <https://www.sporhekimligidergisi.org/tam-metin/367/tur>
- Verdugo M. F. (2015). Biological maturation process and athletic performance. *Revista chilena de pediatría*, 86(6), 383-385. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.003>
- Tanner, Susan; Leonard, William R.; Reyes-García, Victoria (2014). TAPS Bolivia Study Team. The consequences of linear growth stunting: Influence on body composition among youth in the Bolivian Amazon. *American Journal of Physical Anthropology*. Extraído de: doi:153: 92-102. 2014.
- Walker, O. (2021). *Peak height velocity. Strength and conditioning*. Extraído de <https://www.scienceforsport.com/peak-height-velocity/>