

**Efectos fisiológicos y estructurales del entrenamiento de fuerza en niños y
adolescentes**

María Alejandra Gómez Caycedo y Juan Diego Ramírez Martínez

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

Edwin Halley Peinado

(Magister en Entrenamiento Deportivo)

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación

2021

Dedicatoria

Este proyecto va dedicado principalmente a nuestros padres, quienes fueron nuestro apoyo en todo este recorrido, donde cada paso que dimos fue guiado y de la mano de ellos, quienes son nuestro motor y ejemplo, ya que nos han enseñado el valor del trabajo duro, la perseverancia y el tener metas a cumplir, gracias a esto podemos dar un paso más, escalar un peldaño más en nuestra formación y sentirnos orgullosos de cumplir este primer gran objetivo que es ser profesionales del deporte, gracias a nuestros padres a quienes nos debemos y por quienes somos, en gratitud a su esfuerzo, cada triunfo será por ellos y para ellos.

Agradecimientos

Ante todo, la gratitud más grande va hacia Dios quien fue nuestro guía y lo ha sido en nuestro caminar, agradecemos a nuestros padres, y otros familiares quienes fueron nuestra basa y punto de apoyo en todo este camino hacia el ser profesionales. Queremos agradecerles por todo el esfuerzo hecho para que estuviéramos en las mejores condiciones y pudiésemos cumplir con las metas que nos fuimos trazando día a día, por acompañarnos en todo este recorrido y por confiar en nosotros y nuestras capacidades para lograr cumplir este apartado de nuestra vida. Gracias al esfuerzo de ellos y nuestro, nos hemos podido formar como profesionales del deporte, pero también como unos seres humanos con valores y gratitud.

Contenido

Introducción	10
1.Efectos fisiológicos y estructurales del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes	11
1.1 Desarrollo óseo y muscular	11
1.1.1 Desarrollo óseo	11
1.1.2 Desarrollo muscular.....	13
1.2 Edades a considerar como niños o adolescentes	14
2. Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes.....	14
2.1 Historia del entrenamiento de la fuerza.....	14
2.2 Fases sensibles para el entrenamiento de la fuerza	15
2.3 Características del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes	16
2.4 Principios del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes.....	18
2.5 Mitos sobre el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes.....	19
3. Efectos del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes	19
3.1 Beneficios del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes.....	20
3.2 Beneficios a nivel musculo-esquelético	20
3.3 Beneficios del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento motor.....	22
3.4 Beneficios a nivel de salud.....	22
3.4.1 Beneficios del entrenamiento de fuerza en la obesidad infantil y juvenil	23

3.4.2 Mejora de la función cardiaca	24
4.Riesgo de lesiones a causa del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes	25
5. Lesiones Epifisarias	28
5.1 Lesiones del cartílago de crecimiento	28
6. Conclusiones	29
7. Recomendaciones	31
8. Aportes	32
Referencias	36

Lista de tablas

Tabla 1. *Efectos Fisiológicos y Estructurales del Entrenamiento de Fuerza en Niños y Adolescentes.....35*

Lista de figuras

Figura 1. <i>Tasas de Frecuencia y Probabilidad de Lesiones Accidentales Ocurridas en Cada Grupo de Edad</i>	28
Figura 2. <i>Porcentaje de Lesiones de Categoría se Mayor y Menor Edad</i>	29

Resumen

El presente documento tiene como intención, identificar los efectos que tiene el entrenamiento de la fuerza a nivel fisiológico y estructural en los niños y adolescentes, esto debido a las diferentes posturas en contra del entrenamiento con cargas en edades tempranas y sus efectos negativos sobre esta población. Por lo tanto, se pretende abordar este tema de la mano de la literatura científica, buscando identificar la repercusión que puede tener el entrenamiento de la fuerza en estas poblaciones y los efectos que genera en los niños y adolescentes. Lo anterior dado que el entrenamiento de la fuerza es comúnmente visto como un problema o aspecto de duda, como método que puede generar afectación a los niños y jóvenes en sus estructuras corporales. Gracias a lo anterior se pretende brindar conocimiento más amplio sobre los beneficios o consecuencias a nivel fisiológico y estructural que presenta el entrenamiento de la fuerza desde edades tempranas.

El entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes presenta una cantidad de beneficios potencialmente mayores sobre los riesgos, de esta manera el entrenamiento de fuerza ejecutado de buena manera en estas poblaciones lleva al aumento de la fuerza muscular, de la densidad mineral ósea, mejoras en el rendimiento motor, la resistencia a la insulina, la disminución de grasa corporal y hepática y mejoras en el auto concepto y auto percepción, además, de mayor adherencia a los programas de entrenamiento. Con respecto a los riesgos se pudo evidenciar que están asociados a accidentes, mala técnica y falta de supervisión en la realización de ejercicios; de acuerdo a esto se pudo constatar que las afectaciones del cartílago de crecimiento en edades tempranas a causa del entrenamiento de fuerza no son más que un mito.

Palabras Clave: Entrenamiento de la fuerza, niños y adolescentes, beneficios fisiológicos y estructurales, riesgos.

Abstrac

The purpose of this paper is to identify the effects of strength training at a physiological and structural level on children and adolescents, due to the different positions against weight training at an early age and its negative effects on this population. Therefore, it is intended to address this issue with the help of the scientific literature, seeking to identify the repercussions that force training may have on these populations and the effects it generates on children and adolescents. This is because strength training is commonly seen as a problem or an aspect of doubt, as a method that can affect children's and young people's body structures. This is intended to provide a broader understanding of the benefits or consequences at the physiological and functional level of strength training from an early age.

A search was conducted from the point of view of the scientific literature regarding studies that provide a concrete and reliable understanding of the benefits and risks of strength training at an early age, specifically in children and adolescent.

Strength training in children and adolescents has a number of potentially greater benefits over the risks, so strength training performed well in these populations leads to increased muscle strength, increased bone mineral density, improvements in motor performance, improvements in insulin resistance, improvements in the reduction of body and liver fat, and improvements in self-concept and self-perception, as well as greater adherence to training programmes. With regard to the risks, it was possible to show that they are associated with accidents, poor technique and lack of supervision in the performance of exercises; according to this, it was possible to ascertain that the effects of growth cartilage at an early age due to strength training are nothing but a myth.

Keywords: Strength training, children and adolescents, physiological and structural benefits, risks.

Introducción

El presente documento tiene como intención, identificar los efectos que tiene el entrenamiento de la fuerza a nivel fisiológico y estructural en los niños y adolescentes, esto debido a las diferentes posturas en contra del entrenamiento con cargas en edades tempranas y sus efectos negativos sobre esta población. Por lo tanto, se pretende abordar este tema de la mano de la literatura científica, buscando tener un conocimiento más claro sobre la repercusión que tiene el entrenamiento de la fuerza en estas poblaciones y los efectos que genera en los niños y adolescentes. Lo anterior dado que el entrenamiento de la fuerza es comúnmente visto como un problema o aspecto de duda, como método que puede generar afectación a los niños y jóvenes en sus estructuras corporales. Gracias a lo anterior se pretende brindar conocimiento más amplio sobre los beneficios o consecuencias a nivel fisiológico y estructural que presenta el entrenamiento de la fuerza desde edades tempranas. De acuerdo a esto, se planteó la temática comenzando con el desarrollo óseo y muscular, para continuar con lo relacionado con el entrenamiento de la fuerza donde se conocieron las fases sensibles, los principios, características y mitos que se tienen en este tema, así mismo se investigaron los efectos que ocurrían a causa del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes, los cuales se dividieron en beneficios y riesgos a causa de esta, lo cual llevo a culminar el componente teórico con un apartado acerca de la lesiones epifisarias las cuales eran el epicentro de controversia con respecto al entrenamiento de la fuerza en edades tempranas, finalmente, y de acuerdo a la literatura encontrada se pudo llevar a cabo la conclusión y el motivo de esta investigación.

