

PODIUM

Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física

DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Volumen 16
Número 2

2021

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

Director: Fernando Emilio Valladares Fuente

Email: fernando.valladares@upr.edu.cu

Artículo original

Estudio de la edad biológica en atletas del sexo masculino de la categoría escolar

Study of the biological age in male athletes of the school category

Estudo da idade biológica em atletas do sexo masculino da categoria escolar

Ángel Lázaro Gil Suárez^{1*}  <https://orcid.org/0000-0001-8689-2481>

Bergelino Zaldívar Pérez²  <https://orcid.org/0000-0002-7049-1998>

¹Universidad de Artemisa. Artemisa, Cuba.

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

*Autor para la correspondencia: angelazaro7503@gmail.com

Recibido: 23/01/2021.

Aprobado: 20/03/2021.

Cómo citar un elemento: Gil Suárez, Á., & Zaldívar Pérez, B. (2021). Estudio de la edad biológica en atletas del sexo masculino de la categoría escolar/Study of the biological age in male athletes of the school category. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2), 490-. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1077>

RESUMEN

Se realizó un estudio de la edad biológica de los deportistas escolares del sexo masculino. Como objetivo de este trabajo se declaró caracterizar el comportamiento de la edad biológica de los atletas escolares del sexo masculino, de 13 y 14 años de los deportes de tenis, balonmano, atletismo, judo y levantamiento de pesas en la Eide (Escuela de Iniciación Deportiva) "Julio Díaz González" de la provincia Artemisa, Cuba. En este diseño no experimental, se emplearon métodos de investigación, tanto de carácter teórico como del nivel empírico. Entre los empíricos, se encuentran la revisión de documentos, la observación, la entrevista y la medición. Estos permitieron constatar información relacionada con la edad biológica de los atletas y su integración a la



planificación del proceso de entrenamiento deportivo 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 deportivo.

ABSTRACT

A study of the biological age of male school athletes was carried out. It was declared as an objective to characterize the behavior of the biological age of male school athletes, 13-14 years of age in tennis, handball, athletics, judo and weightlifting sports, at the EIDE (Sports Initiation School) *Julio Díaz Gonzalez* from Artemisa. In this non-experimental design some methods of investigation were used as well Empiric and Theoretical methods. The Empiric ones are: document review, observation, interview and measurement which allowed verifying information related to the biological age of the athletes and their integration to the planning of the sport training process that is developed to long term. The application of the method of Tanner Whitehouse, adjusted by Jordan of the radiograph of the left hand, total hand, was essential in this study. As a result is identified the athletes `bone maturation behavior that participated in this investigation.

Keywords: Bone maturation, Biological age, Sport training.

RESUMO

Foi realizado um estudo sobre a idade biológica dos atletas da escola masculina. O objectivo deste trabalho era caracterizar o comportamento da idade biológica dos atletas escolares masculinos, de 13 e 14 anos, nos desportos de ténis, handebol, atletismo, judô e halterofilismo, na Eide (Escola de Iniciação ao Desporto) "Julio Díaz González", na província de Artemisa, Cuba. Neste desenho não experimental, foram utilizados métodos de investigação tanto teóricos como empíricos. Entre os empíricos, há a revisão de documentos, observação, entrevista e medição. Estes permitiram apurar informações relacionadas com a idade biológica dos atletas e a sua integração no planeamento do processo de treino desportivo que é desenvolvido a longo prazo. Foi essencial neste estudo a aplicação do método de Tanner e Whitehouse, ajustado por Jordán, da radiografia da mão esquerda (mão total). Como resultado, é identificado o comportamento da maturação óssea dos atletas escolares que participam na investigação.

Palavras-chave: Maturação óssea; Idade biológica; Treinamento desportivo.

INTRODUCCIÓN

La práctica del deporte, como parte del comportamiento humano, es una actividad física que implica movimientos corporales voluntarios con gasto energético suplementario, en la que intervienen componentes de orden biológico, pedagógico, psicosocial y cultural, que se somete a las regulaciones generadas por el proceso de adaptación en los sujetos que la ejecutan de forma sistemática.



Los beneficios del deporte, a lo largo de la vida, son incuestionables; estos pueden influir considerablemente en el adecuado funcionamiento del organismo. En este sentido, la estructuración y organización de los programas deportivos determinan el desarrollo que se puede alcanzar bajo la dirección de entrenadores y con el auxilio de médicos especializados.

En el deporte escolar para el alto rendimiento, es necesario que los entrenadores y médicos deportivos asuman, de manera particular, las particularidades biológicas del organismo del niño y/o adolescente atleta y su importancia en el desarrollo, tanto de las cualidades motrices como en el proceso de formación de hábitos y habilidades relacionadas con el deporte en cuestión.

Los atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años son adolescentes que manifiestan características biológicas y psicosociales que influyen en el aprendizaje, en su expresión más amplia.

Al tomar en cuenta estos aspectos, que caracterizan puntualmente a los adolescentes, se considera que: "entre los 12-15 años, se localiza la denominada edad de tránsito, que encierra un complejo proceso de reajuste de las funciones somáticas y vegetativas vinculadas a los cambios que acompañan al proceso de maduración sexual" (Zaldívar, 2018, p. 544). Este mismo autor añade que,

"se registran aceleraciones en el incremento de la talla corporal, aparecen desproporciones corporales, inestabilidad de las funciones vegetativas y afectaciones emocionales y se consolidan las marcadas diferencias sexuales. En esta etapa, los varones comienzan a superar a las hembras en los indicadores de fuerza, rapidez y resistencia". (p. 544)

Asumir estos elementos posibilita ajustar el control biomédico del entrenamiento deportivo y la adecuada preparación integral del deportista. En este proceso, interviene un sistema de influencias que determinan las posibilidades funcionales del organismo humano a los cambios adaptativos que ocurren en él. Los resultados de trabajos de Coelho *et al.*, (2002) permiten considerar 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)

Resulta que el desconocimiento de las transformaciones estructurales y funcionales puede conducir a graves consecuencias para la salud y la vida deportiva de los atletas.

