



Determinación del perfil antropométrico y de condición física de escolares entre las edades de 10 a 16 años

DETERMINATION OF THE ANTHROPOMETRIC PROFILE AND PHYSICAL CONDITION OF STUDENTS AMONG THE AGES OF 10 AND 16 YEARS OLD

DETERMINAÇÃO DO PERFIL ANTROPOMÉTRICO E DA CONDIÇÃO FÍSICA DE ESCOLARES DE 10 A 16 ANOS

Luis Alfonso Hernández Vásquez¹

Citar artículo como:

Hernández, L. A. (2022). Determinación del perfil antropométrico y de condición física de escolares entre las edades de 10 a 16 años. *Educación y Ciudad*, (43), 237-259. <https://doi.org/10.36737/01230425.n43.2022.2705>

Fecha de recepción: 1 de noviembre de 2021

Fecha de aprobación: 23 de marzo de 2022

Resumen

La finalidad del estudio es determinar el perfil antropométrico, motor y funcional de los escolares de ambos sexos, con edades entre 10 y 16 años, y encontrar su relación con los procesos de formación deportiva en el municipio de Ansermanuevo, Valle del Cauca, Colombia. A la muestra seleccionada (n=477) se les midieron: talla, peso, perímetro del tórax, porcentaje de grasa, velocidad de reacción y desplazamiento, potencia en miembros inferiores y superiores, resistencia aeróbica, flexibilidad y maduración biológica. El análisis estadístico de estas variables mostró que para el sexo femenino los cambios significativos se dan al pasar de los 11 a 12 años, y para los hombres al pasar de los 14 a los 15 años, lo cual nos indica que hay una diferencia aproximada de 2 años en los procesos de maduración biológica entre los sexos femenino y masculino. Existe una gran correlación entre la edad biológica y algunos índices antropométricos en ambos géneros (talla, peso, perímetro normal del tórax), y motores en el género masculino (carreras de velocidad, salto de longitud, lanzamiento y carrera de resistencia). Esto nos permite llegar a concluir que es marcada la influencia de la edad biológica sobre los niveles de desarrollo físico y la función motora en los escolares. Los profesores de Educación Física y entrenadores deben tener en cuenta los principios pedagógicos de la individualización y diferenciación de la carga física, optimizando la preparación física de sus estudiantes y deportistas de las diferentes disciplinas que se trabajan en el municipio.

Palabras clave: maduración biológica, crecimiento, desarrollo, períodos sensibles, formación deportiva.

Abstract

The purpose of this study is to determine the anthropometric motor and functional profile of schoolchildren of both sexes with ages around 10 and 16 years old and to analyze their relationship with sports training processes in the municipality of Ansermanuevo Valle del Cauca Colombia. The selected sample n= 477 was measured: height, weight, chest perimeter, fat percentage, reaction speed and displacement, power in lower and upper limbs, aerobic resistance, flexibility and biological maturation. The statistical analysis of these variables showed that for the female sex the significant changes are given when passing from 11 to 12 years and for men when passing from 14 to 15 years, which indicates that there is an approximate difference of 2 years in the processes of biological maturation between the female and male sexes. There is a great correlation between biological age and some anthropometric indices in both genders (height, weight, normal chest perimeter), and engines in the male gender (speed racing, length jump, throwing and endurance race). This analysis allows us to conclude that the influence of biological age on levels of physical development and motor function in schoolchildren is marked. Physical education teachers and coaches must take into account the pedagogical principles of individualization and differentiation of the physical load, optimizing the physical preparation of the students and athletes from the different disciplines that are practiced in the municipality.

Keywords: biological maturation, growth, development, sensitive periods, sports training.

Resumo

Este estudo busca determinar o perfil antropométrico, motor e funcional de alunos de educação básica que se encontram nas idades entre 10 e 16 anos e achar a relação com processos de formação esportiva no município de Ansermanuevo, Valle del Cauca, Colombia. Na pesquisa se tomou uma amostra de 477 estudantes, se mediram o tamanho, o peso, perímetro torácico, a porcentagem de gordura, a velocidade de reação e deslocamento, a potência nos braços e pernas, resistência aeróbica, flexibilidade e maturidade biológica. A análise dos dados apontam que no sexo feminino, as mudanças acontecem entre os 11 e 12 anos, enquanto ao sexo masculino o desenvolvimento acontece entre os 14 e 15 anos de idade. Este resultado nos permite concluir que existe uma diferença de dois anos nos processos de maturidade entre o sexo feminino e masculino. Existe uma diferença entre a idade biológica e alguns índices antropométricos em ambos gêneros (altura, peso, perímetro normal de tórax), e motores no gênero masculino (corridas de velocidade, salto em distância, lançamento e corrida de resistência). Isso nos permite chegar à conclusão que é marcada a influência da idade biológica sob os níveis de desenvolvimento físico e a função motora nos estudantes escolares. Professores de atividade física e treinadores devem ter em conta individualizar e diferenciar a carga física, otimizando a preparação física de seus alunos e esportistas dos esportes que se realizam no município.

Palavras-chave: maturidade biológica, crescimento, desenvolvimento, períodos sensíveis, formação esportiva.

Introducción

En las últimas tres décadas, a consecuencia de la modernización se han dado muchos cambios biológicos, físicos y sociales que han modificado el patrón ontogénico experimentado por la especie humana, disminuyendo de manera global el tiempo de inicio de la pubertad en diversas sociedades (Devaud y Spotorno, 2004). La aceleración en los ritmos de desarrollo individual de las niñas, niños y jóvenes es solo una faceta de la tendencia general de estos cambios. A esto algunos investigadores lo han denominado «fenómeno de aceleración del desarrollo», aceleración en el tiempo. Los procesos de maduración biológica han sido más marcados en los países industrializados, lo cual hace pensar que una de las causas principales son las mejoras en las condiciones de vida, sumado a esto las pequeñas dosis de radiación ionizante que estimulan los procesos de reproducción celular. En este sentido, en las últimas décadas hubo alteración en el crecimiento físico (estatura más elevada), siendo este fenómeno llamado tendencia secular, (Biassio *et al.*, 2004), posiblemente asociado a las migraciones, y otros factores como nutrición, higienización e inmunización.

Por otro lado, diferenciamos de lo anterior el carácter heterocrónico del desarrollo o aceleración intergrupar. Significa que un grupo de niños y jóvenes, de una misma edad cronológica, no se presenta homogéneo en los ritmos de crecimiento y desarrollo, distintos grados de madurez biológica, es decir,

distintas edades dentales, óseas y sexuales. Cuando se presenta esa precocidad en el crecimiento morfológico probablemente proporciona ventajas en el deporte (Devaud y Spotorno, 2004). Por lo tanto, para conocer el desarrollo físico de una persona es necesario conocer las dimensiones totales del cuerpo, la proporción corporal, la composición corporal y la determinación del nivel de maduración sexual, es decir la edad biológica.

Es de gran relevancia la evaluación de las características morfofuncionales y motoras de la población creciente en nuestro país a través de pruebas estandarizadas que nos permitan determinar el perfil antropométrico, motor y funcional de escolares en edades de 10 a 16 años para establecer modelos ajustados a regiones y poblaciones particulares, al igual que a modalidades deportivas, surgiendo la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los cambios que ocurren en los aspectos morfológicos, funcional y motor de los escolares de ambos sexos en edades de 10 a 16 años del municipio de Ansermanuevo que nos permitan diferenciar una carga física optimizando los procesos de formación deportiva?

En los procesos pedagógicos de la Educación Física y la definición de la práctica deportiva en niñas, niños y adolescentes, en edades de 10 a 16 años, de Ansermanuevo, es fundamental tener en cuenta los principios pedagógicos de la individualización y diferenciación de la carga física. Al encontrar jóvenes de distintas edades cronológicas, pero con niveles

¹ Maestro en educación énfasis en Fisiología del Deporte. Docente de Educación Básica y Media. Gobernación del Valle del Cauca: Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8157-326X> Correo electrónico: luhovoley79@gmail.com

de maduración biológica semejante; y el caso contrario de jóvenes de una misma edad cronológica, pero con distintos niveles de maduración biológica, pueden diferenciarse mucho en sus niveles de desarrollo físico y función motora; justifica de por sí una educación física diferenciada. Cuando se presenta un desarrollo acelerado de las niñas, niños y jóvenes no es posible estructurar racionalmente el proceso pedagógico de la educación física, sin tener en cuenta la edad biológica de los educandos. En el municipio los programas de educación física deben ser elaborados teniendo en cuenta todas las particularidades mencionadas, al igual que en los planes de preparación física de los diferentes seleccionados para optimizar los procesos y descubrir talentos deportivos.

