

EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN LA PUBERTAD

CAFYD

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Ibai Fernández Fernández y Miguel Zardoya Suárez

Grupo matriculado TFG: M41

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Daniel Frías López

Área: Rendimiento (Revisión bibliográfica)

Resumen

Históricamente, la aplicación de entrenamiento de fuerza durante la pubertad ha sido objeto de críticas y prejuicios. Sin embargo, esta percepción está cambiando con las tendencias actuales, ya que cada vez más expertos respaldan su inclusión en estas etapas. Un ejemplo de esto es el creciente interés en el entrenamiento de fuerza basado en pliometrías, el cual ha demostrado ser muy beneficioso desde su surgimiento en los años 70, especialmente para mejorar la fuerza explosiva.

El propósito de esta revisión es explorar los efectos del entrenamiento de fuerza durante la pubertad. De la búsqueda inicial de información en la literatura científica proporcionada por la biblioteca CRAI dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid, se seleccionaron aquellos artículos que trataran sobre el entrenamiento de fuerza en etapas puberales.

Durante la revisión se observó que los entrenamientos de fuerza muestran diversos enfoques y medidas metodológicas. Se exploran diferentes métodos de entrenamiento y variables, como la velocidad, agilidad y pruebas de salto, siendo estas últimas las más utilizadas.

Se comprobó que el entrenamiento de fuerza durante la pubertad, una etapa crucial en el desarrollo físico, personal y social puede ofrecer importantes beneficios musculares, óseos y articulares, así como mejoras significativas en la aptitud física específica. Sin embargo, es fundamental una supervisión adecuada y un diseño individualizado de programas de entrenamiento para minimizar los riesgos de lesiones o accidentes.

Palabras clave: entrenamiento de fuerza, pubertad, entrenamiento pliométrico, efectos

Abstract

Historically, strength training during puberty has been subject to criticism and prejudice. However, this perception is changing with current trends, as more experts endorse its inclusion during these stages. A good example of this is the growing interest in plyometric-based strength training, which has proven to be highly beneficial since its emergence in the 1970s, especially for enhancing explosive strength.

The purpose of this review is to explore the effects of strength training during puberty. From the initial search for information in the scientific literature provided by the CRAI Dulce Chacón library at the European University of Madrid, articles whose main idea was strength training during pubertal stages were selected.

During the review, it was observed that strength training shows various approaches and methodological measures. Different training methods and variables are explored, such as speed, agility, and jump tests, with those being the most used.

As it was found, strength training during puberty is a crucial stage in physical, personal, and social development, can offer significant muscular, skeletal, and joint benefits, as well as significant improvements in specific physical fitness. However, adequate supervision and individualized program design are fundamental to minimize the risks of injuries or accidents.

Key words: strength training, puberty, plyometric training, effects

Índice

1. Introducción.....	5
1.1 Entrenamiento de fuerza.....	5
1.2 La pubertad.....	8
1.3 Entrenamiento de fuerza en la pubertad	11
2. Objetivos	13
3. Metodología.....	13
3.1. Diseño.....	13
3.2. Estrategia de búsqueda.	13
3.3. Criterios de selección.....	15
3.4. Diagrama de flujo.	16
4. Discusión.....	17
5. Futuras líneas de investigación.	20
6. Conclusiones.....	22
7. Referencias bibliográficas.	24
8. Anexos.	30
8.1 Cuadro resumen artículos empleados	30

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1	30
---------------	----

Figuras

Figura 1	7
Figura 2	16
Figura 3	18

1. Introducción.

En el pasado, el entrenamiento de fuerza en niños siempre ha sido un tema muy controversial, ya que a menudo se relacionaba el concepto de “entrenamiento de fuerza” con levantamiento de peso y musculación, resultando en la creencia general que el entrenamiento de fuerza era perjudicial en esa etapa, frenando el desarrollo óseo y muscular usual. Si bien es cierto que, sin un diseño coherente y adecuado, ni una correcta supervisión (Jaimes et al., 2022; Yolcu et al., 2024), el entrenamiento de fuerza a esas edades puede conllevar ciertos riesgos, a día de hoy, los expertos respaldan que el entrenamiento de fuerza también puede tener numerosos beneficios (Yolcu et al., 2024).

1.1 Entrenamiento de fuerza.

Para la comprensión de esta revisión es esencial entender que es la fuerza. Según Suchomel et al. (2016) la fuerza es la capacidad de generar tensión muscular contra una resistencia externa, este proceso involucra la activación coordinada de las unidades motoras del sistema nervioso central y el proceso de contracción muscular.

Teniendo en cuenta esta descripción general, se pueden encontrar distintos tipos de fuerza, los cuales pueden ser entrenados de forma específica, dando lugar a su propio tipo de entrenamiento.

Según la contracción a la que se vea sometido el músculo, esta puede ser (Gola y Pasodi, 2015):

- **Fuerza concéntrica / excéntrica:** La fuerza concéntrica implica una contracción del músculo mientras este se acorta y del mismo modo la fuerza excéntrica implica una contracción del músculo mientras este se alarga o elonga, esta última permite que el músculo esquelético desarrolle una mayor cantidad de fuerza (Stiff y Verkhoshansky, 2009).
- **Fuerza isométrica:** Implica una contracción muscular sin cambios en la longitud del músculo (Stiff y Verkhoshansky, 2009).

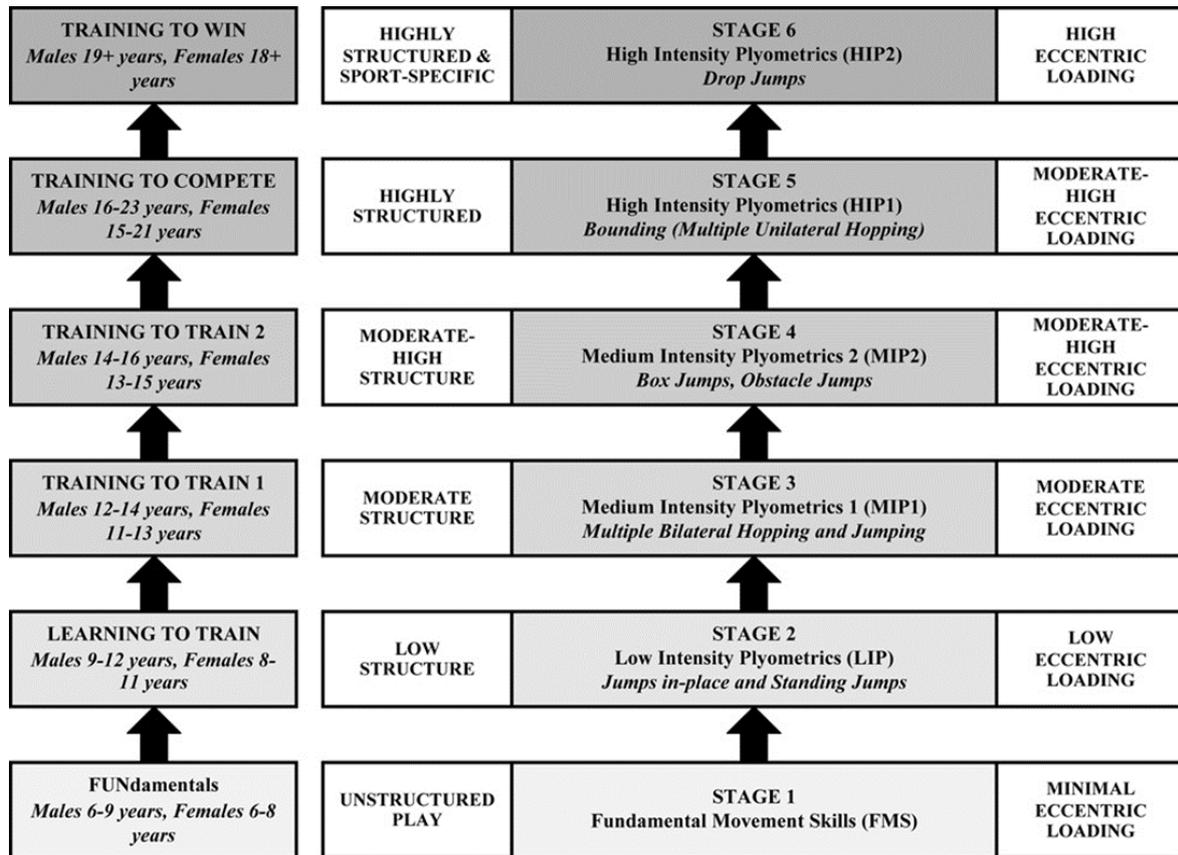
Sin embargo, para Sandau y Granacher (2020) la fuerza no es independiente del tiempo que tenemos para ejercer la contracción muscular, es por ello que, en función del tiempo de aplicación, la fuerza puede ser (Yolcu et al., 2024):

