



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**EL EFECTO DE LA MADURACIÓN EN
LAS ADAPTACIONES PRODUCIDAS
POR EL ENTRENAMIENTO DE
FUERZA EN JÓVENES FUTBOLISTAS**

Alumno: Adolfo Pérez Mederos

Tutor académico: Iván Peña Gonzales

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2020 -2021

Contenido

Contextualización.....	1
Procedimiento de revisión (Metodología)	2
Discusión	9
Referencias.....	10
Anexos.....	12



Contextualización

El fútbol es un deporte de tipo intermitente caracterizado por la mezcla de acciones de alta intensidad y corta duración con acciones de baja intensidad y mayor duración. En este deporte, los jugadores realizan una media de 130 aceleraciones, 1000 cambios de ritmo, entre 500 y 600 giros y hasta 15 golpes de cabeza por partido (Masach, 2008). Si se analiza las acciones que realizan los futbolistas, se requieren numerosas actividades relacionadas con la fuerza explosiva y máxima como son saltar, golpear, acelerar, desacelerar, girar y cambiar de ritmo. Por ello, el entrenamiento de fuerza se ha convertido en un elemento crucial en el desarrollo a largo plazo de los jugadores (Peña-González et al., 2019).

Con la finalidad de realizar un sistema justo donde los jóvenes jugadores de fútbol puedan participar a edades tempranas y competir en igualdad de condiciones, se agrupa a los jugadores de fútbol base por categorías basadas en la edad cronológica. Estas categorías abarcan jugadores con una diferencia de hasta dos años cronológicos, y con fecha de corte en el 1 de enero (Gutiérrez, 2013). Sin embargo, en el fútbol base, al igual que en el resto de los deportes, el nivel físico de los jóvenes jugadores aún está en desarrollo y no todos tienen el mismo ritmo de crecimiento y maduración, por lo que unos se desarrollan mucho antes que otros (Ford, et al., 2011). La maduración biológica se define como el conjunto de fenómenos de crecimiento y diferenciación celular que contribuyen a la aparición y modificación de determinadas funciones en el organismo (Schneirla, 1957). Cada individuo nace con su propio reloj biológico que regula su progresión hacia el estado de madurez (Gómez-Campos et al., 2013). En los primeros meses de vida se manifiesta un ascenso muy rápido de crecimiento y con el paso del tiempo la velocidad de crecimiento disminuye. De los 13 a 15 años en hombres y 11 a 14 en mujeres, hay una aceleración, llamada "Pico de velocidad de crecimiento (PVC)", en el que se observa una etapa de máximo crecimiento en altura (Bernal et al., 2007). El PVC, es el indicador de madurez somática más utilizado actualmente en el ámbito deportivo, ya que es una herramienta simple no invasiva y de bajo costo (Gómez-Campos et al., 2013). Dicho indicador muestra la referencia de máximo crecimiento durante la etapa de desarrollo del deportista (Mirwald et al., 2002). Se calcula a través de una ecuación de regresión específica según el género, utilizando la edad cronológica y otras variables antropométricas, tales como la altura, la masa corporal y la longitud de piernas. (Mirwald et al., 2002). Las fórmulas son las siguientes, según Mirwald, et al: En chicas: $PVC = -9,236 + 0,0002708 \times (\text{Longitud de piernas} \times \text{Altura sentado}) - 0,001663 \times (\text{Edad} \times \text{Longitud de piernas}) + 0,007216 \times (\text{Edad} \times \text{Altura sentado}) + 0,02292 \times (\text{Peso} / \text{Altura} \times 100)$. Y, en chicos: $PVC = -9,376 + 0,0001882 \times (\text{Longitud de piernas} \times \text{Altura sentado}) + 0,0022 \times (\text{Edad} \times \text{Longitud de piernas}) + 0,005841 \times (\text{Edad} \times \text{Altura sentado}) - 0,002658 \times (\text{Edad} \times \text{Peso}) + 0,07693 \times (\text{Peso} / \text{Altura} \times 100)$.

