

Maduración biológica y fuerza en atletas escolares

Biological maturation and strength in male school athletes

✉ Angel Lázaro Gil Suárez^{1*}, ✉ Bergelino Zaldívar Pérez²

¹Universidad de Artemisa, Facultad de Cultura Física. Artemisa, Cuba.

²Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte Manuel Fajardo, La Habana, Cuba, Centro de Estudios de la Actividad Física, Deporte y Salud.



<http://accion.uccfd.cu/index.php/accion/article/view/187>

RESUMEN: Se realizó un estudio de la edad biológica de los deportistas escolares del sexo masculino con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la edad biológica en el entrenamiento de fuerza en atletas escolares del sexo masculino de deportes seleccionados, en la Escuela de Iniciación Deportiva (EIDE) Julio Díaz González de Artemisa. Se aplicó un diseño no experimental empleando métodos de investigación tanto de carácter teórico como del nivel empírico, que permitió constatar información relacionada con la edad biológica de los atletas y su integración a la planificación del proceso de entrenamiento de fuerza que se desarrolla a largo plazo. Fue esencial en este estudio la aplicación del método de Tanner y Whitehouse, ajustado por Jordán de la radiografía de la mano izquierda (mano total). Como resultado se identifica el comportamiento de la maduración ósea de los atletas escolares participantes en la investigación.

Palabras clave: Maduración ósea, edad biológica, entrenamiento de fuerza.

ABSTRACT: A study of the biological age of male school athletes was carried out with the objective of characterizing the behavior of biological age in strength training in male school athletes of selected sports, at the Sports Initiation School (EIDE) Julio Díaz González de Artemisa. A non-experimental design was applied using research methods both of a theoretical nature and of an empirical level, which allowed verifying information related to the biological age of the athletes and their integration into the planning of the strength training process that takes place in the long term. The application of the Tanner and Whitehouse method, adjusted by Jordan for the radiography of the left hand (total hand), was essential in this study. As a result, the behavior of bone maturation of the school athletes participating in the research is identified.

Key words: Bone maturation, biological age, strength of training.

INTRODUCCIÓN

El deporte es considerado uno de los fenómenos más relevantes de la sociedad contemporánea. Su amplia significación ha contribuido a la diversidad y estratificación generada desde la propia práctica. En cada caso, prevalecen diferencias dadas por la institucionalización, la reglamentación y, hasta el contenido que manifiestan. Es por ello que de forma general, el deporte puede considerarse como una acción social, así como sus resultados la expresión de las relaciones entre los seres humanos y su entorno.

Estos elementos permiten el ajustado control biomédico del entrenamiento deportivo y la adecuada preparación integral del deportista escolar. En este proceso interviene un sistema de influencias que determinan las posibilidades funcionales del organismo humano ante los cambios adaptativos que ocurren en él (Zaldívar, 2011).

En relación con este planteamiento, Coelho et al. (2002) declara que:

“Cuando no se toma en cuenta la enorme variación asociada con el estado de maduración y el sexo, y cuando la programación deportiva se estructura de acuerdo con la edad cronológica, se está arriesgando la salud y la vida deportiva de los jóvenes talentos”. (p.14)

Así, el desconocimiento de las transformaciones orgánicas, tanto estructurales como funcionales, puede conducir a graves consecuencias para la salud y la vida deportiva de los atletas.

La edad es una de las características biológicas que posibilita la identificación de un individuo. En la vida del ser humano, suceden diferentes etapas en que se manifiestan variaciones en la edad como consecuencia de procesos de maduración biológica. Estas diferencias influyen, por ejemplo, en que un adolescente de 13 años de edad cronológica, sin alcanzar la fase puberal, puede mantener aspecto de niño o, por el contrario, mostrar características de hombre y haber tenido la primera eyaculación.

*Autor para correspondencia: Angel Lázaro Gil Suárez. E-mail: angelazaro7503@gmail.com

Recibido: 30/10/2021

Aceptado: 20/12/2021

Se ha podido identificar que la edad cronológica de un individuo no es un criterio suficiente para evaluar maduración biológica, ya que los eventos que ocurren en los procesos de crecimiento y desarrollo varían entre un individuo y otro, aunque presenten la misma edad cronológica.