- Fuerza resistencia: relacionada con la capacidad de mantener la producción de fuerza durante un prolongado periodo de tiempo o mediante un abundante número de repeticiones (Stiff y Verkhoshansky, 2009; Yolcu et al., 2024).
- Fuerza explosiva. relacionada con la capacidad de generar una gran cantidad de fuerza en un corto periodo de tiempo (Stiff y Verkhoshansky, 2009).

Dentro de este grupo y en la última década, se han popularizado los entrenamientos de fuerza explosiva basados en pliometrías, un concepto muy interesante y en auge, sobre todo aplicadas en edades tempranas como la etapa puberal y en deportes con demandas de fuerza explosiva (Negra et al., 2020). Es un método que consiste en realizar ejercicios con tu propio peso corporal o cargas ligeras. Una forma popular y eficaz de mejorar la potencia y el rendimiento del sprint es el entrenamiento pliométrico. Dicho entrenamiento hace referencia a ejercicios que están diseñados para mejorar la potencia muscular, principalmente mediante el uso de entrenamiento de saltos. Afirman que el ejercicio pliométrico se caracteriza por el alargamiento (contracción excéntrica) de la unidad músculo-tendón seguida directamente por la acción de acortamiento (contracción concéntrica), lo que se denomina ciclo de estiramiento-acortamiento (Beato et al., 2018; Markovic y Mikulic, 2012; Sáez de Villareal et al., 2012).

La Figura 1 muestra los tipos de ejercicios recomendados para cada etapa de desarrollo, ofreciendo así una herramienta visual que facilita la comprensión y aplicación de dicha progresión en el contexto del entrenamiento deportivo juvenil. (Lloyd et al., 2011).

Figura 1.
Progresión del entrenamiento pliométrico por etapas.



Nota: Esta figura muestra los elementos de progresión por edades del entrenamiento pliométrico, partiendo desde el inicio recomendado 6 años, progresando por la etapa prepuberal, adolescencia y finalizando con la adultez. Representa en cada una de las etapas los ejercicios recomendados a realizar. Extraído de *The natural development and trainability of plyometric ability during childhood* (p.26), por Lloyd et al. (2011).

También relacionado con el número de repeticiones se encuentra el concepto de “fuerza máxima”, que es la capacidad de generar la mayor cantidad de fuerza posible en un único esfuerzo (Cormie et al., 2011).

Según otra definición dada por Coskun y Sahin (2014) el entrenamiento de fuerza es un método de entrenamiento en el cual un agente de resistencia externo es usado para inducir un cambio en la capacidad funcional de la musculatura.

Dependiendo de la procedencia o la morfología del agente mencionado, los entrenamientos también se pueden clasificar en:

- Entrenamiento con peso libre: El agente de resistencia externo es un peso que permite movimientos libres y naturales, comúnmente barras o mancuernas (Yolcu et al., 2024). Es un tipo de entrenamiento muy efectivo para desarrollar una fuerza más funcional y estabilidad, ya que activa múltiples grupos musculares de forma simultánea (Arazi et al., 2014).
- Entrenamiento con máquina: La resistencia externa está proporcionada por una máquina diseñada específicamente para mantener esa resistencia en un rango de movimiento determinado sobre grupos musculares o músculos de una manera más aislada y guiada (Yolcu et al., 2024).
- Entrenamiento con resistencia elástica: El agente externo en este tipo de entrenamientos es una banda, tubo o superficie elástica que proporciona un tipo de resistencia inestable durante los ejercicios (Yolcu et al., 2024).
- Entrenamiento con peso corporal: La resistencia externa que existe en este tipo de entrenamientos es la gravedad (Yolcu et al., 2024).

Además de los entrenamientos, son muchos los factores que inciden en la fuerza como la genética, la nutrición o el descanso. Pero de entre todos ellos destaca la edad, en un estudio realizado por Cruz-Jentoft (2015), se demostró que la edad es el factor más influyente a la hora de ganar fuerza o perderla.

1.2 La pubertad.

No todos los autores están de acuerdo sobre qué intervalo de edades transcurre la pubertad. Si bien es cierto que no existe una unificación al respecto, varios autores como Lloyd et al. (2014), Lloyd y Oliver (2012) o Verdugo (2015) consideran que la pubertad es un conjunto de cambios, tanto madurativos o de desarrollo, como fisiológicos. Hacen distinción entre la edad cronológica, la cual denota el intervalo temporal transcurrido desde el nacimiento del individuo hasta un momento determinado en el tiempo; la edad biológica que alude a los procesos de maduración y a influencias externas y; la edad atlética, que señala la experiencia en actividad física y entrenamiento (Temboury, 2009).

Así, la maduración del individuo se perfila en consonancia con su edad anatómica, biológica y atlética, pudiendo resultar diferencias significativas entre dos sujetos de idéntica edad anatómica en función de su desarrollo biológico (Temboury, 2009).

Expertos como Hume y Russell (2014) sí distinguen etapas concretas.

- La etapa prepuberal está caracterizada por un sistema nervioso completamente desarrollado, aunque el sistema reproductivo aún no ha iniciado su proceso de maduración. El interés primordial del niño radica en el juego recreativo, evidenciando una capacidad de atención limitada. Además, el sistema esquelético se encuentra aún en etapa de inmadurez (Hume y Russell, 2014).
- La pubertad se inaugura con la activación de las hormonas sexuales, desencadenando un período de crecimiento acelerado. Esta etapa se traduce en cambios como la maduración musculoesquelética, aumento de estatura, ganancia de peso y mayor definición muscular. Las niñas experimentan estos cambios antes que los niños, influenciadas también por la menarquia (Hume y Russell, 2014). Del mismo modo, para Barrio et al. (2015), la pubertad, es un período crucial en el desarrollo humano, marca la transición hacia la madurez sexual y reproductiva. Su inicio está estrechamente ligado a la activación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG), donde la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) desempeña un papel central al reactivar su secreción pulsátil. La compleja interacción de genes subyace al desencadenamiento de este proceso. La GnRH, a su vez, estimula la liberación pulsátil de hormona luteinizante (LH) y hormona foliculoestimulante (FSH), iniciando así la maduración gonadal y la producción de esteroides sexuales. Múltiples factores genéticos y ambientales, como la herencia, etnia, estado nutricional y entorno, influyen en el momento del inicio puberal, que tiende a situarse alrededor de los 10 años en las niñas y los 12 años en los niños. Los primeros signos clínicos de la pubertad son el desarrollo mamario en las niñas y el aumento del volumen testicular en los niños (>3 ml) (Barrio et al., 2015). Es importante destacar que la aparición de vello púbico, aunque a menudo asociado con la pubertad,

es más bien un resultado de la adrenarquia y no debe considerarse como un indicador del inicio puberal. El retraso puberal se define como la falta de desarrollo mamario en las niñas o el aumento del volumen testicular en los niños después de cierta edad, generalmente alrededor de los 13 años para las niñas y los 14 años para los niños, con una diferencia de más de 2 a 2 ½ desviaciones estándar de la población de referencia. Este retraso puede ser resultado de disfunciones en el eje HHG, que pueden manifestarse a nivel hipotalámico, hipofisario o gonadal. Las formas congénitas, que afectan tempranamente durante el desarrollo intrauterino, suelen presentar manifestaciones más severas, incluyendo micropene y criptorquidia en los niños (Barrio et al., 2015).

