

ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON RELACIÓN A SU EDAD BIOLÓGICA

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

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



Realizado por: Jesús Celemín Díaz y Martín Refojos Peleteiro

Grupo TFG: M62

Año Académico: 2022-2023

Tutor: Daniel Mendoza Castejón

Área: Revisión bibliográfica

Resumen

Históricamente el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes se ha visto criticado, no obstante, esta visión parece haber cambiado ya que son cada vez más los autores que defienden la inclusión de este tipo de trabajo en estas edades tempranas. Las tendencias más actuales proponen establecer diferencias en el entrenamiento según edad biológica, diferenciándola de la edad cronológica. Utilizando el pico de crecimiento máximo (PHV) como variable en función de la cual trabajar diferentes capacidades y de diferente modo.

Para ello, se realizó una búsqueda de literatura científica en diversas bases de datos proporcionadas por la biblioteca de la Universidad Europea, con la finalidad de conocer los efectos del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes en relación con su edad madurativa.

En esta revisión se ha podido observar cómo afecta este tipo de trabajo a estos sujetos según el estado madurativo en el que se encuentren respecto al PHV. Se ha visto también la importancia que tiene sobre la salud, así como las mejoras significativas sobre el rendimiento en diferentes capacidades físicas y por consiguiente, una disminución de los posibles riesgos lesionales. Se ha podido observar también como una mayor edad biológica implica, de forma general, un mayor desempeño en tests físicos que evaluaban diferentes capacidades físicas y no tanto así una mayor edad cronológica.

Palabras clave: Fuerza, niños, adolescentes, entrenamiento y edad madurativa.

Summary

Historically, strength training in children and adolescents has been criticized, however, this view seems to have changed as more and more authors defend the inclusion of this type of work in these early ages. The current trends propose establishing differences in training according to biological age, differentiating it from chronological age. Using the peak of maximum growth (PHV) in function of which to work different capacities and in different ways.

For this purpose, a search of scientific literature was carried out in various databases provided by the library of the European University in order to know the effects of strength training in children and adolescents in relation to their maturational age.

In this review it has been possible to observe how this type of work affects these subjects according to the maturational state in which they are with respect to the PHV. We've also seen the importance it has on health, as well as the significant improvements in performance in different physical capacities and, consequently, a decrease in the possible risks of injury. It has also been observed how a higher biological age implies, in general, a higher performance in physical tests that evaluate different physical capacities and not so much a higher chronological age.

Key words: Strength, children, adolescents, training and maturation age.

Índice

1. Introducción	1
1.1. Prevención de lesiones	3
1.2. Entrenamiento en niños basado en las etapas biológicas.....	3
2. Objetivo/s	7
2.1. Objetivo principal.....	7
2.2. Objetivos secundarios	7
3. Metodología	8
3.1. Diseño	8
3.2. Estrategia de búsqueda.....	8
3.3. Criterios de selección	9
3.4. Diagrama de flujo	9
4. Discusión	11
5. Futuras líneas de investigación.....	16
6. Conclusiones	17
7. Referencias.....	19
8. Anexos	23
8.1. Cuadro resumen artículos empleados.....	24

Índice tablas

Tabla 1. Cuadro resumen articulos empleados	24
--	-----------

Índice figuras

Figura 1. Método de desarrollo físico para chicos	5
Figura 2. Método de desarrollo físico para chicas	6
Figura 3. Diagrama de flujo.....	10
Figura 4. Rendimiento físico según edad madurativa.....	12

1. Introducción

Actualmente, la antigua idea de que el entrenamiento de fuerza era perjudicial para los niños y adolescentes parece haber desaparecido, existen un gran número de autores que nos muestran sus beneficios en esta población y muchos autores recomiendan el entrenamiento y la actividad física en esta población para la mejora física y la mejora de la salud.

Uno de los mayores problemas que nos podemos encontrar hoy en día es la disminución de la actividad física en los niños actuales, debido al aumento del sedentarismo y una falta de práctica deportiva, lo que conlleva un riesgo para la salud, aumentando las probabilidades de sufrir ciertas enfermedades como la obesidad o la diabetes. Del mismo modo que el entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso, también puede influir negativamente. Cada vez es más frecuente ver como los niños comienzan con una especialización temprana en una determinada práctica deportiva y llegan a sufrir de lesiones por sobreuso o burnouts. Por ello la importancia de un buen entrenamiento planificado y adecuado para los niños (Zwolski et al., 2017).

Para comprobar que realmente el entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes tiene un efecto positivo en esta población, los autores Barbieri & Zaccagni (2013) comparan los riesgos y beneficios del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes, llegando a la conclusión que con el entrenamiento de fuerza bien supervisado se producen mejoras en la fuerza, aumento de las habilidades motrices, flexibilidad, coordinación, mejora en la composición corporal y mejora en la densidad ósea.

Además, Faigenbaum (2007) comprobó como una participación regular en un entrenamiento de fuerza potenció las habilidades deportivas y el rendimiento en niños y adolescentes, así como un incremento de la salud. Produciendo una mejoría en el sistema esquelético aumentando la densidad ósea, facilitando el control del peso, mejorando a nivel psicosocial y reduciendo el riesgo cardiovascular además de ayudar en la prevención de lesiones. Nos hace pensar que el entrenamiento de fuerza tiene unos mayores beneficios que perjuicios en niños y adolescentes.

Dahab & McCambridge (2009) recomiendan, para un trabajo de fuerza en niños y adolescentes, basarse en la edad, estado madurativo y los objetivos personales del

chico y del entrenador. Cada sesión de entrenamiento debe comenzar con 5 a 10 minutos de calentamiento para aumentar la temperatura del cuerpo y el flujo sanguíneo y terminar con una vuelta a la calma de 10 minutos para mantener el flujo sanguíneo y poder recuperar mejor. Dentro del programa de entrenamiento recomiendan que se trabaje también la capacidad aeróbica y que en los ejercicios de fuerza se trabaje en todo el rango de movimiento y que sean variados, usando peso libre, máquinas, bandas elásticas y balones medicinales. En cada sesión se debe trabajar de 6 a 8 ejercicios y trabajar los mayores grupos musculares como la espalda, hombros, brazos, abdomen, pecho y piernas. Lo idóneo sería trabajar de 2 a 3 ejercicios de cada grupo muscular hasta completar los 6 u 8 ejercicios recomendados y realizar de 6 a 15 repeticiones con 2 series por ejercicio, con un descanso de 1 a 3 minutos entre series y realizar una sesión de entrenamiento cada 2 o 3 días. Por último, los autores dicen que los estudios demuestran que realizar cualquier protocolo de entrenamiento bien diseñado durante 8 a 12 semanas provoca que la fuerza en niños, que no han llegado aún a la pubertad, se incremente de un 30 a un 50%, frente a la idea de que el entrenamiento de fuerza en niños no es efectivo hasta que el niño tenga niveles altos de testosterona. Concuerdan en que el trabajo de fuerza tiene beneficios para el rendimiento físico, ya que la mejoría de la fuerza es provocada por las adaptaciones neurales.

Gamble (2008) también está de acuerdo en que las adaptaciones que ocurren son neurales y no musculares debido a la falta de hormonas anabólicas a estas edades que limitan la hipertrofia. De este modo la mayoría de las adaptaciones ocurrirán mediante la mejora del reclutamiento y la activación aumentando la coordinación intermuscular. Por lo tanto, todo parece indicar que tanto en niños como en adolescentes el entrenamiento provoca un aumento de fuerza y un beneficio en su salud tal y como el Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil (2018) expone en su artículo en el que habla de beneficios del entrenamiento de fuerza en niños de 7 a 19 años, provocando una mejora en la densidad ósea, mejora cardiovascular, adherencia a la realización de la actividad física de por vida, mejora en la composición corporal, mejora en el perfil lipídico de la sangre, etc.

