

Crecimiento y maduración biológica asociados al desempeño físico del joven atleta

Betty Méndez-Pérez¹

Resumen: El análisis de la interfase entre función orgánica y física tiene una raíz histórica de larga data por parte de los especialistas en morfología humana en el campo de la salud y ciencias del deporte. En la actualidad cuando en décadas recientes se ha incrementado el descenso de la edad de los participantes en los eventos de alta competencia, se hace necesario explorar las particularidades sobre la dinámica del crecimiento y la maduración biológica que podrían condicionar el desempeño atlético. Desde esta perspectiva, la presente revisión se enfoca en la maduración biológica y su posible impacto en las diferencias inter individuales, las cuales están correlacionadas con los cambios que se experimentan en la velocidad del crecimiento. Así mismo se destaca la importancia del momento cuando se alcanza el punto máximo de velocidad lineal, la relevancia de la proporcionalidad corporal asociada a especialidades deportivas e inclusive diferencias encontradas de acuerdo a la posición de juego. Se reporta por otra parte, la importancia de los componentes cardiovasculares y fisiológicos asociados al estado de maduración que marcan su huella en el desempeño atlético. Así mismo se pone de relieve el rol potencial de la participación en deportes de alta competencia asociado a riesgos y beneficios en el crecimiento y maduración del joven atleta. Finalmente y dada la complejidad del tema, se sugiere la intervención de un equipo multidisciplinario en capacidad de analizar el impacto del crecimiento, maduración y entrenamiento en el desempeño del joven atleta. *An Venez Nutr 2020; 33(1): 24-30.*

Palabras clave: Crecimiento, maduración, proporcionalidad, entrenamiento, componentes fisiológicos, adolescentes.

Biological growth and maturation associated with physical performance of the young athlete

Abstract: Relationship between organic morphology and athletic performance has been the concern long time ago for health and sport science. However in recent decades due to the young participation in organized sport, the swift has turned to highlight the kinetics of growth and the potential role of sport participation that influence growth and maturation. The aim of this brief article, review biological maturation (sexual, skeletal and somatic), inter-individual differences, the adolescent growth spurt, peak height velocity, as well as, cardiovascular and physiological related items, allowing for variation changes in size, body composition and proportionality that could influence performance. Keys findings for the review are consistent in showing the relevance of these factors along the process of growth and maturation. Some of the observations reported the potential role of sport participation that influence growth and maturation in terms of risk and or benefic. Attention has been given to the need of understanding the impact of growth, maturation along with training in performance. Finally it is suggested that this issue has to be focuses from an auxological approach given its complexity and to avoid the decline in youth participation. On the other hand, the need for the official support for the welfare of children involved in sport participation is requested. *An Venez Nutr 2020; 33(1): 24-30.*

Key words: Growth, maturation, proportionality, training, physiologic factors, adolescents.

Introducción

La clave de la actividad humana en todas sus expresiones es la evolución del sistema nervioso central. Con el desarrollo evolutivo del cerebro, caracterizado entre otros elementos, por el aumento del tamaño y reorga-

nización del mismo, surge en paralelo, la condición de plasticidad del género humano, la cual proporciona la habilidad de adaptarse a entornos muy complejos, base para los procesos de evolución conductual y cultural. Este hecho alcanza su máxima expresión durante la adolescencia y adultez temprana y propicia así, una perfecta y racional coordinación entre mente y cuerpo, la cual se expresa de manera muy expedita en la habilidad atlética (1).

La práctica deportiva como una de las formas de actividad física intensa y, en su condición de elemento básico

¹Unidad de Bioantropología, Actividad Física y Salud. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales FaCES. Universidad Central de Venezuela. Grupo Transición Alimentaria y Nutricional (TAN), Fundación Bengoa para la Alimentación y Nutrición, Correspondencia: Betty Méndez-Pérez, e-mail: bioantropologiaucv@gmail.com

de un estilo de vida saludable, donde es indispensable la coordinación entre mente y cuerpo; ha captado el interés de los especialistas de la morfología humana y en general de todos los profesionales que indagan sobre el binomio estructura-función, cuyo campo de acción se sitúa de manera prioritaria, dentro de las ciencias de la salud y las ciencias del deporte, con un abanico de aplicaciones en disciplinas diversas aunque íntimamente relacionadas, como la nutrición y la endocrinología, pasando por la composición corporal y la fisiología del ejercicio, entre otras (2).

