

Entrenamiento con Pesas y Desarrollo Musculoesquelético en Niños y Prepubéres

Slendy Duperly Pineda Gutiérrez y Cristian Fernando Fuentes Rodríguez

**Monografía de grado para optar por el título de Profesional en Cultura Física, Deporte y
Recreación**

Docente tutor

Jennifer Rincón Peña

Especialista en Intervención Fisioterapéutica en Ortopedia y Traumatología

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de las Ciencias de la Salud

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

2021

Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Entrenamiento con Pesas y Desarrollo Musculoesquelético en Niños y Prepuberres	11
1.1 Planteamiento del Problema	11
1.2 Justificación.....	12
1.3 Objetivos.....	13
<i>1.3.1 Objetivo General.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	<i>14</i>
1.4 Metodología de la Investigación	14
<i>1.4.1 Enfoque de la Investigación.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.2 Tipo de Investigación.....</i>	<i>15</i>
2. Cargas de Entrenamiento.....	16
2.1 Concepto de Carga	16
2.2 Componentes de la Carga.....	20
<i>2.2.1 Volumen</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2 Intensidad.....</i>	<i>22</i>
<i>2.2.3 Densidad</i>	<i>23</i>
3. Sistema Músculo Esquelético.....	24
3.1. Desarrollo Músculo Esquelético	25

3.2. Infancia y Pubertad	27
3.3. Lesiones del Sistema Músculo Esquelético	30
4. Entrenamiento con Cargas Externas en Niños y Prepúberes.....	35
5. Discusión	44
5.1 Mejora de la Fuerza Máxima.....	45
5.2 Transferencia de Fuerza a Velocidad	46
5.3 Transferencia de Fuerza a Potencia.....	46
5.4 Método Seguro para el Mejoramiento de las Capacidades Físicas	46
5.5 Mejoramiento de la Resistencia y la Potencia Máxima.....	47
5.6 Reducción de Lesiones en Disciplinas de Competición Base	47
5.7 Factor de Riesgo de Lesiones	47
6. Conclusiones	48
7. Aporte del Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación.....	49
Referencias.....	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Efectos del Entrenamiento de Pesas en Niños y Prepúberes.</i>	44
Tabla 2. <i>Diferencias del Entrenamiento de Pesas en Niños y Prepúberes.</i>	45

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Carga de Entrenamiento</i>	17
Figura 2. <i>Magnitud de la Carga</i>	19
Figura 3. <i>Sistema Músculo Esquelético</i>	24
Figura 4. <i>Entrenamiento con Pesas en Niños.</i>	30
Figura 5. <i>Lesión Meniscal en Niños.</i>	32

Resumen

El sistema musculoesquelético está constituido por diferentes estructuras, tales como huesos, músculos, tendones, ligamentos, y cartílagos. Los músculos causan cargas y tensiones sobre las agrupaciones óseas al utilizarlos como palancas para generar el movimiento corporal y dichas también ayudan a controlar los mecanismos biológicos que determinan la resistencia de los huesos.

Ahora bien, en los niños esta resistencia depende en gran medida del aumento de la fuerza muscular y de cómo responden los huesos. Durante mucho tiempo se ha establecido que el entrenamiento con cargas externas en niños y prepúberes ejerce efectos sobre los huesos actuando directamente sobre las células óseas, generando a su vez efectos sobre la fuerzamuscular, por lo que el entrenamiento con pesas se ha venido constituyendo como una de las formas efectivas para generar estimulación temprana y buscar el desarrollo de las capacidades físicas, tanto condicionales como coordinativas.

El objetivo de esta monografía es presentar los efectos del entrenamiento con pesas sobre el desarrollo musculoesquelético en niños y prepúberes. Para esto se realizó una búsqueda bibliográfica sobre artículos científicos publicados en las bases de datos PubMed, Medline y ScienceDirect y se seleccionó varios títulos entre el periodo (2000-2020), los cuales permitieron obtener información profunda de la literatura directamente relacionada con el objetivo de estudio de esta monografía.

De dicha pesquisa, al final se concluyó que el entrenamiento con pesas en edades tempranas resulta favorable para el desarrollo musculoesquelético y el desarrollo de sus

capacidades físicas cuando dichas cargas son aplicadas de manera correcta, teniendo en cuenta las condiciones individuales de cada sujeto.

Palabras clave: Entrenamiento de pesas, cargas externas, lesiones, entrenamiento, niños, prepúber.

Abstract

The musculoskeletal system is made up of different structures, such as bones, muscles, tendons, ligaments, and cartilage. Muscles cause loads and stresses on bone clusters by using them as levers to generate body movement, and these also help control the biological mechanisms that determine bone strength.

However, in children this resistance depends largely on the increase in muscle strength and how the bones respond. For a long time it has been established that training with external loads in children and prepubertal subjects exerts effects on the bones by acting directly on the bone cells, generating in turn effects on muscle strength, which is why weight training has been established as one of the effective ways to generate early stimulation and seek the development of physical capacities, both conditional and coordinative.

The objective of this monograph is to present the effects of weight training on musculoskeletal development in children and pre-puberty. For this, a bibliographic search was carried out on scientific articles published in the databases PubMed, Medline and ScienceDirect and several titles were selected between the period (2000-2020), which allowed obtaining in-depth information from the literature directly related to the objective of study of this monograph.

From this research, in the end it was concluded that weight training at an early age is favorable for musculoskeletal development and the development of their physical capacities when these loads are applied correctly, taking into account the individual conditions of each subject

Keywords: Weight training, external loads, training, children, prepubescent.

Introducción

Los niños crecen y maduran a velocidades muy distintas. Es difícil definir cuáles son los criterios normales de desarrollo, ya que se han encontrado grandes diferencias de altura, peso y contextura entre los niños sanos dependiendo de la dieta, el ejercicio y los genes. En Colombia los niños con edades entre los 6 y los 11 años son incluidos dentro del ciclo de la infancia, mientras que los niños en edades entre los 12 y los 17 años los focalizan en el ciclo de la adolescencia (Código de la Infancia y la Adolescencia, 2006, pág. 5). En este documento utilizaremos la clasificación de niños que van desde los 5 hasta los 9 años, y prepúberes de 9 a 11 años de edad (Renström, 1988, pág. 4). Los prepúberes van manifestando periodos de preparación para el desarrollo final de los caracteres sexuales secundarios, mientras que la pubertad es el período final del crecimiento y maduración del niño en el que se alcanza la capacidad reproductiva, es una etapa de transición entre la infancia y la edad adulta. Comienza cuando aparecen los caracteres sexuales secundarios y aumenta la velocidad de crecimiento, más adelante el niño va experimentando cambios somáticos y psicológicos que progresan ordenadamente, hasta que al final alcanza la talla adulta, la madurez psicosocial y la fertilidad (Temboury Molina, 2009, pág. 4).

Durante la última década, ha habido un aumento en la cantidad de oportunidades deportivas disponibles para los atletas jóvenes. Aunque los médicos, los padres y los entrenadores deben promover la actividad y la participación saludables, el entrenamiento intenso a una edad temprana puede predisponer a los atletas jóvenes a ciertas dificultades. Los atletas jóvenes tanto amateurs como de élite corren el riesgo de sufrir lesiones de la placa de crecimiento y uso excesivo en ciertos deportes. El entrenamiento intenso combinado con una nutrición inadecuada puede causar un retraso en el crecimiento en los atletas jóvenes pero este

retraso no parece afectar la estatura adulta permanente (Behringer, 2014, pág. 3). El entrenamiento con pesas, cuando se realiza correctamente, es seguro y eficaz para los atletas prepúberes y púberes. La conciencia del desarrollo neuroconductual puede ayudar a guiar el proceso para una participación deportiva adecuada (Demorest, 2004, pág. 5).

El entrenamiento de fuerza (también conocido como entrenamiento de resistencia muscular) es un componente común de los programas deportivos y de acondicionamiento físico para los jóvenes, aunque algunos adolescentes pueden usar el entrenamiento de fuerza como un medio para aumentar el tamaño de los músculos para mejorar la apariencia. Los programas de entrenamiento de fuerza pueden incluir el uso de pesas, máquinas de pesas, tubos elásticos o el peso corporal del propio atleta. La cantidad y la forma de resistencia utilizada y la frecuencia de los ejercicios de resistencia están determinadas por los objetivos específicos del programa (American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness, McCambridge, T. M., & Stricker, P. R., 2008, pág. 8).

El entrenamiento de fuerza o resistencia para jóvenes se ha convertido en uno de los modos más populares y de rápida evolución para mejorar el rendimiento deportivo. Los primeros estudios cuestionaron tanto la seguridad como la eficacia del entrenamiento de fuerza para los atletas, pero la evidencia actual indica que tanto los niños como los adolescentes pueden aumentar la fuerza muscular como consecuencia del entrenamiento exclusivo de fuerza. Este aumento de la fuerza está relacionado en gran medida con la intensidad y el volumen de carga y parece ser el resultado de una mayor activación y coordinación neuromuscular, más que de la hipertrofia muscular. Las ganancias de fuerza inducidas por el entrenamiento son en gran medida reversibles cuando se interrumpe el entrenamiento. No hay evidencia actual que apoye los

conceptos erróneos de que los niños necesitan andrógenos para ganar fuerza o perder flexibilidad con el entrenamiento (Guy, 2001, pág. 7).

Además del objetivo obvio de fortalecerse, se pueden realizar programas de entrenamiento de fuerza para tratar de mejorar el rendimiento deportivo y prevenir, rehabilitar lesiones y / o mejorar la salud a largo plazo. Al igual que con otras actividades físicas, se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza tiene un efecto beneficioso en varios índices de salud mensurables, como la capacidad cardiovascular, la composición corporal, la densidad mineral ósea, los perfiles de lípidos en sangre y la salud mental (A., 2020, pág. 5). Estudios recientes han demostrado algunos beneficios para el aumento de la fuerza, la función general y el bienestar mental en niños con parálisis cerebral (McBurney, 2003, pág. 15). El entrenamiento de resistencia se está incorporando a los programas de control de peso para niños con sobrepeso como una actividad para aumentar la tasa metabólica sin generar buenos resultados. Al igual que en la población geriátrica, el entrenamiento de fuerza en los jóvenes puede estimular la mineralización ósea y tener un efecto positivo en la densidad ósea (Morris, 1997, pág. 4).

Teniendo en cuenta lo anterior, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de publicaciones científicas en bases de datos electrónicas actualizados principalmente en PubMed (Medline, National Library of Medicine, NIH, EE. UU.) y ScienceDirect se encontraron 29 publicaciones académicas, en el periodo entre el 2000 al 2020, las cuales comprendían trabajos de pregrado, artículos de revistas científicas y trabajos de maestría. Para la elaboración de este documento se realiza una recopilación de la información más relevante para hacer un abordaje de los temas relacionados al entrenamiento y desarrollo del sistema músculo esquelético, profundizando en cargas de entrenamiento y sus componentes, describiendo las lesiones que se pueden presentar causadas por el entrenamiento y finalmente exponiendo los beneficios de este

entrenamiento en los niños y prepúberes según lo encontrado en la literatura científica consultada.