- En la post pubertad sobresalen las diferencias relativas al incremento de fuerza y desempeño motor, aumento de masa muscular magra y reducción del porcentaje de grasa corporal. Estos cambios resultan particularmente notorios en los varones, como consecuencia del aumento de la hormona del crecimiento (Hume y Russell, 2014).

Otros expertos (Cunha et al., 2015; Marta et al., 2019; Soriano, 2015) hacen uso de la escala de Tanner como base clasificatoria de la etapa puberal.

- Estadio I (Soriano, 2015):
 - Niñas: Están en la fase infantil, sin señales de desarrollo mamario ni vello pubiano.
 - Niños: También en la etapa infantil, con un volumen testicular siempre inferior a 4 cc y sin vello pubiano.
- Estadio II (Soriano, 2015):
 - Niñas: Comienza la telarquia, manifestada por un pequeño nódulo mamario palpable y un ligero aumento en el diámetro de la areola. Se inicia el crecimiento de un poco de vello lacio, principalmente en los labios mayores.
 - Niños: El volumen testicular alcanza al menos 4 cc, la piel del escroto se vuelve más rugosa y oscura, y aparecen los primeros vellos en la base del pene.

- Estadio III (Soriano, 2015):
 - Niñas: Las mamas y los pezones crecen más, adquiriendo un perfil redondeado. Aumenta la densidad del vello pubiano, volviéndose más oscuro, grueso y rizado.
 - Niños: El tamaño del pene aumenta, especialmente en longitud. Los testículos siguen creciendo, ahora entre 8 y 12 cc. El vello pubiano se hace más largo y abundante, con un aspecto rizado y se extiende por la zona púbica.
- Estadio IV (Soriano, 2015):
 - Niñas: La areola y el pezón crecen más, formando una pequeña elevación sobre la glándula. El vello pubiano se asemeja al de la mujer adulta, pero en menor extensión.
 - Niños: El pene sigue creciendo en longitud y circunferencia, al igual que el glande. Los testículos ahora tienen un volumen de entre 12 y 15 cc. El vello pubiano es más grueso, rizado y oscuro, cubriendo la mayoría del área púbica.
- Estadio V (Soriano, 2015):
 - Niñas: Llegan al estadio de la mama adulta, con la desaparición del segundo montículo descrito en la etapa IV. El vello pubiano adquiere una forma de triángulo invertido y puede extenderse hacia la parte superior de los muslos.
 - Niños: Alcanzan el estadio adulto, con un volumen testicular superior a 15 cc. El vello pubiano se extiende hacia la parte superior e interna de los muslos y la línea alba.

1.3 Entrenamiento de fuerza en la pubertad.

La promoción de la actividad física y el ejercicio regular en la población puberal es un componente esencial para la salud y el bienestar a lo largo de la vida. La Organización Mundial de la Salud ha destacado repetidamente la importancia de la actividad física en la pubertad como medio para prevenir enfermedades crónicas y promover un desarrollo saludable. En este sentido, el entrenamiento físico y el

desarrollo de habilidades deportivas en la juventud no solo son cruciales para el rendimiento deportivo, sino también para la salud y el desarrollo integral de los jóvenes (OMS, 2022).

En virtud de las disparidades en el desarrollo individual, aún entre sujetos de igual edad, resulta imperativo evaluar el grado de desarrollo de cada niño al concebir un programa de entrenamiento de la fuerza. En este sentido, se hace esencial aprender la noción de edad desde distintos puntos de vista (Temboury, 2009).

Lloyd y Oliver (2012) postulan un modelo fundamentado en la edad biológica, subrayando la necesidad de evitar la conceptualización del niño como un adulto en miniatura, y ajustar el entrenamiento según las particularidades de cada infante. Aunque bien es cierto que para Tanner la pubertad es un proceso que se puede asociar al transcurso desde los 9 a los 15 años de edad biológica, la identificación precisa de dicha maduración resulta crucial para diseñar un programa de entrenamiento ajustado que facilite el desarrollo del niño en concordancia con su ritmo individual, al tiempo que minimiza el riesgo de posibles lesiones físicas y fisiológicas (Bompa y Carrera, 2015).

En años anteriores, se difundieron en las publicaciones ideas erróneas sobre el entrenamiento de fuerza en preadolescentes, sugiriendo que este tipo de ejercicio era perjudicial y conllevaba riesgos elevados, incluyendo la posibilidad de discapacidad. Además, se planteaba que, al ser considerado peligroso, podría tener un impacto negativo en el desarrollo de los niños. Sin embargo, en las últimas dos décadas, se ha investigado exhaustivamente este tema y se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza practicado por niños en la etapa de la pubertad no solo es beneficioso para el desarrollo muscular y óseo, sino que también contribuye de manera positiva a su socialización, desarrollo mental y autoconocimiento (Coskun y Sahin, 2014).

Por todo ello, estimamos que los efectos del entrenamiento de fuerza en la pubertad es un tema de actualidad y de alto interés científico y, por ello, consideramos que su revisión puede tener un gran valor.

2. Objetivos.

2.1. Objetivo principal.

El objetivo principal de esta revisión es conocer los efectos que distintos entrenamientos de fuerza pueden tener durante la pubertad.

2.2. Objetivos secundarios.

Los objetivos secundarios de esta revisión son los siguientes:

- Analizar la incidencia de entrenamientos basados en pliometrías sobre la fuerza explosiva durante la pubertad.
- Comprobar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre las capacidades físicas de salto y velocidad.

3. Metodología.

3.1. Diseño.

El diseño metodológico que se ha aplicado en la elaboración de este trabajo ha sido un modelo de revisión bibliográfica y sistemática de literatura científica en las bases de datos MEDLINE complete, Rehabilitation & Sports Medicine Source y SPORT Discuss With full text de la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid sobre los efectos que distintos tipos de entrenamiento de fuerza pueden tener durante la pubertad.

3.2. Estrategia de búsqueda.

Una vez planteada la cuestión a investigar, se procede a establecer la estrategia de búsqueda.

Se inició una búsqueda de la literatura científica almacenada en la base de datos de la Universidad (Biblioteca CRAI Dulce Chacón) durante el año universitario 2023/2024. Entrando en su página web siguiendo la siguiente ruta digital: Tu escuela/facultad > Ciencias de la Actividad física y del Deporte > Recursos digitales > MEDLINE complete. Se añaden SPORT Discuss with full text y Rehabilitation & Sports Medicine Source como bases de datos complementarias para aunar la

mayor cantidad de artículos relevantes posibles y se realiza una búsqueda avanzada.

Las palabras clave que se utilizan en la búsqueda bibliográfica avanzada de esta revisión son: strength training or resistance training or plyometric training or weight training or physical training AND Puberty or preadolescence or prepubescent or prepubertal AND effects (Ver en figura 2)

Al realizar la búsqueda se encontraron 770 artículos de los cuales solo 338 fueron tenidos en cuenta al aplicar los filtros de texto completo y publicaciones académicas arbitradas.

Con el motivo de acercar la revisión a la actualidad se cribó la selección antes mencionada, aplicando los filtros temporales: mes inicial <mes>, año inicial 2014, mes final <mes>, año final 2024, quedando un total de 210 artículos válidos.