1.Efectos fisiológicos y estructurales del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes

1.1 Desarrollo óseo y muscular

1.1.1 Desarrollo óseo

El crecimiento es un proceso continuo que varía con el paso de los años, donde la velocidad en la formación de las estructuras cambia con la edad por lo que se alcanza el tope en diferentes etapas, por lo tanto, la progresión y evolución del organismo con respecto al desarrollo no tiene un código ni un reloj biológico exacto, sino que varía en cada individuo. (Arce, M, 2015, prr. 8, Pollitt, E., & Caycho, T, 2010, p. 9) De acuerdo a esto, se deben tener presentes unos fenómenos característicos del proceso de crecimiento y desarrollo en los niños; los cambios en la magnitud, relacionados con el aumento en el tamaño del cuerpo, cambios en las características, como la desaparición de los reflejos y el perfeccionamiento en estructuras y funciones, este último es conocido como el proceso de maduración. (Arce, M, 2015, parr. 9)

Sumado a esto y tomando los fenómenos desde un punto de vista funcional Arce, M, 2015, plantea tres esferas en las que se pueden reunir los fenómenos del proceso de crecimiento, la primera esfera es la física en la cual se encuentran los cambios en las dimensiones, el somatotipo y algunas características viscerales, la segunda esfera es la motora, dentro de la cual está implícito todo lo relacionado con el movimiento y la coordinación, dentro de esta se encuentra la motricidad gruesa que está relacionada con los desplazamientos y la motricidad fina que se enfoca más hacia el desarrollo de las habilidades; finalmente la tercera esfera es la psicoemocional. Cabe resaltar que estas tres esferas funcionan como un conjunto y no de manera aislada. (párr. 13)

Para hablar de crecimiento se deben abordar diferentes sistemas, por lo tanto, los huesos son la estructura del cuerpo que soportan el peso del mismo, desde el nacimiento, el hueso se forma a través de los procesos de osificación, en el periodo prenatal y prepuberal se llevan a cabo procesos de osificación en huesos planos, diáfisis, epífisis y huesos largos respectivamente, finalmente, en la etapa de la adolescencia, se genera la fusión de las epífisis por medio de la osificación de los cartílagos de crecimiento. A partir de un centro de osificación primario ubicado en la parte interna y media de la diáfisis ósea y otros secundarios ubicados en las epífisis. (Abril, J. C., et al, 2019, p. 137)

Además, en este proceso de formación del hueso en la parte central aumentando en ambos extremos las diáfisis, en la mitad de estas y las epífisis quedan los cartílagos de conjunción del crecimiento los cuales se encargan de completar el crecimiento y largo del hueso; por lo tanto, si estos cartílagos se lesionan puede ocasionar una afectación en el crecimiento. (Romero, M, 2015, p. 14) Debido a esto, la capacidad de carga en los huesos, cartílagos, tendones y ligamentos es la que establece el límite con respecto a la magnitud del entrenamiento en niños y jóvenes, ya que en la fase de crecimiento estas estructuras aun no presentan la misma fortaleza que en un adulto. (Weineck, J, 2005, p.100)

Por lo tanto, se debe tener presente que entre los 5 a los 10 años en las niñas y los 5 a 12 en los niños se genera un crecimiento uniforme que desemboca en el brote de la adolescencia, generalmente el aumento de peso va entre 3 a 3,5 kg y 6 cm de estatura cada año, esto está dado por la regulación de las hormonas androgénicas. (Tanner JM, Camereon N. (1980). Fried RI, Smith EE. (1962). Citados por Zurlo de Mirotti, S. Casasnovas, O, 2003, p.296). Además, según Weineck, J, 2005, p.100, se debe tener presente que el sistema óseo en la edad infantil, está ligado a tener unos huesos más flexibles pero que a su vez son menos resistentes ante una tracción o

presión, por lo tanto, la capacidad de carga del sistema esquelético es menor, sumado a esto, los tejidos ligamentarios y tendinosos aun no tienen la resistencia adecuada debido a una menor compactación de la estructura micelar, “las micelas forman estructuras parecidas a retículos cristalinos y a un mayor porcentaje de sustancia intercelular”. (cf. Tittel, 1979, 125 en Weineck, J, 2005).

1.1.2 Desarrollo muscular

Con respecto al desarrollo muscular, la característica principal es que el diámetro de las fibras va aumentando de forma progresiva durante el proceso de gestación, después del nacimiento, la particularidad es que el músculo aumenta su tamaño y es debido a la hipertrofia y no a la hiperplasia, es decir que aumenta el tamaño de las fibras, pero no su número. “Los incrementos de la longitud muscular cuando los huesos jóvenes se alargan son la consecuencia de incrementos del número de sarcómeros los cuales son añadidos en la unión músculo-tendón y de incrementos de la longitud de los sarcómeros existentes” (Wilmore JH, Costill DL, 2000, p. 406)

Por lo tanto, se puede apreciar que los músculos en los niños “presentan diferencias de tipo morfológico, bioquímico e histológico” con respecto a los músculos en los adultos, debido a esto la velocidad a la que se contrae la musculatura en esta población tiende a ser más lenta. (Torres Luque, G., & Carrasco Páez, L, 2000, p. 65). Sumado a esto, los músculos tienen una influencia directa con respecto a la maduración del sistema nervioso, además, es importante la influencia de las hormonas ya que estas tienen una repercusión directa con respecto al crecimiento muscular, debido a que la cantidad de hormonas en los niños y adolescentes pueden ser 10 veces menor con respecto a las de un adulto, por lo tanto, son insuficientes cuando se busca aumentar la masa muscular en niños y adolescentes. (Carbonero Celis, C., et al, 2017, p.13)

1.2 Edades a considerar como niños o adolescentes

Según Mansilla, M. E, 2011, muestran la clasificación de las edades en diferentes periodos o etapas del crecimiento humano, se puede decir que en la niñez existen 2 grupos importantes que son: La primera infancia (0-5 años) destacada por un alto grado de dependencia y la segunda infancia (6-11 años) caracterizada por vista al mundo externo y adquisición de habilidades de interacción. Luego podremos describir la etapa de adolescentes (13-19 años) su cualidad se hace específica es el cambio en el cuerpo lo que dificulta la interacción, este comportamiento va aproximada mente hasta los 14 años, luego de los 15-17 años se empieza a incursionar en la vida laboral y sexual. (pp. 108-111)

2. Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes

2.1 Historia del entrenamiento de la fuerza

Según Kraemer, W, 2006, la fuerza es la una capacidad humana que ha tenido gran repercusión desde tiempos remotos, no solo ha tenido relevancia en los componentes lúdicos, sino que también ha sido de gran importancia con respecto a la supervivencia. Sin embargo, y con el paso de los tiempos la tecnología ha buscado aliviar los esfuerzos realizados por el hombre, es importante destacar que la fuerza es imprescindible en el ser humano para sobrevivir. (p. 15). De acuerdo a esto, el papel del entrenamiento de la fuerza tomo un fuerte impulso de popularidad y atención durante el siglo XIX y principios del XX. (p. 15-16)

2.2 Fases sensibles para el entrenamiento de la fuerza

El entrenamiento se debe llevar a cabo de una manera estructurada y de la mano de la ciencia con el fin de incurrir de manera positiva y alcanzar objetivos, (Martin, D., et al, 2007, p. 17), de acuerdo a esto, y sabiendo que la fuerza es “la capacidad del hombre de superar y oponerse a una resistencia extrema, en virtud de los procesos de inervación y metabolismo que se producen en la musculatura” (González, 2007, citado por Benegas, L, 2019, p. 5) se debe buscar que el entrenamiento de la fuerza en este caso aplicado a niños y adolescentes se lleve de la mano de la ciencia con el fin de evitar lesiones y alcanzar los máximos beneficios que trae consigo el desarrollo de esta capacidad.