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 (Volkov y Filin, 1988). Por su parte, León (2013) expresa que es “el nivel de maduración alcanzado por el organismo como una unidad, como un todo único y por extensión el grado de madurez de cada uno de los sistemas que lo forman” (p. 39).

Se manifiesta que la edad biológica es un concepto fisiológico; es la edad que tienen los órganos que forman los sistemas que hacen funcionar al organismo (Cardona, 2018). Con esta misma línea de pensamiento, Ramos (2018) agrega que la edad biológica es la que se corresponde con el estado funcional de los órganos comparados con los patrones estándar para una edad.

Al considerar estos argumentos se reconoce que la edad biológica de un individuo es el resultado de los procesos de maduración biológica (Pancorbo, 2002; León, 2013; Carvajal, 2013). Además, se establece la interacción de factores genéticos y ambientales que justifican el desarrollo orgánico y fisiológico del organismo.

El dominio de los fundamentos biológicos de la maduración orgánica debe constituir prioridad en el desempeño de los entrenadores en la preparación integral del deportista escolar por la vinculación que se establece entre la edad cronológica, la maduración biológica, el sexo y las cualidades biológicas, en este caso la fuerza.

La fuerza es la capacidad que tiene el músculo al activarse, para producir tensión, ya sea con o sin relación a un objeto. (Izquierdo, 2008)

De acuerdo con Zaldívar (2011) la fuerza es “cualidad del músculo determinada por el grado de tensión que él desarrolla durante una contracción”. (p. 39)

El entrenamiento de fuerza ha sido objeto de disímiles investigaciones en el ámbito internacional como (Zatsiorski, 1966; Matveev, 1977; Medvedev, 1986; Verkhoshansky, 2002) han contribuido con novedosos aportes a los métodos de entrenamiento general y fundamentalmente, a la metodología del entrenamiento de fuerza. Asimismo, en el ámbito nacional, Román (2004) enriquece los sistemas de entrenamientos con la dosificación de ejercicios para los distintos planos musculares, además de llegar a la teorización y práctica de procedimientos que los sustentan.

Otros estudios relevantes, también en Cuba, son los realizados por León (1984), Siret (1991) y Carvajal (2013) quienes perfilaron indicadores antropométricos de los deportistas cubanos, lo que propició la aparición

de nuevas ideas acerca de la relación entre el desarrollo físico del deportista y los procesos de maduración biológica.

Miló (2007) profundizó en el comportamiento de la edad biológica en la planificación de la preparación física de los deportistas infantiles.

En Cuba, el sistema deportivo de alto rendimiento en las categorías escolares se caracteriza por la preparación a largo plazo en las EIDEs, implica que:

- La organización deportiva se rige por el criterio de categorías de edades (pirámide deportiva), lo que desarrolla un proceso de entrenamiento deportivo orientado metodológicamente por los Programas Integrales de la Preparación del Deportista (PIPD) (1999-2020).

Se declara como objetivo de este trabajo caracterizar el comportamiento de la edad biológica en el proceso de entrenamiento de fuerza en atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó aplicando un diseño no experimental, de carácter descriptivo con enfoque cuantitativo-cualitativo, que se corresponde con un estudio correlacional, en el que se asociaron las variables participantes en un grupo determinado en su contexto particular (Hernández et al., 2014).

El grupo muestral lo constituyeron 23 atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años de tres deportes, de la EIDE Julio Díaz González de Artemisa. Los deportes objeto de estudio representan las diferentes agrupaciones deportivas que se organizan en la institución deportiva: Tenis (3), Judo (13) y Levantamiento de Pesas (7).

El estudio se organizó sobre la base de los métodos científicos empleados como el analítico-sintético, el inductivo-deductivo, el sistémico estructural funcional, el análisis de documentos, la observación, la entrevista, la medición y la estadística descriptiva.