1. Entrenamiento con Pesas y Desarrollo Musculoesquelético en Niños y Prepúberes

1.1 Planteamiento del Problema

En la literatura científica aún existe cierto grado de controversia sobre el trabajo con cargas externas en niños. Entre otra cosas, se encuentran artículos donde se mencionan los efectos negativos de es este tipo de entrenamiento, aunque también existen estudios como el de Demantova et al. (2005) que afirma que incluso las pruebas de 1-RM se pueden aplicar con seguridad en los jóvenes y el esfuerzo requerido para la misma puede ser bien tolerado fisiológicamente por los niños y adolescentes.

Durante las décadas de los setenta y los ochenta ya se hablaba sobre las lesiones del cartílago de crecimiento durante la preadolescencia y la adolescencia relacionados con el entrenamiento de la fuerza. La mayoría de estas lesiones fueron provocadas por las técnicas de entrenamiento inapropiadas de ese entonces, por el entrenamiento con cargas máximas o por la falta de supervisión calificada (Faigenbaum, A., 2009, pág. 9). También es posible que exista potencialmente mayor riesgo lesivo en las placas de crecimiento por obra de las actividades de salto y aterrizaje durante las actividades deportivas competitivas, en las que las fuerzas de reacción contra el suelo llegan a ser hasta de entre 5 y 7 veces el peso corporal (Faigenbaum, A., 2010, pág. 7).

En efecto, a medida que los niños atraviesan la adolescencia el entrenamiento excesivo con la inadecuada recuperación puede provocar, además de las repercusiones somáticas, un síndrome de sobreentrenamiento con consecuencias psicosociales negativas (Brenner, J., 2007, pág. 3). Para evitarlo es necesaria la supervisión calificada y un plan de entrenamiento propicio según la edad de entrenamiento, las habilidades motoras y técnicas y los niveles de fuerza existentes. Los profesionales deberán tener en cuenta también la edad biológica y la madurez psicosocial del niño o adolescente (Lloyd, R., 2014, pág. 8).

El entrenamiento de la fuerza con pesas en estas edades debe estar enfocado en obtener mejor desempeño en las actividades deportivas, en prevenir o tratar lesiones y con fines salubres; la proyectividad de niveles de fuerza sin la necesaria adquisición de hipertrofia muscular, mejora también el “aprendizaje motor”, siendo esta la forma más evidente de coordinación intra e intermuscular. El desarrollo de la fuerza se ve afectada por una parte por el reclutamiento y la sincronización de las unidades motoras y por otra parte por la reducción de la coactivación de los músculos antagonistas. Por eso los efectos del entrenamiento con cargas externas sobre los factores de coordinación intermuscular e intramuscular permiten el progreso en el desarrollo de la fuerza durante el período prepuberal (Sánchez-Sánchez et al, 2015, pág. 5).

Teniendo en cuenta lo anterior, nos hacemos la siguiente pregunta problema:

¿Cuáles son los efectos del entrenamiento con pesas sobre el desarrollo musculoesquelético en niños y prepúberes?

1.2 Justificación

Para Soares (2011) el mejoramiento de la fuerza es fundamental ya que la fuerza muscular es una capacidad física imprescindible en la ejecución de cualquier acción deportiva,

asumiendo por hecho, que el músculo esquelético tiene un papel fundamental en el rendimiento deportivo; por eso sin dejar de lado otras capacidades, se destaca que la resistencia aeróbica y la flexibilidad son condicionantes, mientras que la fuerza junto con la velocidad (potencia) son las capacidades determinantes y son las que van a ayudar al niño a tener un mejor desempeño físico.

En la literatura existente se encuentran trabajos investigativos en donde se hace referencia a las intervenciones con o sin cargas externas, tanto para el propio entrenamiento de pesas como para otras especialidades deportivas. Igualmente se han encontrado estudios en los cuales la prescripción de las cargas de trabajo adecuadas no solo permiten al joven deportista mejorar su rendimiento a corto plazo en su propia especialidad, sino que también se empiezan a demostrar los efectos benéficos que este tipo de trabajo auxiliar tiene a largo plazo en su carrera deportiva (Starton et al., 2007, pág. 5 & Faigenbaum et al., 2009, pág. 9).

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de deportistas y entrenadores de las diversas disciplinas deportivas y modalidades emplean entrenamiento con cargas externas, los resultados obtenidos de esta investigación serán fundamentales para conocer a partir de la literatura consultada los diversos efectos del entrenamiento de pesas sobre el desarrollo musculoesquelético en niños y prepúberes, lo que permitirá la toma de decisiones al momento de aplicar este tipo de entrenamiento en otras poblaciones con características similares en posteriores investigaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Presentar los efectos del entrenamiento de pesas sobre el desarrollo musculoesquelético en niños y prepúberes.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisar la literatura científica del entrenamiento con pesas en niños y prepúberes.
- Seleccionar los artículos según los efectos que muestren respecto del entrenamiento con pesas sobre el organismo de la población.

1.4 Metodología de la Investigación

La presente investigación sobre el análisis de la literatura asociada al entrenamiento con fuerza externa en niños y jóvenes es un proyecto donde se implementa el método investigativo de estudio de estado del arte, por lo que es un instrumento que se enfoca en la revisión literaria asociada con aquellas investigaciones donde se concluye qué tan positivo es el entrenamiento con pesas en esta población. Por otra parte, se usa una metodología cualitativa a través del desarrollo de material científico del área médica y deportiva por medio de la bibliografía existente, de la cual, se recolecta la información pertinente por medio de la búsqueda en base de datos, permitiendo que la investigación se conlleve enteramente en el desarrollo de material literario de esta rama de estudio.

1.4.1 Enfoque de la Investigación

El método cualitativo puede ser visto como un término que cubre una serie de métodos y técnicas con valor interpretativo que pretende describir, analizar, descodificar, traducir y sintetizar el significado de hechos que se suscitan más o menos de manera natural. Posee un enfoque interpretativo naturalista hacia su objeto de estudio, por lo que asimila la realidad en su contexto original, interpretando y analizando el sentido de los fenómenos de acuerdo con los significados que tiene para los hechos involucrados. Es decir, las metodologías cualitativas no

son subjetivas ni objetivas, sino interpretativas, que incluye la observación y el análisis de la información en ámbitos reales para explorar los fenómenos, comprender los problemas y responder las preguntas. El objetivo de la investigación cualitativa es explicar, predecir, describir o explorar el “porqué” o la naturaleza de los vínculos entre la información no estructurada, en este caso, de aquella que se encuentra fragmentada en la literatura médica sobre los beneficios y perjuicios para la salud de los niños y en la literatura asociada al deporte sobre el entrenamiento correcto con pesas en esta población. De esta manera se busca unificarla para crear un conjunto de evidencias estructuradas sobre el tema. En lugar de comenzar con la hipótesis, teorías o nociones precisas que probar, la investigación cualitativa empieza con observaciones preliminares y culmina con hipótesis explicativas y una teoría fundamentada. (Creswell, 2007)

La presente propuesta tendrá un enfoque de la investigación cualitativa porque se utiliza una muestra relativamente pequeña y representativa de la vasta literatura, con el fin de obtener una comprensión más profunda de los criterios que definen el entrenamiento con pesas en niños como beneficioso para ellos. Por último, los resultados y las respuestas resultantes de estos métodos se interpretan en función del contexto y no se representan cuantitativamente.

1.4.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación descriptiva comprende una descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo, cosa que funciona en el presente; además trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta. (Tamayo y Tamayo, 2014)

La presente propuesta tendrá una tipología de la investigación descriptiva porque se encarga de puntualizar las características de la población que se está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación; donde su objetivo es describir la naturaleza de un segmento demográfico (los niños y jóvenes), sin centrarse en las razones por las que se produce un determinado fenómeno, ya que determinar por qué ocurren los efectos adversos o beneficiosos están más ligados a la medicina aplicada. En este caso se trata de evidenciar que existen beneficios para esta población con este tipo de entrenamiento con pesas.

2. Cargas de Entrenamiento

2.1 Concepto de Carga

La carga de entrenamiento es un indicador del grado de esfuerzo de una sola sesión de entrenamiento. El cálculo de la carga de entrenamiento se basa en el consumo de fuentes de energía fundamentales (carbohidratos y proteínas) durante el ejercicio. La función de Carga de entrenamiento permite comparar las cargas de diferentes tipos de sesiones de entrenamiento entre sí. Por ejemplo, puede compararse la carga de una sesión larga de ciclismo de bajaintensidad con una sesión corta de carrera de alta intensidad. Para garantizar una comparación precisa entre sesiones, se convierte la carga de entrenamiento en una estimación aproximada de la necesidad de recuperación (Polar, 2020, pág. 8).

La carga de entrenamiento se explica como la cantidad de efectos que tiene el esfuerzo realizado sobre el estado funcional del deportista (Zintl, 1991, pág. 9). Estas cargas, o mejor

dicho, sus efectos, provocan cambios a nivel celular que están relacionados con la síntesis de proteínas estructurales y con el aumento de las enzimas que catalizan las vías metabólicas más importantes (Viru & Viru, 2003, pág. 8). De estas definiciones se desprende una tercera, más integradora, que considera que la carga que soportan los jugadores, ya sea en un entrenamiento o durante una competición, es el conjunto de exigencias psicológicas y biológicas (carga interna o real) provocadas por las actividades de entrenamiento [o competición] (carga externa o propuesta) (González-Badillo & Ribas, 2002, pág. 6) (Figura 1).

Figura 1. *Carga de Entrenamiento.*



Adaptado de ¿Qué es la carga de entrenamiento? (Úbeda, 2013., pág. 3).

La naturaleza de la carga implica lo que se va a trabajar. Viene determinada por el nivel de especificidad y el potencial de entrenamiento. El nivel de especificidad indica la mayor o menor similitud del ejercicio con la manifestación propia del gesto durante la competición. En función del nivel de especificidad de la carga, la carga de entrenamiento se ha clasificado tradicionalmente como carga general o carga específica (encontramos también propuestas con subniveles) (Verkhoshansky & Siff, 2000, pág. 7). El potencial de entrenamiento es la forma en que la carga estimula la condición del deportista, y ésta última se reduce en términos de volumen con el incremento de la capacidad de rendimiento, por lo que es necesario variar los ejercicios y/o su intensidad para seguir progresando.