Particularidades del desarrollo físico en jóvenes de ambos sexos

Por desarrollo físico de la persona se entiende todos los cambios morfo-funcionales que ocurren en el organismo durante todo el período de ontogénesis (Malina, 2013). Son muchos los factores que influyen en el desarrollo físico. Entre ellos podemos citar: los factores hereditarios; factores ambientales (clima, relieve, estaciones, suelo, presencia de ríos, bosques); factores socioeconómicos (alimentación, condiciones de trabajo y vivienda, nivel cultural de la población), (Restrepo, 2002; Malina, 2013). En este orden de ideas, el genotipo o potencial de crecimiento establecerá los límites para los índices de crecimiento, y el fenotipo o condiciones ambientales tendrán una influencia; por lo tanto, para estos autores el genotipo y el fenotipo en un adolescente desempeñarán un papel importante en sus medidas corporales lineales,

maduración esquelética, maduración sexual, medidas antropométricas segmentarias.

El funcionamiento y cambio hormonal es uno de los elementos fundamentales que condiciona el crecimiento corporal, sobre todo en la adolescencia; el equilibrio entre las hormonas de la glándula tiroideas, la hormona del crecimiento y las hormonas sexuales produce un crecimiento y maduración del sistema óseo. En un estudio sobre las relaciones entre el somatotipo, maduración sexual y cualidad física fuerza en niños y adolescentes de ambos sexos, se concluye que los varones durante la adolescencia tienden a ganar masa muscular como consecuencia en el aumento de la testosterona; y las adolescentes tienden a la ganancia de masa grasa, paralelamente a la cantidad de hormonas (Nogueira de Araújo, 2008). En este mismo sentido, los jóvenes en estadios de maduración más avanzados con mayor proporción en las hormonas de crecimiento, pertenecientes a la misma fase etaria, tienen la tendencia a presentar mayor masa corporal, estatura y edad ósea (Minatto *et al.*, 2010; Pasquarelli *et al.*, 2010).

El crecimiento de la talla se manifiesta prácticamente de manera lineal sin diferencias evidentes entre las niñas y los niños antes de la llegada de la pubertad. Con la llegada de este evento hay un incremento en el ritmo de crecimiento, ocurriendo en este período la llamada «edad de velocidad de crecimiento máximo» (EVCm) (Bergmann, 2005). Las niñas llegan a la edad de velocidad de crecimiento máximo cerca de dos años antes que los niños (Bergmann *et al.*, 2008). La edad de inicio, duración e intensidad del estirón del crecimiento parece estar determinada genéticamente y varía de individuo a individuo.

Eso ocurre porque el genotipo establece los límites de crecimiento, pero el fenotipo individual (condiciones de medioambiente) tiene una influencia marcada sobre este factor.

Desde el nacimiento hasta la edad adulta, tanto el peso como la estatura siguen un patrón de crecimiento de cuatro fases: aumento rápido en la infancia y al principio de la niñez; un aumento más lento, relativamente constante, a mediados de la niñez; un aumento rápido durante la adolescencia, y un incremento lento y eventual cese en el incremento al llegar al tamaño adulto. Durante la primera fase del crecimiento su estructura aumenta cerca de 25 a 39 cm, triplicando su peso corporal en este mismo período; alrededor de los dos años de edad (segunda fase) el crecimiento es más lento aumentando cerca de 5 a 8 cm, aproximadamente, y de 2 a 3 kg por año, hasta llegar a la adolescencia (tercera fase), a partir de la cual se da el estiramiento donde se puede crecer de 7 cm a 15 cm por año, y donde la medida para los hombres es mayor que para las niñas (Malina, 2013b).

Por lo general, durante la adolescencia el mayor incremento del peso acontece en el mismo período de la estatura, es decir entre los 13 y 14 años (Bergmann *et al.*, 2008). Este aumento en el peso es consecuencia del incremento de la estatura, la ganancia de masa muscular, la maduración esquelética y el crecimiento de los órganos internos (Gallahue y Ozmun, 2005). Situación similar muestran los hallazgos de Machado y Barbanti (2007) con respecto a que parte del aumento de la masa corporal del sexo masculino podrá ser explicado por el mayor aumento de la talla, la masa muscular y, coincidentemente, la disminución de la grasa corporal; en el sexo femenino el aumento es coincidente a los aumentos

de los pliegues cutáneos y de la estatura. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que existen diferencias entre los géneros en cuanto al incremento acelerado de la masa corporal durante la adolescencia. Generalmente, la velocidad máxima de crecimiento en el género femenino ocurre entre los 10 y los 12 años, un poco más retardado en los varones, de los 13 y los 16 años (Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Pedagógica Nacional, 2003).

Con la llegada de la pubertad las niñas entre los 12.5 años y los 16.5 años tienden a aumentar de forma consistente la cantidad de grasa corporal y disminuir la masa libre de grasa (Bergmann, 2007; Machado y Barbanti, 2007). Por el contrario, en los hombres se produce un incremento en el tejido graso a los 11.5 años para luego decrecer hasta los 18.5 años, período en el cual aumenta considerablemente la masa libre de grasa. De igual forma, considerando lo planteado por Meira *et al.* (2009), se destaca que las niñas tienden a mayores ganancias en la masa corporal grasa que los niños a partir del final de la infancia hasta el final de la adolescencia; posiblemente este aumento obedezca a las concentraciones de Leptina plasmática, la cual tiene relación directa con la cantidad de tejido adiposo, los estadios de maduración y una relación inversa con la edad de la menarca.

Aun cuando la grasa corporal está genéticamente determinada, los cambios en los hábitos alimenticios, la falta de actividad física y la propia naturaleza de la región incrementan el tejido adiposo (Silva *et al.*, 2003). Esta idea es compartida por Malina (2013b), quien admite que la mayor causa de variación en el patrón de gordura corporal es debido a factores con mayor influencia genética que a los factores ambientales. La identificación de alteración en

los tejidos y en la composición corporal del individuo joven es importante para la prevención de problemas en el futuro. Tanto el tejido adiposo como el muscular crecen primariamente por hipertrofia, pero en los 12 primeros meses, en la fase escolar y en la pubertad, ocurre un aumento considerable de las células, es decir, hiperplasia. Guedes y Guedes (1993) relatan que el aumento en el número de adipocitos en esta fase por hiperplasia está relacionado con conductas inadecuadas y pueden ocasionar gran dificultad para perder peso a lo largo de toda la vida del individuo.

Particularidades del desarrollo motor en jóvenes de ambos sexos

El desarrollo de las cualidades motoras se produce en el proceso de perfeccionamiento de los movimientos, y estas se forman de manera irregular y con diferencia en el tiempo. En los distintos períodos de edad el incremento es desigual. Los rendimientos máximos de fuerza, rapidez y resistencia se logran en rangos diferentes de edad (Zampier Ulbrich, 2007). El desarrollo de las cualidades motoras depende del estado funcional de varios sistemas del organismo. Así, la resistencia se determina en buena medida por la actividad de los sistemas cardiovascular y respiratorio, por el consumo ahorrativo de energía.

Cuanto mayor sea el grado de maduración biológica, tanto mayor, por regla general, es la fuerza de los músculos. Los adolescentes de diferente edad calendario, pero iguales por el nivel de pubertad, tienen índices parecidos de fuerza de los músculos (Izquierdo, 2017). En un estudio realizado en Brasil

sobre el crecimiento y rendimiento motor en escolares (Guedes y Guedes, 1993), donde se evaluaron 1180 sujetos de 7 a 17 años, se encontraron diferencias favorables en el desarrollo motor en los varones a partir de los 7 años, las cuales aumentan con la edad. Estas diferencias son atribuidas a los factores biológicos que contribuyen a un desempeño motor más elevado en los varones: una mayor ganancia de fuerza posiblemente asociada al aumento de la secreción de hormonas andrógenos en la pubertad.