Al valorar estas particularidades de la práctica sistemática de deportes en edades escolares, Zaldívar (2011), plantea:

(...) "puede realizarse una valoración cuantitativa y una caracterización cualitativa de la capacidad de un organismo determinado para asimilar el entrenamiento con todos los efectos que ello implica(...), se puede llegar mediante procedimientos metodológicos diseñados para la evaluación de la capacidad funcional de adaptación, que dependen del nivel de entrenamiento del deportista, de la especialidad que se entrena, de la calificación deportiva, del nivel alcanzado en la etapa de preparación precedente y de muchos otros factores". (p. 8)



Ambas referencias ratifican que, en la práctica deportiva, se debe considerar a la edad biológica como un aspecto que influye de manera importante sobre el nivel de la capacidad funcional de adaptación del organismo del atleta, o sea, tener en cuenta las potencialidades biológicas que tiene el deportista, que desencadenan respuestas adaptativas y, por consiguiente, la obtención del resultado competitivo, aspecto de aspiración máxima en el proceso de entrenamiento deportivo.

La edad biológica no es un elemento nuevo ni mucho menos desconocido para la comunidad científica, se aborda desde las primeras décadas del siglo XX y, por supuesto, un concepto con implicaciones en la vida de los seres humanos y que requiere profundización, sobre todo, en el ámbito deportivo.

Por ello, es necesario hacer la estimación de la edad biológica del joven deportista, independientemente de su edad cronológica, de manera que se defina el estado de maduración biológica como resultado de los procesos de crecimiento y desarrollo alcanzados.

Diversos autores se han referido a la edad biológica **Volkov y Filin (1988)** consideran que 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.

Matsudo (1991) define la edad biológica como un proceso de desenvolvimiento morfológico, fisiológico y psicológico del individuo que necesariamente tiene influencia genética y ambiental.

En correspondencia con esta opinión, **Restrepo et al., (2001)**, plantean 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.

Por edad biológica se entiende el grado de maduración de un individuo, precisada por los procesos individuales de maduración y por influencias exógenas (**Lopes y Barbanti, 2007**).

Expresa **León (2013)**, que la edad biológica se corresponde con 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.

La edad biológica es la edad que tienen los órganos que forman los sistemas que hacen funcionar nuestro organismo (**Cardona, 2018**). Relacionado con este planteamiento, **Ramos (2018)** agrega que la edad biológica es la que se corresponde con el estado funcional de nuestros órganos comparados con los patrones estándar para una edad. Ambas opiniones evidencian que la edad biológica es un concepto fisiológico.

En relación con la edad biológica, está la edad cronológica, **Real (2019)** la define como:

"la medida del tiempo vivido por una persona desde su nacimiento hasta el momento en que esta es requerida. En la actualidad, es considerada como un criterio administrativo que es el referente social, legal y penal de cada individuo y que no siempre se corresponde con sus circunstancias biológicas". (p.17)

Se deriva que la edad cronológica se basa en el calendario, es decir, el tiempo que ha pasado desde el nacimiento hasta el momento actual, sin embargo, la edad biológica es la edad del organismo, de las células, es la edad real.



Estos criterios permiten afirmar que la edad biológica de un individuo es el resultado de los procesos de maduración biológica, por lo que tiene relación directa con esta. Además, se evidencia el desarrollo orgánico y fisiológico del organismo, en el que intervienen los caracteres genéticos y ambientales, los que determinan el estado de maduración del individuo. Es por ello que, se debe tener en cuenta la edad biológica de cada individuo en cualquier actividad de la vida que desempeñe y en, este caso, en entrenamiento deportivo.

Los procesos de maduración biológica tienen una connotación particular en las edades de 13 y 14 años y es, precisamente, cuando ocurre un punto de máxima expresión de crecimiento y desarrollo del individuo; se evidencia el desarrollo de los sistemas de órganos reproductor, dental, esquelético y muscular. Su integración y adecuado funcionamiento posibilita el progreso psicomotor del atleta, que constituye un aspecto fundamental en la preparación integral del deportista escolar.

Los componentes que integran la edad biológica en relación con la maduración biológica (Figura 1).



Fig. 1. - Componentes de la edad biológica y su relación con la maduración biológica
Fuente: Modificado de Díaz (2012).

En el ámbito deportivo, se puede predecir la edad biológica y el *estatus* de madurez de los atletas. Según Pancorbo (2002) ... "la maduración biológica es uno de los numerosos factores que intervienen en el rendimiento deportivo cuando todavía no se ha alcanzado la madurez". (p. 281)

Dando continuidad a esta línea de pensamiento, Carvajal (2013), plantea:

"El estudio de la maduración biológica es de vital importancia para los deportólogos, ya que les da a estos la posibilidad de tener un criterio más realista que el de la edad cronológica, a la hora de evaluar a qué se debe el resultado



sobresaliente o mediocre de un niño que pertenece a una categoría competitiva en la pirámide del rendimiento". (p.121)

Ante las complejidades de los procesos de maduración biológica en los adolescentes deportistas, todos los elementos analizados anteriormente tienen una connotación particular en las edades de 13 y 14 años y es, precisamente, cuando ocurre un punto de máxima expresión de crecimiento y desarrollo del individuo, por lo que se evidencia el desarrollo de los sistemas de órganos sexual, dentario, esquelético y muscular y, como consecuencia de su integración, posibilita el progreso psicomotor del atleta, que constituye un aspecto fundamental en la preparación integral del deportista como resultado del desarrollo del proceso de entrenamiento deportivo.