Recientemente, se ha aumentado el interés a nivel investigador en las diferencias entre individuos en la maduración biológica entre jugadores de la misma categoría que pueden influir en el rendimiento relacionado con la fuerza. Investigaciones anteriores han mostrado que para el desarrollo físico adecuado de los jóvenes, el entrenamiento de fuerza bien supervisado y apropiado para el desarrollo es seguro y eficaz para estimular adaptaciones positivas en una variedad de medidas de rendimiento físico en niños y adolescentes (Lloyd et al., 2014). Una gran cantidad de metodologías de entrenamientos de fuerza han sido efectivas en el rendimiento neuromuscular de los jóvenes, incluido el entrenamiento de fuerza tradicional (Meylan et al., 2014), levantamiento de pesas (Chaouachi et al., 2014), pliometría (Lloyd et al., 2012) y entrenamiento combinado de fuerza y pliométrico (Faigenbaum et al., 2007). Sin embargo, son las metodologías del entrenamiento pliométrico las que se han visto como un enfoque más apropiado para lograr mejoras en el rendimiento relacionadas con el fútbol que se pueden atribuir a adaptaciones neuromusculares (Chaouachi et al., 2014; Meylan et al., 2014; Ramírez Campillo et al., 2015). No obstante, las respuestas adaptativas al entrenamiento pliométrico pueden diferir según las características del participante, como el nivel de entrenamiento, el

género y especialmente la maduración (Sáez de Villarreal et al., 2012; Moran et al., 2016; Moran et al., 2017). De hecho, estudios previos informaron que la maduración juega un papel crítico en las adaptaciones del rendimiento debido al entrenamiento (Meylan et al., 2014; Moran et al., 2016; Lloyd et al., 2011).

En definitiva, existe un consenso en que el entrenamiento de fuerza es crucial para el desarrollo a largo plazo de los jóvenes, sin embargo, son diferentes las metodologías utilizadas para llevar a cabo el entrenamiento de fuerza. Por ello, el principal objetivo de este trabajo fue realizar una revisión bibliográfica acerca del efecto de la maduración biológica sobre las adaptaciones producidas por el entrenamiento de fuerza.

Procedimiento de revisión (Metodología)

El Proceso de revisión bibliográfica llevado a cabo para este trabajo se ha basado en la Guía Prisma (Urrutia & Bonfill, 2010). Las bases de datos utilizadas para realizar la búsqueda fueron: Pubmed, Google Académico, ResearchGate y Deadline. Para encontrar los artículos que finalmente han sido seleccionados, se han utilizado las siguientes palabras clave y sus combinaciones para una búsqueda más específica: “Biological maturation”, “Peak height velocity”, “soccer”, “Young”, “football”, “Strength training”. También se hizo la búsqueda de artículos con las mismas palabras claves en castellano.

Para la inclusión de los artículos encontrados se establecieron los siguientes criterios:

- Que se evalúe el efecto de la maduración biológica sobre las adaptaciones del entrenamiento de fuerza en población joven deportista.
- Que sean artículos posteriores al 2005
- Que estén redactados en inglés o castellano.
- Que se considere como único indicador de maduración biológica, la maduración somática.

Tras aplicar los criterios de inclusión/exclusión, la selección o eliminación de los artículos que finalmente fueron incluidos se realizó tras la lectura del título y resumen de cada uno de ellos.

Una de las principales dificultades que se encontró a la hora de buscar artículos sobre dicha temática, es la poca cantidad de trabajos existentes a día de hoy donde la muestra sean jóvenes con diferentes estados madurativos y se les haya evaluado (pre- y post-) tras la aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza. Ya que normalmente todas las investigaciones aplican un programa de fuerza en jóvenes sin tener en cuenta su estado madurativo.

Tras llevar a cabo todos estos criterios, de los 7 artículos inicialmente seleccionados para la revisión hemos rechazado 2 ya que tras la lectura del texto completo no aportan datos concretos de las mediciones pre y post sobre el efecto que produce el entrenamiento de fuerza en los diferentes grupos de maduración biológica.

En la siguiente figura, se muestra el resumen de los pasos seguidos para el proceso de la selección de artículos.