Con respecto a las fases sensibles, se debe tener en cuenta que es un concepto proveniente de la embriología en la que establece que hay unos periodos de desarrollo de los organismos y que tienen unos rangos de tiempo dentro de su cronología en los cuales los sistemas tienen diferentes reacciones de tipo celular de acuerdo a los estímulos. (Baur, 1990 p.7-12. Citado por Luis Carrasco Páez y Gema Torres, 2000, p. 65). Por lo tanto, se puede establecer que las fases sensibles son “periodos del proceso de desarrollo del ser humano en el que, cuando están sometidos a ciertos estímulos, reaccionan con una adaptación de mayor intensidad que en cualquier otro periodo” Vasconcelos Raposo, 2005, p. 21. De acuerdo a lo anterior y según Cuadra, D, 2014, una fase sensible está situada en torno a los 8 años en la cual el enfoque principal debería ser hacia el trabajo de fuerza explosiva, seguidamente se encuentra otra fase en torno a los 10 años donde los estímulos deben enfocarse más hacia a la fuerza resistencia. (p. 10)

También, se debe tener presente que el entrenamiento de la fuerza máxima no está recomendado en la fase prepuberal 9-12 años ya que este debe buscar desarrollar los procesos nerviosos de la fuerza. (Martin, 1997. Citado por Luis Carrasco Páez y Gema Torres, 2000, p. 65-

66). Se debe tener presente que durante los periodos sensibles se puede llegar a obtener el 50% del de masa ósea máxima, además, las acciones enfocadas a la fuerza funcionan como altos estímulos osteogénicos, los cuales ayudan junto a otros aspectos como la nutrición a alcanzar mejoras en la masa ósea en estas fases. (Martínez, L., et, al, 2020, p. 15)

Sumado a lo anterior y según Domínguez La Rosa, P, 2003, plantea que hasta los 13 años no se ven diferencias significativas en los niveles de fuerza entre los niños y las niñas, con respecto a esto, el autor plantea que los ejercicios antes de esta edad sean enfocados mediante juegos de fuerza y lucha, además de circuitos, sin embargo, se debe tener presente que a partir de los 14 años se ve un aumento significativo de la fuerza mediado por el “aumento de la masa muscular, aumento de la velocidad de contracción de las fibras musculares, mejora de la coordinación intramuscular y la posibilidad de mover un mayor número de motoneuronas en el músculo”. (p. 66-67)

2.3 Características del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes

La fuerza es una de las capacidades condicionales que tiene una repercusión relevante con respecto al desarrollo motor, esta se puede tomar como importante hacia la parte del rendimiento o también como la capacidad necesaria para generar la tensión requerida para la ejecución de alguna habilidad. (Cuadrado, Pablos, García, 2006. Citados por Carbonero Celis, C. y Cañizares Márquez, J. M, 2016, p. 32).

El enfoque que se debe tener con respecto al entrenamiento de la fuerza en niños y jóvenes debe ser hacia la educación psicomotriz principalmente, ya que se debe buscar integrar esta aérea con las cognitivas y socio-afectivas con el fin de tenerlas como un todo. (Maigre, A. y Destrooper, J, 1984. Citado por Tagliaferri, H, 2013, párr. 3). Por lo tanto, y según investigaciones han demostrado que la fuerza en edades pre-puberes se puede aumentar debido a la mejora de ciertos

factores neuromusculares y de coordinación (Blimkie, 1993; Kanehisa y col, 1994, 1996; Reilly y Stratton, 1995; Ozmun, 1992; Ozmun, Mikesky y Surburg, 1994. Citados por Tagliaferri, H, 2013, párr. 5). De acuerdo a esto, se debe tener presente que no solo la testosterona es una hormona que permite el aumento de masa muscular, sino, que hay otras que tienen esta función como lo son la hormona del crecimiento y las somatomedinas. (Tagliaferri, H, 2013, párr. 5)

Con respecto al diámetro de las fibras musculares, este tiene una relación directamente proporcional al crecimiento del niño, esto va directamente relacionado con el desarrollo de la fuerza en esta población. (Rowald, 1990. Citado por Tagliaferri, H, 2013, párr. 13). Sumado a esto “la fuerza muscular también depende de la hipertrofia del tejido conectivo que recubre a los grupos musculares, fascículos y fibras, además depende del aumento de capilares presentes en las fibras” (Gómez-Carramiñana, 1996, p.11-17. Citado por Horacio Tagliaferri, 2013, párr. 13)

En cuanto al entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes Behringer, M, 2011, plantea que el umbral mínimo para el entrenamiento está situado al 50% del 1 RM, sin embargo, esto fluctúa en dependencia de si están o no capacitados para la realización del ejercicio y la experiencia que tienen con el fin de que la técnica sea adecuada, además, y con el fin de reducir la probabilidad de lesiones en niños y adolescentes, se estableció el uso de pesos livianos para la asimilación de la técnica en ejercicios con una ejecución inadecuada, son la mejor alternativa para asimilar el movimiento. (p. 200), sumado a esto, y teniendo en cuenta el estudio de Mayorga, D, 2011, Se pudo observar que de los datos registrados, para tener beneficios en el desarrollo de la fuerza y masa muscular se debe llevar a cabo un entrenamiento en el cual la frecuencia sea de al menos dos veces por semana, la intensidad al comenzar varié entre 13-20 RM, la duración debe ir mínimo entre 8-12 semanas y el número de series debe situarse entre 2-5, para ver efectos significativos de un programa de entrenamiento de la fuerza, además en el mismo estudio, se

encontró que el aumento de la fuerza fue mayor en el tren inferior con respecto al tren superior, sin embargo, las pérdidas por desentrenamiento fueron mayores en el tren inferior (p. 45). Además, se debe tener en cuenta que para la progresión y aumento de pesos primero se debe cerciorar que el niño o adolescente realice de manera adecuada y con solvencia de 8-15 repeticiones para de esta manera incrementar el peso en pequeñas cantidades. Como complemento a lo anterior y con respecto a la frecuencia de entrenamiento se debe tener presente que el entrenar más de 4 veces por semana no va a llevar a mejoras de manera más rápida en los sujetos. (Pediatria, A, 2001, p.4)

2.4 Principios del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes

Para llevar a cabo el entrenamiento eficaz en estas edades, Faigenbaum, A. D., et al, 2016, plantea una serie de principios fundamentales con el fin de llevar a cabo un buen proceso, para ello está el principio de progresión en el que se debe buscar el aumento de los desafíos no solo de las cargas, el principio de regularidad en el que plantea el entrenar 2-3 veces por semana, el principio de sobrecarga en el cual para incidir de manera positiva se debe cambiar la intensidad, la frecuencia o el tipo de ejercicio, posterior mente, está el principio de creatividad enfocado a la creación de la adherencia al programa para niños en condiciones especiales y finalmente se encuentran los principios de diversión, socialización y supervisión donde buscan el disfrute enfocado a los objetivos mediante la interacción con otros niños aumentado así la motivación, todo esto debe estar bajo la dirección de un profesional calificado con el fin de evitar el riesgo de lesiones. (pp. 20-21)

2.5 Mitos sobre el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes

Existen varios planteamientos con respecto al posible daño que puede generar el entrenamiento de la fuerza en edades tempranas, una de estas posiciones era que se afectaba la estructura del cartílago de crecimiento el cual tienen menos resistencia con respecto a las cargas del hueso, lo cual puede llevar a lesiones debido a micro traumas repetidos. (Medrano, 2018, p. 300)

Teniendo en cuenta lo anterior y según Lloyd., et al, 2014, dice que durante la realización de actividades deportivas básicas de salto y aterrizaje, los requerimientos que éstas presentan pueden generar en los niños una serie de fuerzas reactivas que en ocasiones no están controladas y que pueden ser el equivalente entre 5 y 7 veces el peso corporal del ejecutante, esto no solo está presente en deportes competitivos, sino también en juegos, además esa equivalencia de fuerzas reactivas es mayor que la ejercida durante el entrenamiento de la fuerza. (p. 111-124)