La magnitud de la carga es el aspecto cuantitativo del estímulo utilizado en el entrenamiento y está determinada por el volumen, la intensidad, la duración, la frecuencia y la densidad del entrenamiento exigidos a los deportistas (Verkhoshansky & Siff, 2000, pág. 9). El volumen de la carga es la medida cuantitativa de las cargas de entrenamiento de diferente orientación funcional que se desarrollan en una unidad o ciclo de entrenamiento. Puede ser global, cuando se cuantifica el volumen de todas las cargas de diferente orientación funcional, o parcial, si el volumen de la carga se refiere a un determinado tipo de entrenamiento con una orientación funcional determinada. La intensidad de la carga se entiende como el aspecto cualitativo de la carga, llevada a cabo en un período determinado de tiempo (Bompa, 2003, pág. 4). De este modo, a mayor trabajo realizado por unidad de tiempo, mayor será la intensidad. (Figura 2).

Figura 2. *Magnitud de la Carga.*

Adaptado de conceptos básicos sobre la dinámica de esfuerzos. (Burgueño, 2012., Pág. 5)

La duración de la carga es el período de influencia de un solo estímulo, o un período más largo en el que se trabaja con cargas de una misma orientación (Verkhoshansky & Siff, 2000, pág. 7). La orientación de la carga está definida por la calidad o capacidad que es potenciada (en el plano físico, técnico, táctico, o psicológico) y por la fuente energética solicitada de forma predominante. Esta orientación puede clasificarse en: selectiva y compleja. La carga es selectiva cuando incide en una determinada capacidad y, en concordancia, en un determinado sistema funcional. Una carga es compleja cuando se solicitan diferentes capacidades y diferentes sistemas funcionales. En este caso, es importante tener en cuenta las alternativas de combinación de las cargas de diferente orientación en un orden tal que se produzca interacción positiva entre ellas (Benítez, 2014, pág. 3).

La organización de la carga consiste en la sistematización de la carga en un periodo de tiempo dado para conseguir un efecto acumulado positivo de las cargas de diferente orientación. Se deben atender dos aspectos: la distribución de las cargas en el tiempo y la interconexión de las cargas (Verkhoshansky & Siff, 2000, pág. 5). La distribución de las cargas en el tiempo es la

forma en que se colocan las diferentes cargas en una sesión, día, microciclo, mesociclo o macrociclo. Si las cargas se distribuyen con una única orientación funcional, los medios de entrenamiento se pueden repartir uniformemente en el ciclo (cargas regulares o diluidas), o concentrarse en fases definidas del ciclo (cargas concentradas). La interconexión de las cargas indica la relación que las cargas de diferente orientación tienen entre sí. Una combinación racional (simultánea o secuencial) de las cargas de diferente orientación asegura la obtención del efecto acumulativo de entrenamiento (Benítez, 2014, pág. 4).

2.2 Componentes de la Carga

La carga representa el valor del trabajo realizado durante el entrenamiento o la competición y su magnitud está determinada por las modificaciones causadas en el organismo, lo que significa: provocar en el organismo adaptaciones biológico – funcionales y psíquicas, mediante un sistema de ejercicios y métodos, a través de los diferentes componentes de la carga (Tschiene, 1987, pág. 3).

2.2.1 Volumen

Es la medida cuantitativa global de la carga de entrenamiento de diferente orientación funcional que se desarrollan en una sesión, microciclo, mesociclo o macrociclo (García Maso, Navarro Valdivieso, & Ruiz Caballero, 1986, pág. 8). Dicho volumen puede ser global cuando se cuantifica el volumen de todas las cargas de diferente orientación funcional o parcial, si el volumen de la carga se refiere a un determinado tipo de entrenamiento con una orientación funcional determinada (Navarro Valdivieso, 2003, pág. 7).

Si se realiza una revisión a la literatura, se encuentra que la tendencia general del entrenamiento deportivo durante algunas décadas de entrenamiento fue incrementar el volumen de entrenamiento. No obstante, no siempre se corresponde un incremento de volumen con un mayor rendimiento, sino que en ocasiones dicho aumento conlleva aparejado una disminución en el rendimiento (Burgueño, López, Romero, García, & Mallagaray, 2012, pág. 2).

De este modo, el volumen es un parámetro que fluctúa en función de tres variables:

- Etapa de entrenamiento: los deportistas más entrenados y con más años de entrenamiento realizan mayor volumen de entrenamiento que los debutantes y/o jóvenes (Madsen & Wilke, 1983, pág. 42).
- Momento de la temporada: el mayor volumen de trabajo se suele realizar durante el período preparatorio (Maeveiev, 1993, pág. 78).
- Características del deporte: los practicantes de pruebas de resistencia realizan un mayor volumen de trabajo que los de velocidad (Maglischo, 1986, pág. 52).

Por un lado, la cuantificación del volumen puede ser realizada con facilidad, siendo la suma de los parámetros cuantitativos similares empleados en la sesión o ciclo de entrenamiento (Bompa, 2003, pág. 42):

- Espacio o distancia recorrida (metros o kilómetros): pruebas de resistencia.
- Peso de las cargas en toneladas o kilogramos, número de repeticiones: pruebas de fuerza.
- Tiempos totales y efectivos de trabajo: para ejercicios gimnásticos, deportes colectivos y de combate.

- Número de ejercicios, elementos, intentos y número de sesiones en un ciclo determinado (Harre, 1987, pág. 81).

- Para la definición de una carga de trabajo es necesario que el volumen de la carga venga asociado a una intensidad determinada. Siendo éste el elemento a tratar a continuación.

2.2.2 Intensidad

La intensidad se entiende como el aspecto cualitativo de la carga ejecutada en un período determinado de tiempo (García Maso, Navarro Valdivieso, & Ruiz Caballero, 1986, pág. 74). De este modo, a más trabajo realizado por unidad de tiempo, mayor será la intensidad.

- La intensidad de la carga de entrenamiento es el criterio que controla la potencia y la especificidad del estímulo sobre el organismo, o la medida del esfuerzo que comporta el trabajo desarrollado durante el entrenamiento (Navarro Valdivieso, 2003, pág. 88).

- La intensidad tiene características opuestas al volumen, produce preferentemente efectos inmediatos y marginalmente efectos a largo plazo, en referencia al desarrollo de la capacidad de prestación de un sujeto en una especialidad determinada. No obstante, este factor incide sobre el nivel de forma deportiva, de dicho modo, al elevar la intensidad, se incrementa el rendimiento deportivo y en última instancia la forma (Navarro Valdivieso, 2003, pág. 52).

- Por otro lado, el límite de utilización de la intensidad en el entrenamiento lo marca la edad, al ser un estímulo exigente. Así, en edades de consecución de óptimos resultados en pruebas de alta intensidad son muchos menores que las pruebas de alto volumen y baja intensidad (Navarro Valdivieso, 2003, pág. 21).

2.2.3 Densidad

La densidad es la relación entre el esfuerzo y el descanso en una unidad temporal entre aquellas en que se organiza el entrenamiento (Burgueño, López, Romero, García, & Mallagaray, 2012, pág. 85).

Una adecuada densidad asegura la eficacia de la carga y previene la adquisición de estados de fatiga críticos en el deportista. La densidad empleada en el entrenamiento depende de:

- La duración e intensidad del estímulo.
- El estado del deportista y su nivel de rendimiento.
- El objetivo a buscar.
- La fase de entrenamiento.
- Las características específicas del deporte.

De esta forma, los descansos cumplen dos finalidades:

- Reducir el cansancio mediante pausas completas.
- Llevar a cabo procesos de adaptación mediante pausas incompletas.

Así, se establece una relación inversamente proporcional entre la duración del intervalo de descanso aplicado entre dos estímulos, de tal modo que: a intensidades más elevadas, corresponden pausas de mayor duración. No obstante, el aumento de la capacidad de rendimiento del deportista puede conducir a la disminución del tiempo de recuperación.

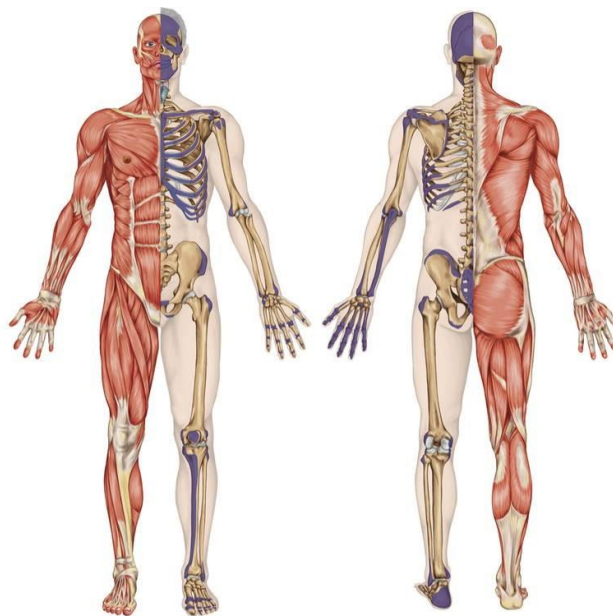
Por tanto, del concepto de densidad puede obtener una relación entre el trabajo y el descanso que determina la densidad del entrenamiento. Por ejemplo: si un deportista trabaja 10 minutos y descansa 100 minutos tendrá una densidad de 10 – 100. Mientras que otro trabajo 10

minutos y 50 minutos de descanso tendrá una densidad de 10-50, por tanto, será más denso el segundo, es decir, tiene menor tiempo de recuperación (Burgueño, López, Romero, García, & Mallagaray, 2012, pág. 12).

3. Sistema Músculo Esquelético

El sistema musculoesquelético de las extremidades proporciona un medio principal de locomoción, manipulación de objetos y protección para la mayoría de los organismos vertebrados. Se requiere una intrincada integración de los tejidos óseos, tendinosos y musculares para su funcionamiento. Estos tres tejidos surgen en gran medida independientes entre sí, pero las conexiones formadas durante el desarrollo posterior se mantienen durante toda la vida y se restablecen después de una lesión (Song, 2019, pág. 25) (Figura 3).

Figura 3. *Sistema Músculo Esquelético.*



Adaptado de ¿Cómo cuidar el sistema músculo esquelético? (Nutricioni, 2018, Pág. 2)

3.1. Desarrollo Músculo Esquelético

Durante la embriogénesis, el sistema musculoesquelético se desarrolla mientras contiene en sí mismo un generador de fuerza en forma de musculatura. Este generador se vuelve funcional relativamente temprano en el desarrollo, ejerciendo una carga mecánica creciente sobre los tejidos vecinos a medida que avanza el desarrollo. Un creciente cuerpo de evidencia indica que tales fuerzas mecánicas pueden traducirse en señales que se combinan con el programa genético de organogénesis. Esta situación única presenta tanto un gran desafío como una oportunidad para los otros tejidos del sistema musculoesquelético, a saber, huesos, articulaciones, tendones, ligamentos y los tejidos que los conectan (Felsenthal, 2017, pág. 5).