Investigaciones nacionales como: [Jordán \(1972\)](#); [León \(1984, 2013\)](#); [Román \(2004\)](#); [Pérez \(2003\)](#); [Miló \(2007\)](#); [Carvajal \(2013\)](#) e internacionales: [Greulich y Pyle \(1959\)](#); [Tanner y Whitehouse \(1959\)](#); [Lapieza \(1994\)](#); [Navarro \(1996\)](#); [Malina \(1994, 2006\)](#); [Hernández \(2012\)](#), [Casanova y Gamardo \(2017\)](#), revelan estudios acerca de la edad biológica y el proceso de entrenamiento deportivo.

De manera general, los resultados de estas y otras investigaciones constituyen la base objetiva para que se produzca el perfeccionamiento en la aplicación de los principios del entrenamiento deportivo. Ello implica que los cambios funcionales del organismo humano, a causa del entrenamiento en un tiempo establecido, pueden conducir a la búsqueda de soluciones en las reservas funcionales de adaptación que alcance este, en su magnitud y en la efectividad de los métodos y procedimientos prácticos para su empleo y desarrollo.

El dominio del entrenador sobre aspectos de la maduración biológica garantiza soluciones a las diferencias de edad biológica como indicador para adecuar las cargas de entrenamiento a las características individuales de los atletas.

En correspondencia con estos criterios y en estrecha relación con la edad biológica, la edad cronológica de los atletas de las Escuelas Integrales Deportivas (Eide) es utilizada como referente para organizar los grupos de entrenamiento, establecer las categorías competitivas, así como para la selección de sujetos aptos para la práctica de determinados eventos deportivos. Estos aspectos están indicados en los documentos oficiales que rigen el sistema deportivo en Cuba.

[León \(2013\)](#) considera que la edad cronológica es el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta un momento dado en la vida de un individuo, es decir, la duración temporal de la interrelación entre organismo y medioambiente, expresado en años, meses y días. Además, por sí sola no brinda información sobre la medida de las variaciones reales, individuales del organismo y su adaptación por la interrelación orgánico-ambiental; la edad cronológica no aporta muchos elementos sobre las diferencias individuales en el tiempo, ritmo o medida del desarrollo.

En el análisis de estos conceptos, se deduce que tanto la edad cronológica como la edad biológica tienen una estrecha relación al influir sobre el proceso de entrenamiento deportivo. No obstante, sus diferencias pueden determinar el desarrollo adecuado de este y obtener resultados deportivos satisfactorios. Teniendo en cuenta estos fundamentos, el trabajo a realizar no solo será por categoría de edad cronológica, sino tiene en consideración el indicador de edad biológica. Es por ello que se debe dirigir la atención al tratamiento de la edad biológica y su importancia en las categorías escolares.



En Cuba, Pérez (2003) realizó comparaciones entre las edades cronológica y biológica en relación con el desarrollo de las capacidades físicas en pesistas escolares y Miló (2007) incorporó el criterio de la edad biológica en la planificación de la preparación física de las deportistas infantiles, en los deportes de baloncesto, gimnasia artística, natación, esgrima y voleibol.

En ambas investigaciones, se diseñan propuestas metodológicas de carácter general que tienen en cuenta el criterio de edad biológica en el proceso de entrenamiento deportivo.

El presente estudio de edad biológica se desarrolló en la Eide "Julio Díaz González", de Artemisa. En la revisión de documentos normativos que rigen el trabajo metodológico del entrenador deportivo y la observación sistemática de las sesiones de entrenamiento de los atletas escolares, del sexo masculino, en las edades de 13 y 14 años de cinco deportes: tenis, balonmano, atletismo, judo y levantamiento de pesas, se constata insuficientes indicaciones metodológicas para el tratamiento de la edad biológica de los atletas.

La situación evidencia que los atletas reciben similares cargas de entrenamiento, independientemente de sus condiciones biológicas, por lo que predomina la valoración de la edad cronológica sobre la edad biológica en el proceso de entrenamiento deportivo, lo que constituye la situación problemática de este trabajo investigativo.

Estas insuficiencias limitan un adecuado desarrollo de este proceso, sin embargo, es necesario que en el proceso de entrenamiento deportivo debe tenerse en cuenta el indicador de la edad biológica, lo que como consecuencia contribuiría en la solución de situaciones en la preparación integral del deportista escolar.

Por todo ello, se determina como objetivo de este trabajo caracterizar el comportamiento de la edad biológica de los atletas escolares masculinos, de 13 y 14 años de los deportes de tenis, balonmano, atletismo, judo y levantamiento de pesas, en la Eide #Julio Díaz González" de Artemisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se caracterizó por un diseño no experimental, según el análisis de los procedimientos efectuados y el alcance de los resultados. Específicamente, es una investigación descriptiva con enfoque cuantitativo-cualitativo y se organizó sobre la base de los métodos científicos empleados, fundamentalmente, el análisis de documentos, la observación, la entrevista y la medición.

Se seleccionó como población y muestra 51 atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años de cinco 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, balonmano, atletismo, judo y levantamiento de pesas. Además, participaron nueve entrenadores de tenis, balonmano y judo, uno de cada uno, dos de levantamiento de pesas y cuatro de atletismo y los cinco médicos deportivos responsabilizados con cada uno de los deportes.



Se trabajó con el total de la muestra de atletas, entrenadores y médicos deportivos, que coincide con el ciento por ciento de la población, por lo que constituye un muestreo intencional. En la figura 2, se representa un gráfico con la muestra total de la investigación (Figura 2).