Para la evaluación de la edad biológica y su relación con el entrenamiento de fuerza se aplicaron de forma gradual los siguientes instrumentos:

- Guía de observación a sesiones de entrenamiento
- Mediciones de talla y peso corporal
- Radiografía de la mano izquierda (maduración ósea)
- Pruebas físicas de fuerza

Teniendo en cuenta las características de la muestra, se procedió a la realización del diagnóstico de la edad biológica de los atletas escolares. Este se determinó con la aplicación del método de Tanner y Whitehouse (TW2) (1962), ajustado por Jordán (1977) de la radiografía de la mano izquierda, mano total, en la que se evaluó la maduración ósea.

Real (2019) declara que la edad ósea es la medición del progreso de la osificación, que se producen depósitos de calcio en las zonas sometidas a este proceso durante el desarrollo, que siguen desde la infancia a la adolescencia una línea temporal determinada por un patrón específico.

Con las radiografías de cada atleta, se efectuaron las comparaciones evaluándose 20 huesos, siete del carpo y trece epífisis de los metacarpianos y falanges 1, 3 y 5, a los que se asignan un valor proporcional que aparece de forma predeterminada en tabla de edad ósea. Cada hueso mostró diferentes estadios y su descripción fundamental de las diferentes representaciones con la puntuación acorde con el crecimiento y desarrollo que evidencia. Posteriormente, se anotaron los valores de cada hueso y se realizó la suma del total, haciendo coincidir con las tablas de puntuaciones para obtener la edad ósea.

Este proceso se desarrolló en los meses de marzo y abril, del curso escolar 2018-2019, en el Hospital General Docente Ciro Redondo García, de la provincia de Artemisa, en el departamento de Radiología e Imagenología, con el equipo de Rayos X Digital para Diagnóstico, modelo (VISARIS AVANSE DR), SN-AD 15 E-01001, V-230, Hz 50I y 3A, fabricado en 2015 en la República de Serbia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la composición relativa de la maduración biológica de los 23 atletas, el 39,13 % se clasifican en maduradores tardíos, el 34,78 % en maduradores promedios y el 26,08 % en maduradores precoces, lo que predominan nueve atletas maduradores tardíos de la muestra. Los deportes de tenis (2) y judo (5) tienen mayor proporción de maduradores tardíos, mientras que el judo (5) hay maduradores tardíos por debajo del promedio total. Los resultados obtenidos del estudio de la edad biológica por deportes se representan en la [tabla 1](#), en la que se resume la clasificación de la maduración biológica de los atletas escolares.

La valoración de la radiografía de los 23 atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años, con la aplicación del método de TW2, se pudo constatar que estos se encontraban en diferentes estadios de maduración biológica durante el proceso de entrenamiento de fuerza.

Para el diagnóstico de la medición del desarrollo de la fuerza de los atletas escolares se evaluaron las diferentes manifestaciones de esta cualidad biológica: fuerza resistencia, fuerza máxima y fuerza explosiva. Se realizaron en el primer microciclo y en el primer mesociclo del periodo de preparación correspondiente a la etapa de preparación física general e insertadas en las pruebas de condición física que se aplican al inicio de la preparación deportiva orientadas en los PIPD de cada deporte.

Es necesario señalar que los atletas se encontraban bajo la influencia de las cargas físicas asimiladas y orientadas por los PIPD de los deportes objeto de estudio. Se comprobó que los resultados de la evaluación de fuerza con las indicaciones metodológicas en cuanto a la carga de entrenamiento, indicada en los PIPD, revelaron diferencias en correspondencia con la categoría de edades por la que estaban organizados.

Algunos atletas mostraron resultados por encima de la exigencia establecida, otros por debajo de esta, lo que evidencia que no existe correspondencia entre la planificación del desglose de las cargas físicas para el desarrollo de la de fuerza por las normas establecidas y las condiciones biológicas de cada atleta.

Se aplicaron las mismas pruebas de fuerza diseñadas al finalizar el último microciclo del último mesociclo de la preparación física general del periodo preparatorio, las que responden al objetivo de constatar la evolución del rendimiento de fuerza, aplicando a los atletas las cargas físicas que cada entrenador dosificó según el PIPD de cada deporte.