1.1. Prevención de lesiones

Los datos muestran cómo en 2009, 1,3 millones de niños por debajo de 15 años fueron hospitalizados en Europa por lesiones deportivas (Lloyd et al., 2014).

Como en toda práctica deportiva, hay riesgos, pero este riesgo disminuye bajo una supervisión y unas pautas correctas (Barbieri & Zaccagni, 2013).

Se ha visto como el entrenamiento de fuerza es el más efectivo a la hora de reducir lesiones en comparación a otros métodos como el estiramiento o la propiocepción y también se ha observado como con el entrenamiento de fuerza se puede llegar a disminuir en un tercio las lesiones deportivas, tanto las lesiones agudas o lesiones crónicas por sobreuso, siendo estas últimas las que más se han visto reducidas, casi la mitad de las mismas (Lauersen et al., 2014).

Toda práctica deportiva conlleva un riesgo inherente, pero mediante un entrenamiento apropiado se puede ayudar a minimizar la incidencia lesional, así como reducir la severidad de las mismas.

Además, los jóvenes son más propensos a sufrir lesiones debido a factores relacionados con el crecimiento y desarrollo ya que durante la adolescencia el nivel hormonal es mayor y se pueden apreciar cambios estructurales.

Las tensiones en los tejidos y el cambio en las propiedades de los mismos, les hace más propensos que los adultos a sufrir lesiones. El entrenamiento de fuerza puede ayudar a incrementar la carga que son capaces de soportar sus tejidos conectivos, algo de especial importancia en adolescentes debido a las rápidas ganancias de masa corporal y fuerza.

La ganancia de fuerza supondrá una ganancia de estabilidad articular, lo que tendrá una función protectora gracias al control neuromuscular que conlleva el entrenamiento de fuerza y que conllevará una mejora del control motor y coordinación (Gamble, 2008).

1.2. Entrenamiento en niños basado en las etapas biológicas

Ford et al. (2011) hablan de los modelos teóricos desarrollados hasta la fecha de su revisión en la planificación del entrenamiento a largo plazo de los niños. Hacen referencia que los primeros modelos eran teóricos y se basaban únicamente en la edad cronológica y esto podría ser insuficiente por no tener en cuenta la diferencia entre el

desarrollo biológico y el desarrollo cronológico de los niños, por lo que más adelante Balyi & Hamilton. (2004) introdujeron el concepto de la edad biológica en el modelo de la planificación del entrenamiento a largo plazo y para ello hizo referencia al PHV, un indicador de crecimiento que se basa en el aumento exponencial del ratio peso y altura.

La edad a la velocidad máxima de altura (PHV) se refiere a la edad cronológica estimada en la tasa máxima de crecimiento en altura durante el estirón de la adolescencia. Comienza con la aceleración en la tasa de crecimiento y continúa acelerando hasta alcanzar un pico (PHV), luego se desacelera, terminando en la adolescencia, alrededor de los 20 años. La edad media a la que ocurre el PHV son razonablemente similares en jóvenes europeos, pero la variación entre individuos es considerable: pudiendo ocurrir de 9,0–15,0 años en niñas y 11,5–17,3 años en niños. La menarquia generalmente suele ocurrir después de PHV (Malina et al., 2015).

La edad cronológica es la edad definida por los años, meses, semanas y días que han pasado desde el nacimiento del individuo hasta una fecha definida y la edad biológica se refiere a la edad definida por los procesos de maduración y por influencias exógenas (Verdugo, 2015).

Lloyd & Oliver (2012) proponen un modelo basado en la edad biológica, y recalcan la importancia de no tratar a los niños como un adulto en miniatura y por tanto la adaptación del entrenamiento según las necesidades del niño. Ya que el crecimiento y la maduración es sumamente individualizado según cada sujeto, dos niños con la misma edad cronológica pueden variar de 4 a 5 años su edad biológica. Como consecuencia podemos decir que la edad cronológica es un mal indicador de maduración (Lloyd et al., 2014). Para identificar cada una de las etapas utilizan el PHV. Los autores dividen las etapas en pre-PHV (prepubertal), mid-PHV o circa-PHV (pubertad) y post-PHV (post pubertad) (Lloyd & Oliver, 2012).

Para la estimación del PHV se han creado diversos métodos para evaluarlo, muchos de estos métodos utilizan medidas antropométricas para predecir estos valores a través de fórmulas matemáticas (Boeyer et al., 2020). A pesar de que estos métodos antropométricos son muy utilizados debido a su rapidez y facilidad, la literatura muestra

que existen métodos basados en pruebas radiológicas que se muestran más fiables en cuanto a la estimación de este valor (Mills et al., 2017).

En cuanto al modelo de desarrollo en niños y adolescente se establecen unas cualidades físicas a trabajar que son: fuerza, hipertrofia, potencia, velocidad, agilidad, movilidad y resistencia aeróbica y las habilidades motrices básicas para asegurar un entorno seguro y efectivo, y posteriormente introducir los movimientos específicos del deporte, sin olvidarnos de trabajar durante toda la trayectoria deportiva las habilidades básicas, aunque se comience a trabajar los movimientos específicos del deporte.

Para el trabajo de las distintas cualidades físicas se establecen ventanas de oportunidad según la edad madurativa y se propone realizar un trabajo más intensivo en esas cualidades tal y como se ve en la figura 1 y 2 (Lloyd & Oliver, 2012).

Figura 1.

Modelo de desarrollo físico para chicos

YOUTH PHYSICAL DEVELOPMENT (YPD) MODEL FOR MALES																					
CHRONOLOGICAL AGE (YEARS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+	
AGE PERIODS	EARLY CHILDHOOD			MIDDLE CHILDHOOD							ADOLESCENCE							ADULTHOOD			
GROWTH RATE	RAPID GROWTH			STEADY GROWTH							ADOLESCENT SPURT				DECLINE IN GROWTH RATE						
MATURATIONAL STATUS	YEARS PRE-PHV										PHV			YEARS POST-PHV							
TRAINING ADAPTATION	PREDOMINANTLY NEURAL (AGE-RELATED)										COMBINATION OF NEURAL AND HORMONAL (MATURITY-RELATED)										
PHYSICAL QUALITIES	FMS	FMS			FMS			FMS													
	SSS	SSS			SSS			SSS													
	Mobility	Mobility							Mobility												
	Agility	Agility							Agility			Agility									
	Speed	Speed							Speed			Speed									
	Power	Power							Power			Power									
	Strength	Strength							Strength			Strength									
		Hypertrophy							Hypertrophy			Hypertrophy									
	Endurance & MC	Endurance & MC							Endurance & MC			Endurance & MC									
TRAINING STRUCTURE	UNSTRUCTURED			LOW STRUCTURE				MODERATE STRUCTURE			HIGH STRUCTURE			VERY HIGH STRUCTURE							

Nota. Modelo de desarrollo establecido para chicos en las que las casillas en azul claro son los periodos de adaptación para los preadolescentes y las casillas en azul oscuro los periodos de adaptación para los adolescentes. Las cualidades que más se debe trabajar según la edad se refleja con el tamaño de la letra. FMS: habilidad de movimientos fundamentales; MC: Condición metabólica; SSS: habilidades específicas del deporte. Tomado de “ Youth Physical Development (YPD) Model for males ” de Lloyd, R. S., & Oliver, J. L., 2012. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), p. 63.