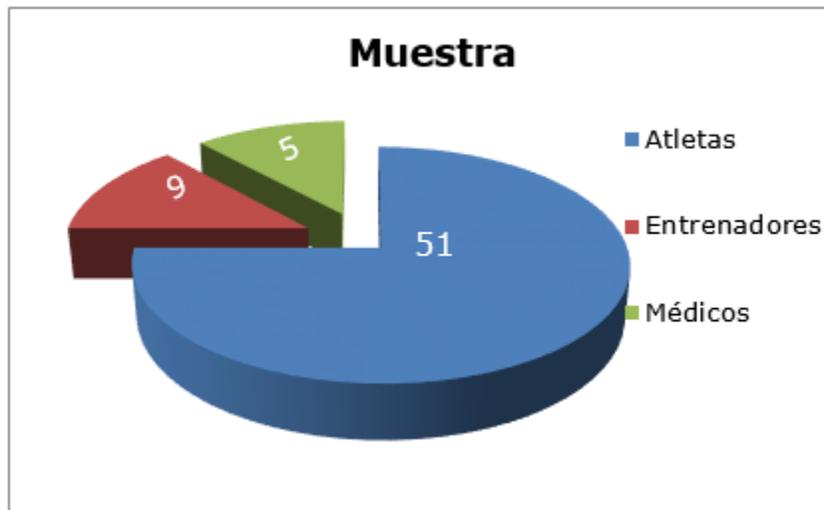


Fig. 2. - Gráfico de la composición de la muestra de la investigación
Fuente: Elaboración propia con información ofrecida por la subdirección deportiva de la Eide.

En el análisis realizado, fueron valorados los resultados obtenidos con información correspondiente al curso escolar 2018-2019. Los atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años cursaban el séptimo y el octavo grados de la secundaria básica, se caracterizan por estar en la etapa de la adolescencia, en la que ocurren cambios y transformaciones en su organismo, como resultado de los procesos de crecimiento y desarrollo biológicos, que pueden ser determinantes para posteriores etapas de la vida como la juventud y la adultez, sobre todo para la vida futura en la práctica del deporte.

Los deportistas escolares manifiestan variabilidad en la intensidad, en los cambios puberales, por lo que, en esta fase de la ontogenia humana, la edad cronológica no prescribe estados de maduración biológica. Esto indica la importancia para atletas de la misma edad cronológica, porque puede representar tanto un acercamiento, como un alejamiento considerable en el orden somático y en el soporte vegetativo.

La edad ósea se define como,

"la medición del progreso de la osificación durante el desarrollo, estimado a través del grado de crecimiento que se produce en zonas sometidas a la osificación y el nivel de depósito de calcio en esas áreas, que siguen desde la infancia a la adolescencia una línea temporal determinada por un patrón específico". (Real, 2019, p.22)

Teniendo en cuenta las características de la muestra de este estudio, 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) (1959), ajustado por Jordán (1977) de la radiografía de la mano izquierda, mano total, en la que se evalúa la maduración ósea.



Este consiste en el estudio de los huesos de la mano y el carpo, existiendo el abundante número de epífisis en evolución. Ello indica las posibilidades de crecimiento y desarrollo que probablemente tienen los adolescentes hasta la culminación de este proceso, o sea, un desarrollo que implica un proceso sumamente somático y una maduración que contiene la capacidad de hacer, integrando lo cualitativo y lo cuantitativo.

Con las radiografías de cada atleta, se efectúan las comparaciones, se evalúan 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 muestra diferentes estadíos y su descripción fundamental de las diferentes representaciones con la puntuación acorde al crecimiento y desarrollo que evidencia. Posteriormente, se anotan los valores de cada hueso y se realiza la suma del total, haciendo coincidir con las tablas de puntuaciones para obtener la edad ósea.

Para enunciar el resultado final, se compara la edad ósea alcanzada con la edad cronológica expresada en edad decimal, también predeterminada y se establecen los distintos niveles de maduración biológica, clasificados en maduradores tardíos, normales y precoces, como se refleja a continuación:

- Si el sujeto presenta una edad ósea menor que la edad decimal, lo más probable es que se esté en presencia de un madurador tardío.
- Si el sujeto presenta como diferencia entre la edad ósea y la edad decimal menos de un año, se considera madurador normal porque hay similitud entre ambas edades.
- Si el sujeto presenta una edad ósea mayor que la edad decimal, se está en presencia de un madurador precoz.

Este proceso se realizó 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, específicamente, con el equipo de Rayos K Digital para Diagnóstico, modelo (VISARIS AVANSE DR), SN-AD 15 E-01001, V-230, Hz 50I y 3A, fabricado en el año 2015 en la República de Serbia. El empleo de esta tecnología facilita la evaluación de las estructuras anatómicas, lectura con aumento de tamaño, calidad superior de la imagen y la obtenida en tiempo real, discriminando la utilización de materiales y sustancias tradicionales que impedían la nitidez de la imagen radiográfica, lo que elimina el método químico de la producción de imágenes. Estas se pueden almacenar en bases de datos para la evolución secuencial del sujeto.

1. La posición que el atleta debe adoptar es separada del equipo de Rayos X, precisamente alejado de la región de las gónadas masculinas para que la radiación que reciba sea lo menos dañina posible al organismo, en crecimiento y desarrollo.
2. La mano en posición de cúbito prono en contacto con el cuerpo del equipo de Rayos X.
3. El eje del dedo medio en línea recta con el eje antebrazo, los dedos ligeramente separados y el dedo pulgar se coloca en una posición cómoda, con un grado natural de rotación de unos 30° en relación con el dedo índice.



4. El atleta debe hacer una ligera presión con la palma de la mano en el momento de la exposición de la radiación.
5. Se obtiene una imagen radiográfica en soporte electrónico en tiempo real.

Para la recopilación de la información complementaria requerida, se aplicaron diferentes métodos como la medición, la revisión documental y la observación, así como la técnica de entrevista, que garantizaron cubrir todo el conjunto de elementos tomados en consideración.

La obtención, el análisis, la síntesis y la valoración de la información de los resultados de los instrumentos aplicados aportan los criterios que permitieron caracterizar el estado actual de las regularidades del diagnóstico de la edad biológica de los atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años.

Se realizó la revisión de los documentos normativos que establecen el trabajo metodológico para el desarrollo del proceso de entrenamiento deportivo: *Programa Integral de Preparación del Deportista (Pipd)* y *Plan de Entrenamiento Deportivo (Ped)*, de los cinco deportes objeto de estudio (tenis, balonmano, atletismo, judo y levantamiento de pesas). Ambos documentos son significativos para el desempeño adecuado de los entrenadores deportivos.