3. Efectos del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes

Con respecto al enfoque del entrenamiento de la fuerza, se debe hacer un diseño que pueda repercutir de forma eficiente en la salud y en el acondicionamiento físico de los niños y adolescentes, para esto se debe tener presente que la intervención se debe hacer en edades tempranas con el fin de repercutir de mejor manera en el sistema motor, de esta manera generar mejoras en actividades físicas deportivas y en la calidad de vida a futuro, además, para incluir un programa de entrenamiento de fuerza en la primaria debe ser con el fin de integrar el trabajo de esta capacidad durante todo el año y no en un periodo de tiempo determinado. (Pediatria, S. A., & Subcomisiones, C. 2018, p. S84. Cortabitarte, I. C, 2016, p. 96) Sumado a esto en una revisión sistemática hecha por Behm, DG., et al, 2017, se encontró que los estudios de entrenamiento de

fuerza estaban más vinculados en las edades tempranas entre 12-13 años teniendo una duración entre 8-12 semanas, por lo tanto, la prevalencia de los estudios estuvo en las clases de educación física y sujetos no entrenados con un bajo porcentaje de estudios en atletas (párr. 9). Se encontró que el entrenamiento de fuerza se debería utilizar como la antesala para el entrenamiento de potencia con el fin de crear una base para reducir “las deficiencias relacionadas con la madurez en la fuerza excéntrica y el equilibrio podrían influir en la falta de especificidad del entrenamiento con los aterrizajes unilaterales y las propulsiones asociadas con el sprint”. (párr. 1)

3.1 Beneficios del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes

De acuerdo a esto, se pueden tener presentes una serie de beneficios a causa del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes los cuales deben respetar de manera estricta las fases sensibles del crecimiento, de esta manera existen unos beneficios que se establecen como generales, dentro de los cuales se pueden destacar las mejoras de la composición corporal, mejoras en los sistemas y estructuras funcionales del cuerpo, además, del incremento en habilidades motoras que conllevan a un mejor desempeño tanto funcional como deportivo, sumado a esto se encuentra una mayor satisfacción con respecto a la autopercepción y la disminución ante el riesgo de lesiones. (Pediatria, S. A., & Subcomisiones, C. 2018, pp. S84. Peña, G., et al, 2016, p. 43. Faigenbaum, AD, 2009, p. S66. Novoa, J. J. S, 2016, p. 115)

3.2 Beneficios a nivel musculo-esquelético

En un estudio de Nichols, D., et al, 2001, encontraron que el entrenamiento de la fuerza ha tenido un impacto positivo en el aumento y mantenimiento de la densidad mineral ósea, además,

de propiciar más variabilidad del entrenamiento, lo que lleva a tener un efecto osteogénico mayor con respecto a otras formas de entrenamiento. (p.494) En ese mismo estudio encontraron de manera significativa adaptaciones neuromusculares sobre ganancias en masa magra, además, de mejoras en la coordinación motriz sin tener como premisa la disminución de la adiposidad. (p.499) Sumado a esto en un estudio de Lee, S., et al, 2012, se encontró que el entrenamiento de la fuerza incurre de manera positiva en mejoras de sensibilidad a la insulina lo cual genero de manera simultánea aumentos notables en la masa muscular (p.2793). además, el entrenamiento de la fuerza tiene un impacto positivo en la reducción de lesiones cuando son causadas por sobreuso, esto generalmente en atletas pediátricos, de acuerdo a esto lo programas de fuerza se enfocan en la utilización de “fortalecimiento, control neuromuscular, ejercicios de flexibilidad, equilibrio y entrenamiento técnico” con el fin de prevenir lesiones. (Valovich McLeod., et al, 2011, p. 2015)

El entrenamiento de la fuerza tiene repercusiones muy positivas con respecto a la mejora de la estructura y masa ósea, de acuerdo a esto, el mejorar la masa ósea antes de la adolescencia tiene un efecto positivo sobre la disminución de la osteoporosis en la edad adulta. (Gunter, K. B., et al, 2012, párr. 1), además, “El potencial osteogénico de una actividad física en particular está condicionado a la magnitud de la carga aplicada, la velocidad a la que se aplica la carga, la duración de la serie de carga y la naturaleza novedosa de la carga” (Bauer JJ, Snow CM, 2003. Citado por Gunter, K. B., et al, 2012, párr. 1)

Según Malina, R. 2006, se debe tener en cuenta que el entrenamiento de fuerza en niños prepuberes y adolescentes no tuvo una reacción negativa con respecto a la altura y el peso, además, en esta revisión se encontró que en los niños de 10,3 años tuvieron mayores ganancias la fuerza relativa en las extremidades superiores con respecto a niños púberes con una edad de 13,1, esto durante un entrenamiento de 9 semanas; además, se debe tener en cuenta que la fuerza absoluta

tiene menor índice de entrenabilidad en niños y jóvenes que estén en los estadios de prepuberales y puberales.(p.485)

3.3 Beneficios del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento motor

El entrenamiento de fuerza en edades tempranas juega un papel importante en el rendimiento motor, según Romero, M, 2015, mediante el entrenamiento de la fuerza se puede incidir de manera positiva en la mejora de las habilidades motoras en edades tempranas, ya que si se lleva a cabo de manera progresiva habrá una amplia gama de beneficios debido a que los niños tienen niveles más altos de plasticidad neuronal lo que facilita el aprendizaje. (p. 23)

En un estudio titulado, “efectos del entrenamiento de la aptitud muscular sobre la adiposidad corporal y el desempeño motriz en niños y jóvenes: un meta-análisis”, se encontró que un programa de entrenamiento de la aptitud muscular enfocado a la mejora del rendimiento motor y la reducción de adiposidad tiene efectos positivos sobre estas dos variables, de acuerdo con el rendimiento motor en este estudio fue evaluado mediante la capacidad de salto y lanzamiento en niños y jóvenes, variables en las cuales el entrenamiento de fuerza tuvo un efecto positivo igual que en la disminución de la grasa corporal. (Casas, A., et al, 2018, p. 11-12)

3.4 Beneficios a nivel de salud

La OMS con el fin de promover hábitos de vida saludables, ha generado una serie de recomendaciones o niveles de la actividad física enfocada a la salud, en el nivel de 5-17 años plantean que la realización de actividades de fortalecimiento muscular entre 2 a 3 veces a la semana mejoran de manera significativa la fuerza en los músculos, este tipo de actividades conllevan un

esfuerzo óseo que mejora de manera directa el contenido de minerales, así como la densidad de los huesos. (World Health Organization, 2010, p. 19)

Por lo tanto, en los niños y adolescentes se puede evidenciar que hay múltiples beneficios, a nivel de salud. Fleck, 2011, dice que mediante el entrenamiento de fuerza se puede incidir de manera significativa en la reducción de enfermedades en esta población, dentro de los beneficios presentados se encuentran incidencias positivas sobre “la densidad mineral ósea, el perfil lipídico en sangre, la sensibilidad a la insulina, la función cardíaca y la prevención de lesiones al realizar otros deportes o actividades”. (p. 16). Sumado a esto, el entrenamiento de la fuerza tiene potentes beneficios con respecto a la mejora de la composición corporal y la mejora de habilidades motoras, esto debido a que este tipo de entrenamientos genera más adherencia a los programas que un tipo de entrenamiento aeróbico. (Ayllón, F. N., & Faigenbaum, A. D, 2011, p. 7)