Figura 2.

Modelo de desarrollo físico para chicas

YOUTH PHYSICAL DEVELOPMENT (YPD) MODEL FOR FEMALES																					
CHRONOLOGICAL AGE (YEARS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+	
AGE PERIODS	EARLY CHILDHOOD			MIDDLE CHILDHOOD					ADOLESCENCE								ADULTHOOD				
GROWTH RATE	RAPID GROWTH			↔ STEADY GROWTH ↔					↔ ADOLESCENT SPURT ↔				↔ DECLINE IN GROWTH RATE								
MATURATIONAL STATUS	← YEARS PRE-PHV ←								PHV →				→ YEARS POST-PHV →								
TRAINING ADAPTATION	PREDOMINANTLY NEURAL (AGE-RELATED)								↔ COMBINATION OF NEURAL AND HORMONAL (MATURITY-RELATED)												
PHYSICAL QUALITIES	FMS	FMS		FMS		FMS															
	sss	sss		sss		SSS															
	Mobility	Mobility					Mobility														
	Agility	Agility					Agility				Agility										
	Speed	Speed					Speed				Speed										
	Power	Power					Power				Power										
	Strength	Strength					Strength				Strength										
		Hypertrophy					Hypertrophy		Hypertrophy								Hypertrophy				
	Endurance & MC	Endurance & MC					Endurance & MC				Endurance & MC								Endurance & MC		
TRAINING STRUCTURE	UNSTRUCTURED			LOW STRUCTURE					MODERATE STRUCTURE				HIGH STRUCTURE				VERY HIGH STRUCTURE				

Nota. Modelo de desarrollo establecido para chicas en las que las casillas en rosa claro son los periodos de adaptación para los preadolescentes y las casillas en rosa oscuro los periodos de adaptación para los adolescentes. Las cualidades que más se debe trabajar según la edad se refleja con el tamaño de la letra. FMS: habilidad de movimientos fundamentales; MC: Condición metabólica; SSS: habilidades específicas del deporte.

del deporte. Tomado de “ Youth Physical Development (YPD) Model for females ” de Lloyd, R. S., & Oliver, J. L., 2012. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), p. 64.

En el entrenamiento fuerza, se puede observar como la ventana óptima para el entrenamiento ocurre a los 12-18 meses después del PHV, aunque también hay que trabajar la fuerza en el Pre-PHV. Hay diversos autores que sugieren que en el pre-PHV la mejor forma de trabajar la fuerza es por medio de juegos que ayuden también al desarrollo de las habilidades motrices básicas (Radnor et al., 2020).

El ejercicio físico a través de juegos en vez de en movimientos repetitivos parece mejor a la hora de desarrollar la función ejecutiva, en el que la participación en juegos o actividades dirigidos con un objetivo claro establecido ofrecen la oportunidad de desarrollar una comprensión más rápida que a través de otros medios (Landry & Driscoll, 2012).

Con todo lo expuesto anteriormente nos proponemos realizar una búsqueda bibliográfica en la literatura científica con el fin de conocer con mayor profundidad el tema del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes y la influencia que tiene el mismo en la salud y prevención de lesiones en función de la edad madurativa de estos sujetos.

2. Objetivo/s

2.1. Objetivo principal

El objetivo principal de esta revisión es conocer los efectos del entrenamiento de fuerza en niños en relación con su edad madurativa.

2.2. Objetivos secundarios

- Comprender los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la salud de los niños.
- Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la prevención de lesiones en niños.
- Relacionar la edad madurativa con el aumento de las cualidades físicas tras el entrenamiento.

- Conocer la relación de la edad madurativa con el desarrollo de las habilidades técnicas específicas propias de cada deporte.

3. Metodología

3.1. Diseño

El diseño metodológico seleccionado para la realización de este trabajo ha sido una revisión sistemática con relación a conocer los efectos del entrenamiento de fuerza en niños en relación a su edad madurativa a través de la consulta de artículos científicos en publicaciones académicas.

3.2. Estrategia de búsqueda

Después de realizar la pregunta de investigación, se establece la siguiente estrategia de búsqueda.

Se identificaron los términos clave y a continuación se establecieron los operadores booleanos para formar la siguiente ecuación de búsqueda: resistance training OR strength training OR weight training OR resistance exercise AND children OR adolescents OR youth OR child AND biological maturation OR biological age OR maturity. A continuación, se introduce en el metabuscador proporcionado por la Universidad Europea para extraer la literatura científica relevante.

Las bases de datos incluidas fueron CINAHL with Full Text, E- Journals, MEDLINE Complete, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SportDiscus with Full Text y Academic Search Ultimate.

Para la búsqueda se establecieron diversos criterios de selección que debían cumplir los artículos científicos para la revisión bibliográfica. Al realizar la búsqueda con los parámetros mencionados anteriormente obtuvimos un resultado de 1.086 artículos.

La búsqueda se cribó a artículos con texto completo, quedando un total de 659 artículos. Asimismo, se decidió utilizar artículos actuales por ello se seleccionaron los artículos comprendidos en los últimos 5 años (2017-2022) y que estuvieran en inglés o en español, obteniendo un total de 282 artículos de los cuales 114 artículos estaban

duplicados, quedando un total de 168. Seleccionamos los artículos que no fueran una revisión o un metaanálisis quedando un total de 146 artículos.

Continuamos cribando los artículos que no fueran de nuestro interés a través de una lectura del título y del resumen, quedando un total de 20 artículos. Asimismo, se descartaron los artículos en los que la edad de los sujetos del estudio no estuviera entre los 9 a los 18 años y que los resultados no tuvieran relación con la edad madurativa de los sujetos quedando un total de 13 artículos, que se pueden observar en la tabla 1 de anexos.

3.3. Criterios de selección

Se utilizaron diversos criterios de selección tales como:

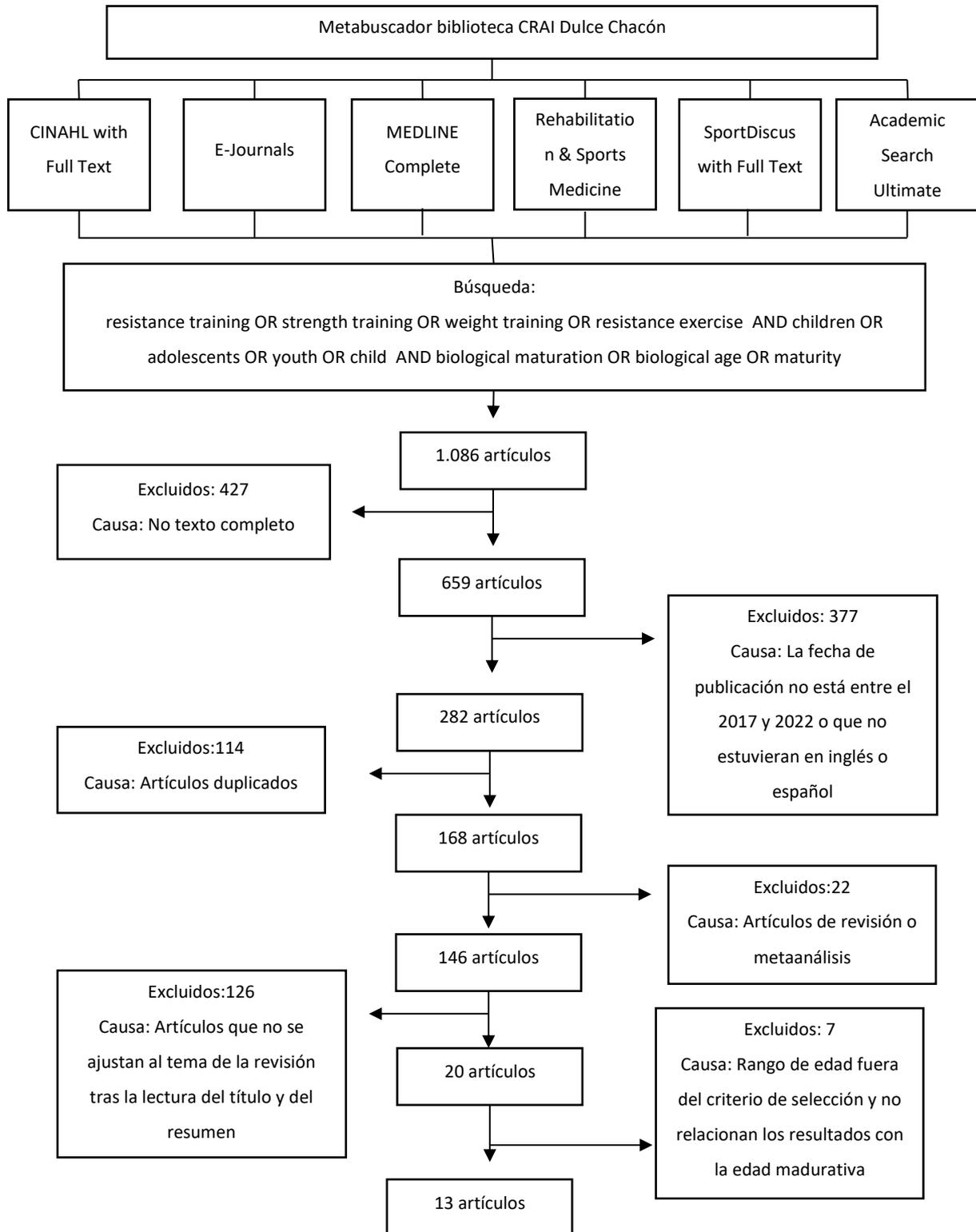
- Publicaciones académicas
- Texto completo
- Publicaciones posteriores a 2017
- Idioma inglés o castellano
- Edad de los sujetos de 9 a 18 años
- Los resultados tengan relación con la edad madurativa
- Los resultados tengan relación con el entrenamiento de fuerza
- Que no sean revisiones o metaanálisis

3.4. Diagrama de flujo

A continuación se presentará el diagrama de flujo que representa la búsqueda que hemos realizado hasta llegar a los artículos que vamos a utilizar en nuestra revisión (Figura 3).

Figura 3.

Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia.

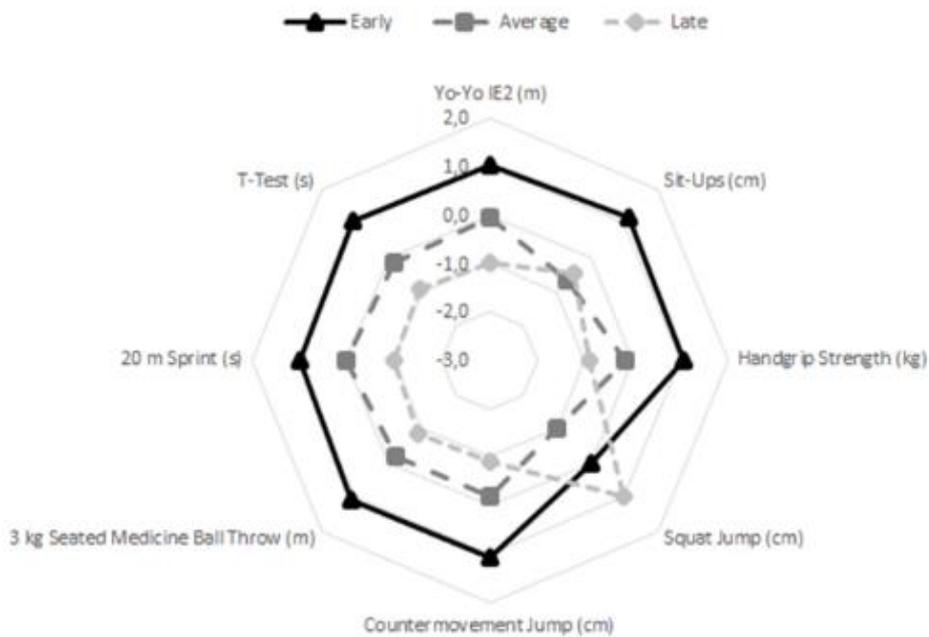
4. Discusión

Tras el análisis de los resultados, se puede comprobar que existe una evidencia de que el entrenamiento produce mejoras en las cualidades físicas de los niños y que la edad madurativa de los niños tiene una mayor influencia en el desarrollo de las cualidades físicas que la edad cronológica.

Tal y como expone Giudicelli et al. (2021) en un estudio realizado sobre judocas en el que participaron 67 chicos de entre 11 y 15 años. Para el cálculo de la maduración se utilizó el método de Kamis-Roche basado en la estatura del niño, su peso y en la estatura de los padres. En el estudio se obtuvieron unos resultados en los que los chicos de mayor edad cronológica y más maduros tenían unos mejores valores en las variables antropométricas, en la capacidad aeróbica y en la agilidad de los sujetos. Sin embargo, cuando solo se controlaba la edad madurativa sin tener en cuenta la edad cronológica ya no existían diferencias, por lo que llegan a la conclusión que la edad madurativa tiene una mayor influencia en la morfología y en el rendimiento físico de los judocas que la edad cronológica. Otros autores como Guimarães et al. (2019) realizaron un estudio con jugadores de baloncesto de 11 a 14 años en los que para conocer el estado madurativo se utilizó el PHV. En el estudio observaron cómo los jugadores con una maduración temprana tienen una mayor rendimiento en test físicos como 20m sprint, Yo-Yo test, T-Test, lanzamiento de balón medicinal desde sentado, CMJ y Fuerza de agarre en el Squat Jump, este último fue en el único test en el que los maduradores tardíos obtuvieron un mejor resultado, tal y como se observa en la figura 4. Mientras que en las habilidades técnicas como el pase, el bote, movimientos tácticos no tenía ninguna influencia la edad madurativa (Guimarães et al., 2019).

Figura 4.

Rendimiento físico según edad madurativa



Nota. Representación gráfica estandarizada de las distintas pruebas realizadas. Tomado de “Multivariate graphical representation of the physical performance” por Guimarães, E., Ramos, A., Janeira, M. A., Baxter-Jones, A. D. G., & Maia, J., 2019. *Sports*, 7(12), p. 243.

Llegan a una conclusión parecida Giudicelli et al. (2021), argumentando que la edad madurativa tiene una influencia en el rendimiento físico debido a que las variables antropométricas son mejores en los maduradores tempranos y a que los resultados de las pruebas físicas fueron mejores salvo en el test de agilidad y en el test de salto longitudinal en estático. En las habilidades técnicas no tenía ninguna influencia, siendo más importante los años de entrenamiento que la edad madurativa en el desarrollo de las habilidades técnicas. Rogers et al. (2021) valoran la ejecución de distintos ejercicios básicos como la sentadilla profunda, zancada, peso muerto rumano a una pierna, flexiones y dominadas en jugadores de fútbol australiano. Los divide en grupos de pre-PHV, circa-PHV y post-PHV. Se observa cómo no existe una gran diferencia en los resultados, por lo que llegan a la conclusión que la edad madurativa no tiene una gran influencia en las habilidades técnicas.