La observación sistemática permitió recopilar información en los meses comprendidos desde septiembre hasta enero, en 32 sesiones de entrenamiento de los cinco deportes objeto de estudio, distribuidas en 20 microciclos que abarcaron cuatro mesociclos de preparación física general en el orden siguiente: entrante, básico desarrollador, básico estabilizador y básico o de control y un mesociclo de preparación física especial entrante.

La entrevista fue aplicada con diferentes cuestionarios a entrenadores y médicos deportivos. En el caso de los nueve entrenadores, es significativo que el 100 % plantea que existen dificultades con respecto a la información de edad biológica de los atletas escolares, su derivación de la radiografía para la determinación de la maduración ósea y la inserción en el proceso de entrenamiento y de forma particular en la preparación de fuerza, sí se trabaja con el desarrollo de intensidad máxima, potencia, fortalecimiento de la musculatura en los atletas, entre otros elementos, pero es insuficiente la realización de forma individualizada.

Ello demuestra carencias en la comunicación, coordinación y socialización de la información, así como en el trabajo metodológico que se debe realizar con respecto al tratamiento de la edad biológica, lo que constituye una limitante en el desempeño adecuado de este proceso.

El empleo de la medición fue relevante en el estudio realizado acerca de la edad biológica, se concentró en la maduración ósea por el método TW2.

Se procedió a la valoración de las radiografías, a partir de la comparación de los huesos de la mano con las representaciones esquemáticas y la descripción que aparece de la porción de cada hueso que se evalúa. Cada una tiene asignada una letra y su valor numérico correspondiente, por lo que algunos huesos muestran más variaciones que otros. Las letras y los valores obtenidos de la evaluación de los 20 huesos (mano total), así como la suma total, quedan registrados en el *Modelo para evaluación de la maduración \tilde{A}^3 sea*, indicado por el Instituto de Medicina del Deporte (IMD).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atendiendo a la revisión documental realizada se plantea que:

En el Pipd de tenis (2016), se mencionan los conceptos de edad biológica y edad cronológica. Sin embargo, estos no se definen ni se desarrollan metodológicamente para su tratamiento en las categorías escolares. Aparece, como acción médica, establecer la comparación entre la edad biológica con la edad cronológica, pero sin indicación de procedimiento para su realización.

El Pipd de balonmano (2016) se caracteriza por la influencia desarrolladora del contenido de habilidades y capacidades de este deporte, subrayando el mantenimiento del buen estado de salud del atleta. No se menciona el concepto de edad biológica, lo planteado carece de términos relacionados con este, por lo que es deficiente el tratamiento de los fundamentos de las ciencias biológicas que explican las transformaciones que ocurren en el organismo de los adolescentes que realizan la actividad física sistemática.

En el judo, el Pipd (2016) orienta las normas del rendimiento físico de las divisiones por pesos con las direcciones de entrenamiento para el desarrollo de cada una de las capacidades físicas. Se mencionan características de los adolescentes, en las que se referencian cuestiones de crecimiento óseo y su implicación en estas edades.

En el caso del Pipd de levantamiento de pesas (2016), aunque se esboza que, en estas edades, el entrenador debe tener en cuenta los efectos biológicos de la carga de entrenamiento en el organismo de los atletas, se hace mención que la edad cronológica, la edad biológica y la edad de inicio en este deporte son aspectos que se relacionan con la carga física y determinantes para elevar las posibilidades funcionales de adaptación del organismo que se entrena.

Para los pesistas, se menciona que se debe explicar desde el punto de vista teórico, en la enseñanza de los elementos técnicos, las bases físicas y fisiológicas que las garantizan, pero no se explicita vínculo del contenido con respecto a la edad biológica que lo relacione.

En los diferentes eventos del atletismo, establecidos en el Pipd (2016), no se constatan orientaciones de contenidos relacionados con el organismo humano, con las transformaciones que ocurren en estas edades ni aspectos relacionados con la edad biológica de estos deportistas, precisamente por la actividad física que realizan. En el curso escolar 2018-2019, se orientan nuevas precisiones que solo se refieren a la reorganización para la preparación deportiva de los atletas escolares de 13 y 14 años por los exalones.

Resulta que las indicaciones para el trabajo por escalones persiguen el desarrollo multilateral para los deportistas de 13 y 14 años con vista a garantizar la especialización futura.

En el análisis realizado de todos los Pipd, los objetivos planteados carecen de elementos del conocimiento científico para concretarse en el componente teórico de la preparación integral del deportista, de aspectos concernientes a la edad biológica, o sea, conocimientos como resultado del desarrollo de las ciencias biológicas, de los procesos que ocurren en el organismo que se entrena en las edades de 13 y 14 años y sus implicaciones en el proceso de entrenamiento deportivo.



En la valoración realizada de los PD, con respecto a la edad biológica, no se aprecian manifestaciones de tratamiento metodológico de este indicador, por lo que no se tienen en cuenta contenidos vinculados con procesos de maduración biológica, no se conciben elementos de la edad biológica, particularmente, las características de maduración ósea que pueden ser determinantes en la asimilación de las cargas de entrenamiento, aspectos que coinciden con lo normado en el Pipd de cada deporte.

Resulta significativo que en el Ped de tenis y levantamiento de pesas aparece registrado que se deben tener en cuenta algunas características biológicas relacionadas con la maduración sexual, pero se enfatiza en las edades, al igual que en el resto de los deportes. Ello constata que se planifica teniendo en cuenta la edad cronológica y no hay manifestación de tratamiento con respecto a la edad biológica de los atletas.

En los Ped de balonmano, atletismo y judo, no se confirma delimitación en el trabajo diferenciado que se requiere en estas edades. Asimismo, se dosifican las cargas de entrenamiento de forma similar, sin caracterizar a los atletas en dependencia de sus potencialidades biológicas. Específicamente, para los balonmanistas se revelan planteamientos semejantes con respecto a las cargas físicas; en el atletismo, se ajustan a las características del exalón y en el judo a las divisiones por peso establecidas.