3.4.1 Beneficios del entrenamiento de fuerza en la obesidad infantil y juvenil

La obesidad es una enfermedad crónica no transmisible que ha aumentado con el pasar de los años, cabe destacar que es un problema de salud pública y se da principalmente por el desequilibrio entre la ingesta de alimentos y el consumo de energía. Se debe tener presente que, según la OMS, encontraron que el aumento de la obesidad en niños entre 0-5 años paso de 32 millones en 1990 a 42 millones en 2016, lo cual deja un panorama desolador con respecto a este problema de salud pública. (World Health Organization, 2016, p. 2. Swinburn, B. A., et al. 2009, p. 1727). Por lo tanto, Benson, A. C., et al, 2008, plantea que el entrenamiento de la fuerza demuestra beneficios en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad, donde veremos grandes cambios a nivel de composición corporal disminuyendo en gran cantidad el tejido adiposo a nivel central. (p. 1025). De acuerdo con esto, propone Fiorilli, G., et al, 2017, un entrenamiento de la

fuerza acompañado de educación nutricional y asesoramiento conductual muestra grandes beneficios a nivel corporal y psicológicos, un estudio de 16 semanas, evidencio que los programas de entrenamiento de la fuerza con una intensidad moderada o vigorosa acompañadas de entrenamiento aeróbico podrían ser un tratamiento efectivo para adolescentes con sobrepeso, demostrando adherencia a los programas después de 12 semanas, los beneficios mostrados fueron mejoras significativas en la composición corporal y el acondicionamiento físico de los sujetos. (p. 37-38). Además, en un estudio realizado por López Jaramillo, P., et al, 2013, se encontró que la prevalencia de la obesidad infantil en Colombia era alta, por lo que el entrenamiento de fuerza fue el utilizado debido a la mejor aceptación que esta tenía en esta población, sumado a esto, se decía que el entrenamiento de fuerza, incide de manera positiva en la mejora de “el perfil inflamatorio, el balance glicémico, el metabolismo de las grasas, la sensibilidad a la insulina y la función endotelial, esto gracias a una información cruzada entre el musculo esquelético y el tejido adiposo con el sistema endocrino” (p. 20-21)

3.4.2 Mejora de la función cardiaca

El entrenamiento de fuerza repercutió de manera positiva en la mejora de la función cardiaca especialmente en población de niños obesos que presentan disfunción diastólica, ya que el entrenamiento de la fuerza juega un papel importante en la prevención y ralentización de esta patología, además en este mismo estudio se pudo evidenciar que durante las 8 semanas de intervención se mejora la masa magra y se redujo el porcentaje de grasa, además se pudo evidenciar que el entrenamiento de fuerza incidió de manera positiva en la reducción de los valores de presión arterial sistólica, por lo tanto, teniendo en cuenta estas variables se pudo constatar que el entrenamiento de la fuerza en niños, especialmente en obesos lleva a la mejora de la composición

corporal, mejoras modestas en la presión arterial y por consiguiente mejoras en la salud cardiovascular. (Naylor, L., et al, 2008, p. 2030-2031).

4.Riesgo de lesiones a causa del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes

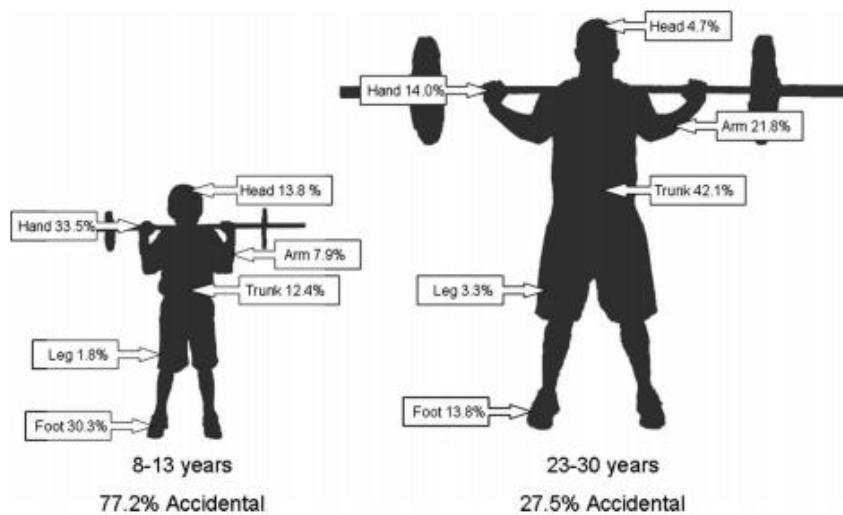
La perspectiva que se tenía con respecto al entrenamiento de la fuerza en los años 1970-1980 no era positiva, ya que asociaban este tipo de entrenamiento con lesiones en las edades tempranas, especialmente con lesiones en el cartílago de crecimiento. (Faigenbaum, A. D., et al, 2011, p.36). Para, Myer y col, 2009, en su investigación encontraron que los principales mecanismos de lesión en edades de 8-13 años eran principalmente por accidentes a casusa de caídas de los pesos, mal uso o tropiezos con el material, estos accidentes causaron 2/3 de las lesiones ocurridas en el grupo de edad de 8-13 años en las cuales las principales partes afectadas “fueron en la mano y el pie y se relacionaron con mayor frecuencia con dejar caer y pellizcar en las descripciones de las lesiones”. En este estudio también se identificó que el 77,2% de las lesiones en el grupo de 8-13 años fue a causa de los accidentes con el peso. (pp. 2054-2056)

Figura 1. *Tasas de Frecuencia y Probabilidad de Lesiones Accidentales Ocurridas en Cada Grupo de Edad.*

Age (group)	Frequency of accidental injuries	Weighted percent	OR (95% CI)
8-13	295	77.2	8.91 (6.28, 12.6)
14-18	655	42.2	1.92 (1.58, 2.34)
19-22	239	31.9	1.23 (1.00, 1.53)
23-30	363	27.5	Reference
<i>p</i>		<0.0001	<0.0001

Adaptado de Journal of Strength and Conditioning Research (Myer, Gregory D., et al, 2009)

Figura 2. *Porcentajes de Lesiones de Categoría de Mayor y Menor Edad.*



Adaptado de Journal of Strength and Conditioning Research (Myer, Gregory D., et al, 2009)

En los últimos años, las investigaciones han dado la certeza que el entrenamiento de fuerza llega a tener la misma implicación en cuanto a riesgo de lesiones en población infantil y adultos,

teniendo como el factor más relevante un control inadecuado del entrenamiento, las malas técnicas de ejecución de los ejercicios y los mismos ejercicios que llegan a ser lesivos. (Bompa 2003, Byrd., et al, 2003, Faigenbaum 2000, Faigenbaum, et al. 1996^a, Citados por Naclerio, F, 2000, p. 5)

Aunque es un tema controvertido, para Ferrete Cáceres, C, 2015, los ejercicios de fuerza se presentan como riesgosos al momento de aplicarlos en niños debido a la utilización de cargas elevadas sin fundamento, lo que lleva a una mala planificación, control y organización del entrenamiento que puede ser contraproducente para el niño, son estas variables las más determinantes al momento de hablar de lesiones en edades tempranas. (p. 38)

En un estudio realizado por Kerr., et al, 2007, la prevalencia de lesiones fue diferenciada de acuerdo a las edades y dependiendo estas variaba el punto específico de lesión teniendo en cuenta las edades, entre esas variaciones se encuentra que en sujetos de 12 años o menores la mano tenía una prevalencia de lesión del 37,9% frente a lesiones de los pies con un 26,5%, con respecto a aquellos sujetos con más de 13 años el resultado fue de 18,2% y 12,7% respectivamente, con respecto a las lesiones de tronco superior el 25,8 % de sujetos mayores de 13 años padecieron de esta lesión frente a un 6,9% de prevalencia en sujetos de 12 años o menores, sin embargo, los sujetos de 12 años tenían una mayor proporción de laceraciones 17,1 % además de fracturas y luxaciones 22,3% frente a los sujetos mayores de 13 años donde el resultado era menor con un 9% y 11,4 % respectivamente; sumado a esto, el 79,8% de las lesiones en sujetos de 12 años fueron ocasionadas por dejar caer los pesos sobre si mismos, finalmente cabe resaltar que las lesiones por sobreesfuerzo fueron aumentando a medida que la edad aumentaba. (p.768)

Además, se encontró que en los niños de 0-4 años las probabilidades de lesionarse eran tres veces mayores en comparación de jóvenes de 15 años, además, en los menores de 6 años la

probabilidad de lesión era de seis veces mayor, estos tipos de lesiones eran característicos en el hogar debido a la exposición a los equipos de levantamiento de pesos. Sumado a esto el 30% de las lesiones analizadas en este estudio fueron ocasionados por la falta de supervisión, mientras que un 10% fueron por descuido. (Jones, C. S., et al, p. 65)