Para la kinantropometría o cineantropometría como se le conoce en varios países de habla hispana, el estudio de esta interface entre estructura y función, es decir entre función orgánica y física, constituye la herramienta fundamental de análisis; dentro de sus objetivos generales o metas, el fin último es alcanzar resultados óptimos en el desempeño deportivo, tomando en cuenta la conformación física de los atletas.

En el plano de la alta competencia y referido específicamente al caso de los Juegos Olímpicos, una rápida revisión muestra que la atención de los cultivadores de esta disciplina se dirigió en un principio, hacia la descripción de las características morfológicas y fisiológicas de los participantes, con inicios en los segundos juegos olímpicos de invierno en Saint Moritz en 1928, donde se recopilaban algunas mediciones fisiológicas y de dimensiones corporales entre los esquiadores y jugadores de Jockey sobre hielo (3), evento que contó con escasa participación femenina. Destaca en este esfuerzo informativo, años antes, la publicación de Tanner (4) sobre atletas de pista y campo. Transcurrido el tiempo hasta las Olimpiadas de Atenas en 2004, la incorporación de la mujer se hizo notoria, representando en ese momento el 40% de los participantes.

Uno de los aspectos destacables dentro del tema que nos ocupa, es el enfoque considerado desde la perspectiva de la antropología del deporte, el cual llama la atención sobre el descenso de la edad de los participantes, característica presente en los eventos de alta competencia que se realizaron hacia la segunda mitad del siglo XX y en el tiempo actual transcurrido del siglo XXI. Este escenario ha desencadenado entre los científicos del área, un Interés por conocer además de la constitución morfológica, la maduración tanto biológica, entendida en el sentido amplio del término, como psicológica de niños y jóvenes atletas, ya que cada día como se ha señalado, la tendencia mundial es a propiciar la participación masiva de este sector de la población, en la actividad deportiva competitiva, sin que se tome en cuenta en la mayoría de los casos, el crecimiento físico en el sentido integral del término.

Cinética del crecimiento

El crecimiento del ser humano es un evento sumamente complejo, cuyo producto final es el resultado de la interacción entre su potencial genético y los factores ambientales. Se origina por el incremento del tamaño y número de células acompañado de un proceso de proliferación, diferenciación y expansión de las mismas, regulado por el código genético (5).

Bajo una concepción holística y tomando en consideración la perspectiva de la complejidad del fenómeno, el crecimiento aglutina el conocimiento de los componentes somáticos, funcionales, psicológicos y sociales y quizás lo más importante, la interrelación entre ellos. En consecuencia, surge así mismo en el campo de la antropología del deporte, la necesidad de vigilar más estrechamente los programas de entrenamiento y las demandas de especialización, reglamentadas en las competencias internacionales, para preservar la salud de los jóvenes competidores (6).

Como proceso dinámico el crecimiento se caracteriza por cambios morfológicos y fisiológicos, que derivan en compensación y adaptación. Implica por tanto una transformación desde el mismo momento de la concepción hasta la vida adulta, caracterizada por diferencias en los ritmos de crecimiento físico, los cuales inciden en las modificaciones que se reflejan en el incremento del tamaño del cuerpo, parámetros cardiovasculares como por ejemplo la frecuencia cardíaca máxima, así como en el poder aeróbico, flexibilidad, fuerza muscular, resistencia corporal y composición corporal entre otros; indicadores que constituyen elementos muy valiosos a tomar en cuenta en el desempeño atlético (7).

Es importante señalar así mismo, que el crecimiento como fenómeno biológico, así como la secuencia de los eventos característicos del mismo, no son diferentes en sus orígenes, entre los niños y jóvenes que están inmersos o no, en una actividad deportiva. Si bien el tamaño y la forma corporal son fundamentales en la descripción de las habilidades atléticas, no lo es de menor importancia y dado el cambio experimentado en el perfil de los participantes, siempre en la búsqueda de una respuesta favorable en el desempeño atlético; la consideración de la maduración biológica y edad relativa (8).

En este sentido es indispensable tomar en consideración que los niños crecen a distintos ritmos o tempos, condición que se traduce en una diferenciación importante en cuanto a la variabilidad existente en el desarrollo de parámetros antropométricos tales como el peso y la talla, e igualmente en la construcción de los tejidos óseo, muscular y adiposo (9). La cuantificación de cada uno de estos aspectos se apoya en la antropometría, eva-

luación del desarrollo sexual y esquelético y el uso de las curvas de crecimiento, tanto con fines comparativos como de monitoreo.