En el caso de Judo y Levantamiento de Pesas los atletas reflejaron el mayor desarrollo de fuerza, o sea, realizaron mayor cantidad de repeticiones de planchas, cuclillas y abdominales, lo que demostraron las potencialidades de fuerza resistencia. Le continuaron en menor cantidad de repeticiones los tenistas.

En los saltos sin carrera de impulso y saltabilidad vertical se destacaron los levantadores de pesas, al manifestar sus potencialidades en la fuerza máxima y explosiva.

La mayoría de los atletas mostraron una mejoría con respecto a los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial de la preparación deportiva. Hubo atletas que presentaron un mejor desempeño en la ejecución de los ejercicios físicos y, por ende, en la fuerza; a su vez, incrementaron los resultados en repeticiones, manifestaron mejor dominio de la ejecución técnica

Tabla 1. Resumen de la clasificación de la maduración biológica por deportes

Deportes	Edad Cronológica	Edad decimal	Edad biológica	Maduración biológica		
				Tardío	Promedio	Precoz
Tenis (3)	13-14	13	12,36	2	-	1
Judo (13)	13-14	13,14	12,36	5	5	3
Levantamiento de Pesas (7)	13-14	13,28	12,50	2	3	2
	Total (23)			9	8	6
	%			39,13	34,78	26,08

de cada ejercicio, con destreza, fluidez, agilidad, equilibrio y coordinación.

Al contrastar estos resultados con otras experiencias se concuerda con Navarro (1996) que argumentara en nadadores adolescentes que la aplicación de cargas de entrenamiento en función de la edad cronológica son las mismas por las edades similares que poseen. En cambio, son diferentes al determinar la edad biológica para el entrenamiento de fuerza, sobre todo fuerza máxima y fuerza resistencia.

Se refieren resultados similares en el grupo estudiado por Miló (2007) quien concluyó que cada sujeto tiene características biológicas diferentes y que se deben tener en cuenta para su desempeño en la práctica deportiva.

Por su parte, Hernández (2011) fundamentó la variabilidad de los ritmos de crecimiento lentos y acelerados en los atletas como consecuencia de la maduración biológica y afirmó que la aplicación correcta de la individualización de las cargas físicas debe regirse no solo por la edad cronológica, sino por la biológica para la organización de los grupos de entrenamiento.

Casanova y Gamardo (2017) demostraron la importancia de desarrollar un proceso de entrenamiento de fuerza planificado de forma sistemática, teniendo en cuenta la maduración biológica en adolescentes venezolanos acerca de la relación entre este componente y la fuerza muscular, lo que garantiza cambios efectivos en la expresión de fuerza de acuerdo con el principio de individualización de las cargas físicas.

A partir de estos resultados, es necesario el diseño de alternativas que contribuyan al perfeccionamiento del proceso de entrenamiento de fuerza teniendo como punto de partida el componente de la edad biológica para su planificación.

El agradecimiento para los profesionales de las instituciones que colaboraron durante el estudio realizado, los entrenadores de la EIDE, los metodólogos de la Dirección Provincial de Deportes, así como los médicos del Centro Provincial de Medicina del Deporte y del Hospital General Docente del territorio.

CONCLUSIONES

Los resultados del diagnóstico demostraron la existencia de limitaciones en la práctica deportiva relacionadas con la atención del componente de la edad biológica que requiere el proceso de entrenamiento de fuerza en la muestra estudiada. Se detectan regularidades que distinguen el proceso y devienen premisas para la adecuada planificación y desglose de las cargas físicas, durante la preparación integral del deportista escolar.