En una revisión hecha por Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D, 2010, se encontró que en levantadores de pesas adolescentes el 50% de las lesiones ocurrían en la zona lumbar, sin embargo, se debe tener presente que una buena ejecución y supervisión de los programas de entrenamiento llevan a que sea casi nulo el riesgo de lesión por el entrenamiento de la fuerza en edades tempranas. (p.58)

5. Lesiones Epifisiarias

5.1 Lesiones del cartílago de crecimiento

Las características en el esqueleto de los niños son singulares ya que este es diferente al del adulto por lo cual, se debe tener presente con el fin de no incurrir en lesiones durante su crecimiento y desarrollo, dentro de las características a tener en cuenta están que el cartílago articular es más grande y se puede remodelar, la fisis es propensa a romperse, la unión de huesos y tendones aún es muy débil y la metáfisis del hueso tiene mayor elasticidad, por lo tanto, hay más posibilidad de que ocurran fracturas de tallo verde. (Brukner, 2012. Citado por Miño Verdesoto, M. P, 2017, pp. 22-23)

En los huesos ocurre un proceso importante durante el crecimiento llamado elongación, esta se da gracias a la división que ocurre en las placas epifisiarias, estas placas “epifisarias se componen de cartílago, y con el tiempo, el cartílago se convierte gradualmente en hueso a través

del proceso llamado osificación, de acuerdo a esto el crecimiento concluye cuando el proceso de osificación esta completo. (Bomba, 2010. Citado por Miranda C, 2016, p. 4)

El cartílago de crecimiento es el responsable del crecimiento óseo, por lo tanto, es una parte importante dentro del hueso ya que está ubicado en el espacio cartilaginoso entre la metáfisis y la epífisis, por lo tanto, este cartílago es una parte fundamental del hueso hasta que el esqueleto se forma por completo. (Orts, H. C, 2015, p. 14)

A causa del deporte se pueden presentar complicaciones en el cartílago de crecimiento, de acuerdo a esto los chicos tienen una tendencia mayor a lesiones epifisarias con respecto a las chicas, ya que los cartílagos de crecimiento en los primeros permanecen abiertos durante un periodo de tiempo más prolongado con lo cual las probabilidades de sufrir lesión aumentan, además, con respecto a los deportes los niños tienden a estar inmiscuidos en disciplinas deportivas de mayor contacto, mientras que las niñas dentro de su práctica tendían a deportes de menos contacto y en los cuales las reglas se adaptan un poco más para evitarlo. Con respecto a la distribución anatómica de las fracturas fisiarias tiene una relación con muy pocas diferencias entre las ocurridas por deportes y en actividades no deportivas, además, las extremidades superiores tienen mayor prevalencia con respecto a las extremidades inferiores, de acuerdo a esto, son las falanges las que mayor frecuentan las fracturas en la fisis. (Prada Pérez, Á, 2004, pp. 36-37)

6. Conclusiones

A nivel musculo esquelético se encontraron mejoras significativas las cuales estaban asociadas con el aumento de la fuerza donde las ganancias se median por medio del 1 RM, además, el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes tenía una repercusión positiva en la mejora de la densidad mineral ósea la cual tenía sostenibilidad a futuro. Sumado a esto, dentro del

rendimiento motor se evidencio que las mediciones principales iban enfocadas al salto y a los lanzamientos, donde se enfatizaba en la buena ejecución técnica con el fin de obtener un control y dominio adecuado de la acción, además, el entrenamiento con pesas debe ser preferiblemente con pesos libres ya que las maquinas limitan la buena ejecución de los movimientos en los niños debido a que están diseñadas para personas de mayor edad.

En los beneficios en la salud se dividieron en 3 subgrupos principales: Beneficios en la obesidad, mejoras en la función cardiaca y beneficios psicológicos / psicosociales. Donde el entrenamiento de fuerza repercutía en la obesidad de manera directa disminuyendo los porcentajes de tejido adiposo e inclusive los porcentajes de grasa hepáticos, además, de repercutir de manera positiva en la mejora de la resistencia a la insulina y con esto mejoras en la composición corporal. En la función cardiaca los beneficios fueron más discretos los cuales estaban relacionados con la función diastólica y se veían reflejados de manera significativa cuando la población de niños o jóvenes padecía de obesidad. Finalmente, los beneficios psicológicos y psicosociales estaban relacionados principalmente con la mejora del autoconcepto y la autopercepción, además, cabe resaltar que el porcentaje de adherencia a causa del entrenamiento de fuerza fue en alto grado y llevo a la creación de estilos de vida ligados a la práctica del ejercicio físico; con respecto a estos beneficios cabe destacar que en población obesa permitió dar mejor cabida y aceptación a niños y adolescentes con esta patología gracias que podían demostrar su “poderío” frente a sus compañeros siendo de esta manera quienes resaltaban en el grupo.

Con respecto a los riesgos del entrenamiento de fuerza en edades tempranas cabe destacar que el concepto relacionado con afectaciones en el cartílago de crecimiento en edades tempranas a causa del entrenamiento de la fuerza no es más que un mito, ya que basados en la literatura se pudo encontrar que las lesiones estaban más relacionadas con accidentes por dejar caer los pesos

los cuales afectaban principalmente a las extremidades como la mano y el pie, sumado a esto la mala ejecución técnica y la falta de supervisión por un profesional cualificado eran los principales motivos para tener riesgos de lesión en edades infanto-juveniles.

7. Recomendaciones

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se recomienda que para llevar a cabo un entrenamiento de fuerza en población infanto-juvenil, lo primordial es el buen acompañamiento por parte de un profesional del deporte cualificado el cual debe tener como premisa básica enseñar la buena ejecución técnica de los ejercicios que irán componiendo el programa, para de esta manera evitar las posibles lesiones que ocurren debido a los puntos ya tratados. Además, se recomienda la realización de más estudios principalmente en las clases de educación física con el fin de que se puedan gozar los beneficios que conlleva el entrenamiento de la fuerza en edades tempranas y se deje de lado el temor y el recelo con el entrenamiento de fuerza en estas poblaciones. Además, de hacer énfasis en el aumento de estudios en nuestro país, donde son escasas las investigaciones con respecto a este tema y la población infanto-juvenil específicamente.

Debe estar ligado a todos los componentes legales expuestos en la constitución, y teniendo en cuenta lo expuesto en la ley 181 de 1995, encontramos los siguientes apartes:

Artículo 3º: “Para garantizar el acceso del individuo y de la comunidad al conocimiento y práctica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, el Estado tendrá en cuenta los siguientes objetivos rectores” (Congreso de la República de Colombia, 1995, p. 2)

1. “Formar técnica y profesionalmente al personal necesario para mejorar la calidad técnica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, con permanente actualización y perfeccionamiento de sus conocimientos”. (Congreso de la República de Colombia, 1995, p. 2)

2. “Planificar y programar la construcción de instalaciones deportivas con los equipamientos necesarios, procurando su óptima utilización y uso de los equipos y materiales destinados a la práctica del deporte y la recreación.” (Congreso de la República de Colombia, 1995, p. 2)

De acuerdo a lo anterior cabe resaltar que esos dos puntos contemplados en la ley son los que pueden tener repercusión negativa cuando de lesiones en niños y adolescentes se trata, por lo tanto, de deben tener en cuenta las recomendaciones anteriormente planteadas las cuales tienen una similitud con lo expuesto en la ley y que tiene relevancia en lo que respecta al entrenamiento de niños y jóvenes en este en la capacidad de la fuerza.

