

Módulo 4. Individualización, control y evaluación de la fuerza

Unidad 4.1 Introducción

Los estudios realizados en los últimos 50 años han demostrado la importancia que tiene el entrenamiento de factores condicionales, coordinativos y cognitivos. Esto ha convertido su evaluación en un reto y a la vez en una ayuda muy relevante para el desarrollo de los programas de entrenamiento.

Las técnicas de evaluación suelen desarrollarse dividiendo en partes lo que se quiere medir (por ejemplo, la activación muscular en un ejercicio) y estudiando los cambios por separado. Desde las ciencias de complejidad, se ha propuesto evaluar los distintos elementos que componen el fenómeno que se quiere medir y observar las relaciones que se establecen entre ellos (por ejemplo, la coordinación durante el juego entre jugadoras de un equipo). Pero actualmente solo tenemos instrumentos que nos permiten medir fenómenos aislados y simples, aún no tenemos una herramienta que nos permita conocer la carga global del entrenamiento, ya que es imposible tener una magnitud de afectación global de la sesión de entrenamiento, puesto que interactúan a la vez carga condicional, coordinativa, cognitiva, etcétera. De este modo, debemos conformarnos actualmente con la explicación parcial de los fenómenos que ocurren en la práctica, sabiendo que la suma de esos fenómenos parciales no explicará la globalidad del rendimiento.

Monitorizar los movimientos realizados por los deportistas durante los entrenamientos, incluidas las sesiones de fuerza y competiciones oficiales, ha sido un tema estudiado y desarrollado por los científicos del deporte desde hace años... Esto posibilita conocer las demandas físicas de los deportistas y así poder intervenir a través de tareas de entrenamiento individualizadas...

Para monitorizar el entrenamiento, se ha empleado multitud de dispositivos tecnológicos..., algunos de los más utilizados han sido el videoanálisis, las plataformas de fuerza, los *encoders* lineales, las galgas de fuerza, los acelerómetros o los sistemas de posicionamiento global (*global positioning system* o GPS). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 49).



Además, en la actualidad existen aplicaciones que, a través de video, pueden tomar datos indirectos de elementos que pueden ser interesantes para la monitorización (Figura 1).

Figura 1: Elementos para monitorización



Fuente: elaboración propia.

Uno de los más utilizados y con más investigación son los GPS..., especialmente en [el fútbol]. Además, estos dispositivos empleados en la monitorización del entrenamiento ofrecen muchos más datos aparte del GPS, por eso es más preciso referirse a ellos como dispositivos de microtecnología, ya que son componentes con varios microsensors que, además de GPS, incorporan acelerómetros, giroscopios y magnetómetros...

Cuando nos referimos a ejercicios con bajos niveles de especificidad — Nivel 0 y Nivel 1—, existen diversas herramientas de medición, como los *encoders* lineales, las galgas de fuerza, las plataformas de fuerza y las *apps* móviles, etc., que permiten objetivar la magnitud de algunas variables del ejercicio, como la fuerza, la velocidad, el desplazamiento, etc. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 50).

Para apoyar la cuantificación precisa de las cargas de entrenamiento, es importante que la tecnología utilizada sea válida y fiable. Esto es particularmente importante para los profesionales que utilizan esta información para tomar decisiones sobre las sesiones de entrenamiento posteriores. La información que nos proporcionan los *encoders* y plataformas de fuerza es útil en movimientos ejecutados en el eje vertical y movimientos lineales, es decir, la utilidad reside en valorar acciones específicas, como saltos o carrera en línea recta, pero también pruebas inespecíficas, como movimientos olímpicos o levantamientos, que usan la gravedad como resistencia.

Estas herramientas también son útiles en los métodos o estrategias de entrenamiento que tienen en cuenta umbrales de pérdida de velocidad con el objetivo de mitigar las respuestas de fatiga o tomar decisiones de programación basadas en las características de fuerza-velocidad-potencia de un ejercicio medido. Por lo tanto, estas herramientas lineales se usarán en mayor medida para objetivar los cambios en la estructura condicional de la futbolista. En general, los transductores lineales han mostrado la mayor precisión para controlar la velocidad.

El principal problema surge a la hora de medir los niveles intermedios — N2 y N3— con un predominio de la estructura coordinativa, o las agrupaciones (A1-3, A1-2, etc.).

Para monitorizar estos niveles intermedios, no se disponía de la tecnología adecuada y de los algoritmos adecuados para procesar los datos. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 52).

El “avance en la tecnología y en las herramientas de medición y monitorización del entrenamiento nos permite, por lo tanto, ir un paso más allá en la evaluación del entrenamiento” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 50), permitiéndonos medir también la estructura coordinativa de la jugadora a través del uso de los acelerómetros. “Estos dispositivos de microtecnología disponen de acelerómetros con capacidad de registro de hasta 1000 Hz. Esta frecuencia de muestreo es suficiente para utilizar técnicas no lineales como la entropía para analizar las series temporales de aceleración” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 52). Si usáramos técnicas lineales, la información del movimiento sería parcial. Los cálculos no lineales proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre el comportamiento del sistema motor mediante el seguimiento de los patrones de movimiento humano (Orellana y De la Cruz Torres, 2010).