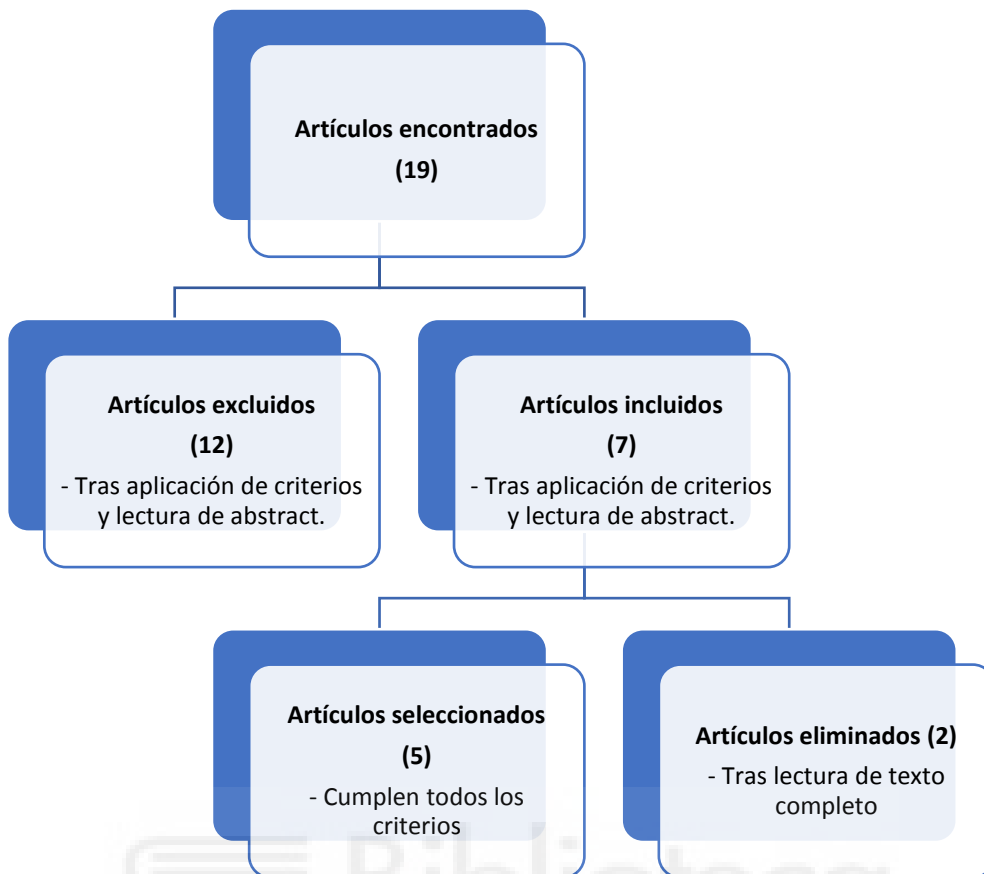

























Figura 1. Proceso de selección de artículos llevado a cabo para la revisión.

Resultados Tabla 1. Descripción y resultados de los artículos de revisión seleccionados.

Referencia	Muestra utilizada Método de entrenamiento	Resultados obtenidos	Conclusiones
Peña-Gonzalez et al., 2019	<p>N: 130 (jóvenes futbolistas masculinos de primer y segundo nivel de la liga española)</p> <p>Entrenamiento: Combinación de ejercicios pliométricos y ejercicios de fuerza</p> <p>Grupos: PRE-PHV, MID-PHV, POST-PHV</p>	<p>RM (kg) CG 4.9% ; PRE-PHV 32.3% ↑ ;MID-PHV 27.15 ↑ ; POST-PHV 14.75</p> <p>PP (W) CG14.6%; PRE-PHV 27.8% ↑ ; MID-PHV 24.9 ↑; POST-PHV 14.0 %</p> <p>30M SPRINT (S) CG 2.0%; PRE-PHV 0.0%; MID-PHV 2.2 % ↑ ; POST-PHV 0.0%</p> <p>T-TEST (S) CG 2.1%; PRE-PHV 4.3% ↑ ; MID-PHV 3.4% ↑ ; POST-PHV 2.3%</p>	<p>Es eficaz para mejorar el rendimiento físico relacionado con la fuerza en jugadores de fútbol jóvenes, con mayores mejoras en reproductores Pre y PHV medio.</p>
Asadi et al., 2018	<p>N: 60 (jóvenes jugadores de fútbol)</p> <p>Entrenamiento: polimétrico</p> <p>Grupos: PRE-PHV, MID-PHV, POST-PHV</p>	<p>SALTO VERTICAL(CM) PRE-PHV 14.7%; MID-PHV 23.6% ↑ ; POST-PHV 28.6% ↑</p> <p>SALIDA DE POTENCIA MAXIMA (W) PRE-PHV 32.2% ↑ ; MID-PHV 32.8% ↑ ; POST-PHV 43.2 % ↑</p> <p>SALTO DE LONGITUD PARADO (CM) PRE-PHV 9%; MID-PHV 10.2 % ↑ ; POST-PHV 4.7%</p> <p>SPRINT 20M(S) PRE-PHV 5.7%; MID-PHV 8.1%; POST-PHV 11.8% ↑</p>	<p>Los datos actuales demostraron que el entrenamiento pliométrico de alta intensidad y bajo volumen, en la cantidad de 60 contactos de pies por sesión, dos veces por semana, puede ayudar a mejorar el rendimiento de salto y esprint de corta distancia de pretemporada en jugadores de fútbol juveniles.</p>