Gundersen et al. (2022) y Enríquez-del-Castillo et al. (2022) establecen la edad madurativa utilizando la edad esquelética. Gundersen et al. (2022) valoraron a 38 jugadores de fútbol de 14 a 15 años, a los que midieron distintas variables como el tiempo en los 40 metros, CMJ, la fuerza máxima de la pierna, entre otros, junto con datos de los partidos como la distancia total recorrida por el jugador, distancia a alta intensidad, velocidad máxima y otros valores. En los que los jugadores más maduros según su edad esquelética obtuvieron mejores resultados en las diversas pruebas y mediciones realizadas. A una conclusión parecida llegan Enríquez-del-Castillo et al. (2022) tras una intervención de 6 semanas de entrenamiento con 26 niños, entre ellos 15 chicas, de 9 a 13 años de edad cronológica y que no practicaban ningún deporte. El plan de entrenamiento estaba basado en actividades aeróbicas, en la fuerza, en la resistencia muscular y en la coordinación. Para ello se realizaron 5 sesiones semanales de 60 minutos en total, en las que los primeros 30 minutos de la sesión se entrenaba la capacidad aeróbica, controlando las pulsaciones por minuto. La fuerza y la coordinación se trabajaban de forma alterna en las primeras semanas. La fuerza se trabajó 2 veces a la semana durante las 3 primeras semanas y 3 veces a la semana en las últimas 3 semanas del programa, en los que los ejercicios se basaban en la utilización de su propio peso y en bandas elásticas. La coordinación se realizó 3 veces a la semana durante las primeras 3 semanas y 2 veces a la semana durante las últimas 3 semanas. Para la coordinación se usó una metodología en la que se trabajan habilidades tácticas básicas, habilidades coordinativas y habilidades técnicas básicas.

Los sujetos, tras la intervención, obtuvieron una mejora de un 9,4% en la fuerza de agarre con la mano dominante y de un 8,1% en la no dominante, en el test de abdominales se consiguió una mejora del 42,9% en el número de repeticiones y en el test de flexiones se consiguió aumentar el número de repeticiones en más de un 100%.

En el estudio se muestra cómo independientemente de la edad madurativa, los sujetos obtuvieron mejoras en los valores medidos tras el programa de entrenamiento, pero los que estaban próximos a su PHV obtuvieron una mejora más significativa en la fuerza de agarre, posiblemente debido al cambio de la arquitectura muscular durante el PHV (Enríquez-del-Castillo et al., 2022).

Todos estos estudios nos muestran que la edad madurativa tiene una gran influencia en las capacidades físicas de los niños y adolescentes y en el desarrollo de las mismas, siendo los maduradores tempranos los que suelen obtener mejores resultados en los test y una mejora más significativa en comparación con los otros sujetos de misma edad cronológica pero distinta edad madurativa, aunque sea cual sea la edad madurativa el entrenamiento produce mejoras en las cualidades físicas.

Existen diversos métodos de entrenamiento para su utilización en niños y adolescentes como por ejemplo el entrenamiento pliométrico.

Asadi et al. (2018) muestran cómo con un programa de entrenamiento de 6 semanas se pueden aumentar variables como el salto vertical y el sprint de 20m, mientras que el grupo control no mostró diferencias significativas. Estos valores aumentaron en mayor medida en los sujetos post-PHV, siendo los cambios significativamente mayores. Moran et al. (2017) también reflejan conclusiones similares indicando que una dosis de pliometría baja, de unos 60 contactos por sesión, puede ayudar a mejorar o mantener el rendimiento durante la temporada, aunque estos efectos son menos notorios en sujetos pre-PHV siendo los mid-PHV y los post-PHV los mayores beneficiarios de este tipo de entrenamiento. Aunque también argumentan que podría ser que el estímulo aplicado en niños más pequeños podría ser insuficiente.

El programa llevado a cabo por Uzelac-Sciran et al. (2020) fue algo más intenso, constando de 2 sesiones por semana separadas 48h durante 8 semanas y obtuvieron conclusiones que difieren de los dos autores anteriormente mencionados. Los resultados reflejaron como mientras que el grupo control, que únicamente continuó con sus clases de educación física, no obtuvo mejoras, el grupo experimental pre-PHV sí mejoró en todas las cualidades mientras que el post-PHV obtuvo una mejora en sprint de 20m, CMJ, y fuerza en extensores de rodilla. Las mejoras globales del grupo pre-PHV fueron mayores que las del grupo post-PHV. Por lo que se podría decir que con un programa adecuado de entrenamiento la madurez parece jugar un papel limitado en cuanto a la mejora en estas capacidades relacionadas con el rendimiento.

Si atendemos a variables como el descanso entre series durante un protocolo de entrenamiento pliométrico de 6 semanas en jugadores de fútbol de entre 10 y 17 años, podemos observar como un mayor descanso influye positivamente en el aumento

rendimiento en tests como el CMJ, drop jump, y la velocidad máxima de golpeo en el grupo experimental de jugadores post-PHV, sin embargo, el grupo experimental pre-PHV apenas obtuvo diferencias entre el grupo que realizaba un descanso de 120" comparado con el que descansaba 30" (Ramírez-Campillo et al., 2019).

Esto nos hace pensar en la importancia que tiene el control de la carga para aumentar las capacidades y el rendimiento. 112 jugadores de una academia de fútbol fueron analizados y comparados con un grupo control que no realizaba ningún deporte. El grupo experimental fue dividido en 3 grupos: pre-PHV, circa-PHV y post-PHV, los grupos experimentales pre y circa realizaron 1-2 sesiones de fuerza, 4 entrenamientos y un partido a la semana mientras que el grupo post-PHV realizó 2-3 sesiones de fuerza, 6 sesiones de entrenamiento y un partido a la semana. Al final de la temporada los circa-PHV mejoraron en todos los valores con respecto al grupo control y los pre-PHV también mejoraron en todos los tests realizados con respecto al grupo control a excepción del CMJ, sin embargo, el grupo control post-PHV mejoró más en el CMJ y los sprints de 10m y 30m. Esto puede ser producido por la excesiva carga de trabajo o a la poca especificidad del entrenamiento (Morris et al., 2018).

Un buen control de la carga de entrenamiento es básico para minimizar riesgos lesionales. Para ello es importante no sobrepasarse con las dosis pero tampoco dejar el trabajo de fuerza de lado ya que es el más indicado para la prevención de lesiones. Se pudo observar como con un protocolo de 6 semanas de entrenamiento de fuerza excéntrico de isquiotibiales el grupo experimental aumentó significativamente los valores de equilibrio especialmente en los sujetos post-PHV mientras que el grupo control también aumentó sus valores, pero en mucha menor medida (13,5% frente a 2,8%), no obstante, en el grupo pre-PHV ninguno de los grupos tanto control como intervención aumentaron significativamente sus puntuaciones de equilibrio. Estos resultados se relacionan además de con una aumento en el rendimiento, con una mejora en cuanto a la reducción de riesgos lesionales (Nebigh et al., 2022).