El comportamiento de las dimensiones post craneales de longitud y de anchura, tiene una tasa de crecimiento similar al peso y la talla, mientras que en la proporcionalidad de las mismas tan importante en el desempeño atlético, para la asignación adecuada de las cargas físicas, se observa un crecimiento diferencial de acuerdo a la etapa de la vida y al estado de maduración, muestran por tanto, dimensiones y proporciones, patrones diferentes. El crecimiento de las extremidades inferiores es característico al inicio de la adolescencia, mientras que el tronco se desarrolla posteriormente. Así, el crecimiento del largo de la pierna cesa más temprano que el del tronco el cual se puede extender hasta los 20 años. Este fenómeno que se prolonga más en el tiempo, lógicamente contribuye con mayor fuerza, al incremento de la estatura en la adolescencia (10, 11).

Cambios morfológicos y fisiológicos

Los individuos varían en la maduración que se alcanza a una edad determinada, maduración entendida para nuestros propósitos, en el concepto amplio del término, que incluye maduración ósea, sexual y somática. Es una época de profundos cambios y riesgos y, de acuerdo al principio biológico, es una etapa de mayor vulnerabilidad debido a la velocidad del crecimiento que se experimenta. Estos cambios de naturaleza somática, funcional y psicológica, incrementan la variabilidad biológica de niños de una misma edad cronológica (12, 13). Se produce por tanto en esta etapa, cambios notables en todos los componentes que constituyen el cuerpo humano, con modificaciones en las proporciones de las dimensiones corporales, y en la composición corporal, se podría citar a manera de ejemplo, la marcada adquisición de masa magra que se traduce en un aumento de órganos, tejidos y células. De modo que en la adolescencia, la maduración biológica se relaciona muy bien con la fuerza y el rendimiento motor, especialmente en los varones (14).

Al respecto y en relación a las respuestas funcionales derivadas de la carga física, se ha encontrado diferencias significativas de la capacidad de trabajo físico en el grupo de maduradores adelantados en relación a sus pares de maduración promedio, ya que un mayor volumen de masa magra característica de los maduradores adelantados genera en ellos, mayor potencia mecánica (15).

Dentro de este contexto es así mismo significativo considerar como punto crucial, el cambio que se opera en las proporciones corporales, de acuerdo al grado de maduración, componente analizado quizás en menor grado dentro de las investigaciones en kinantropometría, pero como veremos más adelante, es un factor que imprime características diferenciales importantes en la ejecución atlética y de alto valor en las labores de entrenamiento y detección de talentos.

Ubicación de la población atlética en las curvas de crecimiento y valoración de la proporcionalidad

En la mayoría de los deportes la talla de los atletas de uno y otro sexo se ubican en, o por encima de la mediana de referencia de sus poblaciones respectivas, con la excepción de gimnastas y patinadores, quienes por norma general se sitúan alrededor del percentil 10 de la referencia (10). Tres ejemplos pueden ilustrar esta afirmación, representados en primer lugar por un grupo de nadadores venezolanos cuyos valores de la talla y talla sentado se colocaron por encima de la referencia nacional en los estadios prepúberes y púberes iniciales, como expresión de una maduración más temprana, en especial del diámetro biacromial y con la excepción del diámetro biliaco, sobre todo en las nadadoras, quienes se situaron en el extremo inferior de la distribución de los percentiles 3-10 (15). Presentaron por otra parte, longitudes proporcionalmente mayores al modelo de referencia universal Phantom, especialmente en talla, envergadura y longitud de manos y pies (16). Así mismo, la maduración ósea de los huesos largos evidenció un comportamiento adelantado en los púberes iniciales y avanzados en concordancia con la maduración sexual originada por la influencia de la acción hormonal (17).