Se añade el operador booleano NOT con los términos: review or literature or meta-analysis or systematic review para sustraer todos los artículos que ya fueran propiamente revisiones bibliográficas, restando un total de 193 artículos.

Para reducir el número de artículos que no eran coherentes con el móvil de esta revisión, se añade el filtro por edades de los 6 a los 18 años resultando en 47 artículos.

Finalmente se aplican los filtros de idioma inglés y se eliminan artículos duplicados, quedando un total de 39 artículos, de los cuales se seleccionan los 11 que más relación proyectan sobre los objetivos planteados para la confección de esta revisión.

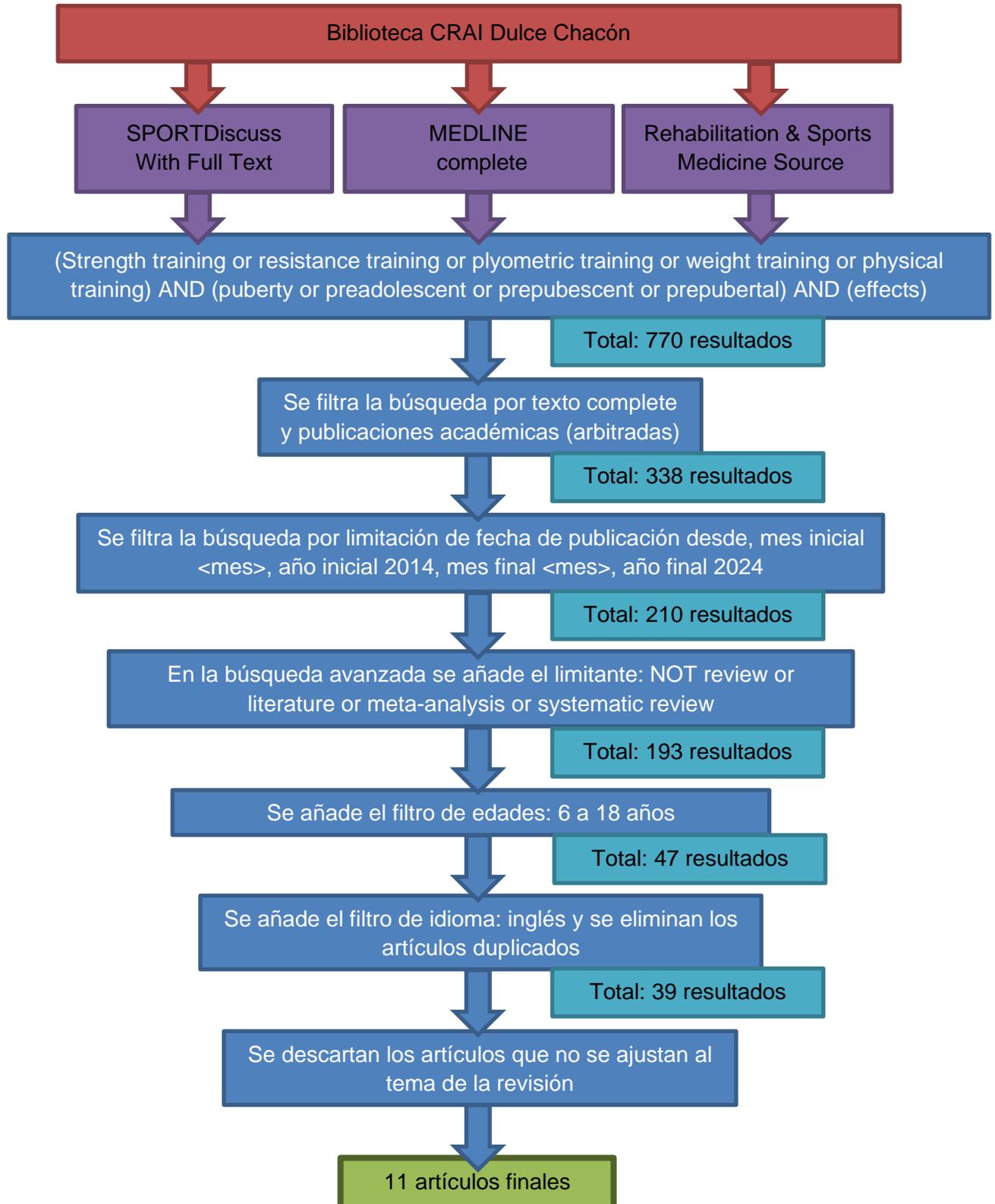
3.3. Criterios de selección.

Los criterios de selección que se han usado para la búsqueda de artículos en este trabajo han sido:

- Artículos con texto completo descargable.
- Publicaciones académicas arbitradas.
- Fecha de publicación: entre 2014 y 2024.
- Edad: entre 9 y 15 años.
- Idioma: inglés.
- Publicaciones que estudien una muestra sin patologías.
- Artículos cuyo tema principal sea entrenamiento de fuerza.
- Artículos que no analicen aspectos sociales.

3.4. Diagrama de flujo.

Figura 2.
Diagrama de Flujo.



4. Discusión.

La revisión de la literatura científica revela una diversidad de enfoques metodológicos y medidas de variables utilizadas en estudios que abordan el entrenamiento de fuerza en la etapa puberal. A través de estos estudios se han explorado distintos métodos de entrenamiento, incluyendo variedades en la resistencia externa o entrenamientos que inciden en tipos de fuerza específicos, así como variantes que comparan dos o más enfoques. Chaabene y Negra (2017) implementaron un programa de entrenamiento pliométrico en futbolistas jóvenes, mientras que Van der Tillaar et al. (2015), comparan un programa de entrenamiento de fuerza máxima en sentadillas y un programa de pliometrías. A su vez, Yolcu et al. (2024) compararon el efecto del entrenamiento con máquinas de resistencia y con bandas elásticas en futbolistas adolescentes.

En cuanto a las variables medidas, se observa una amplia gama de parámetros físicos evaluados en los diferentes estudios. Las variables más comunes de esta revisión incluyen medidas de velocidad, y agilidad, como los tiempos de sprint de diferentes distancias (5m, 10m, 20m, 30m) (Fischetti et al., 2018; Sammoud et al., 2022), así como pruebas de cambio de dirección (CoD 's) y agilidad, como el test Illinois, el test 505 (Negra et al., 2020), el Yo-Yo Test (Van der Tillaar et al., 2015) o el T - Test (Latorre et al., 2018; Chabeene y Negra, 2017). Pero sin duda, las más repetidas y que han demostrado tener mayor correlación a la hora de medir la fuerza (del tren inferior) en jóvenes puberales, son las relacionadas con las pruebas que comprenden los test de salto de Bosco, como el SLJ (Standing Long Jump o salto de longitud horizontal) o el abalakov, destacando como los más usados el CMJ (Counter Movement Jump o salto con contramovimiento) y el SJ (Squat Jump o sentadilla con salto), empleados como variable de medición en los estudios de Chaabene y Negra (2017) (Ver figura 3); Fischetti et al. (2018); Jaimes et al. (2022); Latorre et al. (2018); Marta et al.(2019); Negra et al. (2020) o Van der Tillaar et al. (2015).

Figura 3.
Tabla de variables.