		<p>SPRINT 20M CON PELOTA(S) PRE-PHV 5.7%; MID-PHV 9.3%; POST-PHV 7%</p>	<p>Con respecto a la magnitud de los efectos del entrenamiento, los grupos Medio y Post-PHV indicaron mayores ganancias en las adaptaciones de rendimiento; sin embargo, Se produjeron diferencias significativas entre el grupo PostPHV y el grupo Pre-PHV que indicaron mayores efectos significativos de 6 semanas de entrenamiento pliométrico en salto vertical y rendimiento de sprint de 20 m.</p>
<p>Lloyd, R. S., et al 2016</p>	<p>N: 80 jóvenes varones escolares</p> <p>Entrenamiento: De fuerza tradicional, entrenamiento pliométrico y entrenamiento combinado de fuerza y pliométrico)</p> <p>Grupos: PRE-PHV, POST-PHV</p>	<p>10 METROS DE ACELERACION (S) PRE-PHV-PT 0.38%; PRE-PHV-TST 0.4%; PRE-PHV-CT 0.32%  ; PRE-PHV-GC 0.0%. POST-PHV-PT 0.06% ; POST-PHV-TST 0.36% ; POST-PHV- CT 0.62 %  ; POST-PHV-GC 0.04</p> <p>20 METROS DE VELOCIDAD (S) PRE-PHV-PT 0.45% ; PRE-PHV-TST 0.04%; PRE-PHV-CT 0.31%  ; PRE-PHV-GC 0.02%. POST-PHV-PT 0.34% ; POST-PHV-TST 0.08% ; POST-PHV-CT 0.5 %  ; POST-PHV-GC 0.02.</p> <p>SJ (CM) PRE-PHV-PT 0.77% ; PRE-PHV-TST 0.52%; PRE-PHV-CT 0.96% ; PRE-PHV-GC 0.03%.</p>	<p>Mejora de los jóvenes tanto los de maduración temprana como tardía lograron mejoras significativas en el salto, la carrera de velocidad o ambas cualidades después de una variedad de programas de entrenamiento de fuerza de 6 semanas.</p>