Otro ejemplo se apoya en los resultados reportados por Alacid *et al*, (18) en canoístas dentro de la categoría cadete (15-16 años), quienes aplicando una batería de 39 variables antropométricas, señalan, que en relación al peso y la talla, estos atletas se movilizan entre los percentiles 50-75 de la población española de referencia. Por otra parte, en el plano de la proporcionalidad y comparándolos con palistas de elite, presentaron valores proporcionalmente menores en perímetros del brazo, tórax y cintura y en diámetros del tronco y biepicondilar del húmero. Este mismo grupo de investigadores al valorar antropométricamente a las practicantes de kayak infantil de aguas tranquilas, encontraron que las mismas mostraron valores significativamente más altos que sus contrapartes de palistas de slalom en talla y

talla sentado, hecho que permite ubicarlas en posiciones diferentes en las tabla de crecimiento de la población de referencia; las primeras se posicionaron en los percentiles 80 de las curvas de crecimiento españolas, mientras que las de slalom se situaron en el percentil 50, comportamiento que a juicio de los investigadores viene a reflejar el mayor nivel de maduración de las palistas de aguas tranquilas (19).

En el plano de la proporcionalidad y destacando su importancia dentro de los estudios cineantropométricos en relación al rendimiento físico, Padilla (20) en una investigación llevada a cabo en una muestra de jóvenes atletas de la selección juvenil de beisbol del estado Barinas, Venezuela, subraya la relevancia de las proporciones de longitudes de miembros superiores, en referencia especial a la altura acromial-dactilyon y de los diámetros biacromial y biileocrestal, características que parecen asociarse positivamente con el nivel de la fuerza explosiva. La primera de ellas presentó una correlación significativa con la velocidad del swing como elemento de éxito en la acción de batear. Interesante así mismo destacar, la diferencia en las proporciones corporales encontrada en esta investigación, entre los atletas de este grupo por posición de juego. En este sentido, receptores y primera base presentaron una desviación positiva en valores Z con el modelo de referencia, para las dimensiones antropométricas anteriormente citadas.

Dentro de este contexto es oportuno acotar, la importancia que tiene el momento en el cual se alcanza la máxima velocidad del crecimiento somático durante la llamada etapa del estirón de la adolescencia, caracterizada por una amplia variabilidad individual, modificaciones de acuerdo al sexo, y su influencia de manera diferente para las distintas dimensiones corporales (21).

El indicador más comúnmente utilizado para la evaluación del punto máximo de velocidad de crecimiento-peak high velocity -requiere la realización de estudios longitudinales, pero dada la dificultad de realizar este tipo de investigaciones y en virtud de su importancia de acuerdo a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud para el uso e interpretación de la antropometría basada en la edad cronológica (22), se han utilizado muestras transversales para valorar la maduración somática con fines diversos entre ellos, salud y deportes, en diferentes poblaciones latinoamericanas (23,24).

Tomando en consideración la herramienta metodológica señalada supra, un estudio longitudinal realizado en jóvenes atletas futbolistas belgas, mostró entre sus hallazgos diferencias en los indicadores antropométricos

y funcionales de acuerdo al momento cuando se alcanza el punto máximo de velocidad de crecimiento; algunas variables evidenciaron un comportamiento similar a la velocidad de la talla, en otras se produjo una meseta una vez ocurrido el punto máximo de velocidad, mientras que específicamente en el caso de la flexibilidad la misma mostró el máximo alcance, un año después de la ocurrencia de la máxima velocidad en talla (25). Así mismo dentro de esta misma especialidad Roca *et al*, (26) señalan entre sus hallazgos, diferencias en el punto máximo de velocidad de crecimiento dentro de las diferentes posiciones en el futbol -delantero, volante y defensa- que condicionarían en cierto grado las cargas de trabajo.

Importante mencionar las investigaciones relacionadas con las capacidades aeróbica y anaeróbica como indicador del desarrollo y maduración de los sistemas pulmonar, cardiovascular y metabólico, las cuales inciden en la condición física de los individuos y que en consecuencia dado el tema que se viene tratando, su evaluación debe ocupar un lugar jerárquico en la valoración de la población atlética (27). En población no atlética, se ha observado un dimorfismo sexual que se manifiesta en la característica de la curva de crecimiento y el momento cuando se alcanza el punto máximo de velocidad en talla. Tiene propiedades de curva lineal en los hombres entre los 17 a 21 años, en las mujeres se produce con una curva similar pero menos consistente alrededor de los 12 a 15 años, con una meseta en la mitad de la pubertad. En lo que atañe a la capacidad anaeróbica, hay similitud para ambos grupos desde los 7 a los 12 años con una pendiente inicial más pronunciada en las mujeres por su maduración más temprana, por otra parte los niños mostraron una recuperación cardio-respiratoria más rápida (12).