El músculo esquelético constituye el 30-40% de nuestro peso corporal y está formado por células multinucleares llamadas miofibras. La formación de miofibras depende de la proliferación dinámica, diferenciación y fusión de los progenitores miogénicos durante el desarrollo. En la etapa adulta, el músculo esquelético también exhibe una excelente capacidad de regeneración, dependiendo de las células madre del músculo (satélite) que generan y reparan las miofibras (Noguchi, 2018, pág. 12).

Los detalles secuenciales celulares y moleculares de la formación embrionaria inicial del hueso se pueden utilizar para comprender mejor el control de este proceso y la fisiología y reparación óseas posteriores. El funcionamiento de las células osteogénicas se rige por un complejo equilibrio entre las capacidades intrínsecas de estas células en el contexto de la información extrínseca y la señalización. Al igual que con otros tejidos mesenquimales, el equilibrio de las capacidades e influencias intrínsecas versus extrínsecas es fundamental para comprender tanto la secuencia como las consecuencias del desarrollo óseo. Se ha sugerido que el modelo cartilaginoso que se forma en el centro de las extremidades es responsable y proporciona

el andamiaje para la formación ósea posterior. Estudios recientes de la tibia embrionaria de pollo indican que las células progenitoras osteogénicas se observan antes de la formación del núcleo condrogénico. En particular, una capa de cuatro a seis células, denominadas células apiladas, se forma alrededor de un núcleo precondrogénico de células indiferenciadas. Estas células osteoprogenitoras dan lugar a todo el hueso recién formado (Berendsen, 2015, pág. 4).

Es importante destacar que este hueso recién formado surge afuera y lejos del núcleo condrogénico de una manera similar a la formación de hueso intramembranoso. De hecho, el núcleo cartilaginoso no es reemplazado por hueso sino por tejidos vasculares y medulares. La interacción entre el collar osteogénico y el núcleo condrogénico proporciona un entorno que estimula la diferenciación adicional del núcleo del cartílago en cartílago hipertrófico y, finalmente, hace que este núcleo sea reemplazable por tejido vascular y medular. Existe una relación íntima entre las células osteogénicas y la vasculatura que es obligatoria para la formación activa de hueso. La formación de hueso en huesos largos, como la tibia, así como en la bóveda craneal parece proceder de manera similar, siendo la interacción del tejido vascular el aspecto más importante de la osteogénesis exitosa, en contraposición a la presencia o interacción del cartílago. Algunos estudios se han centrado en el desarrollo de huesos largos en aves, pero un estudio detallado del ratón y el hombre indica que muchas de las características generales observadas en las aves se aplican al desarrollo óseo de los mamíferos. Una hipótesis es que las reglas generales que gobiernan la formación embrionaria de huesos largos también se aplican a la formación de hueso ectópico y están relacionadas con aspectos de la reparación de fracturas (Caplan, 1988, pág. 12).

Durante el desarrollo del cartílago, los condrocitos se someten a un proceso de varios pasos caracterizado por cambios consecutivos en la morfología celular y la expresión génica. La

proliferación, polaridad, diferenciación y migración celular están influenciadas por la señalización química y mecánica entre la matriz extracelular (MEC) y la célula. Sin embargo, la contribución de las interacciones célula-matriz durante la condrogénesis temprana y el desarrollo adicional del cartílago a través de los receptores celulares y sus vías de transducción de señales aún no se comprende completamente. La determinación de las vías de señalización del receptor y la función de los objetivos posteriores ayudarán a comprender mejor las patologías musculoesqueléticas como la condrodisplasia y al desarrollo de nuevos enfoques para el tratamiento de los trastornos del cartílago. Se resumen hallazgos recientes, vinculando los receptores celulares y sus posibles vías de señalización para el control del comportamiento de los condrocitos durante la condrogénesis temprana y la osificación endocondral (Prein, 2019, pág.7).

3.2. Infancia y Prepubertad

Normalmente, se considera que los niños son aquellos individuos que transcurren por la primera instancia de la vida conocida como infancia y que es anterior a la pubertad. Los niños usualmente son entendidos como tales hasta los doce a catorce años en términos generales, aunque tal período de la vida es en algunos aspectos confusa en lo que hace al traspaso de etapas.

Un niño es un ser humano que aún no ha alcanzado la pubertad. Por lo tanto, es una persona que está en la niñez y que tiene pocos años de vida, en su sentido más amplio, la niñez abarca todas las edades del niño: desde que es un lactante recién nacido hasta la preadolescencia, pasando por la etapa de infante o bebé y la niñez media. El desarrollo del niño implica una serie de aprendizajes que serán claves para su formación como adulto. En los primeros años de vida, el niño debe desarrollar su lenguaje para después aprender a leer y escribir. Con el tiempo, el niño

pasa a educarse en la escuela y adquiere los conocimientos que la sociedad considera imprescindibles para la formación de las personas. En este proceso educativo, el niño asimila los valores de su cultura y la concepción vigente de la moral y la ética (Renström, 1988, pág. 2).

El periodo que comprende la niñez y la adolescencia puede dividirse, con relación a la práctica del ejercicio, según la situación evolutiva de las características mencionadas, en tres grandes fases (Renström, 1988, pág. 4):

- Fase 1: entre los 5 y los 11 años. Se extiende desde el inicio de la vida escolar hasta la prepuberal. Este grupo se caracteriza por una musculatura débil, una buena flexibilidad y una escasa capacidad de concentración, sobre todo si se ha de prolongar algo esa atención. El niño puede iniciarse en los deportes, pero sobre todo debe jugar. No se le ha de presionar en absoluto para que participe, y esa participación, en todo caso, ha de resultarle divertida.

- Fase 2: entre los 11 y los 15 años ocurre la pubertad y el gran brote de crecimiento. Aumenta considerablemente la capacidad aeróbica, incrementándose el VO₂ máximo. Se gana en fuerza y resistencia. En cuanto a la flexibilidad, existe una polémica, ya que clásicamente se señala una pérdida de esta durante ese crecimiento rápido y en cambio hay autores que no la advierten. El adolescente se inicia en actividades competitivas, aunque perder o ganar debe carecer de importancia, ya que sólo contribuye a que descubra que toda actividad tiene una finalidad, la existencia de normas que respetar, la importancia del trabajo en equipo, así como el respeto y consideración, al contrario.

- Fase 3: por encima de los 15 años. Acaba la adolescencia y comienza la edad adulta, termina el crecimiento y se completa el desarrollo muscular, puede forzarse el ejercicio físico a realizar y hacerlo de forma especializada.

La National Strength and Conditioning Association (1985) afirma lo siguiente:

- Los chicos en edad prepuberal muestran ganancias de fuerza muscular con el entrenamiento de fuerza.
- Estas ganancias, siempre que se deban a un entrenamiento apropiado, eliminan los riesgos de lesión derivados de la práctica de determinadas modalidades deportivas.
- El entrenamiento de fuerza produce beneficios psicológicos, como mejora de la propia imagen y aumento de la propia autoestima. (Sánchez-Sánchez et al, 2015, pág. 4).

Los niños en edad prepuberal o presentan aumentos significativos de la masa muscular por efecto del entrenamiento de fuerza, motivado por el bajo nivel de los andrógenos circulantes en estas edades. Los máximos beneficios obtenidos por el entrenamiento con cargas se logran a partir de la etapa postpuberal, siendo mínimos los que se logran en la etapa prepuberal. Teniendo en cuenta que durante el periodo de crecimiento de los prepúberes (10 a 12 años), algunas investigaciones han demostrado que para sujetos en edad prepuberal el peso óptimo de trabajo, para los movimientos de arrancada y dos tiempos es aquel que es capaz de levantar 5-6 veces (Dvorkin, 1985, pág. 4). El desarrollo de la fuerza se ve afectada por el reclutamiento y la sincronización de las unidades motoras y, por otra parte, de la reducción de la coactivación de los músculos antagonistas. Los efectos del entrenamiento con cargas externas sobre los factores de coordinación intermuscular e intramuscular permiten el progreso en el desarrollo de la fuerza durante el período prepuberal (Sánchez-Sánchez et al, 2015, pág. 8).

Cabe resaltar también que así como se es necesario conocer la serie de cambios tanto morfológicos como fisiológicos que se dan dentro del organismo del niño para poder aplicar correctamente las cargas, es necesario saber también cuando estas últimas en dependencia de la capacidad física a trabajar, y abordándolo desde el sistema muscular se evidencia que por el simple hecho de que las fibras musculares tienen distintos perfiles, su utilización o, más

concretamente, su reclutamiento también es diferente (Soares, 2011, pág. 3), mostrándonos a partir de allí que los diferentes tipos de carga tienen su punto correcto de aplicación, es decir, conocer en qué momento de la edad o desarrollo del niño, y su momento de la preparación entre otros factores externos es correcta y provechosa la aplicación de dichas cargas, por ejemplo es posible conseguir mejoras de la fuerza y la potencia muscular en los niños, incluso en niños en la etapa de desarrollo prepuberal (Kraemer, 2006, pág. 7) (Figura 4).

Figura 4. *Entrenamiento con Pesas en Niños.*



Adaptado de Salud Infantil, Los niños hacen pesas. (Padres y Colegios, 2017). Pág. 4)

3.3. Lesiones del Sistema Músculo Esquelético

La fisiología del sistema musculoesquelético en crecimiento hace que el atleta en crecimiento sea particularmente vulnerable a tipos específicos de lesiones (Nguyen, 2017, pág. 12). Las lesiones por sobreuso atlético se están convirtiendo en una entidad cada vez más común en la población pediátrica activa. La prevalencia de estas lesiones puede atribuirse a la

combinación de un sistema musculoesquelético subdesarrollado, una mayor participación en deportes de competición a una edad más temprana y una mayor duración e intensidad del entrenamiento. Muchas de estas lesiones pueden pasar desapercibidas y / o diagnosticadas, ya que no todas dan como resultado una pérdida de tiempo en los deportes y no siempre se aprecian en las imágenes. Si no se reconocen, no se tratan o se tratan mal, las lesiones por uso excesivo pueden tener consecuencias a largo plazo para la salud de los atletas jóvenes (Wu, 2016, pág. 20).

La lesión pediátrica por uso excesivo es una queja común que se presenta a los pediatras. La lesión por uso excesivo puede afectar los tejidos blandos o los huesos y es el resultado de un desequilibrio entre el entrenamiento y la carga de los tejidos y el tiempo de recuperación. En el atleta esqueléticamente inmaduro, el tejido epifisario y apofisario es particularmente vulnerable al uso excesivo, lo que resulta en diferentes patrones de lesión en comparación con los adultos. El conocimiento de los patrones de uso excesivo que dependen de la edad es necesario para el reconocimiento, el tratamiento y la prevención adecuados de las lesiones (Pengel, 2014, pág. 12).