Este reciente uso de medidas no lineales en los deportes ha fomentado la evaluación no solo de la magnitud de la variabilidad humana, sino también

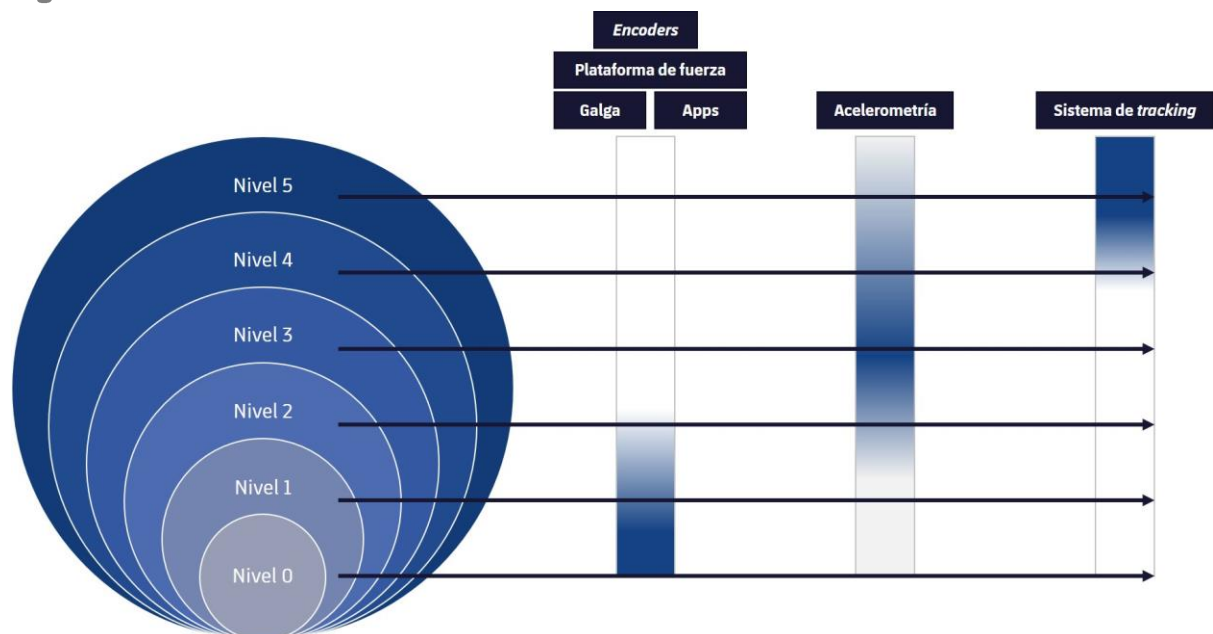


de su estructura temporal, lo que permite describir cómo el sistema de control neuromuscular responde a las perturbaciones (Dingwell & Marin, 2006; England & Granata, 2007). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 53).

En el contexto de la aplicabilidad del análisis de entropía a una serie temporal como puede ser la obtenida mediante la monitorización de un movimiento humano, dará la posibilidad de cuantificar la predictibilidad de una señal, entendiendo como más regulares y predecibles aquellas señales con bajos valores de entropía y como más impredecibles los valores elevados (Yentes et al., 2013). Por lo tanto, el uso de herramientas no lineales como la entropía puede ser una buena alternativa para explorar la naturaleza del movimiento humano y su relación con el desarrollo coordinativo (Preatoni et al., 2013). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 54).

“Por otro lado, para medir las tareas de N4 y N5 se utilizan otras herramientas, como el análisis de video” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 51). También se utiliza la microtecnología explicada anteriormente, que permite cuantificar las demandas físicas en juego (Vázquez-Guerrero et al., 2019) (Figura 2).

Figura 2



Fuente: elaboración propia.

4.1.1 Control del entrenamiento de la estructura condicional y bioenergética



Independientemente de la tarea y los grupos de músculos involucrados, la cantidad máxima de fuerza que el sistema neuromuscular puede producir durante un movimiento depende de la velocidad del movimiento. Cuando las futbolistas quieren cambiar la velocidad (es decir, acelerar o desacelerar) o cambiar la dirección del movimiento, tienen que proyectar fuerza contra el suelo, aunque esta producción de fuerza en movimientos deportivos no siempre tiene que ser lo más alta posible. Dada la complejidad de las acciones en el fútbol, en muchas ocasiones la deportista tiene que estar preparada para las acciones con cambios rápidos de movimiento o cuando tiene que resistir o superar una resistencia, como en contacto con una rival.