Las cualidades motrices están condicionadas genéticamente, pero su desarrollo depende de la influencia que ejerce la actividad motora en los períodos sensitivos del desarrollo ontogénico y de la efectividad pedagógica a través del ejercicio bien dosificado y realizado en forma sistemática (Dumith *et al.*, 2010). El desarrollo de las cualidades motoras en niños y adolescentes puede ser analizado en términos de proceso y producto en una tarea motora en particular observada. Malina (2013b) plantea que el proceso relacionado con el desempeño motor puede involucrar una serie de funciones musculares y biomecánicas relacionadas principalmente con el nivel y calidad de ejecución de la cualidad, en cuanto que el producto para esa misma cualidad motora es expresado numéricamente al final de la tarea, como la distancia recorrida para test que involucren saltos y lanzamientos o como la distancia recorrida en unidad de tiempo en relación con los test de carreras cortas y de larga distancia.

El organismo del niño en comparación con el del adulto se encuentra mejor adaptado a las condiciones aeróbicas, a consecuencia de la gran cantidad de ejercicios realizados habitualmente, pues su gasto energético cuenta con una mayor participación del metabolismo oxidativo, ciclo de Krebs, en compa-

ración con los mayores (Tejada, 2005). Los niños a lo largo de la práctica de una actividad física de resistencia pueden presentar los mismos fenómenos de adaptación que los adultos. Durante este proceso de entrenamiento de resistencia es importante intensificar y variar la carga, de esa manera serán obtenidos nuevos fenómenos de adaptaciones y consecuentes mejoras en el acondicionamiento. A pesar de la dificultad para el entrenamiento de la resistencia aeróbica en niños y adolescentes, cuando este se realiza con intensidad, frecuencia y duración adecuada, es fundamental dentro de un programa de actividad física, y garantiza un mayor nivel de consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) en etapa adulta (Torres-Luque *et al.*, 2015).

La fuerza durante la infancia tiende a aumentar más que el tamaño muscular (Gallahue y Ozmun, 2005), probablemente por las mejoras en las habilidades de coordinación, con las cuales la contracción máxima puede ser realizada, o sea, a la mejora de la frecuencia de transmisión y el reclutamiento de fibras musculares y no necesariamente a la hipertrofia, lo cual indica la correlación entre la fuerza, la coordinación y el desempeño motor en niños. Estos autores plantean que la fuerza es una cualidad que se comporta de manera estable durante la infancia, por ejemplo, un niño de 8 años no va a obtener las mejores ganancias de fuerza antes de la adolescencia.

La rápida alteración del tamaño corporal está directamente correlacionada con el incremento en la fuerza. En el salto de longitud en los sexos femeninos y masculinos en las edades de 6 a 17 años, los datos en esta prueba son considerados altamente confiables para determinar los niveles de fuerza en el tren inferior. En el tren superior Guedes y Guedes (1993) presentan resultados donde los aumentos

dados de los 7 hasta los 10 años son pocos. A partir de esta edad se incrementan de manera abrupta hasta los 17 años; estos mismos autores al comparar los valores medios entre los dos sexos concluyen que las diferencias hasta los 10 años no son estadísticamente significativas, a pesar de que se encuentran superioridad de los varones frente a las niñas. Después de estas edades, las diferencias mostradas son estadísticamente significativas de tal forma que a los 17 años los varones alcanzan un promedio en repeticiones 3 veces mayor que el de las mujeres.

La fuerza muscular y las capacidades contráctiles durante la pubertad parecen estar fuertemente asociadas al aumento en la cantidad de masa muscular y el tamaño corporal (Zampier Ulbrich, 2007). La fuerza rápida empleada al momento de realizar el salto de longitud depende de la relación existente entre el valor de la velocidad de contracción del músculo, la longitud del sarcómero y la actividad relativa de la ATP-Asa de miosina, la cual se encuentra en mayores concentraciones en las fibras blancas de contracción rápida (Daza, 2002). Otro elemento que condiciona esta capacidad es la testosterona, pues un incremento en la fuerza muscular requiere de un incremento en el nivel de testosterona.

Durante la fase de crecimiento infantil el aparato locomotor se encuentra muy sensible al entrenamiento, siendo esta la fase especialmente adecuada para estímulos de fuerza (Braz y de Arruda, 2008). Algunos estudios demuestran que niños sometidos a entrenamiento de fuerza presentan considerable progreso en relación con el grupo no entrenado. Bajo condiciones de crecimiento normal, el incremento más rápido de la fuerza muscular de los hombres ocurre alrededor de un año después del pico de velocidad de crecimiento en la altura; en las mujeres,

la expresión de la fuerza ocurre durante el año pico de la velocidad de crecimiento. Un estudio transversal sobre el impacto de la maduración sexual en la fuerza en miembros inferiores y superiores arrojó que las adolescentes maduras presentaron mayores niveles de fuerza en miembros superiores que sus pares que no habían madurado; una posible justificación a estos hallazgos es que los adolescentes con déficit en el peso corporal y la estatura presentan un retardo en la menarca y un desempeño menor en el test de fuerza en miembros superiores (Silva, 2010). Este mismo fenómeno no ocurre en los miembros inferiores.

La velocidad parece ser un factor hereditario, propio de las fibras de contracción rápida (fibras blancas tipo II) las cuales son capaces de almacenar más calcio y de liberarlo al sarcoplasma más rápido, haciendo el proceso de contracción-relajación más acelerado que en las fibras musculares de contracción lenta (fibras rojas tipo I) (Weineck y Polledo, 2016). El número de estas fibras es definido aproximadamente en el quinto mes de vida embrionaria, por lo cual esta capacidad depende esencialmente de los factores genéticos. El entrenamiento puede mejorar en un 10 o 15 % los resultados en la velocidad especialmente en la preadolescencia y adolescencia; otro aspecto que determina el aumento paulatino de la velocidad durante la adolescencia está asociado al incremento de la masa muscular y el tamaño corporal (Braz y de Arruda, 2008).

Particularidades del estado funcional en jóvenes de ambos sexos

El máximo volumen de oxígeno que un individuo es capaz de consumir en una unidad de tiempo aumenta a lo largo de la segunda infancia acompañado del crecimiento de las dimensiones corporales (Bar-Or, 1989), caracterizado por la perfecta capacidad del organismo para captar, transportar y utilizar oxígeno para los procesos aeróbicos de producción de energía durante el esfuerzo físico. El aumento de la capacidad aeróbica de una persona es un excelente indicador de la liberación de energía superior. La herencia genética de un individuo desempeña un papel crucial en la capacidad de consumir oxígeno. El VO_{2max} depende en gran parte de la masa corporal, su relación con el peso corporal del sujeto constituye un índice más fiel para la valoración de la capacidad de trabajo aeróbico. Alrededor de los 13 años los niños demuestran aumento en la masa muscular, mientras que las niñas presentan aumento en el tejido adiposo (Bergmann *et al.*, 2008; Bergmann, 2005; Machado y Barbanti, 2007; Hernández, 2002). Como el VO_{2max} depende de la masa muscular involucrada en la actividad, existe un aumento proporcional a la edad en los hombres y estabilización o incluso disminución de los valores en las niñas (Machado *et al.*, 2002).

El máximo consumo de oxígeno (VO_2max) en valores absolutos (l/min) durante la adolescencia es influenciado por varios factores: edad biológica, edad cronológica, aumento de los órganos como el corazón y los pulmones (Machado *et al.*, 2002). Del mismo modo Malina (2013b) determina que el aumento del VO_2max absoluto durante la pubertad ocurre en conjunto con el desarrollo físico, hecho que puede ser comprobado por las altas correlaciones entre esta variable y la masa corporal $r = 0,846$; al igual que con la masa magra $r = 0,861$. Otra posible explicación para este aumento es la gran participación en actividades físicas y la mejora en la economía de la carrera, que ocurren durante la infancia y adolescencia.