	Low-Volume Plyometric-Training Group			High-Volume Plyometric-Training Group			ANOVA P (ES)		
	Pretest	Posttest	Δ (%)	Pretest	Posttest	Δ (%)	Time	Group	Group × time
T ₅ (s)	1.19 ± 0.04	1.10 ± 0.06	-7.24 (2.54 to -14.05)	1.20 ± 0.10	1.16 ± 0.09	-3 (10.91 to -11.02)	.005 (.86)	.11 (.48)	.27 (.32)
T ₁₀ (s)	2.02 ± 0.05	1.94 ± 0.07	-4.04 (2 to -11.32)	2.10 ± 0.14	2.01 ± 0.13	-4.12 (5 to -10.84)	.006 (.85)	.01 (.75)	.91 (0)
T ₂₀ (s)	3.50 ± 0.16	3.38 ± 0.13	-3.46 (8.85 to -12.61)	3.65 ± 0.24	3.54 ± 0.22	-2.87 (5.97 to -8.85)	.03 (.64)	.007 (.83)	.86 (.06)
T ₃₀ (s)	4.98 ± 0.12	4.84 ± 0.17	-7.39 (5.05 to -10.80)	5.17 ± 0.34	5.03 ± 0.34	-2.68 (4.14 to -7.24)	.05 (.57)	.01 (.78)	.98 (0)
T test (s)	11.33 ± 0.34	10.54 ± 0.53	-7.03 (-1.34 to -12.67)	11.58 ± 0.72	11.23 ± 0.77	-2.85 (3.21 to -7.21)	.002 (.96)	.01 (.79)	.18 (.39)
Standing long jump (m)	1.77 ± 0.09	1.89 ± 0.08	6.80 (-2.15 to 17.98)	1.64 ± 0.18	1.76 ± 0.19	7.12 (-2.54 to 20)	.007 (.83)	.002 (.95)	.96 (0)
CMJ (cm)	23.66 ± 2.83	26.85 ± 2.78	14.46 (-5.18 to 39)	23.41 ± 5.55	26.47 ± 5.5	14.26 (-5.33 to 37.91)	.01 (.75)	.79 (.06)	.95 (0)
Squat jump (cm)	21.29 ± 3.04	24.64 ± 2.84	16.89 (-10.71 to 38.98)	22.18 ± 5	25.64 ± 5.94	16.1 (-3.11 to 35.09)	.008 (.81)	.44 (.22)	.96 (0)

Abbreviations: Δ, change pretraining to postraining; ES, effect size; T₅, 5-m-sprint time; T₁₀, 10-m-sprint time; T₂₀, 20-m-sprint time; T₃₀, 30-m-sprint time; CMJ, countermovement jump.

Nota: Esta figura muestra las diferentes variables de tiempo en (5, 10, 20, 30), T test, SLJ, CMJ y SJ y sus resultados en las pruebas pretest y posttest. Extraído de The Effect of Plyometric Training Volume on Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players (p.1209), por Chaabene, y Negra, (2017).

Otras medidas de interés incluyen la fuerza muscular, evaluada a través de pruebas como la fuerza máxima en ejercicios concretos, como puede ser la sentadilla en el caso del estudio de Cunha et al. (2015) o Yolcu et al. (2024). Además, algunos estudios (Negra et al., 2020; Van der Tillaar et al., 2015) también exploran variables específicas de cada deporte, como la distancia de lanzamiento en balonmano (Van der Tillaar et al., 2015) y la distancia de golpeo en el fútbol (Negra et al., 2020). Variables complementarias de gran interés son las usadas en el estudio de Cunha et al. (2015) relacionadas con el desarrollo óseo como lo son, la masa ósea total y particular de cada hueso y el contenido mineral de los mismos.

El entrenamiento de fuerza emerge como un componente crucial en el desarrollo físico de niños y adolescentes. En la mayoría de los artículos revisados los grupos que se sometían a programas de entrenamiento de la fuerza en sus distintas variedades, obtienen mejoras significativas con respecto a los respectivos grupos control en las variables relacionadas con la fuerza muscular específica (Cunha et al., 2015; Yolcu et al., 2024).

A pesar de las mejoras observadas en variables de rendimiento físico, como la velocidad, la potencia y la agilidad, no todos los estudios encuentran cambios significativos en todas las variables medidas, existen excepciones como los realizados por Chaabenne y Negra (2017) donde no se aprecia una mejora estadísticamente notoria en las variables medidas entre el grupo control y el grupo que se sometió al programa de entrenamiento o el estudio llevado a cabo por Coskun y Sahin (2014) donde las medidas de fuerza de pierna y repeticiones de flexiones o abdominales tampoco difieren entre los grupos participantes.

Otros estudios no encuentran diferencias apreciables en la altura del salto vertical, lo que subraya la variabilidad individual en la respuesta al entrenamiento (Fischetti et al., 2018; Van der Tillaar et al., 2015).

Es importante destacar que la inclusión de ejercicios específicos con resistencia libre o bandas elásticas puede ser igualmente efectiva que el uso de máquinas de resistencia, lo que sugiere la versatilidad y la importancia de la variedad en los programas de entrenamiento (Yolcu et al., 2024).

El entrenamiento pliométrico emerge como una estrategia eficaz para potenciar la capacidad de salto y la explosividad muscular en jóvenes deportistas. Este tipo de entrenamiento, caracterizado por la realización de ejercicios de alta intensidad que implican rápidas contracciones musculares, ha demostrado consistentemente su capacidad para mejorar variables como la altura y potencia del salto vertical, así como la fuerza ejercida sobre la superficie de despegue (Chaabene y Negra, 2017; Coskun y Sahin, 2014; Marta et al., 2019).

Sin embargo, es importante destacar la influencia del volumen de entrenamiento pliométrico en los resultados obtenidos, ya que se ha observado que un volumen más bajo puede ser igualmente efectivo e incluso más eficiente en términos de tiempo invertido en relación a los resultados obtenidos (Chaabene y Negra, 2017).

Como hemos podido comprobar en esta revisión son numerosos los beneficios físicos que el entrenamiento de fuerza produce en los jóvenes puberales, no obstante, expertos como Jaimes et al. (2022) y Yolcu et al. (2024) comentan que los mayores riesgos y perjuicios posibles a la hora de trabajar la fuerza en estas edades son los accidentes lesivos y/o lesiones provocadas por la impulsividad y el desconocimiento propios de la edad. Las lesiones en esta etapa tan importante de desarrollo pueden tener graves secuelas en el futuro a largo plazo, ya que mientras la parte del cuerpo afectada ve su crecimiento mermado, el resto sigue su desarrollo con normalidad, creando desbalances problemáticos e irreversibles.

5. Futuras líneas de investigación

Tras la revisión de los artículos, se considera que pueden existir diversas líneas de investigación que aporten un nuevo conocimiento y complementarían a los estudios ya realizados. Los efectos a largo plazo y la optimización del protocolo de entrenamientos son líneas aun desconocidas y que podrían ser de gran interés para la comunidad científica.

El estudio de los efectos a largo plazo del entrenamiento de fuerza en edad puberal es crucial para comprender completamente los beneficios y posibles riesgos asociados con esta práctica. Actualmente, la mayoría de los estudios se centran en los efectos inmediatos o a corto plazo del entrenamiento de fuerza en la etapa

puberal. Sin embargo, es fundamental examinar si estos efectos persisten a lo largo del tiempo y si pueden tener implicaciones duraderas para la salud y el desarrollo.

Se necesitan estudios longitudinales que sigan a los participantes durante varios años, desde la infancia hasta la adolescencia y la edad adulta, para evaluar los efectos a largo plazo del entrenamiento de fuerza en aspectos como la fuerza muscular, la salud ósea, la composición corporal y el rendimiento funcional. Estos estudios podrían proporcionar información invaluable sobre si los beneficios observados en la etapa puberal persisten en el tiempo y si pueden influir en la salud y el bienestar a lo largo de la vida.

Además, la investigación longitudinal permitiría identificar posibles efectos secundarios a largo plazo del entrenamiento de fuerza en niños puberales, como el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, el impacto en el crecimiento y la maduración, y cualquier otro efecto negativo.

Para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos del entrenamiento de fuerza en niños puberales, es esencial investigar y optimizar el protocolo de entrenamiento utilizado. Esto incluye examinar la frecuencia, la intensidad, el volumen y el tipo de ejercicio que son más seguros y efectivos.