El atleta pediátrico con placas fisarias abiertas es más susceptible a lesiones de la placa de crecimiento y fracturas por avulsión que a lesiones de ligamentos y tendones musculares que ocurren con mayor frecuencia en adultos. Las contusiones y distensiones musculares son lesiones comunes en los atletas jóvenes. Aunque son raros en las etapas tempranas y medias de la infancia, se vuelven bastante comunes durante el período de crecimiento acelerado. La curación de los tejidos musculares es mucho más rápida en los niños que en los adultos, pero debe asegurarse que se recupere el movimiento y la fuerza completos antes de volver a las actividades deportivas, porque las recurrencias de las lesiones pueden provocar complicaciones más graves,

como la miositis osificante. Por otro lado, las lesiones tendinosas agudas son bastante raras en los niños; sin embargo, el estrés submáximo repetitivo puede conducir a síndromes de uso excesivo (Karahan, 2004, pág. 10) (Figura 5).

Figura 5. *Lesión Meniscal en Niños.*



Adaptado de Lesiones deportivas en niños y adolescentes (Revista médica Los Condes, 2012, pág. 5)

Se ha demostrado que el entrenamiento de resistencia juvenil reduce no solo el riesgo de lesiones, sino también el desarrollo de diabetes y síndrome metabólico. El tiempo de recuperación adecuado también reduce el riesgo de lesiones, y hay recursos como RESTQ-Sport disponibles para ayudar a los entrenadores a identificar los desequilibrios de la recuperación del estrés, que pueden detectarse dos meses antes de que un atleta se sobrepase. Mediante la detección temprana del sobreentrenamiento, se puede prevenir una proporción significativa de

las lesiones por sobreuso. La especialización temprana hace que se trabajen menos grupos de músculos y aumenta la repetición, lo que teóricamente aumenta el riesgo de lesiones y abandono deportivo temprano. Antes de la pubertad, se puede lograr una mayor activación y adaptación neuronal centrándose en la agilidad, el equilibrio y la coordinación, aprovechando así la mayor sinaptoplasticidad. Una proporción sustancial de las lesiones de los jóvenes se pueden prevenir. Los entrenadores y educadores físicos que comprenden y aplican correctamente los principios descritos en esta revisión pueden ayudar a los jóvenes bajo su supervisión a participar en un entrenamiento deportivo saludable (Walters, 2018, pág. 24).

Las lesiones de pie y tobillo son la segunda razón más común por la que los atletas jóvenes deben acudir a un médico de atención primaria y representan hasta el 30% de las visitas a las clínicas de medicina deportiva en esta población. Las mayores expectativas de rendimiento de los jóvenes atletas de hoy en día han dado lugar a intensas demandas de entrenamiento y competencia. Con el aumento de las tasas de participación deportiva entre niños y adolescentes, es importante que los médicos tratantes comprendan la evaluación y el tratamiento de las lesiones de tobillo observadas en el atleta pediátrico. Al tratar a los atletas jóvenes, es importante tener en cuenta las diferencias anatómicas y de desarrollo únicas entre el tobillo esqueléticamente maduro y el esquelético inmaduro. Estas diferencias predisponen a los atletas jóvenes a sufrir lesiones únicas que no se ven en los adultos (Erickson, 2016, pág. 24).

Las lesiones de hombro en los atletas pediátricos suelen ser causadas por lesiones agudas o por uso excesivo. Las estructuras en desarrollo del hombro conducen a patrones de lesión que son distintos de los de los atletas adultos. Las lesiones por uso excesivo a menudo afectan las estructuras fisarias del húmero proximal y pueden provocar dolor y pérdida de la práctica

deportiva. La inestabilidad del hombro es común en los atletas pediátricos y la recurrencia también es una preocupación en esta población. Las fracturas del húmero proximal y la clavícula generalmente se tratan con manejo conservador, pero existe una tendencia hacia la intervención quirúrgica (Moyer, 2016, pág. 9).

En una revisión hecha por Cohen (2010) donde se revisaron 50 investigaciones que involucran la rehabilitación de lesiones musculoesqueléticas pediátricas relacionadas con el deporte para determinar el diseño del estudio (nivel de evidencia), se concluyó que la literatura carecía de estudios controlados bien diseñados: 1) para abordar temas relevantes para el atleta pediátrico lesionado y 2) para determinar el programa óptimo para cada lesión / diagnóstico relacionado con el deporte para acelerar el regreso al deporte y que a menudo, los programas no estaban suficientemente detallados para permitir su reproducción (Cohen, 2010, pág. 8).

En el 2018 White describe las lesiones en la zona de los isquiotibiales en deportistas jóvenes de 12 a 16 años que levantan pesas. Se identificaron 50 lesiones en el complejo de músculos isquiotibiales incluyeron 14 lesiones en el bíceps femoral, 17 en el complejo semitendinoso-semimembranoso, 10 casos de dolor muscular de aparición tardía (DOMS) y nueve avulsiones de la tuberosidad isquiática. Las lesiones en los isquiotibiales se identificaron por primera vez en atletas jóvenes a partir de los nueve años, con una tasa de aumento relacionada con la edad hasta los 15 años, y una incidencia menor a los 14, 16 y 18. El tiempo promedio perdido después de una lesión en los isquiotibiales fue de 21 años. días y 43,4 días después de la avulsión del isquion. La mayor incidencia de lesiones se produjo en jugadores de fútbol. Se concluyó que lesiones de isquiotibiales en este grupo de jóvenes deportistas son menos prevalentes que en adultos (White, 2018, pág. 8).

Un estudio transversal realizado por B Owen (2014) tuvo como objetivo determinar la incidencia autonotificada (que cada participante notificó), durante un año de uso excesivo y lesiones deportivas traumáticas y los factores de riesgo de lesiones en 4363 niños de 11 a 15 años que participan en un campamento de verano en siete deportes diferentes respondieron un cuestionario. Se investigaron varios factores de riesgo de lesiones, como el sexo, la edad, la cantidad de horas dedicadas al entrenamiento en general y al entrenamiento de resistencia con pesas. Encontraron que casi la mitad de los participantes se habían lesionado como resultado de la participación en un deporte durante el año anterior significativamente más en niños que niñas (53%, 95% CI 50-55% vs 46%, IC del 95%: 43-48%; $P < 0,001$). Tres factores contribuyeron al aumento de la incidencia de lesiones deportivas: edad, sexo y entrenamiento de resistencia con pesas. El tiempo dedicado al entrenamiento de resistencia con pesas se asoció significativamente con las lesiones deportivas en un análisis de regresión logística. En los niños de 11 a 15 años, el riesgo de sufrir una lesión relacionada con el deporte aumentaba con la edad. El entrenamiento con pesas fue el único factor de riesgo modificable que contribuyó a un aumento significativo en la incidencia de lesiones deportivas (B Owen, 2014, pág. 10).

4. Entrenamiento con Cargas Externas en Niños y Prepúberes

La actividad física regular no solo es esencial para el crecimiento y desarrollo normales, sino que también un estilo de vida físicamente activo durante los años pediátricos puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollar algunas enfermedades crónicas más adelante en la vida (Biddle, 2011, pág. 10). Además de las actividades aeróbicas como nadar y andar en bicicleta, La investigación indica cada vez más que el entrenamiento de resistencia puede ofrecer beneficios

únicos para niños y adolescentes cuando se prescribe y supervisa adecuadamente (Marker, 2018, pág. 20). La aceptación calificada del entrenamiento de resistencia juvenil por parte de organizaciones médicas, de fitness y deportivas se está volviendo universal (B Owen, 2014, pág. 8). Hoy en día, los programas escolares integrales están diseñados específicamente para mejorar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, que incluyen la fuerza muscular (Sharma, 2018, pág. 9). Además, la industria de los clubes de salud y el acondicionamiento deportivo se está involucrando más en el mercado del acondicionamiento físico juvenil.

Malina (2006) revisó los efectos de los programas de entrenamiento de resistencia en la juventud prepuberal y temprana en el contexto de la respuesta, y la influencia potencial sobre el crecimiento y la maduración y la aparición de lesiones. Realizaron una revisión sistemática y encontraron veintidós informes sobre protocolos experimentales de entrenamiento de fuerza, excluyendo los programas isométricos, en la población de interés (juventud prepuberal y temprana). Los protocolos de entrenamiento experimentales con pesas y máquinas de resistencia y con supervisión y bajas proporciones donde el instructor acompañe siempre al participante son relativamente seguros y no impactan negativamente en el crecimiento y maduración de la juventud prepuberal y temprana (Malina, 2006, pág. 2).

Lesinski (2016) cuantificó la edad, el sexo, el deporte y los efectos específicos del tipo de entrenamiento del entrenamiento de sobrecarga sobre el rendimiento físico, y caracterizar las relaciones dosis-respuesta de los parámetros del entrenamiento de sobrecarga que podrían maximizar las ganancias en el rendimiento físico en atletas jóvenes. Se concluyó que el entrenamiento de resistencia es un método eficaz para mejorar la fuerza muscular y el rendimiento del salto en atletas jóvenes, moderado por sexo y tipo de entrenamiento de resistencia. Las relaciones dosis-respuesta para los parámetros de entrenamiento clave indican

que los entrenadores de jóvenes deben implementar principalmente programas de entrenamiento de resistencia con menos repeticiones y mayores intensidades para mejorar las medidas de rendimiento físico de los atletas jóvenes (Lesinski, 2016, pág. 2).

Rodríguez-Rosel (2017) comparó la efectividad del entrenamiento con pesas de bajo volumen y carga baja combinado con pliometría sobre la fuerza, el sprint y el rendimiento en saltos en jugadores de fútbol de diferentes edades. Ochenta y seis jugadores de fútbol de la misma academia fueron categorizados en 3 grupos por edad (menores de 13 años, U13, $n = 30$; menores de 15, U15, $n = 28$; y menores de 17, U17, $n = 28$) y luego asignados al azar en 2 subgrupos: un grupo de entrenamiento de fuerza (STG) y un grupo de control (CG). El programa de entrenamiento de fuerza se realizó dos veces por semana durante 6 semanas y consistió en sentadillas completas (carga: 45-60% 1 repetición máxima; volumen: 3 series de 8-4 repeticiones), saltos y ejercicios de sprint en línea recta. Después de la intervención de entrenamiento, los STG mostraron mejoras significativas en la fuerza máxima (7.5-54.5%; $p < 0.001$), altura de salto (5.7-12.5%; $p < 0.01-0.001$) y tiempo de sprint (-3.7 a -1.2%; $p \leq 0.05-0.001$), mientras que no se encontraron ganancias significativas para ninguna variable en los GC. La comparación entre los grupos experimentales resultó en una mayor magnitud de cambio para los jugadores de fútbol U13 en comparación con U15 (tamaños del efecto [ES]: 0.10-0.53) y U17 (ES: 0.14-1.41) jugadores de fútbol en la mayoría de las variables, mientras que U15 mostró mayores mejoras en salto y parámetros de fuerza que los jugadores de fútbol U17 (ES: 0.25- 0.90). Por lo tanto, los resultados indican que un programa combinado de entrenamiento con pesas y pliometría puede ser eficaz para obtener ganancias de fuerza, salto y velocidad en jugadores de fútbol de diferentes edades, el programa de entrenamiento utilizado parece ser, en general, menos eficaz a medida que aumenta la edad de los jugadores de fútbol. Por tanto, parece

que las características del entrenamiento (principalmente volumen, intensidad y tipo de ejercicio) deberían modificarse en relación con el estado de madurez y el nivel de fuerza inicial (Rodríguez-Rosell, 2017, pág. 2).