La evaluación de los resultados de las pruebas de fuerza aplicadas en el primer microciclo de acondicionamiento y en el último microciclo de la preparación física general, evidenció que hay atletas que a pesar de su edad cronológica poseen potencialidades biológicas

que no son contempladas desde la planificación y desglose para la asimilación de las cargas de entrenamiento correspondientes. Ello manifestó la necesidad de contemplar la maduración biológica de los atletas para el desarrollo de la fuerza en el proceso de entrenamiento de esta cualidad biológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardona, I. (2018). *La edad biológica es la que cuenta. Consultorio del deportista*. Milenio. <https://www.milenio.com>
- Carvajal, W. (2013). *Bioantropología Deportiva. Implicaciones del estudio de la estructura física del deportista para la teoría y práctica en medicina del deporte y ciencias a fin*. Instituto de Medicina del Deporte.
- Casanova, R. R. & Gamardo, P. F. (2017). Maduración biológica, fuerza y potencia muscular en la brazada de crol. *Revista Apuntes*, 2(128)
- Coelho, M., Figueredo, A., Goncalvez, C. & Ramos M. (2002). *Fundamentos auxológicos do treino com jovens: conceitos, evidências, equívocos e recomendações*. Treino Desportivo.
- Hernández, L. A. (2011). *Estudio sobre los perfiles antropométrico, motor y funcional de escolares de ambos sexos en edades de 10 a 16 años y su relación con los procesos de formación deportiva*. [Tesis de Maestría en Educación, énfasis en Fisiología del Deporte]. Universidad del Valle. Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. del Pilar. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill /Interamericana Editores.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
- León, S. (1984). Investigaciones antropométricas en niños nadadores cubanos. Una contribución a la selección de talentos. *Boletín Científico Técnico. INDER* 1(2).
- León, S. (2013). *Morfología Funcional y Biomecánica. Texto para la Especialidad Medicina del Deporte*. Instituto de Medicina del Deporte.
- Matveev, L. (1977). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Editorial Raduga
- Medvedev, A. S. (1986). *Sistema mnogolietnei trenirovki v tiazholaia atletika*. Fizkultura i Sport.
- Miló, M. (2007). *Propuesta metodológica para la integración del componente edad biológica en el proceso de preparación física de niñas deportistas escolares de la categoría 11-12 años*. Pinar del Río. [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física]. ISCF Manuel Fajardo.
- Navarro, F. (1996). *Rendimiento aeróbico: crecimiento, maduración y entrenabilidad*. INFOCOES.

- Pancorbo, A. E. (2002). *Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud*. Brasil. Editorial EDUCS.
- Ramos, R. J. (2018). *Estimación de la edad biológica a partir del método macroscópico en la mano izquierda*. [Tesis de Licenciado en Antropología]. Universidad Nacional de Antiplano.
- Real, I. (2019). *Determinación de la edad biológica mediante variables métricas mandibulares y su relación con la edad dentaria*. [Tesis de doctorado]. Universidad Complutense de Madrid.
- Román I. (2004). *Gigafuerza*. Editorial Deportes
- Siret, J. R. (1991). Edad Morfológica. Evaluación antropométrica de edad biológica. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y Cultura Física*, 3, 7-14.
- Tanner, J. and Whitehouse, R. (1962). *A new system for estimating maturity from the hand and wrist with standards derived from a study of 2,600 healthy British children*. Paris: Center International de L'enfance.
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Colección Entrenamiento Deportivo. Editorial Paidotribo
- Volkov, V. y Filin V. (1989). *Selección deportiva*. Editorial Vneshtorgizdat.
- Zaldívar, B. (2011). *¿Qué se entrena? Bases fisiológicas de la adaptación al entrenamiento deportivo*. Editorial Deportes.
- Zatsiorski, V. M. (1966). *Cualidades físicas del deportista*. Editorial Cultura Física y Deportes.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Concepción de Idea: **M. Sc. Angel Lázaro Gil Suárez**. Obtención de los datos: **M. Sc. Angel Lázaro Gil Suárez y Dr. C. Bergelino Zaldívar Pérez**. Procesamiento de los datos: **Dr. C. Bergelino Zaldívar Pérez y M. Sc. Angel Lázaro Gil Suárez**. Elaboración del artículo: **M. Sc. Angel Lázaro Gil Suárez**. Revisión Crítica: **Dr. C. Bergelino Zaldívar Pérez**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)