Todas estas diferencias vistas según la edad que tengan los sujetos nos hacen plantearnos la idea de que el entrenamiento debería estructurarse de diferente modo según el estado de maduración en el que el niño o niña se encuentre así como diferenciar entre sexos ya que existe una relación entre el rendimiento y el crecimiento

físico y este último, no ocurre a la misma vez. Mientras que el pico de crecimiento máximo pareció ocurrir sobre los 13 o 14 años en hombres, en mujeres ocurrió entre los 10 y los 11 años. En hombres, el rendimiento físico máximo en términos de resistencia muscular y cardiovascular se produjo antes de su PHV. Mientras que el rendimiento máximo en velocidad en sprint de 30m se produjo durante su PHV y el rendimiento físico máximo para las otras actividades físicas como la flexibilidad, agilidad y potencia se produjeron después de su PHV, incluida la resistencia muscular. En mujeres, en cambio, el rendimiento máximo en cuanto a flexibilidad, agilidad, velocidad y resistencia cardiovascular se produjo antes del PHV, mientras tanto, el rendimiento máximo para la resistencia muscular y la potencia se produjo después de su PHV y no se produjo un rendimiento físico máximo entre las alumnas durante su PHV (Rozilee & Syamim, 2021).

5. Futuras líneas de investigación

En función de lo encontrado en esta revisión hemos visto ciertos temas en los que se podría investigar para adquirir un mayor conocimiento sobre el entrenamiento en niños y adolescentes.

Uno de ellos es conocer qué método de entrenamiento es el más adecuado para los niños y adolescentes según la fase madurativa. En esta revisión hemos encontrado que tanto el entrenamiento de fuerza, como el entrenamiento pliométrico producen mejoras en los sujetos. Pero no se han comparado entre sí, para conocer cuál es el más efectivo o si la combinación de los dos métodos es la idónea. Además gran número de estudios solo valoran a hombres mientras que hemos encontrado poca evidencia sobre mujeres, por lo que creemos que sería importante realizar un mayor número de estudios en mujeres. También en los estudios no se tiene en cuenta la dosis del entrenamiento, no dan información sobre las cargas, número de series, repeticiones, número de ejercicios y tiempo de recuperación entre series y entre sesiones de entrenamiento. Lo cual sería interesante conocer para poder aplicar el entrenamiento con mayor exactitud y así poder minimizar las lesiones y obtener mayores adaptaciones al entrenamiento.

Como hemos visto también en esta revisión, hay ciertas cualidades físicas que según en el momento madurativo que están los sujetos han sido mejoradas más o menos. Sería interesante poder establecer etapas en las que según la edad madurativa del niño podamos potenciar esas cualidades físicas en las que sabemos que el desarrollo es mayor, para así crear un modelo de entrenamiento a largo plazo para los niños y adolescentes y para ayudarles en el desarrollo deportivo cuando sean adultos y que adquieran una buena educación deportiva.

Junto con todo lo anterior, consideramos importante tener en consideración que son niños y adolescentes y que normalmente ellos entienden el deporte como una forma de diversión. Por lo tanto, sería recomendable investigar sobre la percepción del entrenamiento que tienen los niños y adolescentes y conocer los métodos de entrenamiento con los que más disfrutan, para trabajar con esos métodos y al mismo tiempo educarlos desde pequeños a que el entrenamiento es positivo y puede ser divertido.

6. Conclusiones

Una vez realizada la revisión bibliográfica y en base a los objetivos planteados podemos obtener las siguientes conclusiones sobre el efecto del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes en función de su edad madurativa.

Respondiendo al objetivo principal propuesto, podemos concluir que la edad madurativa está directamente relacionada con el entrenamiento de fuerza, obteniendo los sujetos cuya edad madurativa era superior mejores resultados en los distintos estudios en comparación con los otros sujetos cuya edad madurativa era menor pero con una edad cronológica igual o muy similar.

Conforme al primer objetivo secundario planteado, sobre los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la salud en niños, se ha visto como en todos los programas de entrenamiento implica que los niños y adolescentes aumente su actividad física y unido a la mejora de las cualidades físicas tiene un impacto en la salud de los niños y adolescentes, tal y como hemos visto anteriormente en la introducción de este trabajo.

El aumento de las capacidades y la actividad física está directamente relacionado con la disminución del riesgo de sufrir enfermedades como la obesidad o la diabetes.

Con relación a esto y atendiendo al objetivo secundario de determinar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la prevención de lesiones en niños, esa mejora en las capacidades físicas junto con una buena prescripción del entrenamiento se ha visto cómo podemos provocar una disminución en el riesgo lesional en estas edades.

En correspondencia con el objetivo secundario de relacionar la edad madurativa con el aumento de las cualidades físicas tras el entrenamiento, se ha podido observar como la realización de un programa de entrenamiento de fuerza ha servido para obtener mejores resultados en diferentes pruebas físicas como diferentes tipos de salto así como mejoras en el sprint y mejoras en valores de fuerza en diferentes test específicos relacionados con el rendimiento, a su vez se ha visto cómo en líneas generales, los sujetos que presentan una mayor edad madurativa presentan unos valores más altos en estos test físicos.

En relación al objetivo secundario de conocer la relación de la edad madurativa con el desarrollo de las habilidades técnicas específicas propias de cada deporte, obtenemos que solamente 3 artículos de los seleccionados tienen en cuenta esta variable, y aunque los tres concluyen en que estas habilidades técnicas son independientes a la edad madurativa, consideramos insuficiente el número de artículos para llegar a una conclusión firme. Además, cada estudio compara un deporte diferente como son el baloncesto, judo y fútbol australiano.

7. Referencias

- Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2405-2411.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1459151>
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long -Term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic coach*, 16(1), 4-9.
- Barbieri, D., & Zaccagni, L. (2013). Strength Training for Children and Adolescents: Benefits and Risks. *Collegium Antropologicum*, 37(2), 219-225.
- Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil. (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: Beneficios, riesgos y recomendaciones. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 116(6). <https://doi.org/10.5546/aap.2018.s82>
- Dahab, K. S., & McCambridge, T. M. (2009). Strength Training in Children and Adolescents: Raising the Bar for Young Athletes? *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 1(3), 223-226.
<https://doi.org/10.1177/1941738109334215>
- Enríquez-del-Castillo, L. A., Ornelas-López, A., De León, L. G., Cervantes-Hernández, N., Quintana-Mendias, E., & Flores, L. A. (2022). Strength and VO₂max Changes by Exercise Training According to Maturation State in Children. *Children*, 9(7), 938. <https://doi.org/10.3390/children9070938>
- Faigenbaum, A. D. (2007). State of the Art Reviews: Resistance Training for Children and Adolescents: Are There Health Outcomes? *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1(3), 190-200. <https://doi.org/10.1177/1559827606296814>
- Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., Till, K., & Williams, C. (2011). The Long-Term Athlete Development model: Physiological

evidence and application. *Journal of Sports Sciences*, 29(4), 389-402.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2010.536849>

Gamble, P. (2008). Approaching Physical Preparation for Youth Team-Sports Players.

Strength & Conditioning Journal, 30(1), 29-42.

<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318163733d>

Giudicelli, B. B., Luz, L. G. de O., Santos, D. H. B., Sarmiento, H., Massart, A. G. M.,

Júnior, A. T. da C., Field, A., & Figueiredo, A. J. B. (2021). Age and Maturity

Effects on Morphological and Physical Performance Measures of Adolescent

Judo Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 80(1), 139-151.

<https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0090>

Guimarães, E., Maia, J. A. R., Williams, M., Sousa, F., Santos, E., Tavares, F., Janeira,

M. A., & Baxter-Jones, A. D. G. (2021). Muscular Strength Spurts in Adolescent

Male Basketball Players: The INEX Study. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, 18(2), 776. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020776>

Guimarães, E., Ramos, A., Janeira, M. A., Baxter-Jones, A. D. G., & Maia, J. (2019).