Chaouachi (2014) evaluó la efectividad del levantamiento de pesas estilo olímpico (OWL), la pliometría y los programas tradicionales de entrenamiento de resistencia (RT) con niños. Sesenta y tres niños (10-12 años) fueron asignados al azar a un programa de control de OWL, pliométrico o tradicional de RT de 12 semanas. Las pruebas previas y posteriores al entrenamiento incluyeron índice de masa corporal (IMC), suma de pliegues cutáneos, salto con contramovimiento (CMJ), salto horizontal, equilibrio, tiempos de sprint de 5 y 20 m, fuerza isocinética y potencia a 60 y 300 °. Todas las intervenciones fueron en general superiores al grupo de control. El levantamiento de pesas olímpico tenía > 80% de probabilidades de proporcionar mejoras sustancialmente mejores que el entrenamiento pliométrico para CMJ, salto horizontal y tiempos de sprint de 5 y 20 m, mientras que > 75% de probabilidades de superar sustancialmente el RT tradicional para el equilibrio y la potencia isocinética a 300 ° · s (-1). El entrenamiento pliométrico tenía > 78% de probabilidades de provocar adaptaciones de entrenamiento sustancialmente mejores que la RT tradicional para el equilibrio, fuerza isocinética a 60 y 300 ° · s (-1), potencia isocinética a 300 ° · s (-1) y 5 y 20 -m sprints. La RT tradicional solo superó el entrenamiento pliométrico para el IMC y la potencia isocinética a 60 ° · s (-1). Por lo tanto, se concluyó que OWL y la pliometría pueden proporcionar adaptaciones de rendimiento similares o mayores para los niños (Chaouachi, 2014, pág. 3).

Hind (2007) evaluó los ensayos controlados aleatorios y no aleatorios hasta la fecha, sobre los efectos del ejercicio sobre la acumulación de minerales óseos en niños y adolescentes.

Se revisaron veintidós ensayos. Nueve se realizaron en niños prepúberes (Tanner I), 8 en la pubertad temprana (Tanner II-III) y 5 en la pubertad (Tanner IV-V). Los tamaños de las muestras variaron de $n = 10$ a 65 por grupo. Las intervenciones con ejercicios incluyeron juegos, baile, entrenamiento de resistencia y ejercicios de salto, con una duración de entre 3 y 48 meses. Aproximadamente la mitad de las pruebas ($n = 10$) incluyeron datos de la fuerza de reacción del suelo (GRF) (2 a 9 veces el peso corporal). Todos los ensayos en niños púberes tempranos, seis en niños prepúberes y dos en niños púberes, informaron efectos positivos del ejercicio sobre los huesos ($P < 0,05$). Los aumentos medios en los parámetros óseos durante 6 meses fueron 0,9-4,9% en prepúberes, 1,1-5,5% en puberales tempranos y 0,3-1,9% en deportistas puberales en comparación con los controles ($P < 0,05$). Aunque el ejercicio con pesas parece mejorar la acumulación de minerales óseos en los niños, particularmente durante la pubertad temprana; no queda claro qué constituye el programa de ejercicio óptimo. Muchos estudios hasta la fecha tienen un alto riesgo de sesgo y solo unos pocos tienen un riesgo bajo. Las principales limitaciones se referían a los procedimientos de selección, las tasas de cumplimiento y el control de variables. Se necesitan investigaciones más bien diseñadas y controladas. Además, la intervención de ejercicio específica que proporcionará el estímulo óptimo para la acumulación máxima de minerales óseos no está clara. Los futuros estudios cuantitativos de dosis-respuesta que utilicen muestras de mayor tamaño e intervenciones que varíen en GRF y frecuencia pueden caracterizar los programas de ejercicio más y menos efectivos para la acumulación de minerales óseos en esta población (Hind, 2007, pág. 3).

White (2018) examinó los efectos de un programa de entrenamiento cruzado en la escuela sobre el índice de masa corporal (IMC), las actitudes hacia la actividad física (ATPA), y la actividad física (PA) los niveles de los niños en el 4^{to} y 5^{to} grados. Los niños ($N = 118$) se

dividieron en control ($n = 60$) y experimentales ($n = 58$) grupos según la disponibilidad de clases. Mientras que el grupo de control continuó las clases académicas como de costumbre, el grupo experimental participó en entrenamiento cruzado que incluía entrenamiento de resistencia (RT), calistenia y estiramiento dos veces por semana durante 10 semanas. Las medidas antes y después de la intervención incluyeron altura, masa, ATPA y AF. Se calculó el IMC y se evaluaron los niveles de ATPA y PA mediante un cuestionario. Los grupos no difirieron significativamente ($p > .05$) ni antes ni después de la intervención con respecto al IMC, ATPA y AF. Sin embargo, los niveles de IMC y AF aumentaron significativamente con el tiempo para ambos grupos ($p \leq .05$). En general, el entrenamiento cruzado en un entorno escolar puede ser una opción segura y agradable para la participación en actividades físicas. Los aumentos del IMC y la AF probablemente fueron el resultado del proceso de crecimiento natural y los cambios en los patrones climáticos estacionales, respectivamente. Sin embargo, el entrenamiento cruzado no restó valor a los niveles de AF y puede haber llevado a un aumento general en los niveles de AF. Dado que los análisis de subdominios revelaron una actitud disminuida hacia la salud y el estado físico en el grupo experimental, se recomiendan programas más cortos que involucren RT con varios protocolos (White, 2018, pág. 3).

Keiner (2013) estableció valores de referencia para el rendimiento de la fuerza en las sentadillas delanteras y traseras en atletas jóvenes. El rendimiento de la fuerza en sentadillas delanteras y traseras de 141 jugadores de fútbol juvenil de élite se evaluó mediante un máximo de 1 repetición (1RM) y 1RM relacionado con el peso corporal (SREL). Los sujetos tenían entre 11 y 19 años y se dividieron en 2 grupos y 4 subgrupos (A = menores de 19 años, B = menores de 17 años, C = menores de 15 años y D = menores de 13 años). Durante aproximadamente 2 años, un grupo (grupo de control [CG]) sólo participó en el entrenamiento de fútbol de rutina y el

otro grupo (grupo de entrenamiento de fuerza [STG]) participó en un programa de entrenamiento de fuerza adicional junto con el entrenamiento de fútbol de rutina. Además, se examinó el rendimiento de la fuerza en un 5RM en ambas variantes de sentadillas de 105 levantadores de pesas de élite jóvenes (Organización Nacional de Halterofilia de Baden Württemberg, [BWG]) para mostrar el alto nivel de capacidad de entrenamiento de niños y adolescentes y para determinar los valores de fuerza de referencia para los jóvenes. Atletas. El STG se realizó en el SREL de sentadilla frontal paralela en los subgrupos A 1.7 +/- 0.2, B 1.6 +/- 0.2, C 1.4 +/- 0.2 y D 0.9 +/- 0.3. El STG tuvo valores de fuerza significativamente ($p < 0,001$) más altos en 1RM y SREL que CG. El BWG tuvo valores de resistencia más altos que STG, pero el BWG no fue parte del análisis estadístico debido a los diferentes protocolos de prueba (1RM vs.5RM). Nuestros datos muestran que el SREL en sentadillas paralelas para atletas de élite jóvenes con experiencia de entrenamiento a largo plazo debe ser un mínimo de 2.0 para los de 16 a 19 años, de 1.5 para los de 13 a 15 años y de 0.7 para los de 11 años. - a los 12 años (Keiner, 2013, pág. 1).

Faigenbaum (2002) comparó los efectos de 1 y 2 días por semana de entrenamiento de fuerza sobre la fuerza de la parte superior del cuerpo, la fuerza de la parte inferior del cuerpo y la capacidad de rendimiento motor en los niños. Veintiún niñas y 34 niños entre las edades de 7.1 y 12.3 años se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. Los participantes entrenaron la fuerza una vez por semana ($n = 22$) o dos veces por semana ($n = 20$) durante 8 semanas en un gimnasio para jóvenes de la comunidad. Cada sesión de entrenamiento consistió en una sola serie de 10 a 15 repeticiones en 12 ejercicios utilizando máquinas de pesas de tamaño infantil. Trece niños que no entrenaron con fuerza sirvieron como controles de la misma edad. Se evaluó la fuerza de una repetición máxima (1RM) en la prensa de pecho y prensa de piernas,

fuerza de agarre, salto de longitud, salto vertical y flexibilidad al inicio y después del entrenamiento. Solo los participantes que entrenaron la fuerza dos veces por semana obtuvieron ganancias significativamente mayores en la fuerza de la prensa de pecho 1RM, en comparación con el grupo de control (11.5 y 4.4% respectivamente, $p < .05$). Los participantes que entrenaron una y dos veces por semana obtuvieron ganancias en la fuerza de la prensa de piernas 1RM (14.2 y 24.7%, respectivamente) que fueron significativamente mayores que las ganancias del grupo de control (2.4%). En promedio, los participantes que entrenaron fuerza una vez por semana lograron el 67% de las ganancias de fuerza 1RM. No se observaron diferencias significativas entre los grupos en otras medidas de resultado. Estos hallazgos apoyan el concepto de que la fuerza muscular se puede mejorar durante los años de la infancia y favorecen una frecuencia de entrenamiento de dos veces por semana para los niños que participan en un programa de entrenamiento de fuerza introductorio-(Faigenbaum A. D., 2002, pág. 2).

Faigenbaum (2003) evaluó la seguridad y eficacia de la prueba de fuerza de 1 repetición máxima (1RM) en niños sanos. Treinta y dos niñas y 64 niños entre 6.2 y 12.3 años (edad promedio 9.3 +/- 1.6 años) se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. Todos los sujetos fueron evaluados por condiciones médicas que podrían empeorar durante la prueba de fuerza máxima. Bajo la estrecha supervisión de profesionales calificados, cada sujeto realizó una prueba de 1RM en 1 ejercicio de la parte superior del cuerpo (prensa de pecho de pie o sentado) y 1 ejercicio de la parte inferior del cuerpo (prensa de piernas o extensión de piernas) utilizando máquinas de entrenamiento con pesas de tamaño infantil. No se produjeron lesiones durante el período de estudio y los sujetos toleraron bien el protocolo de evaluación. No se encontraron diferencias de género para ninguna prueba de fuerza de la parte superior o inferior del cuerpo. Estos hallazgos demuestran que los niños sanos pueden realizar pruebas de fuerza 1RM

de forma segura, siempre que se sigan los procedimientos adecuados (Faigenbaum A. D., 2003, pág. 2).