		<p>POST-PHV-PT 0.07% ; POST-PHV-TST 0.45% ; POST-PHV- CT 0.79 %  ; POST-PHV-GC 0.00</p> <p>RSI (mmxms) PRE-PHV-PT 0.53%  ; PRE-PHV-TST 0.16%; PRE-PHV-CT 0.19% ; PRE-PHV-GC 0.04%. POST-PHV-PT 0.27% ; POST-PHV-TST 0.05% ; POST-PHV- CT 0.28 %  ; POST-PHV-GC 0.01</p>	
Moran, J., et al 2017	<p>N: Treinta y ocho jóvenes jugadores masculinos de hockey sobre césped</p> <p>Entrenamiento: Pliométrico.</p> <p>Grupos: PRE-PHV, MID-PHV</p>	<p>SALTO CONTRAMOVIMIENTO (CM) PRE-PHV 0.00%; MID-PHV  87.3%</p> <p>SALTO DE CAIDA (CM) PRE-PHV 0.4%; MID-PHV 77.6% </p> <p>10M SPRINT (S) PRE-PHV 0.8%; MID-PHV 86.4 </p> <p>30M SPRINT(S) PRE-PHV 1.4%; MID-PHV 88.4% </p>	<p>El entrenamiento pliométrico en dosis baja, en la cantidad de 60 contactos de pies dos veces por semana, puede ayudar a mejorar y mantener el rendimiento en saltos y esprints cortos durante la temporada en jóvenes jugadores de hockey con PHV medio</p>
Uzelac-Sciran, T., et al 2020	<p>N: 102 jóvenes entre 12-14 años</p> <p>Entrenamiento: De salto (Combinación de ejercicios concéntricos. Excéntricos y pliométricos).</p> <p>Grupos: PRE-PHV, POST-PHV</p>	<p>20M SPRINT(S) PRE-PHV 0.62%  ; PRE-PHV-GC 0.11% ; POST-PHV 0.32 ; POST-PHV-GC -0.02.</p> <p>CMJ(CM) PRE-PHV 0.41%  ; PRE-PHV-GC -0.05% ; POST-PHV 0.2; POST-PHV-GC -0.08.</p> <p>SJ(CM) PRE-PHV 0.65%  ; PRE-PHV-GC 0.05% ; POST-PHV 0.2; POST-PHV-GC 0.07.</p> <p>RSI (mmxms) PRE-PHV 1.00%  ; PRE-PHV-GC -0.14% ; POST-PHV 0.3; POST-PHV-GC 0.05.</p>	<p>Este estudio demostró que los componentes importantes de la aptitud física (es decir, el rendimiento en salto y esprint y la fuerza de las piernas) en escolares de 12 a 14 años sanos pero no entrenados pueden mejorarse mediante un programa de entrenamiento de salto bien estructurado. La madurez parece jugar al menos</p>

		FUERZA ISOCINETICA (NM) PRE-PHV 0.58% ↑ ; PRE-PHV-GC 0.15% ; POST-PHV 0.46; POST-PHV-GC -0.04.	un papel limitado en la mediación de estas mejoras.
<p>CG = Grupo control; RM= Repetición Máxima; PHV= Pico Velocidad crecimiento; PT= Grupo de entrenamiento pliométrico; TST= Grupo de entrenamiento fuerza tradicional; CT=Grupo de entrenamiento combinado; RSI= Índice de fuerza reactiva; PRE-PHV-GC= Grupo control maduración temprana; POST-PHV-GC= Grupo control maduración tardía.</p>			



Discusión

En relación con la literatura actual, los resultados obtenidos en nuestra revisión revelan que un programa de entrenamiento de fuerza bien estructurado es crucial para el desarrollo a largo plazo de los jóvenes. Con esta revisión bibliográfica pretendemos realizar un análisis completo del efecto de la maduración biológica sobre un programa de fuerza con deportistas de distintas disciplinas deportivas.

Con ese fin hemos recopilado en la literatura actual una muestra de 410 jóvenes deportistas de distintas disciplinas deportivas. El primer estudio que encontramos (Lloyd, R. S., et al 2016), muestra que todos los niños tanto de maduración temprana como maduración tardía lograron mejoras significativas tras finalizar los distintos programas de entrenamiento (entrenamiento de fuerza tradicional, entrenamiento pliométrico y entrenamiento combinado de fuerza y pliométrico), estimulando el entrenamiento pliométrico las mayores ganancias con los niños de maduración temprana. Estas adaptaciones pueden reflejar el proceso de “adaptación sinérgica”, que se refiere a la relación simbiótica entre adaptaciones específicas de una demanda de formación impuesta con las adaptaciones concomitantes de crecimiento y madurez.

Morán, J., et al 2017, mostro al igual que Lloyd la mejora del rendimiento de los jóvenes tras aplicar un programa de entrenamiento pliométrico, siendo mayores las mejoras en el grupo de maduración media respecto al de maduración temprana. Esta mejora podría ser posible por una mejor utilización de las propiedades del ciclo de estiramiento y acortamiento y el impulso neural de los músculos agonistas. Un año más tarde Asadi muestra discrepancias respecto a los dos estudios anteriores, nos mostro en otro estudio como un programa de entrenamiento pliométrico mostro mejoras superiores en maduración tardía respecto a los de maduración temprana (Asadi et al., 2018).