How Does Biological Maturation and Training Experience Impact the Physical

and Technical Performance of 11–14-Year-Old Male Basketball Players? *Sports*,

7(12), 243. <https://doi.org/10.3390/sports7120243>

Gundersen, H., Riiser, A., Algroy, E., Vestbøstad, M., Saeterbakken, A. H., Clemm, H.

H., Grendstad, H., Hafstad, A., Kristoffersen, M., & Rygh, C. B. (2022).

Associations between biological maturity level, match locomotion, and physical

capacities in youth male soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine &*

Science in Sports, 32(11), 1592-1601. <https://doi.org/10.1111/sms.14225>

Landry, B. W., & Driscoll, S. W. (2012). Physical Activity in Children and Adolescents.

PM&R, 4(11), 826-832. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.09.585>

- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- 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., & 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., & 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>
- Mills, K., Baker, D., Pacey, V., Wollin, M., & Drew, M. K. (2017). What is the most accurate and reliable methodological approach for predicting peak height velocity in adolescents? A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 572-577. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.012>
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., e Silva, M. J. C., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852-859. doi:10.1136/bjsports-2015-094623
- Moran, J., Sandercock, G. R. H., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J., & Parry, D. A. (2017). Maturation-Related Effect of Low-Dose Plyometric Training on Performance in Youth Hockey Players. *Pediatric Exercise Science*, 29(2), 194-202. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0151>

- Morris, R., Emmonds, S., Jones, B., Myers, T. D., Clarke, N. D., Lake, J., Ellis, M., Singleton, D., Roe, G., & Till, K. (2018). Seasonal changes in physical qualities of elite youth soccer players according to maturity status: Comparisons with aged matched controls. *Science and Medicine in Football*, 2(4), 272-280.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1454599>
- Nebigh, A., Hammami, R., Kasmi, S., Rebai, H., Drury, B., Chtara, M., & van den Tillaar, R. (2022). The Influence of Maturity Status on Dynamic Balance Following 6 Weeks of Eccentric Hamstring Training in Youth Male Handball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9775. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159775>
- Radnor, J. M., Moeskops, S., Morris, S. J., Mathews, T. A., Kumar, N. T. A., Pullen, B. J., Meyers, R. W., Pedley, J. S., Gould, Z. I., Oliver, J. L., & Lloyd, R. S. (2020). Developing Athletic Motor Skill Competencies in Youth. *Strength & Conditioning Journal*, 42(6), 54-70. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000602>
- Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Sanchez-Sanchez, J., Slimani, M., Gentil, P., Chelly, M. S., & Shephard, R. J. (2019). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of young male soccer players: Modulation of response by inter-set recovery interval and maturation status. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2645-2652. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1626049>
- Rogers, D. K., McKeown, I., Parfitt, G., Burgess, D., & Eston, R. G. (2021). Effect of Biological Maturation on Performance of the Athletic Ability Assessment in Australian Rules Football Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(1), 28-36. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0683>

Rozilee, M., & Syamim, A. (2021). "Pattern As Reference": Windows of trainability among adolescents. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(1),88-93.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01012>

Uzelac-Sciran, T., Sarabon, N., & Mikulic, P. (2020). Effects of 8-Week Jump Training Program on Sprint and Jump Performance and Leg Strength in Pre- and Post-Peak Height Velocity Aged Boys. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19 (1), 547-55.

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>

Zwolski, C., Quatman-Yates, C., & Paterno, M. V. (2017). Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 9(5), 436-443.
<https://doi.org/10.1177/1941738117704153>

8. Anexos

8.1. Cuadro resumen artículos empleados

Tabla 1.

Cuadro resumen artículos

Autores y Año	Método	Muestra del estudio	Variables	Objetivo del estudio	Conclusiones
Asadi et al., 2018	Ensayo clínico aleatorizado	60 jugadores de fútbol, 30 de ellos en el grupo control y 30 en el grupo experimental Pre-PHV,n=10 Mid-PHV,n=10 Post-PHV,n=10	Salto vertical, salto horizontal, 20 m sprint con y sin balón	Investigar los efectos de la maduración sobre la potencia y el rendimiento de sprint tras 6 semanas de entrenamiento pliométrico en jóvenes futbolistas durante la pretemporada	Hay efectos positivos del entrenamiento pliométrico en la velocidad y el salto. Los jugadores Post-PHV obtuvieron una mayor mejora en el salto vertical y el sprint con respecto al Pre-PHV
Enríquez-del-Castillo et al., 2022	Cuasiexperimental	26 sujetos de 9 a 13 años; 15 chicas y 11 chicos	VO ₂ máx, puente glúteos, fuerza de agarre, flexiones	Analizar el efecto de un programa de entrenamiento de seis semanas de	El programa de entrenamiento de 6 semanas aumentó la condición física independientemente de la edad madurativa. Aunque en los niños cuya edad madurativa estaba próxima al PHV, se observó un

				intensidad moderada sobre la fuerza muscular y la capacidad aeróbica en niños entre 9 y 13 años según su estado de maduración	incremento mayor en algunas habilidades físicas como la fuerza de agarre o la capacidad aeróbica
Giudicelli et al., 2021	Estudio transversal observacional	67 judokas entre 11,0 y 14,7 años. Se dividieron en 3 grupos. Sub12 (11 a 11,9 años) Sub13 (12 a 12,9 años) Sub15 (13 a 14,9 años)	Pacer test, Line-drill test, Agility 10x5 shuttle run., lanzamiento de balón de 2kg, salto de longitud desde estático	Evaluar los efectos independientes y combinados de la edad cronológica y la maduración biológica sobre la antropometría y el rendimiento físico de 67 judokas de 11 a 14 años.	Se observó una diferencia significativa entre la edad cronológica y el estado de maduración en las variables antropométricas medidas, obteniéndose mayores valores en los judokas de mayor edad y mayor estado de maduración. En los test físicos se obtuvieron mayores valores en los judokas de mayor edad y mayor estado de maduración en prácticamente todas las pruebas. Parece que el estado de maduración tiene más relación que la edad en el rendimiento de los judokas jóvenes
Guimarães et al., 2019	Estudio transversal observacional	150 jugadores de baloncesto de 13,3 ± 0,7 años (rango de edad de 11,3 a 14,1 años).	Yo-Yo IE2, Sit-ups, Fuerza de agarre, SJ, CMJ, lanzamiento de balón medicinal de	Investigar los efectos de la edad, el estado de madurez, la antropometría y los	La conclusión de este estudio muestra la importancia del estado de maduración en el rendimiento físico y desarrollo de habilidades técnicas del baloncesto. Mientras que el rendimiento físico es dependiente del estado de maduración el desarrollo técnico es

		Divididos en 3 grupos según maduración temprana (n=30) Maduración media (n=84) Maduración tardía (n=36)	3kg sentado, 20m sprint, T-test	años de entrenamiento sobre el rendimiento físico y el desarrollo de habilidades técnicas de jugadores de baloncesto masculino de 11 a 14 años	dependiente de los años de entrenamiento. Esta información puede ser útil para que los entrenadores hagan sus programas de entrenamiento
Guimarães et al., 2021	Estudio longitudinal mixto	160 chicos jugadores de baloncesto entrenados de 4,5 a 6h semanales. Divididos en 5 grupos de cohortes: 1er grupo (n=31) seguidos de los 11 a los 13,5 años 2º grupo (n=40) seguido de los 12 a los 14,5 años	Repeticiones en Sit-ups Fuerza prensil Distancia en lanzamiento de balón medicinal sentado Squat jump(SJ) Countermovement jump (CMJ)	Examinar el momento, la intensidad y la fuerza muscular según la edad biológica respecto al PHV de 160 jugadores de baloncesto	El pico de mayor desarrollo de fuerza coincide con el PHV y el pico de mayor desarrollo de masa corporal tanto en jugadores de baloncesto como en no jugadores, sin embargo, los que entrenan al baloncesto llegaron a mayores intensidades en los tests musculares lo que sugiere que un entrenamiento regular potencia los valores de fuerza muscular en jugadores de baloncesto jóvenes. Los entrenadores y preparadores físicos deberían tener en cuenta las diferencias individuales en cuanto al desarrollo y el crecimiento a la hora de programar y diseñar los entrenamientos