El volumen máximo relativo de oxígeno en condiciones normales tiene para los niños un valor normativo de 40-48 $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ (Tejada, 2005). Los niños entrenados en resistencia registran valores hasta de 60 $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$. Los valores encontrados en investigaciones realizadas en futbolistas colombianos de 12 a 18 años (Cruz, 1995) oscilan entre 51.7 y 58.9 $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$. Los resultados de estudios con escolares colombianos (Mayor, s. f.), muestran que hay diferencias significativas entre las medidas del consumo de oxígeno en los dos géneros entre los grupos etarios. Solo hasta los 10 años el comportamiento es similar: en los niños tiende a estabilizarse hasta los 14 años (con un ligero decrecimiento de aproximadamente un cuarto de $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ por año) y en las mujeres es de aproximadamente 1 $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$. Esta diferencia se debe al incremento de la masa grasa en las niñas y una mayor masa de hemoglobina en los varones.

Concepto de edad biológica y su relación con el desarrollo físico, motor y el estado funcional de los jóvenes de ambos sexos

La maduración biológica es un proceso de importantes alteraciones fisiológicas que se manifiestan de forma más intensa durante la adolescencia. El tiempo de su ocurrencia está determinado genéticamente y depende de factores ambientales, del sexo y de la etapa de maduración (Tourinho Filho, 1998). Determinar la edad biológica y algún otro aspecto de la maduración sexual es esencial para interpretar el estado de crecimiento acelerado en el desarrollo físico, motor y estado funcional de los niños y adolescentes (Nicolai *et al.*, 2005). El significado de un solo incremento considerado en relación con la edad cronológica es difícil de interpretar al menos que se conozca la etapa de aceleración del crecimiento del sujeto en cuestión (Biassio *et al.*, 2004). Restrepo *et al.* (2001) consideran que la edad biológica corresponde al desarrollo morfológico y funcional alcanzado por el individuo y a la aparición de los caracteres sexuales primarios y secundarios.

La edad biológica es un concepto complejo que relaciona el desarrollo físico, el estado de salud, la capacidad de trabajo físico y mental, así como las capacidades funcionales del organismo. Biassio *et al.* (2004) define la edad biológica como un proceso de desenvolvimiento morfológico, fisiológico y psicológico del individuo que necesariamente tiene influencia genética y ambiental. Por edad biológica se entiende la edad de un individuo definida por los

procesos individuales de maduración y por influencias exógenas (Machado y Barbanti, 2007), por eso no es raro encontrar diferentes edades biológicas en individuos con la misma edad cronológica.

Un estudio, que tuvo como objetivo comparar la relación entre el desempeño motor y diferentes formas de clasificación de la maduración biológica, concluye que cuando fue considerada la edad de velocidad de crecimiento máximo fue posible encontrar una mejor explicación para el rendimiento en los test motores de acuerdo con el estado de maduración biológica, superando los valores encontrados en comparación con la edad cronológica y la maduración biológica a través de los caracteres sexuales secundarios (Machado *et al.*, 2011). Estos mismos autores consideran la velocidad de crecimiento máximo como un método no invasivo para la clasificación de la maduración biológica en niños y adolescentes, de fácil obtención, que presenta ventajas éticas y que no requiere de alto entrenamiento por parte del evaluador.

El primer signo de madurez del hombre es el ensanchamiento del escroto y el aumento de tamaño en los testículos, seguido por la aparición del vello axilar y púbico, y el engrandecimiento del pene (Restrepo, 2000); en la fase avanzada de maduración, aproximadamente un año después del pico máximo de crecimiento, se presentan los cambios en la voz. Por su parte el primer signo de madurez en las mujeres es el desarrollo de las mamas, seguido por el del vello axilar y púbico y, finalmente, se presenta la aparición de la menarca. La secuencia de eventos que caracteriza la maduración sexual del adolescente es muy variable, pero el aumento simétrico del volumen testicular y el apareamiento del brote mamario son las primeras manifestaciones de desarrollo sexual en niños y niñas respectivamente. Entre

las niñas la menarca es considerada como un evento muy significativo en la vida de la mujer, caracterizando el inicio de la vida reproductiva y la transformación de orden somático, metabólico, neuromotor y psicosocial (Biassio *et al.*, 2004). En los países desarrollados o industrializados la tendencia es que la edad media de menarca se reducirá en hasta tres meses por década.

Metodología

Se realizó un estudio de tipo correlacional, descriptivo, no probabilístico por conveniencia, de carácter exploratorio y de corte transversal, en el cual se midieron variables morfológicas, funcionales y motoras con registros cuantitativos en escala numérica. Se vincularon, como población universo, a 1720 estudiantes de ambos sexos, en edades de 10 a 16 años, matriculados en los grados 4.º a 11.º de las instituciones educativas del municipio en sus diferentes sedes. La muestra seleccionada de tamaño (477), distribuidos en 218 hombres y 259 mujeres, permite un número suficiente de escolares, representativo de la población, por edad y sexo, estratificada por género (masculino y femenino) y grupos de edad (10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 años); una vez que los estudiantes fueron informados de su participación en esta investigación, se procedió con las mediciones de las siguientes variables:

La talla: el examinado se coloca de pie con los talones unidos al tope inferior de la pared, los glúteos, la espalda y la cabeza harán contacto con la superficie de este. Se hace coincidir la línea medio sagital con la línea media del instrumento. Se desliza el tallímetro hasta ponerla en contacto con el vértex, presionándolo ligeramente. Este procedimiento se repite, si la

medición no varía en más de 0.5 cm se procede a colocar el dato en centímetros, de lo contrario se procede a repetir y promediar. Para la valoración del peso corporal se utiliza una báscula digital de marca TANITA, escalonada en kilos e intervalos de 100 gramos. Se sitúa el examinado sin zapatos y con ropa ligera en el centro de la báscula con el peso distribuido en los dos pies y en posición funcional, de espalda al registro de la medida, haciéndose la lectura correspondiente.

El perímetro normal del tórax: el evaluado debe estar en posición de atención antropométrica, la cinta métrica pasa alrededor del tronco tomando como referencia el punto meso esternal, la medida se hace en centímetros y debe ser el promedio de las medidas obtenidas durante una inspiración y una espiración normales. Para determinar en porcentaje de grasa se emplea la ecuación de SIRI $% G = [(4,95/DC) - 4,50]100$ validada para predicción de grasa corporal en niños y adolescentes. Se hace la conversión de logaritmo de la suma mm de los 4 pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, subescapular y suprailiaco).

Velocidad de reacción: evaluación del tiempo de reacción simple ante estímulo visual (agarrar el bastón de Galton). El participante se encuentra sentado a horcajadas sobre una silla con la cara hacia el espaldar. Una mano está apoyada con la muñeca en el espaldar. Frente al examinado, el evaluador tiene, en suspensión vertical, junto a la mano del participante, un bastón con una escala en centímetros. El participante rodea el bastón con el puño sin cerrarlo (distancia de la palma alrededor del

bastón aproximadamente de 1 centímetro). Luego el evaluado hace coincidir la marca 0 del bastón (en su tercio inferior) con el borde superior de la mano. La voz de «listo» señala el evaluador que dejará caer el bastón dentro de los próximos 1 a 3 segundos. El evaluado debe agarrar el bastón cerrando el puño con la mayor velocidad posible. Se mide la distancia del puño de toma (lado del pulgar) desde la marca 0 en centímetros. El evaluado tiene dos intentos; se registra la menor distancia. Al informar al evaluado sobre la prueba se hará una demostración e inmediatamente antes de medir se le permitirá un ensayo.

Test de velocidad: carreras de 20 y 30 metros lanzados. Los escolares evaluados (2) se colocan en posición de salida alta, detrás de una línea situada a 10 metros previa a la línea de cronometraje. A la señal el joven empezará a correr lo más rápido posible en los 20 y 30 metros previamente señalados. Se cronometra el tiempo empleado en las pruebas, en segundos y fracciones; los últimos 20 y 30 metros están señalados con banderines de 120 cm de altura de color rojo. Los cronometristas se sitúan a 20 metros, paralelos a la línea de meta de los 30 metros, y activarán el cronómetro cuando el torso del niño cruce donde se inicia el punto cero para la toma de los 20 y 30 metros lanzados. Se realizan tres intentos con un descanso de 5 minutos en cada repetición y se registra la mejor marca en segundos y fracciones.

Salto horizontal con pies juntos sin carrera de impulso: el sujeto evaluado se coloca de pie detrás de una línea con los pies juntos y salta la mayor distancia posible sin carrera previa con-

tándose como distancia saltada la última parte del cuerpo que haga contacto cerca de la línea de inicio; se realizan tres intentos registrando el mejor resultado en centímetros.