Con estos elementos de la revisión documental de los Pipd y los Ped, se puede plantear que la formación de los atletas escolares se perfila a partir del criterio de edad cronológica y no con respecto a la edad biológica, por lo que es necesaria una concepción metodológica que integre ambos indicadores, sobre todo en correspondencia con las condiciones biológicas de los deportistas durante el proceso de entrenamiento.

En el 100 % de las observaciones realizadas de los cinco deportes objeto de estudio, se obtuvo información directamente en el contexto real del proceso de entrenamiento deportivo, en el mismo momento que este se desarrolló.

Se constató el predominio de la aplicación de cargas físicas, sin tener en cuenta la edad biológica como indicador para el establecimiento de las diferencias entre los atletas, independientemente que tengan las mismas edades cronológicas; no se registraron evidencias del establecimiento de la edad biológica para identificar las diferencias morfofisiológicas de los atletas ni de forma más precisa como la edad ósea. Es notorio que se realiza un proceso de entrenamiento deportivo muy similar para todos los atletas, por lo que el tratamiento no es diferenciado.

De manera particular, en los deportes de tenis, balonmano y levantamiento de pesas, que a pesar de tener matrículas pequeñas (tres, siete y 13 atletas, respectivamente), es deficiente la realización de un estudio de las potencialidades biológicas y el seguimiento de los atletas a partir del indicador de edad biológica, por lo que el trabajo desempeñado por los entrenadores carece de efectividad con respecto al rendimiento y resultado deportivos que se aspira.

Según resultados de la entrevista, el 100 % de los entrenadores deportivos reconocen la importancia de tener en cuenta la edad biológica para evitar daños irreversibles en la integridad física del organismo que repercutan en el desarrollo biológico, psicológico y social de los atletas.

En el caso de los cinco médicos, la totalidad de los entrevistados afirmaron que es insuficiente el tratamiento del indicador de edad biológica, teniendo en cuenta que solo la radiografía se exige para matricular en esta institución deportiva, por lo que se



convierte en un requisito de ingreso y no de permanente análisis y seguimiento en el complejo proceso de entrenamiento deportivo de los atletas escolares.

Esta condición implica que, aunque se considera que la realización de la radiografía puede ser invasiva para el organismo en crecimiento y desarrollo, se fundamenta su importancia por reflejar con exactitud, el estadio de maduración esquelética del deportista. Además, constituye una necesidad porque se precisan las dimensiones de los huesos en evolución, procesos de osificación y, de forma práctica, contribuye a evitar lesiones y afectaciones en la preparación integral a largo plazo en los atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años.

Un elemento a tener en cuenta en la etapa de adolescencia es la maduración ósea. Esta forma parte de la edad biológica de los adolescentes y su estudio constituye el núcleo cognoscitivo fundamental de este estudio. En estas edades, los cambios en el tejido óseo, como resultado de los procesos de crecimiento y desarrollo, no solo varían por la cantidad, sino fundamentalmente por su composición química.

Precisamente, las diferencias de concentración de los minerales como el calcio marcan la variabilidad química ósea en el proceso denominado mineralización, aspecto fundamental que se evidenció con la aplicación de mediciones de las radiografías realizadas y valoradas para la determinación de la edad biológica de los atletas.

Por la complejidad y extensión de los resultados del estudio de edad biológica (edad ósea) de los 51 atletas, se presentará un ejemplo de atleta de tenis con su correspondiente *Informe de maduración biológica*, lo que permite comprender el diagnóstico realizado. Esto se constata en la figura 3, que representa la radiografía de la mano izquierda y en la tabla 1, se registran los datos e índices antropométricos del atleta, constituyendo su hoja de examen de crecimiento y desarrollo (Figura 3) y (Tabla 1).



Fig. 3. - Radiografía de la mano izquierda del atleta de tenis



Tabla 1. - Hoja de examen de crecimiento y desarrollo del atleta de tenis

Laboratorio de Cineantropometría	
Hoja de Examen de Crecimiento y Desarrollo	
Datos Generales	
Nombre y Apellidos:	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Edad Cronológica:	13 años
Actividad:	Tenis
FN:	30/06/2005
FE:	10/04/2019
Sexo:	Masculino
Datos para realizar cálculos de los parámetros	
Peso (Kg)	45
Talla (cm)	147
Edad Decimal (Años)	13,6
Percentil P/E	90-97
Percentil T/E	50-75
Edad Ósea (Años)	15,1
Talla Madre (cm)	157
Talla Padre (cm)	168
Pruebas aplicadas	
Los percentiles se determinaron por las Tablas de Jordán (1977).	
Método de TW2 se utilizó para determinar la Edad Ósea.	

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo establecido por el IMD.

El aporte de toda la información anterior posibilitó realizar el estudio de *Maduración biológica del atleta de tenis*, lo que lo clasifica como madurador precoz. Se trata de un atleta de 13 años de edad cronológica, siendo la edad decimal 13,6 años. Con el empleo del método de TW2, la edad ósea fue estimada en 15,1 años. El análisis de la radiografía de la mano izquierda evidenció un desarrollo óseo correspondiente a un individuo de 15,1 años de edad ósea.

Los resultados obtenidos constataron la variación en el crecimiento y desarrollo óseo de este adolescente, estando agrupado en la misma categoría de edad y con similares edades cronológicas que los atletas del grupo. Los tenistas uno y tres son clasificados como tardíos, mientras que el tenista dos es precoz con respecto a la maduración biológica de su organismo, como ya se caracterizó en el ejemplo tratado.