Las modificaciones del crecimiento y maduración por efectos del entrenamiento no son cuantificables fácilmente, ya que no siempre es posible, establecer una línea divisoria entre los resultados que se derivan del propio entrenamiento y aquellos que son consecuencia directa del crecimiento y maduración como proceso ontogenético del individuo. No se tienen datos concretos que aporten evidencias sobre los efectos directos del ejercicio físico en los procesos de crecimiento y maduración; tema que ha originado una serie de opiniones contradictorias (28). En esta línea de pensamiento, algunos estudios han llamado la atención sobre las altas exigencias de algunos deportes donde la estética es parte importante de una ejecución exitosa, tales como la gimnasia en todas sus modalidades. Estas investigaciones alertan sobre un posible retardo del crecimiento

y prácticas dietéticas peligrosas, que se traducen en el físico ideal para esta disciplina: características de un prepúber y una forma claramente ectomórfica con énfasis en la linealidad y muy baja adiposidad. Al respecto Malina (29) afirma que esta actividad no tiene aparentemente un efecto, sobre el crecimiento en la talla y la tasa de crecimiento de esta dimensión en niños con una nutrición adecuada, sostiene por otra parte, que posiblemente las mismas reflejen las exigencias específicas de cada deporte. En el caso de la gimnasia y el patinaje artístico, la talla pequeña es característica mucho antes de comenzar un entrenamiento sistemático, a lo cual se le podría añadir un factor genético presente en padres con estatura más baja que el promedio de la población y puede tratarse a su vez, de niños con una maduración tardía que podría ser igualmente una característica familiar.

Similar situación se presenta en relación a la posible influencia negativa que ejerce el ejercicio de fuerza muscular, en niños y adolescentes por el desencadenante de un desequilibrio hormonal que podría conducir a un proceso de ralentización en el crecimiento y desarrollo; al respecto, una reciente revisión muestra por el contrario, aspectos positivos de esta práctica sobre el desarrollo y maduración (30).

El desarrollo sexual así mismo, incide en el incremento de la velocidad, fuerza y resistencia, producto de una mayor masa muscular y mayor volumen del corazón, características como se ha enunciado en párrafos anteriores, que se reflejan en las capacidades aeróbicas y anaeróbicas. Sin embargo, la evaluación de la maduración sexual no es una tarea fácil de llevar a cabo, ya que se necesita un personal altamente especializado en este campo. En ese sentido, investigadores del área se aproximaron a las categorías de maduración sexual, en un grupo de nadadores venezolanos de alta competencia, con el objetivo de proporcionar una guía para los entrenadores en sus labores de entrenamiento y dosificación del ejercicio. Mediante la utilización de técnicas antropométricas y estadísticas, los clasificaron en grupos que reflejan las categorías de maduración, atendiendo a variables de tamaño general: peso y talla máxima; adiposidad, representada por los panículos del tríceps y subescapular, las longitudes referidas al largo del antebrazo y muslo y, las circunferencias del brazo relajado y de la pantorrilla respectivamente, variables estas que tuvieron la capacidad de discriminar en grupos de prepúberes, púberes iniciales y avanzados (31).

Intervención y monitoreo

A manera de recomendación y tomando en cuenta lo antes expuesto, es interesante señalar que el entrenamiento de niños y jóvenes realizado bajo una visión competitiva, y con miras a la detección de talentos, debe asumir el rendimiento atlético en términos de eficiencia, como un concepto de carácter multifactorial, en el cual la edad biológica se considere con otros componentes de carácter social y psicológico, tarea que requiere la integración de varias disciplinas asesorada en consecuencia, por un equipo multidisciplinario, en capacidad de interpretar todos los indicadores biológicos, biomecánicos, psicológicos y ambientales, que puedan incidir en el mejor desempeño atlético; teniendo siempre presente que lo primordial es la conservación de la salud del joven deportista (32,33).

En consecuencia y dadas las consideraciones expuestas, se llama la atención a los conductores de la política deportiva del país, para que apoyen las investigaciones auxológicas y funcionales que puedan aportar conocimientos en relación al crecimiento y desarrollo del joven atleta. Esta tarea redundaría en una aplicación adecuada de las labores de planificación y lograr así, la máxima expresión del talento y las habilidades atléticas de nuestros deportistas por un período de tiempo prolongado; se evitaría así mismo que una sobrecarga de trabajo pueda por una parte interferir con el proceso normal de crecimiento y desarrollo y por la otra, conducir a un abandono extemporáneo de la actividad deportiva.