8. Aportes

Debido a que el entrenamiento de fuerza en edades menores tenía mucha controversia, este estudio permite esclarecer y ratificar la importancia que tiene el entrenamiento de fuerza en la población infanto-juvenil, donde los beneficios son potencialmente más condensados que las lesiones, pero siempre bajo la premisa de la supervisión de un profesional en el deporte, por lo tanto, lo que se buscó con este estudio fue dar a conocer los múltiples beneficios que tiene el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes y poder derribar todas las barreras que se tenían a causa de las creencias por el impacto negativo que podría tener el entrenamiento de fuerza en estas poblaciones. De acuerdo a esto, en la tabla 1 se expondrán una serie de beneficios y riesgos a causa del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes.

Tabla 1. *Efectos Fisiológicos y Estructurales del Entrenamiento de Fuerza en Niños y Adolescentes*

Beneficios del Entrenamiento de Fuerza en Niños y Adolescentes		
Beneficios a Nivel Musculo Esquelético	Beneficios en el Rendimiento Motor	Beneficios en la salud
Aumento de la densidad mineral ósea.	Se dan mejoras en las habilidades de salto y lanzamiento, gracias al alto potencial de plasticidad neuronal.	Adaptaciones en la obesidad, reduciendo porcentajes de grasa y mejorando la resistencia a la insulina.
Disminución del riesgo de osteoporosis.	Buena ejecución técnica con el fin de obtener un control y dominio adecuado de la acción.	Mejora la función cardiaca.
Aumento de la fuerza muscular.		
Riesgos del Entrenamiento de Fuerza en Niños y Adolescentes		
Lesiones a causa de accidentes como dejar caer los pesos.	Lesiones a causa de una mala ejecución técnica en los movimientos de los ejercicios.	Lesiones por la falta de supervisión de un profesional cualificado en el área deportiva.

Nota: Efectos fisiológicos y estructurales del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes a nivel de beneficios y riesgos.

De acuerdo a esto se puede observar que el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes tiene una cantidad elevada de beneficios divididos principalmente en tres dimensiones: beneficios a nivel musculo-esquelético, beneficios en el rendimiento motor, beneficios en la salud. A grandes rasgos, en los beneficios a nivel musculo esquelético se ven marcados por un aumento de la fuerza, pero principalmente de las adaptaciones neurales, además del fortalecimiento óseo. El rendimiento motor está relacionado con las mejoras en la realización de movimientos gracias a la alta

plasticidad lo que facilita el aprendizaje. En cuanto a los beneficios en salud están subdivididos en mejoras con respecto a la obesidad gracias a los beneficios en la composición corporal y el alto grado de adherencia que tiene el entrenamiento en población infanto-juvenil con problemas de obesidad, los beneficios en la función cardiaca están relacionados con la reducción en los valores de presión arterial sistólica y finalmente y aunque no son variables tenidas en cuenta en este estudio es pertinente mencionar que se encontraron beneficios desde el punto de vista psicológico que están relacionados con la mejora del autoconcepto y la autopercepción. Sin embargo, se debe tener presente que no todo es perfecto y existen una serie de riesgos, los cuales están ligados a la falta de supervisión, mala técnica en la ejecución de los ejercicios y riesgos por los accidentes especialmente por descuidos.

Además, se deben tener en cuenta una serie de pautas esenciales para llevar a cabo el entrenamiento con éxito, por lo tanto, de acuerdo a lo investigado se deben apreciar una serie de pautas a llevar a cabo para ejecutar de buena manera el entrenamiento de fuerza en los niños y adolescentes. Para ello la edad de inicio para entrenar la fuerza estaría entre los 7-8 años. Sin embargo, se deben tener en cuenta las fases sensibles, dentro de las cuales a partir de los 8 años se debería comenzar a trabajar la fuerza explosiva y posteriormente entorno a los 10 años comenzar con el trabajo de fuerza resistencia.

Con respecto a las cargas máximas o supra máximas no son recomendables en estas edades debido a que prima el aprendizaje y buena ejecución técnica, por lo tanto, la ejecución con pesos livianos buscando la conciencia muscular y que los patrones de movimiento a nivel inter e intra muscular mejoren debería ser lo que prima en la iniciación al entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes.

De acuerdo a esto y con respecto a la dosificación del entrenamiento debería tener:

- Frecuencia: 2-3 días por semana, ya un 4 día no sería ideal debido a que sobraría y podría ocasionar un sobre entrenamiento, por el contrario, un día a la semana sería un estímulo ineficiente para lograr un desarrollo optimo.
- Volumen: Deberían oscilar entre un rango de 8-15 repeticiones y de 2-5 series por ejercicio, teniendo en cuenta que la progresión se vaya haciendo cuando se llega a este número de repeticiones (15 reps) de manera fluida, posteriormente se hace el aumento del peso.
- Numero de semanas para hacer efectivo el entrenamiento: 8-12 semanas, sin embargo, para llevarlo a cabo con buena efectividad se requiere de un mínimo de 6 semanas para ver resultados positivos, sin embargo, si se ha hecho una pausa de al menos 4 semanas de debe comenzar de manera progresiva nuevamente ya que para volver al nivel que se tenía se requiere de un rango entre 8-12 semanas.

Sumado a lo anterior, se debe tener en cuenta que para el entrenamiento se apliquen los principios ya expuestos anteriormente, esto con el fin de tener una metodología adecuada en pro de generar adherencia en los alumnos, para ello es importante, tener ejercicios variados, divertidos y que tengan también una variedad adecuada de materiales.

Referencias

- Abril, J. C., Barragán, A. R., & Moreno, G. Á. M. (2019). Patrón del crecimiento humano. *Traumatología Y Ortopedia: Generalidades*, 1, 134.
- Arce, M. (2015). Crecimiento y desarrollo infantil temprano. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32, 574-578.
- Ayllón, F. N., & Faigenbaum, A. D. (2011). Entrenamiento de fuerza en niños y jóvenes obesos o con sobrepeso. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 10(1), 5-14.
- Behm, DG, Young, JD, Whitten, JH, Reid, JC, Quigley, PJ, Low, J., ... y Granacher, U. (2017). Eficacia del entrenamiento tradicional de fuerza versus potencia sobre la fuerza muscular, la potencia y la velocidad con los jóvenes: una revisión sistemática y un metanálisis. *Fronteras en fisiología*, 8, 423.
- Behringer, M., Vom Heede, A., Matthews, M. y Mester, J. (2011). Efectos del entrenamiento de fuerza en las habilidades de desempeño motor en niños y adolescentes: un metaanálisis. *Ciencias del ejercicio pediátrico*, 23 (2), 186-206.
- Benson, A. C., Torode, M. E., & Singh, M. F. (2008). The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *International journal of obesity*, 32(6), 1016-1027.
- Carbonero Celis, C. y Cañizares Márquez, J. M. (2016). Desarrollo de las capacidades físicas básicas en la edad escolar: factores entrenables y no entrenables: la adaptación al esfuerzo en niños y niñas. Sevilla, Spain: Wanceulen Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/usta/63404?page=33>.

Carbonero Celis, C. y Carbonero Celis, C. (2017). Crecimiento y desarrollo del niño. Sevilla, Spain: Wanceulen Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/usta/63447?page=14>.

Casas, Á. A., Naclerio, F., Calvo, X. D., & García, C. (2018). Efectos del entrenamiento de la aptitud muscular sobre la adiposidad corporal y el desempeño motriz en niños y jóvenes: un meta-análisis. *Educación Física y Ciencia*, 20(2), e046-e046.

Chulvi Medrano, I., Faigenbaum, A. D., & Cortell-Tormo, J. M. (2018). ¿Puede el entrenamiento de fuerza prevenir y controlar la dinapenia pediátrica?

Congreso de la Republica de Colombia. (1995, 18 de enero). Ley 181 de 1995. *Ley por el cual se dictan disposiciones para el fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la Educación Física y se crea el Sistema Nacional del Deporte. Redjurista.* https://www.redjurista.com/Documents/ley_181_de_1995_congreso_de_la_republica.aspx#/

Cortabitarte, I. C. (2016). Beneficios del entrenamiento de la fuerza en Educación Primaria. *Magister*, 28(2), 94-101.