Los estudios actuales varían en sus enfoques de entrenamiento, lo que dificulta la comparación de resultados y la extracción de conclusiones claras sobre qué protocolos son los más beneficiosos. Por lo tanto, se necesitan investigaciones adicionales para determinar el protocolo de entrenamiento óptimo que maximice los beneficios en términos de mejora de la fuerza muscular, sin aumentar el riesgo de lesiones o efectos adversos.

Estos estudios podrían incluir la comparación de diferentes intensidades y volúmenes de entrenamiento, la evaluación de la progresión gradual de la carga de entrenamiento a lo largo del tiempo, y la consideración de factores individuales, como la edad, el sexo, el nivel de maduración y el estado de salud en la prescripción del entrenamiento.

6. Conclusiones

Después de completar la revisión bibliográfica y considerando los objetivos establecidos, podemos derivar las siguientes conclusiones sobre los efectos del entrenamiento de fuerza durante la pubertad.

En lo que respecta al objetivo general de la revisión, se han identificado diversos efectos del entrenamiento de fuerza durante la pubertad. Principalmente, se han observado beneficios objetivos y estadísticos en términos porcentuales entre los participantes de grupos de control y aquellos sujetos que se sometieron a programas experimentales de entrenamiento de fuerza.

Estos beneficios se reflejan en la mejora de la fuerza muscular específica, dependiendo de la naturaleza del programa implementado. Además, se han notado mejoras a nivel óseo, incluyendo un aumento en el contenido mineral de los huesos y en la masa ósea total.

En cuanto al primer objetivo secundario, que se centra en los efectos específicos del entrenamiento pliométrico en relación con la fuerza explosiva, se puede concluir que el uso del ciclo de acortamiento-estiramiento muscular de manera específica en los programas de entrenamiento resulta en mejoras evidentes en la capacidad explosiva de la fuerza de los sujetos sometidos a dichos programas, reflejadas en mejoras porcentuales significativas.

La combinación de ejercicios de saltos y movimientos rápidos ayuda a mejorar la capacidad neuromuscular, la coordinación y la potencia muscular, lo que puede resultar en un aumento notable en la fuerza explosiva en la pubertad. Sin embargo, es crucial supervisar estos entrenamientos de cerca para adaptarlos adecuadamente a las necesidades individuales de cada sujeto.

En relación con el segundo objetivo secundario, centrado en la capacidad de desempeño en las pruebas de salto y velocidad, se puede concluir que cualquier programa de entrenamiento de fuerza, independientemente de su enfoque específico, contribuye en mayor o menor medida a mejorar la capacidad de tanto de salto vertical como horizontal en tiempo de vuelo y en fuerza aplicada sobre la

superficie de despegue y disminuye los tiempos de carrera que abarcan desde los 5 hasta los 30 metros.

La comprensión y aplicación de estos principios específicos pueden ser de gran utilidad para entrenadores y deportistas que buscan maximizar su rendimiento en actividades que requieren explosividad muscular.

7. Referencias bibliográficas

- Arazi, H., Mohammadi, M., y Asadi, A. (2014). Muscular adaptations to depth jump plyometric training: Comparison of sand vs. land surface. *Interventional Medicine and Applied Science IMAS*, 6(3), 125-130. <https://doi.org/10.1556/imas.6.2014.3.5>
- Barrio, R., Roldán, B., y Martín-Frías, M. (2015). Inducción de la pubertad. *Rev Esp Endocrinol Pediatr*, 6(1) 39-44. <https://doi.org/10.3266/RevEspEndocrinolPediatr.pre2015.Apr.282>
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., y Drust, B. (2018). Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289–296. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002371>
- Bompa, T. y Carrera, M. (2015). *Conditioning Young Athletes*. Human Kinetics.
- Chaabene, H., y Negra, Y. (2017). The Effect of Plyometric Training Volume on Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1205–1211. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2016-0372>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., y Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

Cormie, P., McGuigan, M., y Newton, R. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>

Coskun, A., y Sahin. G. (2014). Two different strength training and untrained period effects in children. *Journal Of Physical Education And Sport*, 14(1), 42-46. <https://doi.org/10.7752/jpes.2014.01007>

Cunha, G. D. S., Sant'Anna, M. M., Cadore, E. L., Oliveira, N. L., Santos, C. B., Pinto, R. S., y De Oliveira, Á. R. (2015). Physiological Adaptations to Resistance Training in Prepubertal Boys. *Research Quarterly For Exercise And Sport*, 86(2), 172-181. <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.982782>

Fischetti, F., Vilardi, A., Cataldi, S., y Greco, G. (2018). Effects of Plyometric Training Program on Speed and Explosive Strength of Lower Limbs in Young Athletes. *Journal Of Physical Education And Sport*, 18(4), 2479-2482. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.04372>

Gola, G.C. y Pasodi M.S. (2015). Muscle contractions in physical activities & sports. *International Journal of Multidisciplinary Educational Research*, 4(4), 24-35. [https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/ijmer/pdf/volume4/volume4-issue4\(4\)-2015.pdf](https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/ijmer/pdf/volume4/volume4-issue4(4)-2015.pdf)

Hume, P. y Russell, K. (2014). Overuse Injuries and Injury Prevention Strategies for Youths. *Strength and Conditioning for Young Athletes: Science and Application*, 2(2), 200–212. <https://doi.org/10.4324/9780203147498>

Jaimés, D. A. R., Petro, J. L., Bonilla, D. A., Cárdenas, J. G., Duarte, A. O., y Contreras, D. (2022). Effects of three 8-week strength training programs on jump, speed and agility performance in prepubertal children. *Isokinetics & Exercise Science*, 30(2), 157–166. <https://doi.org/10.3233/IES-210117>

Latorre, P. Á., Villar, F. J., y García, F. (2018). Effects of a contrast training programme on jumping, sprinting and agility performance of prepubertal basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 802–808. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340662>

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., y Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498-505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>

Lloyd, R. S., Meyers, R. W., y Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23-32. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182093a27>

Lloyd, R. S., y Oliver, J. L. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>

- Markovic, G., y Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Marta, C., Alves, A. R., Esteves, P. T., Casanova, N., Marinho, D., Neiva, H. P., Aguado-Jimenez, R., Alonso-Martínez, A. M., Izquierdo, M., y Marques, M. C. (2019). Effects of Suspension Versus Traditional Resistance Training on Explosive Strength in Elementary School-Aged Boys. *Pediatric Exercise Science*, 31(4), 473–479. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0287>
- Negra, Y., Chaabène, H., Sammoud, S., Prieske, O., Moran, J., Ramírez-Campillo, R., Nejmaoui, A., y Granacher, U. (2020). The Increased Effectiveness of Loaded Versus Unloaded Plyometric Jump Training in Improving Muscle Power, Speed, Change of Direction, and Kicking-Distance Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 15(2), 189-195. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0866>
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., y Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 575–584. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220fd03>
- Sammoud, S., Bouguezzi, R., Ramirez-Campillo, R., Negra, Y., Prieske, O., Moran, J., y Chaabene, H. (2022). Effects of plyometric jump training versus power training using free weights on measures of physical fitness in youth male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 40(2), 130–137. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1976570>

- Sandau, I., y Granacher, U. (2020). Effects of the Barbell Load on the Acceleration Phase during the Snatch in Elite Olympic Weightlifting. *Sports* 2020, 8(5), 59. <https://doi.org/10.3390/sports8050059>
- Soriano, L. (2015). Pubertad normal y variantes de la normalidad. *Pediatría Integral*, 9(6), 380-388. <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2015-07/pubertad-normal-y-variantes-de-la-normalidad/>
- Stiff, M.C. y Verkhoshansky, Y. (2009). *Supertraining*, Paidotribo.
- Suchomel, T., Nimphius, S., y Stone, M. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Temboury, M.C. (2009). Normal pubertal development: Precocious puberty. *Pediatría Atención Primaria*, 11(16), 127-142. <http://dx.doi.org/10.4321/S1139-76322009000600002>
- Van Den Tillaar, R., Waade, L., y Roaas, T. V. (2015). Comparison of the effects of 6 weeks of squat training with a plyometric training programme upon different physical performance tests in adolescent team handball players. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 21(0), 75-88. <https://doi.org/10.12697/akut.2015.21.07>
- Verdugo, M. F. (2015). El proceso de maduración biológica y el rendimiento deportivo. *Revista Chilena de Pediatría*, 86(6), 383-385. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.003>
- World Health Organization: WHO. (2022, 5 octubre). *Actividad física*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Yolcu, S. O., Tutar, M., Ercan, H., Bulent, K., y Ilhan, M. (2024). Investigation of the Effect of Strength Training on Thereband and Resistance Machines in Children. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 24(1), 86–90.