*Parte del contenido de este artículo se expuso en una conferencia dictada en el XII Curso Internacional de Ciencias del Deporte: Crecimiento y Desarrollo del joven Deportista (CD-Rom). Caracas 2006. Gatorade Sports Science Institute. En esta oportunidad se incorporan nuevos elementos y referencias, en un esfuerzo de actualización sobre el tema.

Referencias

1. Gómez-Robles A, Sherwood Ch. La evolución del cerebro humano, cómo el aumento de la plasticidad cerebral nos convirtió en una especie cultural MÉTODE Science Studies Journal 2016. Universitat de València. DOI: 10.7203/metode.7.7602

2. Cabañas Armesillas MD. Aspectos de la proporcionalidad humana en los deportes. En: Sirvent Belandro, Cruz A JR, editores: La cineantropometría y sus aplicaciones. Universidad de Alicante. Servicio de publicaciones; 2017. p.119-146.
3. Malina R. Growth and maturation of child and adolescent track and field athletes. 2006 Tip. Stilgrafica,srl. Roma Italia.
4. Tanner JM. The physique of the Olympic Athlete. A study of 137 track and field athletes at the XVII Olympic Games, Rome 1960; and a comparison with weight-lifters and wrestlers. London: George Allen and Unwin. Ltd; 1964.
5. López de Blanco M. Conceptos básicos del crecimiento En: López M, Izaguirre I, Macías C, editores. Crecimiento y maduración física: Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Editorial Médica Panamericana; 2013. p. 3-8.
6. Reyes Peña ME. El estudio del deporte en antropología física. Del somatotipo al fenómeno social. Cuicuilco. Revista de Ciencias Antropológicas 2017; (68): 60-76.
7. Vila Nova de Moraes JF, Oliveira Batista PL, Ferreira Marques da Silva MA, Ferreira Pinto E, Pereira Siqueira L, Camila Maria Menezes Almeida CM, *et al.* Capacidad Aeróbica y Anaeróbica en Estudiantes Varones Según Edad y Etapa Puberal. PubliCE. <https://g-se.com/capacidad-aerobica-y-anaerobica-en-estudiantes-varones-segun-edad-y-etapa-puberal-2413-sa-D5b324f1f88053>. 2018.
8. Saavedra-García M, Gutiérrez-Aguilar O, Sa-Marques P, Fernández-Romero JJ. Efecto de la edad relativa en el atletismo español versión On-line ISSN 1989-5879 versión impresa ISSN 1578-8423 2016 CPD 16 (1).
9. Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C. Orientación Diagnóstica y Evaluación integral. En: Crecimiento y Maduración Física: Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Editorial Médica Panamericana; 2013. p. 191-202.
10. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Somatic Growth. En: Growth, Maturation and Physical Activity. 2nd ed. Champaign, IL. Human Kinetics; 2004. P. 41-77.
11. Peña Reyes ME. Crecimiento y Respuesta morfofuncional al ejercicio. En: García Avendaño P, compilador. Adaptaciones biológicas en niños y adolescentes deportistas para el alto rendimiento. Caracas. Ediciones Olímpicas; 2010. p. 23-54.
12. Verdugo M. Francisco. Biological maturation process and athletic performance. Rev. chil. pediatr. [Internet]. 2015 Dic [citado 2020 Ago 09]; 86(6): 383-385. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062015000600001&lng=es. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.003>.
13. Miló Dubé M. La edad biológica en la preparación técnica de atletas categoría 11-12 años de la Academia Provincial de Natación y Clavados en Pinar del Río. EFDeportes.com. Revista Digital 2012 año 17, n° 174. Se consigue en URL: <http://efdeportes.com/>
14. Casanova Machek RR, Gamardo Hernández, PF. Maduración biológica, fuerza y potencia muscular en la brazada de crol». Apunts. Educación física y deportes, [en línea], 2017, Vol. 2, Núm. 128, p. 78-91, <https://www.raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/327191> [Consulta: 28-05-2020].
15. Gamardo Hernández PF, Alzate Hernández J. Relación entre el grado de desarrollo morfológico y la capacidad de Trabajo Físico en los Niños entre 8 y 13 años. Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias. 2013; 5 (2).
16. Landaeta-Jiménez M, Pérez B M, Arroyo Barahona E, Salazar-Loggiodice M. Crecimiento físico y corpulencia en niños y jóvenes nadadores venezolanos. Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría. 2008; 71(4): 131-139.
17. Ortega de Mancera A, Ledezma T. Importancia de la proporcionalidad en nadadores federados del Estado Miranda. An Venez Nutr 2005; 18 (2): 169-176.
18. Macías de Tomei C. Maduración sexual y ósea. En: Pérez B, Landaeta-Jiménez M, editoras. Perfil biológico y nutricional de los nadadores del estado Miranda. Caracas: Ediciones del Vicerrectorado Académico. Universidad Central de Venezuela; 2004. p. 121-139.
19. Alacid F, Muyor JM, López-Miñarro PA. Perfil Antropométrico del Canoísta Joven de Aguas Tranquilas. Int. J. Morphol. [Internet]. 2011; 29 (3): 835-840. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022011000300028&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000300028>.
20. Alacid F, Muyor JM, Vaquero R, López-Miñarro PA. Características Morfológicas y Maduración en Mujeres Kayakistas Jóvenes de Aguas Tranquilas y Slalom. Int. J. Morphol. [Internet]. 2012; 30 (3): 895-901. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000300022&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000300022>.
21. Padilla Alvarado JR. Relación entre la proporcionalidad corporal y la velocidad del swing en jugadores de béisbol juvenil: efecto de la fuerza explosiva. Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias 2013; 5, (2).
22. Geithner CA. The timing and sequence of growth spurts in different body dimensions during adolescence. En: Katzmarzyk PT, Coelho e Silva M, edit. Growth and maturation in human biology and sports. Universidade de Coimbra. Portugal. 2013. P. 33-50
23. De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. Am J Clin Nutr 1996; 64:650-8.