Lanzamiento del balón medicinal: el escolar lanza un balón medicinal con peso de 1 kg a la mayor distancia posible, en posición sentado, con las piernas extendidas, sin levantarse del piso; el agarre se hace con las dos manos y se realizan tres lanzamientos de atrás hacia delante por encima de la cabeza y se registra en centímetros la mejor.

Resistencia aeróbica 500 metros: el participante se ubica tras la línea de salida. A la voz «en sus marcas» camina hasta la línea sin pisarla ni sobrepasarla. Permanecen estáticos y a la voz «ya» saldrán a correr cubriendo las distancias en el menor tiempo posible. Los jóvenes deben conservar una velocidad constante. La carrera se realiza de manera individual por el carril uno.

Flexibilidad «Test de Wells»: sentado, con piernas extendidas y toda la planta del pie apoyada en el tope (del cajón o banco de madera) diseñado para tal fin, que coincide con el punto cero de la escala o metro, tratar de llevar hacia delante las manos de forma suave y progresiva, evitando tirones, para marcar la máxima distancia a la que se puede llegar con ambas manos a la vez. Se registrará la medida en centímetros luego de que el evaluado se mantenga durante cuatro segundos en la posición adecuada.

El estado funcional de los escolares se evalúa mediante la comparación del pulso en reposo y la recuperación de este luego de realizar una prueba consistente en 20 cuclillas profundas en 40 segundos. El ritmo con que se realizan las sentadillas es controlado con un metrónomo incorporado a un cronómetro especial. El pulso de recuperación se registra al comenzar el tercer minuto después de haber finalizado la prueba. El pulso en reposo y de recuperación se registraron en 10 segundos y luego este valor se multiplica por 6 para obtener el registro de la frecuencia cardiaca por minuto.

Edad biológica «método de Bunak»: para los hombres se observa el estado de los caracteres sexuales secundarios; grado de manifestación del vello en el pubis y las axilas, así como también por el nivel de desarrollo de las mamas y por la mutación de la voz. En las mujeres el método retrospectivo de la determinación de la edad en mes y año en que ocurrió la menarquia como único criterio para determinar si es púber o no. Dentro de los procedimientos estadísticos utilizados se emplearon la estadística descriptiva usual con medidas de tendencia central y dispersión media, desviación estándar y coeficiente de variación; el modelo lineal de regresión y «Anova» prueba t, para determinar las diferencias entre géneros y edades ($p < 0,01$). Se utilizó el programa Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales -SPSS- bajo Windows.

Resultados y discusión

En el proceso de desarrollo físico está presente su carácter heterocrónico, lo que significa que los períodos intensos de cambios (aceleración) se alternan con unos de lento desarrollo o retardado. Por esta razón se deben tener en cuenta los aspectos relacionados con el crecimiento físico y maduración biológica del niño y el adolescente (Casanova-Machek y Gamardo-Hernández, 2017). El control de crecimiento de manera saludable se reflejará en la calidad de vida del individuo cuando adulto. La evaluación del crecimiento físico es un indicador del estado de salud y nutricional de la población.

Los cambios que ocurren en los aspectos morfológicos, funcional y motor de los escolares son: la ganancia de peso ocurre de forma similar a la talla. En esta investigación (Figura 1 y Tabla 1), los resultados del peso, de los 10 y 16 años, oscilan entre 30 kg y 54 kg para los hombres, y de 27,81 kg y 48,9 kg para las mujeres; con una ganancia total de esta variable entre los 10 y los 16 años de 22 kg y 21 kg para los hombres y mujeres, respectivamente. Los mayores incrementos por parte de los hombres, del orden de los 7,8 kg, se observan al pasar de los 14 a los 15 años ($p < 0.01$), y en caso de las mujeres se da al pasar de los 11 a los 12 años (5,35 kg), hecho que confirma la gran influencia de edad biológica sobre estos índices del desarrollo físico.

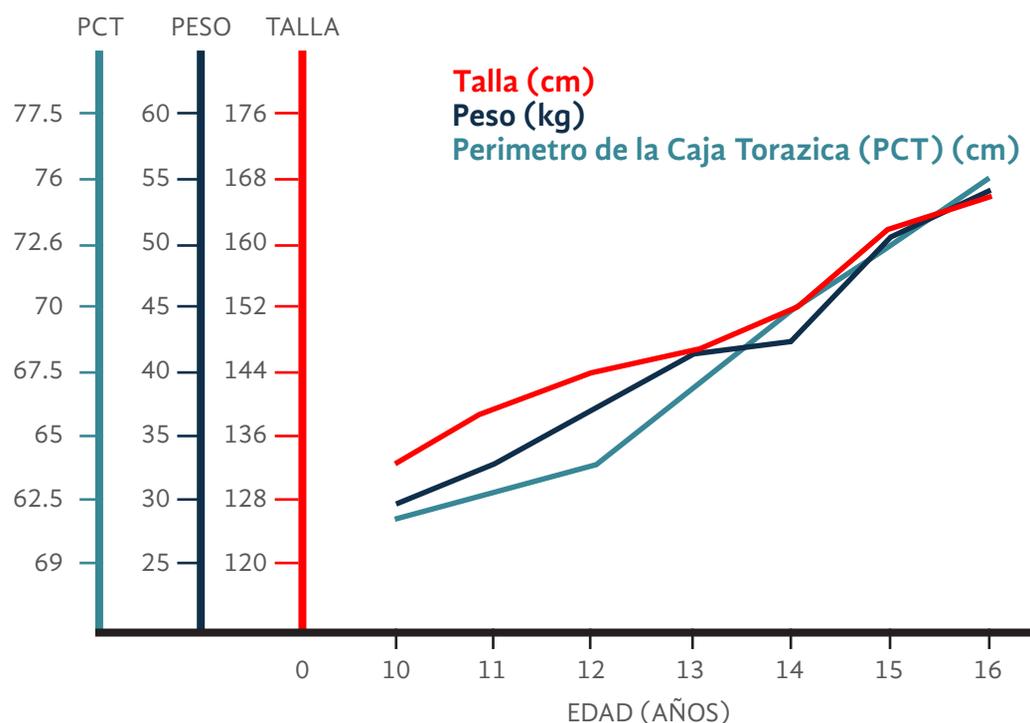


Figura 1. Tendencia de crecimiento de la talla, el peso y el perímetro de la caja torácica y sus diferencias por edades del género masculino.

En relación con la talla se observan diferencias estadísticamente significativas en los hombres al pasar de los 14 a los 15 años ($p < 0.01$), donde se da un incremento de 10 cm con respecto a las medias entre las edades. Con relación a las mujeres los incremen-

tos significativos (7,23 cm) se observan al pasar de los 11 a los 12 años, período en el cual se presenta el mayor porcentaje de escolares con manifestaciones definidas en sus caracteres sexuales secundarios (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de los principales índices antropométricos escolares ansermenses de ambos sexos de 10 a 16 años y sus niveles de significancia.

EDAD	ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS							
	PESO (KG)		TALLA (CM)		PERÍMETRO (CM)		% DE GRASA	
	M	F	M	F	M	F	M	F
10	29,9	27,81	133	134,48	62	56,93	17,7	17,36
\bar{x}	4,57	3,44	6,4	6,18	4,7	3,88	5,5	5,5
s	15,1	12,37	4,8	4,6	7,6	6,82	31	30,65
C.V								
11	33,26	32,31	140	138,79	63	59,67	18,2	18,73
\bar{x}	5,5	4,29	6,2	7,59	4,7	3,52	4,9	5,7
s	16,7	13,28	4,4	5,47	7,5	5,9	27	30,81
C.V								
12	37,44	37,65**	144	146,02**	64	61,41	17,2	29,11**
\bar{x}	8,3	6,61	8,3	6,71	5,3	4,53	5,1	3,1
s	22,4	17,56	5,8	4,6	8,2	7,38	29	12,86
C.V								
13	41,52	41,49	147	149,43	**	61,21	16,6	*
\bar{x}	7,25	7,41	7,1	7,63	67	5,57	4,3	3,51
s	17,7	17,82	4,8	5,11	7,1	8,81	26	13,59
C.V								
14	42,8	46,04	152	154,29	*	64,91	18,08	26,74
\bar{x}	7,5	7,31	8,9	5,88	170**	4,79	4,8	3,76
s	17,5	15,88	5,8	3,81	7,8	7,69	26,5	14,06
C.V								
15	50,66**	48,7	*	155,14	*	67,22	16,6	*
\bar{x}	11,6	6,13	162**	9,2	7	4,05	5,4	3,23
s	23,16	12,59	5,7	3,58	9,2	6,02	32	11,59
C.V								
16	*	48,9	166	155,91	*	67,42	16,6	*
\bar{x}	54,29	6,94	6,48	5,8	5	5,36	4,5	3,86
s	12	14,19	3,9	3,72	9,4	7,95	27	13,98
C.V								