8. Anexos.

8.1 Cuadro resumen artículos empleados

Tabla 1. Tabla resumen de artículos empleados

Autor/es	Muestra	Variables	Metodología	Conclusiones
Chaabene, H. y Negra, Y. (2017)	25 chicos futbolistas divididos aleatoriamente en 2 grupos, teniendo en cuenta y anotando valores medios de edad, altura, peso, madurez y PHV, dependiendo del volumen pliométrico de los entrenamientos, HPT (alto) y LPT (bajo).	Tiempos: 5m 10m 20m 30m CoD (cambio de dirección) T-test SJ CMJ SLJ	Los 2 grupos realizaron un programa de entrenamiento pliométrico adherido a sus sesiones normales de entrenamiento de fútbol. El programa duró 8 semanas en las cuales los entrenamientos pliométricos fueron introducidos en 2 días con un mínimo de 72 horas de diferencia entre si. El grupo HPT realizaba aproximadamente el doble de contactos que el grupo LPT. Los test de variables se realizaron antes y después de la intervención del programa, con sesiones de familiarización y 3 intentos eligiendo la mejor marca.	Se comprobó una mejora en todas las medidas realizadas, sin embargo, no hubo ninguna diferencia apreciable en ninguna variable entre los 2 grupos. Debido a ello se considera que un volumen más bajo de entrenamiento pliométrico es más eficiente en el sentido de tiempo invertido-resultados obtenidos.

<p>Coskun, A y Sahin, G. (2014)</p>	<p>2 grupos (1er grupo media de peso: 30.50 ± 7.04 kg; media de altura: 128.65 ± 6.74 cm; IMC: 18.06 ± 2.80 kg/m² y 2do grupo media de peso: 28.78 ± 4.50 kg; media de altura: 131.12 ± 2.80 cm; IMC: 17.11 ± 2.83 kg/m²).</p>	<p>Fuerza de pierna Repeticiones máximas abdominales Repeticiones máximas flexiones</p>	<p>Se divide la muestra en 2 grupos, grupo que entrenará con gomas elásticas y grupo que entrenará con peso corporal. Los entrenamientos consistían en 7 ejercicios distintos de manera unilateral en brazos y piernas, 2 veces por semana, cada entrenamiento de 1 a 2 series de 10 a 12 repeticiones con una intensidad de 10RM. Se realizan 3 test para la recopilación de datos: Test de fuerza de pierna, test de abdominales y test de flexiones. Los test se realizan 5 veces, 1 antes del entrenamiento, otra después y 3 las posteriores semanas sin entrenamiento.</p>	<p>No existían diferencias significativas en fuerza de pierna, abdominales y flexiones entre el grupo 1 y 2 antes del entrenamiento. En el grupo 1 la única diferencia apreciable fueron las repeticiones en las flexiones. En el grupo 2 hubo diferencias apreciables en fuerza de pierna y abdominales. Entre el grupo 1 y 2 se comprobaron diferencias en fuerza de pierna y flexiones, pero no en abdominales. La primera medición en el periodo sin entrenamiento (14 días) el grupo 2 bajo las repeticiones en abdominales y flexiones, pero gano fuerza de pierna, el grupo 1 bajo significativamente repeticiones en flexiones y abdominales y perdió fuerza en la pierna. En la segunda medición (28 días) el grupo 2 descendió en repeticiones de abdominales y flexiones y perdieron fuerza en la pierna, el grupo 1 aumentó el número de repeticiones en abdominales y flexiones, pero perdieron fuerza de pierna. En la tercera medición (día 42) los 2 grupos perdieron fuerza en la pierna y el número de repeticiones de abdominales y flexiones descendió.</p>
-------------------------------------	--	---	--	---

Cunha, G. D. S. et al. (2015)	18 varones se dividieron en 2 grupos. Grupo que recibió el entrenamiento (RT;n=9, edad media = 10.4 ± 0.5 años) y un grupo control (CTR; n =9,edad media 10.9 ± 0.7 años).	Fuerza máxima Composición corporal Masa corporal Fuerza por unidad de volumen muscular Capacidad cardiorrespiratoria	El grupo RT recibió entrenamiento de fuerza durante 12 semanas, 3 veces a la semana, realizando ejercicios de alta intensidad (60-80%) 3 sets de 6 a 15 repeticiones. Antes y después de los entrenamientos se recogían los datos de: masa corporal y su composición, dinamometría, 1RM, espirometría y fuerza por unidad de volumen muscular. CTR no realizó ningún tipo de entrenamiento orientado a la fuerza.	Se observó un aumento significativo de la 1RM y de la fuerza por unidad de volumen muscular (en flexión de codo y extensión de rodilla) en ambos grupos, sin embargo, fueron aún mayores en el RT que en CTR. Ambos grupos aumentaron también en masa media, sin embargo, el CTR aumentó su masa grasa. Se observaron grandes aumentos de contenido mineral de los huesos. No se apreció ningún cambio observable en la capacidad cardiorrespiratoria.
Fischetti, F et al. (2018)	2 grupos de varones: grupo control (CG, n=12) Edad media (años) 13.5 (0.5) Peso (kg) 53.6 (2.2) Altura (m) 1.67 (0.04) IMC (kg·m ⁻²) 19.1 (0.73) y grupo experimental (EG, n=16) Edad media (años) 13.7 (0.5) Peso (kg) 53.4 (4.4) Altura (m) 1.7 (0.04) IMC (kg·m ⁻²) 18.6 (1.16).	Tiempos: 20 m SJ (Potencia, altura, fuerza ejercida y tiempo aéreo).	El entrenamiento de los 2 grupos se llevó a cabo durante 8 semanas, 2 días a la semana (MJ) en sesiones de 90 minutos contando con 15 de calentamiento y 5 de vuelta a la calma, el EG incluía 15 minutos de ejercicios pliométricos en las sesiones. los test usados como medición pre y post periodo de entrenamiento fueron: 20m sprint y SJ.	Los principales efectos observados en cuanto a tiempo fueron la altura y potencia del SJ en el EG mientras que el CG no tuvo ninguna diferencia apreciable tras las 8 semanas. En cuanto a rendimiento, el EG tuvo mejoras más notorias que el CG en cuanto a potencia, altura y fuerza ejercida en SJ y velocidad en los 20m.