3er grupo (n=32)
seguido de los 13 a los 15,5 años
4º grupo (n=33)
seguido de los 14 a los 16,5 años
5º grupo (n=24)
seguido de los 15 a los 17,5 años

Gundersen et al., 2022	Estudio transversal observacional	38 jugadores de fútbol sub14 y sub15	40m sprint, CMJ, consumo máximo de oxígeno, Keiser leg press, Yo-Yo test, distancia total recorrida, velocidad máxima, nº de aceleraciones, nº de deceleraciones	Investigar la asociación entre la edad esquelética como una medida del nivel de maduración biológica, la locomoción durante los partidos y la capacidad física en jugadores de fútbol juveniles masculinos	El nivel de maduración influye en el rendimiento y la locomoción durante el partido, así como en los test físicos. Por ello se debe prestar atención al estado madurativo de los jugadores y adecuar el entrenamiento a sus capacidades
------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--	--	--

Moran et al., 2017	Ensayo clínico aleatorizado	38 jugadores de hockey hierba, divididos en: Pre-PHV (Experimental: n = 9; Control = 12) and Mid-PHV (Experimental: n = 8; Control = 9)	10 m sprint, 30 m sprint, CMJ	Investigar si una dosis baja de entrenamiento pliométrico podría mejorar el rendimiento de sprint y salto en grupos de diferente estado de madurez	Una dosis baja de entrenamiento pliométrico puede ayudar a mejorar el rendimiento de salto y sprint durante la temporada en jugadores de hockey jóvenes. Los jugadores con una mayor madurez obtuvieron un mayor beneficio del entrenamiento respecto a los jugadores con una menor madurez
Morris et al., 2018	Ensayo clínico aleatorizado	112 jugadores de fútbol masculino de 12 a 18 años : Jugadores de élite: (Pre-PHV n = 55; Circa-PHV n = 21; Post-PHV n = 36) Grupo control jugadores que no son de élite : (Pre-PHV n = 18; Circa-PHV n = 10; Post-PHV n = 10)	Fuerza isométrica, sprints de 10 m y 30 m, cambios de dirección, CMJ	Evaluar los cambios en el desarrollo físico de los jugadores de fútbol jóvenes de élite durante la temporada a través del pico de máximo crecimiento (Pre-, Circa- y Post-Pico (PHV)), frente a grupos de control de edad y madurez similares	El entrenamiento tuvo una mejora significativa en los grupos Pre-PHV y Circa-PHV en el sprint de 10m y 30m, cambios de dirección y altura de salto. Sin embargo, se mostraron hallazgos menos consistentes para el grupo de élite Post-PHV ya que no lograron mejorar en el sprint velocidad y CMJ

Nebigh et al., 2022	Ensayo clínico aleatorizado	45 chicos jugadores de balonmano de entre 9 y 14 años sin lesiones y físicamente activos	Equilibrio (Y balance test)	Examinar los efectos de un protocolo de entrenamiento excéntrico de isquiotibiales de seis semanas sobre el rendimiento del equilibrio dinámico en jugadores jóvenes de balonmano de diferentes estados de madurez biológica	El entrenamiento excéntrico de isquiotibiales realizado dos veces por semana durante 6 semanas mejoró el equilibrio especialmente en el grupo post-PHV obteniéndose en el mejores resultados, por lo que la maduración del sujeto también afecta al equilibrio y de ahí la importancia de entrenar tanto pre-PHV como post-PHV para disminuir lesiones y aumentar el rendimiento
Ramírez-Campillo et al., 2019	Ensayo clínico aleatorizado	Jugadores de fútbol chicos de entre 10 y 17 años. Divididos en grupos según su edad madurativa pre-PHV (n = 14) post-PHV (n = 12).	CMJ, HCMJ (CMJ horizontal), DJ20 (DJ de 20 cm),MKV (velocidad de golpeo)	Examinar los efectos del entrenamiento pliométrico en la condición física de jugadores de fútbol masculinos jóvenes en relación con los intervalos de	El entrenamiento pliométrico mejoró valores relacionados con el rendimiento físico. Produciendo mejoras pequeñas y moderadas en diferentes saltos como CMJ, horizontal y DJ así como en velocidad de golpeo independientemente del estado madurativo. Sin embargo se observaron mejoras significativas en el grupo post PHV en relación al tiempo de descanso entre series, viéndose mayores ganancias en el grupo que descansaba 120 s

		recuperación entre series y la madurez de los jugadores			
Rogers et al., 2021	Estudio transversal observacional	52 chicos jugadores de categoría júnior de fútbol australiano divididos en 3 grupos según su estado en relación al PHV. Grupo pre-PHV (n=12) Grupo circa-PHV (n=25) Grupo post-PHV (n=15) y 46 jugadores chicos de categoría senior divididos en 2 grupos según nivel. Grupo amateur (n=15) Grupo profesional (n=31)	Overhead squat Double lunge Single-leg Romanian Dead lift Push-up Chin-up	Determinar el efecto de la maduración biológica en la calidad de diversos movimientos de fuerza a valorar	Se mostraron mejoras moderadas en diferentes tests de fuerza entre los jugadores de 12 y 15 años. Los jugadores senior mostraron mejores valores en los test de forma general que los júnior

<p>Rozilee & Syamim, 2021</p>	<p>Estudio transversal observacional</p>	<p>800 estudiantes de 9-16 años 400 chicos 400 niñas</p>	<p>Carga, Push-up test, Bleep test, Sit and reach test, CMJ, 30 m sprint, 10 meter shuttle run test</p>	<p>Investigar cómo el crecimiento físico puede asociarse y afectar a la capacidad de entrenamiento físico en los adolescentes con el fin de optimizar el entrenamiento</p>	<p>Existen patrones en los que el pico de rendimiento es máximo para las distintas cualidades físicas según su edad madurativa. Estos patrones podrían ser utilizados como guía para planificar el entrenamiento en adolescentes con el fin de optimizar el mismo y obtener las mejores adaptaciones</p>
<p>Uzelac-Sciran et al., 2020</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>126 niños de 12-14 años Grupo experimental: pre-PHV, n = 26; post-PHV, n = 24) Grupo control: pre-PHV, n = 33; post-PHV, n = 19)</p>	<p>Squat jump, CMJ, índice reactivo de la fuerza, fuerza isométrica de la extensión de rodilla, 20 m sprint</p>	<p>Determinar los efectos de un programa de entrenamiento de saltos de 8 semanas sobre el rendimiento neuromuscular en niños de 12 a 14 años antes y después del PHV y comparar los efectos del programa de</p>	<p>El programa de entrenamiento de salto estructurado de 8 semanas proporcionó un estímulo más efectivo para mejorar el rendimiento de sprint y salto y la fuerza de las piernas en jóvenes de 12 a 14 años. Demostrando así la importancia de la actividad física y del entrenamiento planificado en estas edades, y que la madurez juega un papel limitada en las mejoras</p>

entrenamiento de
saltos con los
efectos del
programa regular de
educación física

Nota. Elaboración propia.