Mitchell (2011) comparó el torque máximo (Tq), la tasa máxima de desarrollo del torque (RTD) y la tasa de activación muscular (aumento de EMG, Q30), en extensión isométrica de rodilla (KE) y flexión (KF), en pre y temprano -niños con entrenamiento de fuerza y resistencia púberes frente a no deportistas mínimamente activos. Nueve gimnastas, 12 nadadores y 18 no atletas (7-12 años), realizaron KE y KF isométricos máximos y rápidos. Los valores de Tq, RTD, retardo electromecánico (EMD) y Q30 se calcularon a partir del par promedio y las trazas de EMG de superficie. Se concluyó que atletas de potencia prepuberales y tempranos tienen una mayor tasa de activación muscular en músculos entrenados específicamente en comparación con los controles o los atletas de resistencia, lo que sugiere que el entrenamiento específico puede resultar en cambios en el patrón de activación muscular antes del inicio de la pubertad (Mitchell, 2011, pág. 3).

A partir del debate considerable sobre los beneficios de que los niños participen en programas de entrenamiento con pesas, en el 2018 Torres & cols, investigaron los beneficios potenciales de dicho entrenamiento en regímenes de rehabilitación específicos, la seguridad / eficacia del entrenamiento. Participaron 91 personas de entre 12 y 16 años. Se usó un ANOVA de 2 x 2 x 2 para examinar las diferencias antes y después de la prueba en seis medidas de fuerza, ocho medidas antropométricas, cinco medidas de rendimiento motor y una medida de flexibilidad asociada con la participación de 12 veces por semana programa de resistenciaprogresiva. Además, se examinó la seguridad del programa de entrenamiento con pesas. Para el rendimiento motor, el grupo experimental tuvo mayores mejoras en tres de los cinco parámetros. El grupo experimental también tuvo ganancias significativamente mayores en flexibilidad. El

programa de entrenamiento con pesas se asoció con una sola lesión. Estos hallazgos apoyan la observación general de que los niños que participan en un programa de entrenamiento con pesas pueden obtener beneficios físicos de manera segura. segura (Torres, Sánchez, Pérez, Arias, & Villamil, 2018, pág. 2).

5. Discusión

Como se describió inicialmente, el objetivo del presente estudio fue presentar los efectos del entrenamiento de pesas sobre el desarrollo musculoesquelético en niños y prepúberes; a partir de la literatura consultada se encontraron los siguientes efectos:

Tabla 1. *Efectos del Entrenamiento de Pesas en Niños y Prepúberes.*

EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CON PESAS		
No.	Efecto	Artículos Referencia
1	Mejora de la fuerza máxima	3 artículos
2	Transferencia de fuerza a velocidad	5 artículos
3	Transferencia de fuerza a potencia	5 artículos
4	Método seguro para el mejoramiento de las capacidades físicas	6 artículos
5	Mejoramiento de la resistencia y la potencia máxima	5 artículos
6	Reducción de lesiones en disciplinas de competición base	3 artículos
7	Factor de riesgo de lesiones	5 artículos

Tabla 2. *Diferencias del Entrenamiento de Pesas en Niños y Prepuberres.*

DIFERENCIAS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS – PREPUBERES		
Parámetros para evaluar	Niños	Prepuberres
Edad - Genero 5 - 11 años	Los niños adquieren rápidamente aumentos significativos de fuerza y resistencia muscular.	Los chicos aumentan más rápido su fuerza muscular por la testosterona, mientras las niñas son más demoradas por la falta de esta.
Duración del ejercicio	Entre 8 y 12 repeticiones por serie	Entre 3 y 8 repeticiones por serie para fuerza máxima.
Tipos de ejercicio	Levantamientos con peso libre como cargadas, peso muerto, sentadillas, press militar, jalones, trabajos isométricos en base inestable. Trabajos con la completa amplitud de movimiento.	Igual que en niños.
Pico de ganancia de fuerza	Alrededor de los 1.2 años después de producirse el pico de velocidad de crecimiento vertical (estatura) y ~0.8 años antes que el pico de velocidad de aumento de peso corporal.	En las niñas se descubre una fase de mayor incremento de fuerza justo luego del pico de velocidad de crecimiento en estatura, al producirse la primera menstruación.
Fisiología Muscular	Los niños al no tener completamente desarrolladas vías energéticas glucolíticas y mostrar una tendencia a convocar menor cantidad de unidades motoras rápidas, producen menor fuerza y potencia, no sólo en términos absolutos sino también cuando se los relaciona al peso corporal.	El sistema músculo esquelético del niño prepúber es más elástico, tiene poco tono y definición, aunque respecto del adulto posee un notable irrigación y flujo sanguíneo que junto a su gran densidad mitocondrial lo predisponen para realizar trabajos fundamentalmente aeróbicos.

5.1 Mejora de la Fuerza Máxima

La ganancia de fuerza no parece implicar un claro aumento de la masa muscular, lo cual demuestra que la mejora de la fuerza máxima no sólo depende de factores vinculados al desarrollo muscular, y no afectan la potencia del individuo en la realización de los diferentes gestos técnicos. Sin embargo, existen factores cualitativos asociados a la función neuronal, que son altamente responsables de la mejora con los principiantes en el entrenamiento de contra

resistencia y en este caso particular de autocarga, ya que el desarrollo de una capacidad física puede conducir a la mejora de otras (Madsen & Wilke, 1983, pág. 5) (Biddle, 2011, pág. 10), (Hind, 2007, pág. 3).

5.2 Transferencia de Fuerza a Velocidad

En este sentido, algunos estudios han revelado, en muestras con edades de entre los 5 a los 11 años, una buena transferencia de entrenamiento con carga externa a la velocidad ejercicio de más de 30 metros (Han, 2017, pág. 8), (Keiner, 2013, pág. 1), (Faigenbaum A. D., 2002, pág. 2), (Faigenbaum A. D., 2003, pág. 2), (Mitchell, 2011, pág. 3).

5.3 Transferencia de Fuerza a Potencia

Algunos estudios demuestran que la inclusión de ejercicios de fuerza especialmente con cargas externas y pesas, permiten la transferencia de ganancias de fuerza a la potencia de los individuos (Faigenbaum A. D., 2002, pág. 3), (Sánchez-Sánchez et al, 2015, pág. 4), (Kraemer, 2006, pág. 7), (Marker, 2018, pág. 20), (Sharma, 2018, pág. 9).

5.4 Método Seguro para el Mejoramiento de las Capacidades Físicas

La literatura consultada indica que el entrenamiento de pesas es un método seguro, y cuenta como una actividad eficaz y valiosa para niños y adolescentes siempre que profesionales calificados supervisen todas las sesiones de capacitación y proporcionen instrucción adecuada a la edad sobre los procedimientos de entrenamiento con pesas adecuados y las pautas de capacitación seguras (Faigenbaum A. D., 2010, pág. 9), (Rodríguez-Rosell, 2017, pág. 2),

(Chaouachi, 2014, pág. 3), (White, 2018, pág. 3).Cualquier programa de entrenamiento bien diseñado que implique el uso de cargas debe considerarse una estrategia eficaz y segura para el mejoramiento de la fuerza de la persona que lo está realizando (Faigenbaum A. M., 2011, pág. 4), (Malina, 2006, pág. 2), (Lesinski, 2016, pág. 2),

5.5 Mejoramiento de la Resistencia y la Potencia Máxima

Una intensidad y carga razonables y volumen combinado con un número mínimo de sesiones de capacitación, efecto positivo en los valores de resistencia (Benítez, 2014, pág. 5), el uso de intensidades entre el 70 y 90% de la capacidad máxima estimada, ha generado algunos efectos positivos en la potencia dinámica máxima. El mismo hecho se observó en otros estudios donde utilizaron parámetros de carga similares (Benítez, 2014, pág. 5), (Nguyen, 2017, pág. 12), (Pengel, 2014, pág. 12), (Karahana, 2004, pág. 10).

5.6 Reducción de Lesiones en Disciplinas de Competición Base

La participación regular en un programa de entrenamiento con pesas que comienzadurante la pretemporada e incluye instrucción sobre biomecánica del movimiento puede reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el deporte en los atletas jóvenes (Faigenbaum A. D., 2010, pág. 5), (Walters, 2018, pág. 24), (White, 2018, pág. 8).

5.7 Factor de Riesgo de Lesiones

Varios informes de estudios de caso y cuestionarios retrospectivos sobre el ejercicio de resistencia y los deportes competitivos de entrenamiento de pesas revelan que las lesiones se han producido en levantadores jóvenes, aunque la mayoría puede clasificarse como accidental (Guy,

2001, pág. 3), (Erickson, 2016, pág. 24), (Moyer, 2016, pág. 9), (B Owen, 2014, pág. 10), (Torres, Sánchez, Pérez, Arias, & Villamil, 2018, pág. 2).

6. Conclusiones

Al final de la investigación se puede concluir de primera mano que el entrenamiento de pesas es un método seguro para niños y adolescentes siempre y cuando existan profesionales calificados a la mano para que supervisen todas las sesiones de capacitación y proporcionen la instrucción adecuada al individuo concreto, según edad, peso, etc., sobre los procedimientos de entrenamiento adecuados y las pautas de entrenamiento seguro.

Igualmente, en la mayoría de los casos se concluye que los niños y jóvenes que tienen entrenamiento con pesas añadidas obtienen mejor desarrollo físico-químico corporal y una mayor proyección de perfeccionamiento en otras áreas de su vida personal (deportistas natos, competidores tempranos, etc.) que aquellos que no se ejercitan de esta manera.

También se demostró que aunque aún se evidencian lesiones por entrenamiento de pesas en niños y adolescentes, varios informes indican que ocurren pocas lesiones en programas cuidadosamente supervisados. La causa más común de lesiones posiblemente se deba a la pérdida de forma cuando se levantan pesos pesados. Por eso son importantes la implementación de la técnica adecuada, la búsqueda de una buena supervisión y el seguimiento de programas de entrenamiento adecuados al nivel de madurez física y emocional del atleta. En todo caso, se deduce que los riesgos de lesión son menores a los beneficios potenciales.

Finalmente, se concluye que hay que motivar el entrenamiento con pesas en niños y jóvenes para que lo ejerzan con fines recreativos o como medio de entrenamiento deportivo.

Se sugiere realizar más estudios en diferentes poblaciones con alto nivel y grado de evidencia respecto al tema en cuestión especialmente en la región local para generar consciencia de los efectos reales de este tipo de entrenamiento.

7. Aporte del Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación

Los procesos de entrenamiento traen consigo diferentes aumentos y/o mejoras en términos de capacidades físicas condicionales y coordinativas, lo cual, puede mejorar la calidad de vida de los niños y prepúberes, así que teniendo en cuenta la anterior premisa, se pueden orientar desde la Cultura física diferentes programas de ejercicio físico basados en el entrenamiento de Pesas, que le permitan tener una óptima condición física a la población infantil, y donde se busque el mantenimiento y mejora de las capacidades físicas a partir de sus componentes físico, emocional y social.