24. Méndez-Pérez B, Marrodán Serrano MD, Prado Martínez C, Aréchiga Viramontes J, Cabañas Armesillas MD. Assessment of somatic maturation of Venezuelan adolescents. *Nutrición Hospitalaria* 2015; 32(5): 2216-2222.
25. Gomez Campos R, Hespanhol JE, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolaños M. A. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clín Diet Hosp* 2012; 32(3):7-17
26. Philippaerts R M, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, *et al.* The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sport Science*, 2006; 24(3):221-230.
27. Benavides Roca I, Santos Vásquez P, Guajardo Valdearas I. Valoración del pico de velocidad de crecimiento y estatura prevista definitiva de acuerdo a las posiciones de juego de los futbolistas sub 15 y 16 de Rangers de Talca. *Emásf, Revista Digital de Educación Física*. 2017; 8 (46).
28. González Valero G, Zurita Ortega F, San Román Mata S, Pérez Cortés AJ, Puertas Molero P, Chacón Cuberos R. Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos*, 2018;34:395-402
29. Paniagota K. Pubertad y deportes atléticos en adolescentes femeninas. *Ann Nestlé [Esp]* 2006; 64:85-94,
30. Malina RM, Baxter-Jones AD, Armstrong N, Beunen GP, Caine D, Daly RM, *et al*, Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. 43: 783-802. 2013. PMID 23743792 DOI: 10.1007/s40279-013-0058-5.
31. Izquierdo M, Ibañez J. Crecimiento y Maduración del Deportista Joven. Aplicación para el desarrollo de la fuerza. *Revista de Educación Física (Navarra)* 2017; 35 (1).
32. Pérez BM, Vásquez M, Landaeta-Jiménez M, Ramírez G, Macías-Tomei C. Anthropometric characteristics of young Venezuelan swimmers by biological maturity status. *Re. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 2006; 8(2):13-18.
33. Rodríguez Bermúdez A. El niño y la selección de talentos deportivos para la alta competencia. En: García Avendaño P (compilador). *Introducción a la investigación bioantropológica en actividad física, deporte y salud*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 2006. p. 111-140
34. Ortigosa Márquez JM. Factores psicológicos y fisiológicos asociados al rendimiento deportivo-Aplicaciones para su control y mejoras en disciplinas de resistencia-[tesis doctoral]. Málaga (España): Universidad de Málaga; 2016

Recibido: 17/08/2020

Aceptado: 20/09/2020