* Diferencias estadísticas entre sexo de una misma edad (Femenino y Masculino)

** Diferencias estadísticas de un mismo sexo al pasar de una edad a otra

Ramos *et al.* (2007), en un estudio realizado en la ciudad de Manizales, encontraron que los escolares tenían su mayor incremento en el peso (7,8 kg) al pasar de los 13 a los 14 años y en las niñas (4,8 kg) al pasar de los 11 a los 12 años. Bergmann *et al.* (2008), en un estudio longitudinal del crecimiento corporal de escolares; concluyeron que el período en el cual hubo mayor ganancia de masa corporal fue al pasar de los 10 a 11 años en el género femenino y dos años después para los hombres (12-13 años).

En un estudio realizado con escolares bogotanos (Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Pedagógica Nacional, 2000) se observó que entre los 9 y los 13 años hay un incremento acelerado de 3 cm por año en las niñas, y de 2 cm en los varones, presentándose diferencia de los valores de la talla entre los géneros (147,33 cm y 144,50 cm) a favor de las niñas quienes se encuentran en el inicio de la etapa pubertaria. De los 14 años en adelante los valores de la talla son mayores en los varones (158,88 cm) con relación a las niñas (154,14 cm) debido al inicio de la etapa pubertaria en ellos y la disminución de la tasa de crecimiento en ellas. La literatura nacional e internacional corrobora que, en situación normal, con la llegada de la pubertad hay un aumento en el ritmo de crecimiento, ocurriendo en este lapso el llamado pico de velocidad de crecimiento de la talla; entre los 11 y los 12 años la estatura de las niñas presenta valores significativamente superiores a la de los hombres y alrededor de dos años después los valores son significativos superiores, pero a favor de los hombres.

El perímetro del tórax se manifiesta de forma similar en ambos géneros hasta los 12 años, a partir de esta edad se encuentran diferencias. Los valores encontrados oscilan entre 61,62 cm y 75,33 cm para hombres y entre 56,93 cm y 67,42 cm para mujeres.

Se observa el mayor incremento para los hombres, del orden de 3 cm, entre las edades de 12 y 13 años y de 13 a 14 años ($p < 0.01$). A medida que va pasando la edad el incremento, al pasar de una edad a otra, disminuye, logrando la diferencia de los promedios, una menor significancia ($p < 0.05$).

En el porcentaje de grasa se observa un comportamiento homogéneo en los varones en todos los rangos de edades; las diferencias encontradas son aleatorias con coeficientes de variación alto entre los 10 y los 16 años. Los menores promedios se encuentran en la edad de 13 años 16,64 %. Con respecto a las niñas los incrementos corresponden a 10 % aproximadamente desde los 10 hasta los 16 años, los más significativos se observan a partir de los 13 años hasta los 16 años. Con relación al género se notan diferencias relevantes a favor de las mujeres ($p < 0.01$) desde los 12 años en adelante.

En nuestro estudio los escolares fueron sometidos a las pruebas de velocidad de 20 y 30 metros lanzados. Los mejores promedios de tiempo en cuanto a la velocidad de desplazamiento se encuentran a los 15 años (2,94 s y 4,44 s) en la prueba de 20 m y 30 m, respectivamente, donde también se presenta un mayor incremento de la edad biológica; en las otras edades no se observan diferencias significativas. Hay diferencias significativas de los promedios sucesivos 12, 13, 14, 15 y 16 años a favor de los hombres con un coeficiente de variación mayor en las niñas que en los varones en todos los períodos de edades.

Como se observa en las figuras 2 y 3, en la prueba de evaluación de la potencia de pierna y brazos en los hombres se ve un incremento en los resultados al pasar de una edad a otra, el cual no se da con la misma intensidad. Pero las diferencias altamente

significativas se encuentran al pasar de los 14 a los 15 años, donde los incrementos son de 15,3 cm y de 100,8 cm en las pruebas de salto y lanzamiento, respectivamente. Con relación a las mujeres el incremento es gradual y homogéneo en la prueba de lanzamiento del balón medicinal al pasar de una

edad a otra notándose un incremento significativo al pasar de los 11 a los 12 años. Al realizar el salto largo sin impulso se dan cambios heterogéneos a lo largo de los 6 años encontrando los mejores valores promedio a los 11 años (118,3 cm).

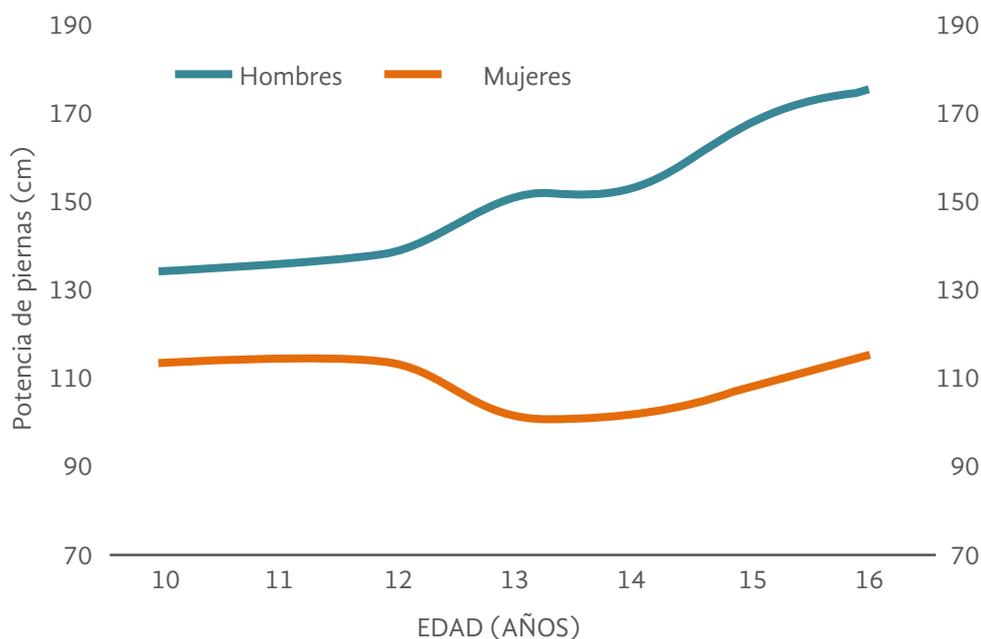


Figura 2. Promedios observados de la potencia de piernas por edades de ambos géneros

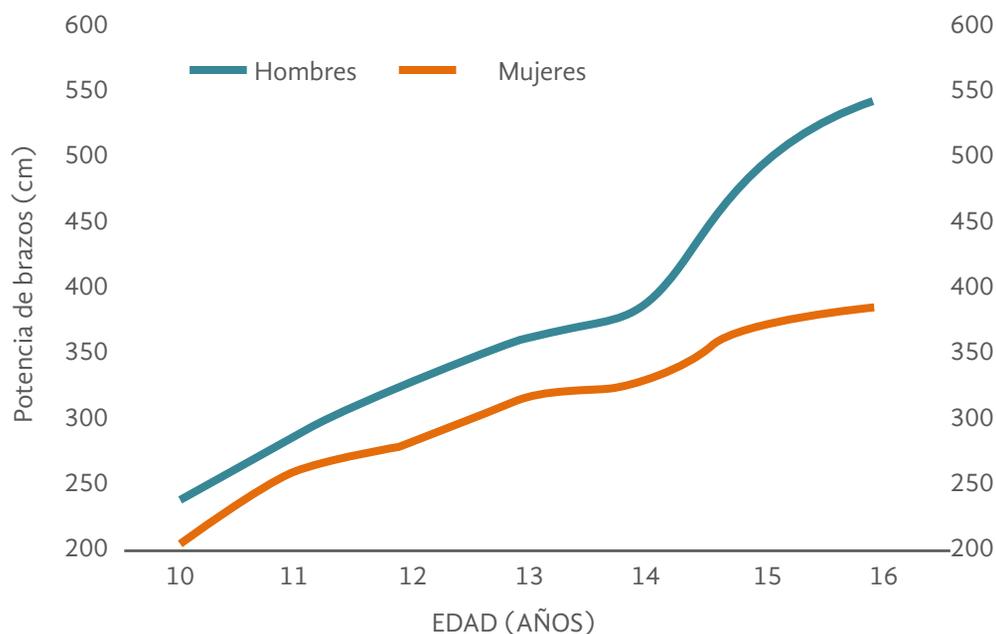


Figura 2. Promedios observados de la potencia de piernas por edades de ambos géneros