Sin embargo, vemos como un programa de entrenamiento de fuerza centrado en las adaptaciones neuromusculares (realizando los ejercicios a máxima velocidad voluntaria) en lugar de estructurales como se había visto anteriormente es beneficioso para el desarrollo de la fuerza concretamente en la disciplina del futbol juvenil, con mejoras generalmente mayores en los grupos de maduración temprana y media (Peña-Gonzalez et al., 2019). En este sentido el programa propuesto de fuerza puede ser un estímulo de fuerza insuficiente para permitir mayores mejor en los jugadores de maduración tardía. Estos jugadores en función de su rendimiento físico pueden necesitar un estímulo de entrenamiento más específico.

Este trabajo por un lado, revela que para un correcto desarrollo habría que separar a los jóvenes por grupos según la maduración biológica de cada uno y no por edad como se establece en las categorías de futbol base, mientras que por otro lado, también nos revela que una metodología con ejercicios pliométricos es más beneficiosa para los jóvenes de maduración temprana mientras que una metodología basada en la combinación de ejercicios de fuerza tradicional junto con ejercicios pliométricos es más beneficiosa para el grupo de maduración tardía. Sin embargo, presenta ciertas limitaciones, ya que un gran porcentaje de la muestra total de nuestra revisión son practicantes de diferentes disciplinas deportivas, por lo tanto, lo ideal sería realizar diferentes programas de entrenamiento con población practicante del futbol y ver cuáles son las más eficiente para cada grupo de madurez.

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.
- Asadi, A., Arazi, H., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., & Izquierdo, M. (2017). Influence of Maturation Stage on Agility Performance Gains After Plyometric Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 31(9), 2609–2617.
- Chaouachi, A., Hammami, R., Kaabi, S., Chamari, K., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 28(6), 1483–1496.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of sports science & medicine*, 6(4), 519–525.
- 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.
- Gómez-Campos, R., De Arruda, M., Hobold, E., Abella, C. P., Camargo, C., Salazar, C. M., & Cossio-Bolaños, M. A. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(4), 151-160.
- Gutiérrez, D. (2013). Revisión y propuestas de intervención sobre el Efecto de la Edad Relativa en los ámbitos educativo y deportivo. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 23, 51-63.
- 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.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2011). The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys. *Journal of strength and conditioning research*, 25(7), 1889–1897.
- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., De Ste Croix, M. B., Cronin, J. B., & Oliver, J. L. (2016). Changes in Sprint and Jump Performances After Traditional, Plyometric, and Combined Resistance Training in Male Youth Pre- and Post-Peak Height Velocity. *Journal of strength and conditioning research*, 30(5), 1239–1247.

- Masach, J. (2008). Estructura condicional del juego del fútbol y evaluación de la condición física como base para la metodología en la preparación física. Material de Estudio Máster Universitario de preparación física en el fútbol tercera edición. Real federación española de fútbol, Universidad de Castilla La Mancha.
- Meylan CM, Cronin JB, Oliver JL, Hopkins WG, Contreras B. The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-year-olds. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Jun;24(3):e156-64.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(4), 689–694.
- Moran, J., Sandercock, G., 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.
- Peña-González, I., Fernández-Fernández, J., Cervelló, E., & Moya-Ramón, M. (2019). Effect of biological maturation on strength-related adaptations in young soccer players. *PloS one*, 14(7), e0219355.
- Ramírez-Campillo R, González-Jurado JA, Martínez C, Nakamura FY, Peñailillo L, Meylan CM, Caniuqueo A, Cañas-Jamet R, Moran J, Alonso-Martínez AM, Izquierdo M. Effects of plyometric training and creatine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *J Sci Med Sport*. 2016 Aug;19(8):682-7.
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., & 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.
- Urrutia, G. y Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: a proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clínica*, 135, 507-511.

Anexos

ANEXO I: Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing,