Como se puede apreciar, los estudios de maduración biológica son muy complejos porque implican la valoración de diferentes componentes contenidos en la edad biológica como ya se ha explicado. En este sentido, al efectuar el estudio de edad ósea, se consideró tener un criterio más integral de edad biológica, por lo que se analizaron índices antropométricos como la talla y el peso corporal de forma complementaria, ya que estos pueden tener relación con las posibilidades de crecimiento y desarrollo que tienen los atletas. De esta manera, se puede predecir la probabilidad de crecimiento, por ejemplo, la predicción de la talla definitiva de los deportistas.



Los resultados obtenidos del estudio de la edad biológica por deportes se representan en la figura 4, se resume la clasificación de la maduración biológica de los atletas escolares (Figura 4).

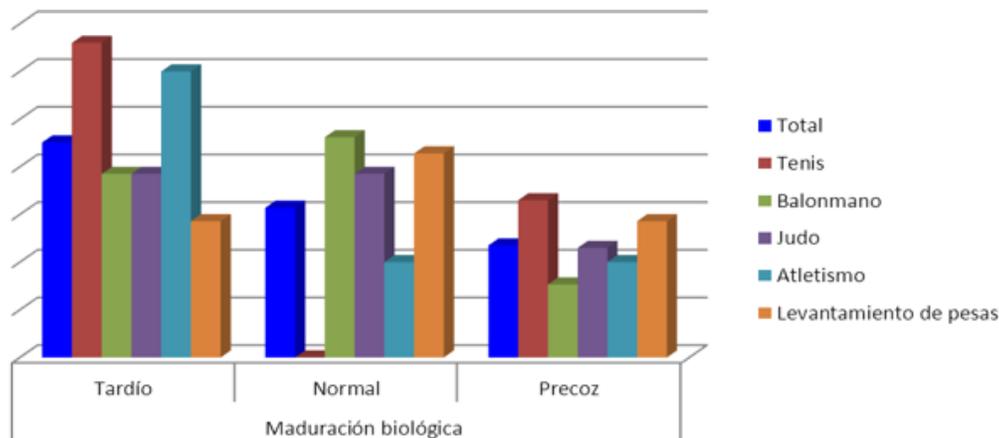


Fig. - 4. Composición relativa de la maduración biológica de los atletas escolares por deportes

En el análisis de la composición relativa de la maduración biológica de los 51 atletas, el 45,1 % se clasifica en maduradores tardíos; el 31,4 %, en maduradores normales y el 23,5 %, en maduradores precoces, lo que predominan 23 atletas maduradores tardíos de la muestra. Es evidente que los deportes de tenis (2) y el atletismo (9) tienen mayor proporción de maduradores tardíos, mientras que el balonmano (5), el judo (5) y el levantamiento de pesas (2) tienen maduradores tardíos por debajo del promedio total. Los tenistas (1) y los pesistas (2) se destacan como maduradores precoces por encima de la totalidad del resto de los deportes, con respecto a la cantidad de atletas de cada uno.

Con la aplicación del método de TW2 para valoración de la radiografía de los 51 atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años, se pudo constatar que estos se encontraban en diferentes estadios de maduración biológica. Resultados similares fueron obtenidos en el estudio realizado por Miló (2007), con la diferencia que el grupo estudiado fue del sexo femenino y otros deportes. En esencia, lo que significa es que cada sujeto tiene características biológicas diferentes y que se deben tener en cuenta para su desempeño en la práctica deportiva.

Asimismo, coinciden con los resultados alcanzados por Hernández (2012) acerca de la variabilidad en los ritmos de crecimientos lentos y acelerados de los atletas, como consecuencia de la maduración biológica, precisamente determinados por la edad biológica, lo que debe conocerse y contemplarse en el proceso de entrenamiento deportivo. Ello garantiza la adecuada aplicación del principio de individualización de la carga física y no solo regirse por la edad cronológica al momento de organizar grupos para la preparación de los deportistas, sino de la edad biológica.

Del mismo modo, se concuerda con los resultados obtenidos de la investigación realizada por Casanova y Gamardo (2017) acerca de la maduración biológica, fuerza y potencia en nadadores entre los 10 y 13 años, en que presentan diferencia en cuanto a los procesos de crecimiento y desarrollo, predominando los maduradores tardíos y



normales, por lo que recomienda ajustes en el tiempo de entrenamiento en la medida que aumentan las edades en correspondencia con el principio de individualización de las cargas físicas, o sea, tener en cuenta la edad biológica.

A partir del análisis de los resultados obtenidos por las diferentes fuentes de información, se empleó la triangulación para su procesamiento. Ello permitió compararlos y contrastarlos entre sí, es decir, realizar un control cruzado entre diferentes métodos empleados, comprender la objetividad del estudio y ganar una relativa mayor credibilidad de los hechos (Ruiz, 1999, p. 73).

La triangulación por datos demostró carencia del dominio de conocimientos de la edad biológica de los atletas escolares del sexo masculino de 13 y 14 años. El 100 % de los entrenadores entrevistados no contempla el indicador de edad biológica en la concepción metodológica del proceso de entrenamiento deportivo en las diferentes etapas de la preparación integral de los deportistas escolares, elemento que coincide con las opiniones de los médicos deportivos. Tanto entrenadores como médicos deportivos consideraron oportuno la integración de todos los que intervienen en el proceso de entrenamiento deportivo, así como de acciones metodológicas para el tratamiento adecuado de la edad biológica.

Asimismo, la triangulación metodológica permitió contrastar la información ofrecida por el análisis de los documentos normativos que rigen el trabajo metodológico y las observaciones realizadas a las sesiones de entrenamiento; se corrobora que en dos de los cinco Pipd de los deportes, objetos de estudio (tenis y levantamiento de pesas), se mencionan los conceptos de edad biológica y edad cronológica y en el balonmano, atletismo y judo no se hace referencia a estos conceptos. Este proceso no se desarrolla en función de las características y potencialidades biológicas de los atletas, por lo que se desconoce con exactitud la edad biológica de estos.