A lo largo de la revisión de los artículos investigados y la redacción de la presente monografía se puede observar que el entrenamiento de Pesas representa una amplia cantidad de aspectos favorables en términos de capacidades físicas funcionales y la calidad de vida tanto de la población general como la población infantil quienes fueron el objetivo de esta trabajo de monografía, con lo cual, la función de los profesionales egresados del programa de Cultura física, Deporte y Recreación es ser protagonistas en esa consecución de la mejora y el mantenimiento de las capacidades físicas de dicha población.

Se hace imprescindible la individualización cada vez que se apliquen diferentes cargas en diferentes programas de ejercicio físico, y en este caso puntual el entrenamiento de Pesas, buscando que los participantes perciban como la aplicación de estas cargas tiene impacto sobre sus capacidades físicas funcionales, su composición corporal y por ende en su calidad de vida sin

poner en riesgo su salud; lo cual implica un reto para el profesional en Cultura física, quien debe identificar los diferentes factores de riesgo de cada persona que esté a su cargo.

Es posible a partir de la literatura consultada crear una serie de protocolos tipo Entrenamiento de Pesas para niños y prepúberes donde para cada una de ellas se haga cierto tipo de claridades del principio FITT (frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio); con las cuales se haga más práctico la aplicación de dichas cargas, y si es posible poderlas someter a un estudio piloto donde se pueda evaluar la posibilidad de validarlas para medir las diferentes capacidades físicas funcionales en la población dicha en el área metropolitana de Bucaramanga.

Referencias

- Andrew., F. (2020). Strength training for children and adolescents. *Clinics in sports medicine*, 19(4), 593-619. doi:10.1016 / s0278-5919 (05) 70228-3
- American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness, McCambridge, T. M., & Stricker, P. R. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121(4), 835-840. doi:10.1542 / peds.2007-3790
- B Owen, K. S. (2014). Self-determined motivation and physical activity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Preventive medicine*, 67, 270-279. doi:10.1016 / j.ypmed.2014.07.033
- Barbieri, D. Z. (2013). Strength training for children and adolescents: benefits and risks. *Collegium antropologicum*, 37(2), 219-225. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23914510/>
- Behringer, M. G. (2014). Effects of weight-bearing activities on bone mineral content and density in children and adolescents: a meta-analysis. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 29(2), 467-478. doi:10.1002 / jbmr.2036
- Benítez, S. (2014). La carga de entrenamiento.
- Benson, A. C. (2008). Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 9(1), 43-66. doi:10.1111 / j.1467- 789X.2007.00388.x

- Berendsen, A. D. (2015). Bone development. *Bone*, 80, 14-18. doi:10.1016 / j.bone.2015.04.035
- Biddle, S. J. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *British journal of sports medicine*, 45(11), 886-895. doi:10.1136 / bjsports- 2011-090185
- Bompa, T. (2003). *Priodización: Teoría y metodología del entrenamiento*. Madrid: Hispano-Europea.
- Burgueño, R., López, D., Romero, F., García, A., & Mallagaray, S. (2012). Conceptos básicos sobre la dinámica de esfuerzos: aplicación a la carga de entrenamiento. *EFDeportes*, 168.
- Caplan, A. I. (1988). Bone development. *Ciba Foundation symposium*, 136, 3-21. doi:10.1002 / 9780470513637.ch2
- Chaouachi, A. H. (2014). Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 28(6), 1483-1496. doi:10.1519 / JSC.0000000000000305
- Cohen, E. S. (2010). Rehabilitation of pediatric musculoskeletal sport-related injuries: a review of the literature. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 46(2), 133-145. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20485218/>
- Demorest, R. A. (2004). Training issues in elite young athletes. *Current sports medicine reports*, 3(3), 167-172. doi:10.1249 / 00149619-200406000-00013
- Erickson, J. B. (2016). Ankle Injuries in the Pediatric Athlete. *Sports medicine and arthroscopy review*, 24(4), 170-177. doi:10.1097 / JSA.0000000000000125

- Faigenbaum, A. D. (2002). Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(4), 416-424. doi:10.1080 / 02701367.2002.10609041
- Faigenbaum, A. D. (2003). Maximal strength testing in healthy children. *Journal of strength and conditioning research*, 17(1), 162-166. doi:10.1519 / 1533-4287 (2003) 017 <0162: mstihc> 2.0.co; 2
- Faigenbaum, A. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effect. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63. doi:10.1136 / bjsm.2009.068098
- Faigenbaum, A. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63. doi:https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.068098
- Faigenbaum, A. M. (2011). Resistance training and pediatric health. *Revista Kronos*, 10(1), 31-38.
- Felsenthal, N. Z. (2017). Mechanical regulation of musculoskeletal system development. *Development (Cambridge, England)*, 144(23), 4271-4283. doi:10.1242 / dev.151266
- García Maso, J., Navarro Valdivieso, M., & Ruiz Caballero, J. (1986). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Madrid: Gymnos.
- González-Badillo, J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE.

- Granacher, U. L. (2016). Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. *Frontiers in physiology*, 7, 164. doi:10.3389 / fphys.2016.00164
- Guy, J. A. (2001). Strength training for children and adolescents. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(1), 29-36. doi:10.5435 / 00124635-200101000-00004
- Han, E. Y. (2017). The effect of weight bearing on bone mineral density and bone growth in children with cerebral palsy: A randomized controlled preliminary trial. *Medicine*, 96(10), e5896. doi:10.1097 / MD.0000000000005896
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Stadium SRL.
- Hind, K. B. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone*, 40(1), 14-27. doi:10.1016 / j.bone.2006.07.006
- Karahan, M. E. (2004). Muscle and tendon injuries in children and adolescents. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 38(1), 37-46. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15187457/>
- Keiner, M. S. (2013). Strength performance in youth: trainability of adolescents and children in the back and front squats. *Journal of strength and conditioning research*, 27(2), 357-362. doi:10.1519 / JSC.0b013e3182576fbf

- Lesinski, M. P. (2016). Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 50(13), 781-795. doi:10.1136 / bjsports-2015-095497
- Madsen, O., & Wilke, K. (1983). A comprehensive multi-year training program. *American Swimming Coaches Association*, 47-62.
- Maeveiev, L. (1993). *El proceso del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Editorial Stadium.
- Maglischo, E. (1986). *Nadar más rápido: tratado completo de natación*. Hispano Europea.
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16(6), 478-487. doi:10.1097 / 01.jsm.0000248843.31874.be
- Marker, A. M. (2018). Physical activity and health-related quality of life in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 37(10), 893-903. doi:10.1037 / hea0000653
- McBurney, H. T. (2003). A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 45(10), 658- 663. doi:10.1017 / s0012162203001233
- Mitchell, C. C. (2011). Rate of muscle activation in power- and endurance-trained boys. *International journal of sports physiology and performance*, 6(1), 94-105. doi:10.1123 / ijspp.6.1.94

- Moran, J. S.-C. (2018). A Meta-Analysis of Resistance Training in Female Youth: Its Effect on Muscular Strength, and Shortcomings in the Literature. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(7), 1661-1671. doi:10.1007 / s40279-018-0914-4
- Morris, F. L. (1997). Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 12(9), 1453- 1462. doi:10.1359 / jbmr.1997.12.9.1453
- Moyer, J. E. (2016). Shoulder Injuries in Pediatric Athletes. *The Orthopedic clinics of North America*, 47(4), 749-762. doi:10.1016 / j.ocl.2016.05.003
- Navarro Valdivieso, F. (2003). Modelo de planificación según el deporte y el deportista. *Lecturas de educación física y deportes*, 10.
- Nguyen, J. C. (2017). Sports and the Growing Musculoskeletal System: Sports Imaging Series. *Radiology*, 284(1), 25-42. doi:10.1148 / radiol.2017161175
- Noguchi, Y. T. (2018). Homeostasis and Disorder Musculoskeletal System.Molecular mechanism underlying muscle development and regeneration. *Clinical calcium*, 28(3), 329-333. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29512523/>
- Pengel, K. B. (2014). Common overuse injuries in the young athlete. *Pediatric annals*, 43(12), e297-e308. doi:10.3928 / 00904481-20141124-09
- Polar. (2020). Conceptos y procedimientos de la carga de entrenamiento. Retrieved from https://support.polar.com/es/support/the_what_and_how_of_training_load#:~:text=La%2

- 0carga%20de%20entrenamiento%20es,y%20prote%20C3%ADnas)%20durante%20el%20ejercicio.
- Prein, C. B. (2019). ECM signaling in cartilage development and endochondral ossification. *Current topics in developmental biology*, 133, 25-47. doi:10.1016 / bs.ctdb.2018.11.003
- Renström, P. R. (1988). Clinical implication of youth participation in sports. *Scientific Publications*, 469-488.
- Rodríguez-Rosell, D. F.-M.-C.-B. (2017). Effect of High-Speed Strength Training on Physical Performance in Young Soccer Players of Different Ages. *Journal of strength and conditioning research*, 31(9), 2498-2508. doi:10.1519 / JSC.0000000000001706
- Sharma, M. N. (2018). Promoting physical activity in upper elementary children using multi-theory model (MTM) of health behavior change. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 59(4), E267-E276. doi:10.15167 / 2421-4248 / jpmh2018.59.4.847
- Song, J. Y. (2019). Development, repair, and regeneration of the limb musculoskeletal system. *Current topics in developmental biology*, 132, 451-486. doi:10.1016 /bs.ctdb.2018.12.011
- Temboury Molina, M. (2009). Normal pubertal development. Precocious puberty. *Rev Pediatr Aten Primaria*, 11(16). Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322009000600002
- Torres, M., Sánchez, J., Pérez, A., Arias, E., & Villamil, J. V. (2018). Entrenamiento motor. *Revista de la facultad de medicina*, 66(1), 117-123.
- Tschien, P. (1987). El sistema de entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 1(4-5).

- Valle, X. M. (2018). Hamstring and other thigh injuries in children and young athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(12), 2630-2637. doi:10.1111 / sms.13282
- Verkhoshansky, Y., & Siff, M. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Viru, A., & Viru, M. (2003). *Análisis y control del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Walters, B. K. (2018). The effects of resistance training, overtraining, and early specialization on youth athlete injury and development. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(9), 1339-1348. doi:10.23736 / S0022-4707.17.07409-6
- White, M. L.-S. (2018). A Cross-Training Program Does Not Alter Self-Reported Physical Activity Levels in Elementary School Children. *International journal of exercise science*, 11(5), 308-318. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29795738/>
- Wu, M. F. (2016). Overuse Injuries in the Pediatric Population. *Sports medicine and arthroscopy review*, 150-158. doi:10.1097 / JSA.0000000000000129
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, método y dirección del entrenamiento*. Barcelona: Martínez Roca.