Realizamos un análisis comparativo de salto de longitud entre nuestro estudio y otros realizado a lo largo de la última década en diferentes ciudades del país y observamos que no hay diferencia en cuanto a esta variable con lo encontrado por Ramos *et al.*

(2007) en la ciudad de Manizales y los escolares ansermenses. Por el contrario, con relación a los estudios realizados en la ciudad de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Pedagógica Nacional, 2003), las diferencias son significativas (Figura 4).

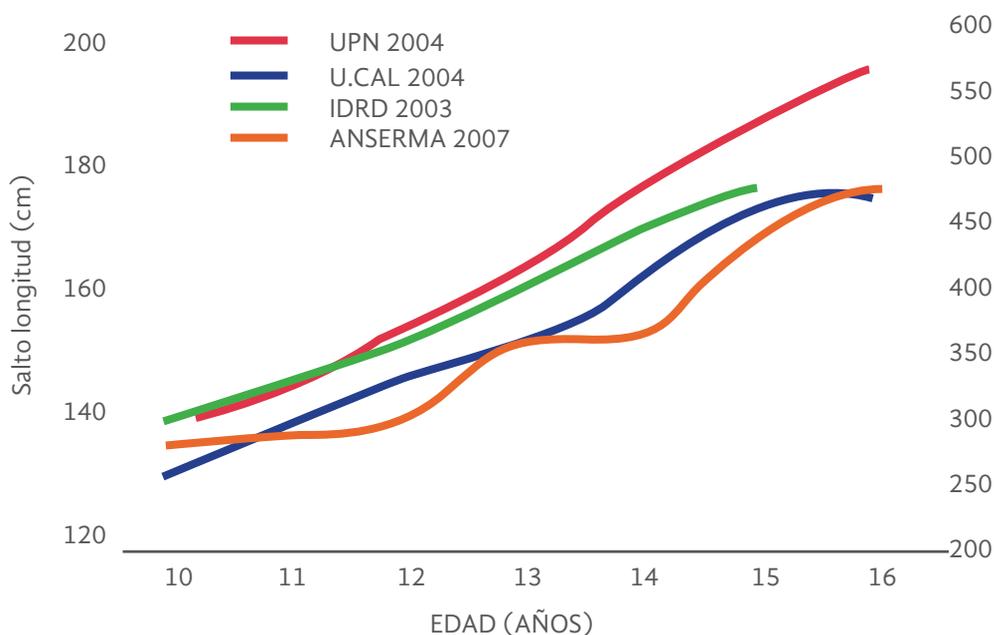


Figura 2. Promedios observados de la potencia de piernas por edades de ambos géneros.

La prueba de resistencia nos permite determinar la capacidad en los escolares para mantener un movimiento de estructura cíclica a un alto ritmo (500 m), utilizando de una manera exclusiva o casi exclusiva el mecanismo aeróbico en la producción de energía. Encontramos diferencias significativas en cuanto a los géneros a favor de los hombres de forma sucesiva desde los 13 años. Las niñas manifiestan resultados variados a lo largo de los 7 años; los varones presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) al pasar de los 14 a los 15 años con valores de 3,32 s y 3,05 s, respectivamente.

En cuanto a la influencia de la edad biológica sobre el desarrollo físico, motor y funcional nos damos cuenta de que a medida que aumenta la edad cronológica se observa también un aumento en la edad biológica, el cual no ocurre con la misma intensidad al pasar de una edad a otra. Si observamos en la figura 6 el mayor incremento ocurre en el segmento etario de 14 a 15 años; el promedio de calificación de la edad biológica de los escolares hombres de 14 años es 3.2 mientras que de los jóvenes de 15 años es 6.2 ($P < 0.01$).

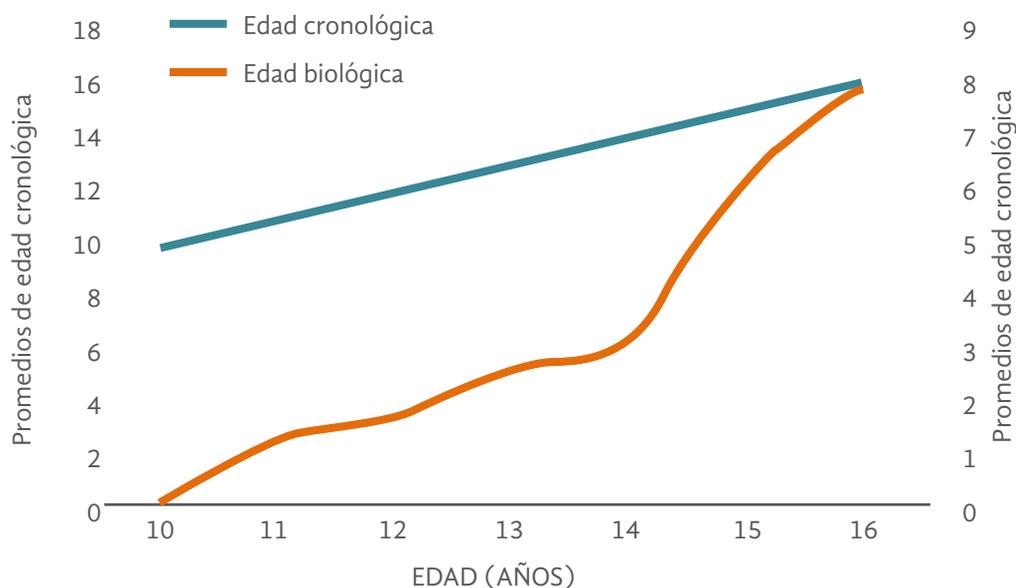


Figura 5. Promedios de observación para las variables edad cronológica y biológica género masculino.

Es evidente la heterogeneidad en las diferentes edades con relación a la edad biológica. A los 12 años, por ejemplo, encontramos escolares con un valor máximo de 5 y otros con un valor mínimo de 1; a los 13 años hallamos algunos con 6 puntos y todavía detectamos jóvenes con un valor condicional de 1 en su maduración biológica. En el género femenino sucede el mismo fenómeno, nos damos cuenta de que en la medida que aumenta la edad cronológica se observa también un aumento en la edad biológica. A los 11 años encontramos niñas que han menstruado, pero un alto porcentaje no lo ha logrado y a los 15 años todavía hay niñas que no han menstruado; esta situación evidencia la gran heterogeneidad en cuanto a los procesos de maduración biológica.

Situación que se refleja en la función motora, como es el caso en el salto de longitud de jóvenes que, a pesar de tener la misma edad cronológica, presentan diferentes niveles de maduración biológica; obviamente presentando mejores resultados en la potencia de piernas los jóvenes con mayores valores en su maduración biológica.

Conclusiones

Con el transcurso de la edad cronológica se observa un incremento de los índices más informativos del desarrollo físico, como son la estatura, el peso y el perímetro del tórax, los cuales ocurren de manera irregular al pasar de una edad a otra, pero se

conserva la relación proporcional entre la talla y el peso; cuando se da el mayor incremento en la talla también ocurre en el peso.

Los mayores cambios en el desarrollo físico y en la edad biológica ocurren primero en las niñas que en los varones. Para el género femenino se dan al pasar de los 11 a los 12 años, y para los hombres al pasar de 14 a los 15 años. El promedio de calificación de la edad biológica de los escolares hombres de 14 años es 3.2 mientras que de los jóvenes de 15 años es 6.2; lo cual nos indica que hay una diferencia aproximada de 2 años en los procesos de maduración biológica entre los géneros femenino y masculino.