Cuadra Rodríguez, D. (2014). El tratamiento de la fuerza desde una perspectiva saludable en Educación Primaria.

de Pediatría, S. A., & Subcomisiones, C. (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones. *Arch Argent Pediatr*, 116(Supl 5), S82-S91.

Domínguez La Rosa, P., & Espeso Gayte, E. (2003). Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes.

- Faigenbaum, A. D., & McFarland, J. E. (2016). Resistance training for kids: Right from the Start. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 20(5), 16-22.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63.
- Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., Naclerio, F., & Casas, A. A. (2011). Injury trends and prevention in youth resistance training. *Strength & Conditioning Journal*, 33(3), 36-41.
- Faigenbaum, AD, Kraemer, WJ, Blimkie, CJ, Jeffreys, I., Micheli, LJ, Nitka, M. y Rowland, TW (2009). Entrenamiento de resistencia para jóvenes: documento de declaración de posición actualizado de la asociación nacional de fuerza y acondicionamiento. *The Journal of Strength & Conditioning Research* , 23 , S60-S79.
- Ferrete Cáceres, C. (2015). Efecto del entrenamiento de fuerza, potencia y velocidad sobre las variables físicas y técnicas determinantes del rendimiento en jugadores de fútbol prepuberales y adolescentes.
- Fiorilli, G., Iuliano, E., Aquino, G., Campanella, E., Tsopani, D., Di Costanzo, A., ... & Di Cagno, A. (2017). Different consecutive training protocols to design an intervention program for overweight youth: a controlled study. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 10, 37.
- Fleck, S. J. (2011). Beneficios y variables percibidas del entrenamiento de fuerza para los niños y adolescentes. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 10(1), 15-20.
- Gunter, K. B., Almstedt, H. C., & Janz, K. F. (2012). Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exercise and sport sciences reviews*, 40(1), 13.

- Jones, C. S., Christensen, C., & Young, M. (2000). Weight training injury trends: a 20-year survey. *The Physician and sportsmedicine*, 28(7), 61-72.
- Kerr, Z. Y., Collins, C. L., & Dawn Comstock, R. (2010). Epidemiology of weight training-related injuries presenting to United States emergency departments, 1990 to 2007. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(4), 765-771.
- Kraemer, W. (2006). Entrenamiento de la fuerza. Editorial Hispano Europea.
- Lee, S., Bacha, F., Hannon, T., Kuk, J. L., Boesch, C., & Arslanian, S. (2012). Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial. *Diabetes*, 61(11), 2787-2795.
- Leiva Benegas, S. J. (2019). ¿Qué es la fuerza para la Educación Física? In *XIII Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de Educación Física y Ciencias (Ensenada, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2019)*.
- Lloyd, R.S., Faigenbaum, A.D., Stone, M.H., Oliver, J.L., Jeffreys, I., Moody, J.A.,... Myer, G.D. (2014). Posicionamiento sobre el entrenamiento de fuerza en jóvenes. Consenso Internacional de 2014. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(2), 111-124.
- López Jaramillo, P., Gómez Arbeláez, D., Cohen, D. D., Camacho López, P. A., Rincón Romero, K., Hormiga, C., ... & Hoffman, E. (2013). Asociación entre obesidad y baja capacidad muscular y función cardiorrespiratoria, factores de riesgo cardiometabólico en niños colombianos. *Trauma, Fundación MAPFRE*.
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clinical journal of sport medicine*, 16(6), 478-487.

- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (2007). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Martínez Quiñones, L. D., & Zuluaga Ávila, D. F. (2020). Programa de entrenamiento de fuerza en niños y Adolescentes de 10-13 años para fortalecer el Desarrollo Deportivo.
- Miño Verdesoto, M. P. (2017). "Evaluación de las cualidades motoras: flexibilidad y fuerza en niños del 8vo año de básica de dos colegios de la ciudad de Quito, en relación con las horas empleadas en educación física".
- Miranda Cali, L. R. (2016). *Crecimiento y desarrollo en adolescentes deportistas de halterofilia guía educativa para evitar trastornos morfofuncionales* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de Graduados).
- Myer, Gregory D ^{1,2} ; Quatman, Carmen E ^{1,3} ; Khoury, Jane ^{1,4} ; Wall, Eric J ^{1,5} ; Hewett, Timothy E ^{1,6} Lesiones de "levantamiento de pesas" de jóvenes versus adultos que se presentan en las salas de emergencia de los Estados Unidos: Mecanismos de lesiones accidentales versus no accidentales, *Journal of Strength and Conditioning Research*: octubre de 2009 - Volumen 23 - Número 7 - p 2054-2060 doi: 10.1519 / JSC.0b013e3181b86712
- Naclerio, F. (2000). Entrenamiento de Fuerza y Potencia en Niños y Jóvenes-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. *PubliCE*.
- Naylor, L. H., Watts, K., Sharpe, J. A., Jones, T. W., Davis, E. A., Thompson, A., ... & Green, D. J. (2008). Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(12), 2027-2032.

- Nichols, D. L., Sanborn, C. F., & Love, A. M. (2001). Resistance training and bone mineral density in adolescent females. *The Journal of pediatrics*, 139(4), 494-500.
- Novoa, J. J. S. (2016). El entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes. Revista digital: *Actividad Física y Deporte*, 2(2).
- Orts, H. C. (2015). La radiología en las tallas bajas disarmonicas: Displasias óseas. *Rev Esp Endocrinol Pediatr*, 6.
- Páez, L. C., & Luque, G. T. (2000). El entrenamiento de fuerza en niños. Revisión. *Apunts. Educación física y deportes*, 3(61), 64-71.
- PEDIATRIA, A. A. (2001). Entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes.
- Peña, G., Heredia, J. R., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de medicina del deporte*, 9(1), 41-49.
- Pollitt, E., & Caycho, T. (2010). Desarrollo motor como indicador del desarrollo infantil durante los primeros dos años de vida.
- Prada Pérez, Á. y Romero Granado, S. (2004). Lesiones deportivas en el niño y adolescente. Sevilla, Spain: Wanceulen Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/usta/60219?page=36-37>.
- Raposo, A. V. (2005). Fuerza, la. entrenamiento para juvenes (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Romero, M. (2015). Entrenamiento de sobrecarga en pre púberes: beneficios del entrenamiento con sobrecarga sobre el rendimiento motor en pre púberes niños de 10 y 11 años.

- Swinburn, B. A., Sacks, G., Lo, S. K., Westerterp, K. R., Rush, E. C., Rosenbaum, M., ... & Ravussin, E. (2009). Estimating the changes in energy flux that characterize the rise in obesity prevalence. *The American journal of clinical nutrition*, 89(6), 1723-1728.
- Tagliaferri, H. (2013). Entrenamiento de la fuerza con niños.
- Torres Luque, G., & Carrasco Páez, L. (2000). El entrenamiento de fuerza en niños. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 61, 64-71.
- Valovich McLeod, TC, Decoster, LC, Loud, KJ, Micheli, LJ, Parker, JT, Sandrey, MA y White, C. (2011). Declaración de posición de la Asociación Nacional de Entrenadores Atlético: prevención de lesiones pediátricas por uso excesivo. *Revista de entrenamiento atlético* , 46 (2), 206-220.
- Vega, D. M. (2011). Efecto del entrenamiento resistido sobre la fuerza y resistencia muscular en escolares prepúberes sanos: una revisión sistemática. *TRANCES. Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, (1), 33-53
- WEINECK, J (2005). Entrenamiento Total. Editorial Paidotribo. Barcelona
- Wilmore JH, Costill DL. Control muscular del movimiento. En: Wilmore JH y Costil DL: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 3ª ed. Ciudad de Buenos Aires: Paidotribo, 2000:26-43.
- World Health Organization. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud.
- World Health Organization. (2016). Report of the commission on ending childhood obesity. World Health Organization.

Zurlo de Mirotti, S., & Casasnovas, O. (2003). Edad de iniciación deportiva: optimo momento psicofísico. Arch. argent. pediatr, 296-311