En fin, no se evidencian elementos de la caracterización individualizada teniendo en cuenta la edad biológica, lo que coincide con las informaciones obtenidas de los Pipd, los Ped y las observaciones realizadas a las sesiones de entrenamiento. Ello indica que no se contempla el indicador de edad biológica y su relación directa con la individualización del proceso de entrenamiento.

CONCLUSIONES

Se concluye que la edad cronológica es el indicador que aglutina la agrupación deportiva, reafirmando las categorías de edades como elemento para la organización tanto de las competencias, como para la definición de las categorías. Los atletas escolares reciben similares cargas de entrenamiento, independientemente de sus condiciones biológicas, por lo que predomina la valoración de la edad cronológica sobre la edad biológica en el proceso de entrenamiento deportivo.

Las insuficiencias indicadas afectan la eficacia del proceso de entrenamiento de los atletas participantes en la investigación. Es preciso que el perfeccionamiento de los programas integrales de preparación de los deportistas escolares, como instrumento de orientación metodológica para el trabajo de los entrenadores, contemple de manera amplia y precisa los apartados que deben dedicarse a la edad biológica como elemento



de importancia singular en la planificación y puesta en práctica de los planes de entrenamiento dirigidos a las categorías escolares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benlloch, I. R. (2019). *Determinación de la edad biológica mediante el uso de variables métricas mandibulares y su relación con la edad dentaria* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Complutense de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=248425>
- Restrepo C., María Teresa; Aristizaba R., Juan Carlos; Camacho P., Jesús; Velázquez, María Cristina; (2002). 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>
- Cardona, I. (2018). *La edad biológica es la que cuenta. Consultorio del deportista*. Milenio.
- 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.
- Coelho, M. (2002). *Fundamentos auxológicos do treino com jovens: Conceitos, evidências, equívocos e recomendações*. Treino Desportivo.
- Díaz, María, E. (2012). *Crecimiento y desarrollo en la población general. Congreso Internacional de Medicina del deporte y Ciencias Aplicadas*. Instituto de Medicina del deporte.
- Hernández Vásquez, L. A. (2012). *Estudio sobre los perfiles antropométrico, motor y funcional, de escolares de ambos sexos en edades de 10-16 años y su relación con los procesos de formación deportiva en el municipio de Ansermanuevo, Valle del Cauca* [MAESTRÍA EN EDUCACIÓN, ÉNFASIS EN FISIOLOGÍA DEL DEPORTE, UNIVERSIDAD DEL VALLE INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA ÁREA DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/3896>
- Inder. (2016). *Programas Integrales de Preparación del Deportista. Ciclo Olímpico 2016-2020*. Inder.
- Jordán, J. (1977). Investigación nacional sobre crecimiento y desarrollo, Cuba 1972-1974. *Revista Cubana de Pediatría*, 49(4).
- Lapieza, M. (1994). *Maduración biológica en el niño deportista*. V Congreso nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte. 30 de septiembre - 1 y 2 de octubre.
- León, S. (1984). *El grado de desarrollo corporal y su importancia para el trabajo deportivo con niños y adolescentes*. Boletín Científico Técnico. Inder.



- Machado, D. R. L., & Barbanti, V. J. (2007). Skeletal maturation and growth in children and adolescents. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 9(1), 12-20. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/4025>
- Machek, R. R. C., & Hernández, P. F. G. (2017). Maduración biológica, fuerza y potencia muscular en la brazada de crol. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 33(128), 78-91. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5516/551663358006/html/index.html>
- Malina, R. (1994). Physical activity: Relationship to growth, maturation, and physical fitness. Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement. *Human Kinetics Publishers, Champaign IL*.
- Matsudo, S. M. M., & Matsudo, V. K. R. (1991). Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. *Rev. bras. ciênc. mov*, 5(2), 18-35. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=ADOLEC&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=123244&indexSearch=ID>
- Milo Dubé, M., Pérez Valdés, P., & Lorenzo Nieves, A. (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 de la Eide «Ormani» Arenado de Pinar del Río* [Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física, La Habana. ISCF "Manuel Fajardo"]. <https://core.ac.uk/display/220501079>
- Navarro, F. (1996). *Rendimiento aeróbico: Crecimiento, maduración y entrenabilidad*. INFOCOES.
- Pérez, P. (2003). *La edad biológica y cronológica en su relación con el desarrollo de Capacidades Físicas en Pesistas de edad escolar* [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física]. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca».
- Ramos, R. (2018). *Estimación de la edad biológica a partir del método macroscópico en la mano izquierda* [Tesis UNA-PUNO, en opción del título de Licenciado en Antropología]. Universidad Nacional de Altiplano.
- Román, I. (2004). *Giga fuerza*. Editorial Deportes.
- Ruiz, A. (1999). *Metodología de la Investigación Educativa*. Editorial Grifo Chapecó.
- Sandoval, A. E. P. (2002). *Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud*. EDUCS. https://books.google.com.cu/books/about/Medicina_del_deporte_y_ciencias_aplicadas.html?id=c8EHfAEACAAJ&redir_esc=y
- Tanner, J. M., & Whitehouse, R. J. (1959). *A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist, with standards derived from a study of 2,600 healthy British children*; International Children's Centre. <https://www.worldcat.org/title/new-system-for-estimating-skeletal-maturity-from-the-hand-and-wrist-with-standards-derived-from-a-study-of-2600-healthy-british-children/oclc/22456469>



Volkov, V., & Filin, V. (1988). *Selección deportiva: Moscú*. Editorial Vneshtorgizdat. Editorial Vneshtorgizdat.

Zaldívar, B. (2011). *¿Qué se entrena? Bases fisiológicas de la adaptación al entrenamiento deportivo*. Editorial Deportes.

Zaldívar, B. (2018). *Fisiología Humana en la actividad física. Parte I. Sistema neuromuscular*. Editorial Félix Varela.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Ángel Lázaro Gil Suárez: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Bergelino Zaldívar Pérez: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2021 Ángel Lázaro Gil Suárez, Bergelino Zaldívar Pérez