<p>Jaimes, D et al. (2022)</p>	<p>63 niños con edad media = 9.2 ± 0.5 años, divididos aleatoriamente en grupo de multisaltos (MJ), carrera con carga (ST) y carrera inclinada (UR).</p>	<p>Tiempos: 20m 4x10m shuttle run test.</p> <p>ABK CMJ SJ SLJ</p>	<p>La intervención duró 8 semanas, con 3 sesiones de entrenamiento cada una, separadas entre si cada 36 horas. Los test de medición de las variables se hicieron antes y después de la intervención. Cada sujeto tenía una metodología diferente de entrenamiento dependiendo de su grupo.</p>	<p>Tras las 8 semanas de entrenamiento, los cambios en el ABK fueron muy grandes en UR y medianos en ST y MJ. La principal diferencia en SJ fue para los grupos UR y ST mientras que en MJ fue mediana. En cuanto al SLJ se observaron grandes diferencias en St pero medianas en UR y MJ. Con relación al test de agilidad 4x10 todos los grupos tuvieron cambios apreciables y finalmente en el test de 20 m fue apreciable una gran mejora en los grupos ST y UR y mediana en MJ.</p>
--------------------------------	---	---	--	--

<p>Latorre, P. A. Villar, F. J. y García, F. (2018)</p>	<p>58 niños de una academia de baloncesto con edad media = 8.72 ± 0.97 e IMC $17.22 \pm 2,48$ kg/m², repartidos aleatoriamente en grupo control y grupo experimental.</p>	<p>Tiempos: 25m T-Test SJ CMJ DJ 20cm DJ 40cm SLJ SSC (diferencia (cm) entre SJ y CMJ).</p>	<p>Los dos grupos asistían con normalidad a sus entrenamientos y competiciones. El EG, adicionalmente, se sometió a 2 entrenamientos de contraste por semana donde se combinaban un ejercicio isométrico de media sentadilla apoyado en pared con una progresión de ejercicios pliométricos. Los test se realizaron antes y después de la participación en el programa de entrenamiento.</p>	<p>La gran diferencia entre los postest de EG y CG fueron los test de 25m y el T-Test con mejores resultados para el EG. Los cambios entre pre y post test entre EG y CG fueron claramente superiores en el EG en SJ, CMJ, DJ 20, DJ 40, SSC, 25m y T-Test.</p>
---	--	--	--	---

Marta, C et al. (2019)	57 niños sanos de edad media = 10.5, divididos en 3 grupos, 2 de ellos de entrenamiento RT y ST y un grupo control (CG).	Tiempos 20m CMJ SLJ Distancia de lanzamiento de balón medicinal (1 y 3 Kg)	Los grupos RT y ST se sometieron a un programa de entrenamiento (RT, trabajo de fuerza con resistencia libre, ST, trabajo de fuerza con peso corporal) durante 8 semanas, con una frecuencia de 2 veces por semana, El grupo control mientras asistía a las clases de educación física con total normalidad. El programa de RT incluía ejercicios de lanzamiento de balón medicinal, pliometrías y sprints, mientras que los de ST realizaban ejercicios de fuerza con TRX. Los test se realizaron a todos los grupos antes y después de participar en el programa de entrenamiento.	Entre los pretest y los posttest existieron mejoras en los resultados de los lanzamientos de balón medicinal (1 y 3 kg) para ST y RT. La mejoría en el tiempo de 20 m fue ligeramente superior en el grupo RT. No hubo diferencias significativas en CMJ y SLJ.
Negra, Y. et al. (2020)	2 grupos con edad media = 13. 1er grupo Loaded LPJT (n=13) y 2do grupo Unloaded UPTJ (n=16).	Tiempos: 5m 10m 20m CoD (Cambio de dirección: test illinois, 505 test modificado) CMJ SLJ Distancia de golpeo	Se usan 2 sesiones de familiarización con los test que se van a usar como medición pre y post periodo de entrenamiento: CMJ, SLJ, 5, 10 y 20 metros sprint test, test Illinois y 505 modificado para cambio de dirección y medición de distancia de golpeo. Se realizó el entrenamiento durante 8 semanas sustituyendo ejercicios específicos dentro de las sesiones de entrenamiento por ejercicios pliométricos con o sin carga dependiendo del grupo, en 2 sesiones por semana.	Para el grupo UPTJ se vieron pequeñas mejoras en los 2 test de cambio de dirección, 20m, test de salto y el test de distancia de golpeo. Se apreciaron mejoras moderadas en los test de 5 y 10 metros. En cuanto al grupo LPTJ hubo grandes mejoras en los test de 10m y el 505 modificado. También hubo mejoras moderadas en los test de 5, 20, Illinois, CMJ y distancia de golpeo. Los análisis comparativos entre grupos favorecen al grupo LPTJ en los test 505, SLJ y distancia de golpeo, sin embargo, hubo gran diferencia a favor del grupo UPTJ en los 5m. El resto de test no tuvieron diferencias apreciables entre grupos.

Sammoud, S et al. (2022)	33 jugadores de fútbol con media de edad = 12.75 divididos aleatoriamente en 3 grupos (n = 11), PT (Entrenamiento de fuerza explosiva), PJT (entrenamiento de saltos pliométricos) y un grupo control.	Tiempos: 5m 10m 20m 30m CoD (Cambio de dirección) Fuerza muscular Resistencia aeróbica.	Los 3 grupos participaron en un programa de 12 semanas de entrenamiento de fútbol. El CG, realizaba 5 entrenamientos de fútbol, 90 minutos a la semana. PT y PJT sustituyen 2 de esos 5 entrenamientos por sesiones de fuerza explosiva o pliometrías respectivamente. Los test de medición de variables se tomaron antes y después de la participación en el programa.	En PT se observaron mejoras en todas variables mientras que, en el PJT, no observaron mejoras apreciables en los 5 m sprint ni en fuerza muscular. No se observó ningún cambio destacable en el GC.
Van der Tillaar, R. Wade, L. y Rosas, T. (2015)	26 adolescentes (varones y mujeres) jugadores de balonmano (edad media 13.8 ± 0.5 años, peso medio 57.5 ± 11.5 kg, altura media 1.70 ± 0.10 m).	Tiempos: 5m,10m, 15m,20m, 25m,30m Test de agilidad Yo.yo test CMJ Lanzamiento desde 7m Lanzamiento desde 7m, 3 pasos Fuerza del tren inferior (Sentadilla 20, 30 y 40 kg)	La muestra se dividió en 2 grupos (n=13), donde un grupo participó en un programa de entrenamiento centrado en sentadilla y el otro grupo en un programa de entrenamiento, centrado en pliometrías. Ambos programas se entrenaban 2 veces a la semana durante 6 semanas sumados a su entrenamiento regular de balonmano. Los test usados como medidas pre, retest (1ª semana) y post periodo de entrenamiento fueron: CMJ, 30m sprint (parciales cada 5), test de agilidad específico Mohammed et al (2009), velocidad de tiro, Sentadilla de 20, 30 y 40 kg Y Yo-Yo test.	Los principales descubrimientos fueron una mejora en sprint, agilidad y aptitud aeróbica, pero no hubo diferencias apreciables en altura de salto, fuerza ni velocidad de tiro. Los programas aplicados no tuvieron diferencias apreciables entre sí, los dos programas potenciaron el rendimiento del tren inferior pero no del tren superior.

<p>Yolcu, S. O. et al (2024)</p>	<p>30 futbolistas con edad media = 11.5, repartidos aleatoriamente en 3 grupos (n= 10). Un grupo entrenaba con máquinas de resistencia, otro con bandas elásticas y el ultimo era el grupo control (CG).</p>	<p>Fuerza máxima. Fuerza Muscular en extensión de rodilla.</p>	<p>La muestra se dividió en 2 grupos de entrenamiento y un CG, Los 3 grupos realizaban entrenamiento de futbol 2 días a la semana, de manera adicional, los grupos experimentales entrenaban con bandas elásticas y resistencia en máquina respectivamente 2 días a la semana. durante 2 meses.</p>	<p>Los grupos de entrenamiento con máquinas y bandas tuvieron un aumento considerable de fuerza muscular en comparación con el CG. Entre sí, se comprobó que los niños que entrenaron con máquinas tuvieron un aumento estadísticamente mayor que los que entrenaron con bandas elásticas.</p>
----------------------------------	--	--	---	--