Existe una gran correlación entre la edad biológica y algunos índices antropométricos en ambos géneros (talla, el peso, perímetro normal del tórax), y motores en el género masculino (carreras de velocidad, salto de longitud, lanzamiento, carrera de resistencia). Esto nos permite llegar a concluir que es marcada la influencia de la edad biológica sobre los niveles de desarrollo físico y la función motora en los escolares.

Existe mayor homogeneidad en los índices del desarrollo físico y el desempeño motor de los jóvenes que presentan diferentes edades cronológicas y semejantes en los niveles de maduración biológica que aquellos que a pesar de tener la misma edad cronológica presentan diferencias en la edad biológica.

En el período transcurrido entre los 10 y los 16 años las cualidades motoras muestran un progreso; sin embargo, su desarrollo se presenta de forma irregular y con diferencias significativas entre los géneros; con la excepción de la flexibilidad que los comportamientos para ambos géneros fueron similares en los diferentes grupos etarios, consideramos situar el período sensitivo entre los 10 y los 12 años para ambos géneros.

Los entrenadores de cualquier modalidad deportiva y profesores de educación física deben tener en cuenta las leyes biológicas que rigen los procesos de crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes de ambos géneros. Por ejemplo, las características genéticas, factores del entorno y la edad biológica como elementos determinantes de su desarrollo físico, potencial motor y estado funcional.

En el proceso de entrenamiento deportivo se debe conocer la variabilidad en los ritmos de crecimientos lentos y acelerados, los diferentes niveles en el desarrollo físico y motor, producto de la maduración biológica. Se hace también necesario saber individualmente en qué etapa de madurez biológica se encuentran los escolares, esto con el propósito de aplicar el principio de individualización de la carga física; en este sentido debemos guiarnos más por la edad biológica que por la edad cronológica al momento de organizar grupos dentro de la clase se realice esfuerzo físico. ■

Referencias

- Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Pedagógica Nacional (2003). Evaluación de las cualidades físicas en los escolares del Distrito Capital: análisis cualitativo y uso pedagógico de los resultados. OP Gráficas.
- Bar-Or, Obed. (1989). Trainability of the Prepubescent Child. *The physician and Sport medicine*, 17(5), 65-82. <https://doi.org/10.1080/00913847.1989.11709783>
- Bergmann, G. G. (s. f.). *Alteração anual no crescimento e na aptidão física relacionada à saúde de escolares*. 7.
- Bergmann, G. G., Bergmann, M. L. de A., Pinheiro, E. D. S., Moreira, R. B., Marques, A. C., y Gaya, A. C. A. (2008). Estudo longitudinal do crescimento corporal de escolares de 10 a 14 anos: Dimorfismo sexual e pico de velocidade. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 10(3), 249. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2008v10n3p249>
- Biassio, L. G., Matsudo, S. M. M., y Matsudo, V. K. R. (2004). Impacto da menarca nas variáveis antropométricas e neuromotoras da aptidão física, analisado longitudinalmente. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 12(2), 97-101.
- Braz, T. V., y de Arruda, M. (s. f.). Desempenho motor em crianças e adolescentes praticantes de futebol. *Movimento e Percepção*, 9(13), 7-30.
- Casanova Machek, R. R., y Gamardo Hernández, P. F. (2017). Maduración biológica, fuerza y potencia muscular en la brazada de crol. *Apunts Educación Física y Deportes*, 128, 78-91. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2017/2\).128.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2017/2).128.05)
- Cruz Cerón, J. (1995). Estudio sobre las relaciones observadas entre algunos índices antropométricos, motores y psicofuncionales de futbolistas en edades de 12-18 años. Centro de publicaciones Universidad del Valle.
- Daza, C. H. (2002). La obesidad: Un desorden metabólico de alto riesgo para la salud. *Colombia Médica*, 33, 10.
- Devaud, N., y Spotorno, A. (2004). Evolutionary medicine and puberty. *Revista Chilena de Pediatría*, 75, 373-378. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062004000400010>
- Dumith, S. C., Ramires, V. V., Souza, M. J. A., Moraes, D. S., Petry, F. G., Oliveira, E. S., Ramires, S. V., y Marques, A. C. (2010). Aptidão física relacionada ao desempenho motor em escolares de sete a 15 anos. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 24(1), 5-14. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092010000100001>
- Guedes, D. P., y Guedes, J. E. R. P. (1993). Crescimento e desempenho motor em escolares do município de Londrina, Paraná, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 9(suppl 1), S58-S70. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000500007>

- Hernández, L. O. (s. f.). *Evaluación nutricional de adolescentes*. 3. Composición corporal. 10.
- Izquierdo, M. (2017). *Crecimiento y Maduración del Deportista Joven. Aplicación Para el Desarrollo de la Fuerza*. 22.
- Machado, D. R. L., y Barbanti, V. J. (2007). *Maduración esquelética e crescimento em crianças e adolescentes*. 10.
- Machado, D. R. L., Bonfim, M. R. B., y Costa, L. T. (2011). Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 11(1), 14-21. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2009v11n1p14>
- Machado, F. A., Guglielmo, L. G. A., y Denadai, B. S. (2002). Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(1), 1-6. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922002000100001>
- Malina, R. M. (2013). *Crecimiento, Performance, Actividad, y Entrenamiento Durante la Adolescencia*. (Parte I). 6.
- Meira, T. de B., Moraes, F. L. de, y Böhme, M. T. S. (2009). Relações entre leptina, puberdade e exercício no sexo feminino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(4), pp. 306-310. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000500015>
- Minatto, G., Ribeiro, R. R., Junior, A. A., y Santos, K. D. (2010). *Idade, maturação sexual, variáveis antropométricas e composição corporal: Influências na flexibilidade*. 8.
- Bojikian, L. P., Teixeira, C. P., Böhme, M. T. S., & Ré, A. H. N. (2005). Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 19(2), 153-162.
- Nogueira de Araújo, R. W. (2008). Estudo da relação entre Somatotipo e Maturação Sexual e a Qualidade Física Força em Crianças e Adolescentes. *Fitness y Performance Journal*, 4(6), 332-340. <https://doi.org/10.3900/fpj.04.06.332>.
- Pasquarelli, B. N. P. N., Silva, V. O., Bismarck-Nasr, E. M., Loch, M. R., y Leão-Filho, I. B. (2010). Estágio de maturação sexual e excesso de peso corporal em escolares do município de São José dos Campos, SP. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12(5), 338-344. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2010v12n5p338>

- Ramos, S; Melo, L y Alzate, D. (2007). *Evaluación antropométrica y motriz condicional de niños y adolescentes*. Universidad de Caldas: Manizales, septiembre.
- Restrepo C., M. T., Aristizaba R., J. C., Camacho P., J., y Velázquez, M. C. (2018). Cultura Somática de adolescentes de 14-17 años escolarizados en Medellín: Características antropométricas. *Perspectivas En Nutrición Humana* (8), 50–65. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion/article/view/336419>
- Silva, D. A. S. (2010). *Impacto da maturação sexual na força de membros superiores e inferiores em adolescentes*. 7.
- Tejada, A. (2005). “La resistencia en la infancia y la pubertad”. *PubliCE Estándar*. 18/04/2005. Pid: 454.
- Tourinho Filho, H., y Tourinho, L. S. P. R. (1998). Crianças, adolescentes e atividade física: aspectos maturacionais e funcionais. *Revista Paulista De Educação Física*, 12(1), 71-84. <https://doi.org/10.11606/issn.2594-5904.rpef.1998.139534>
- Torres-Luque, G., Carpio, E., Lara Sánchez, A., y Zagalaz Sánchez, M. L. (2015). Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género (Fitness levels of elementary school children in relation to gender and level of physical activity). *Retos*, 25, 17-22. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i25.34468>
- Weineck, J., y Polledo, R. (2016). *Entrenamiento total*. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/123772>
- Zampier Ulbrich, A. (2007). Aptidão física em crianças e adolescentes de diferentes estágios maturacionais. *Fitness y Performance Journal*, 6(5), 277-282. <https://doi.org/10.3900/fpj.6.5.277.p>