El rendimiento que incluye acciones balísticas está altamente determinado por el impulso y la potencia mecánica. La producción de potencia depende de sus capacidades de fuerza y velocidad y del nivel de fuerza que pueden producir en el contexto específico de la acción del juego. Por lo tanto, una evaluación de la fuerza debe examinar todo el espectro fuerza-velocidad-potencia.

Aunque no todos los tipos de acciones se pueden evaluar y controlar, sí se puede realizar un seguimiento para ejercicios de salto vertical y aceleración de *sprint*. Un enfoque individual de los perfiles fuerza-velocidad (F-V) podría permitir un análisis e interpretación mucho más profundos de la fuerza, el rendimiento y sus fundamentos de forma individual para cada jugadora, lo que permitiría usar dicha información para mejorar las intervenciones de entrenamiento.

Las acciones musculares concéntricas se describen como la relación inversa de fuerza-velocidad (F-V); esto no ocurre cuando los músculos aislados son analizados. Sin embargo, durante tareas funcionales multiarticulares, como movimientos de carrera, se observan consistentemente relaciones lineales F-V.

Cada vez que se evalúa la producción de fuerza máxima durante un movimiento multiarticular a diferentes velocidades, se ha observado experimentalmente que la relación F-V es lineal hasta al menos el 90 % de la fuerza teórica máxima y el 80 % de la velocidad teórica máxima. Esta diferencia en los modelos probablemente se explica por los diferentes niveles biológicos en los que se han evaluado las capacidades de producción de fuerza.

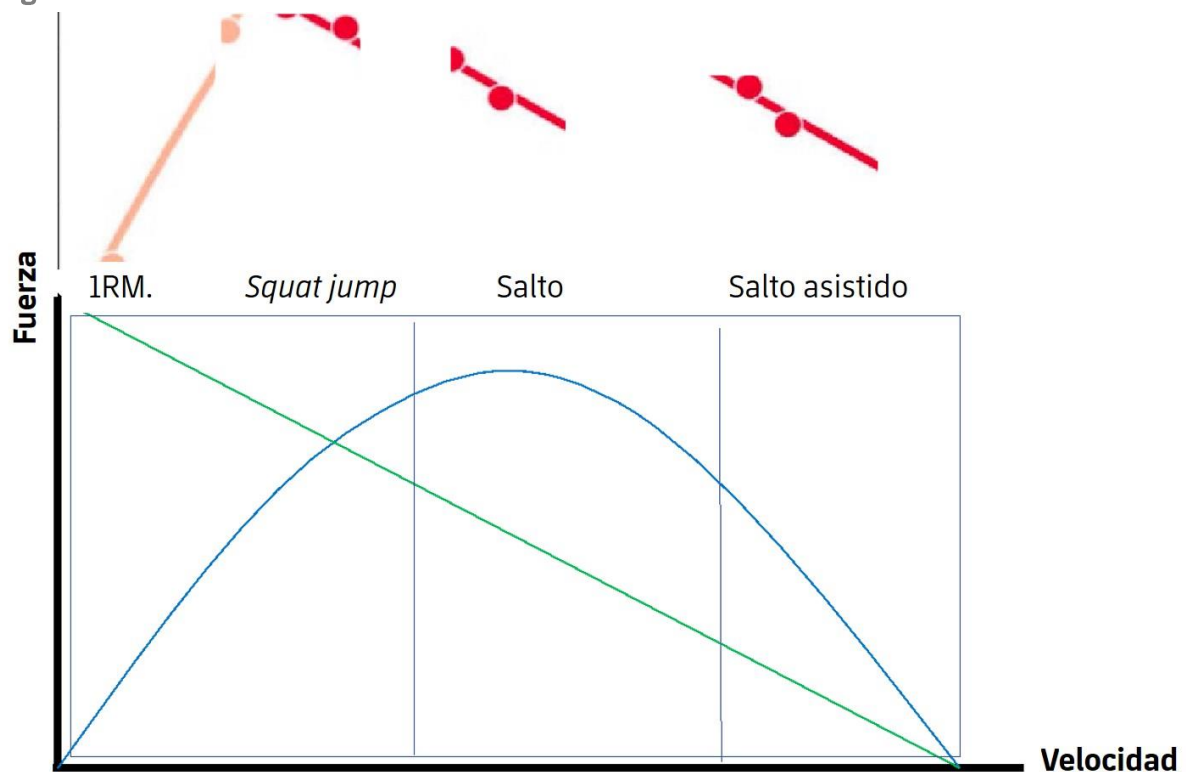
Cuando se miden durante movimientos multiarticulares, las relaciones F-V son una integración compleja de los diferentes mecanismos involucrados en la fuerza externa total producida durante la extensión de una sola articulación, que no están necesariamente implicados en la fuerza producida por un músculo aislado. Tales relaciones F-V multiarticulares abarcan las propiedades mecánicas individuales de las diversas unidades músculo-tendón involucradas en el movimiento (por ejemplo, F-V intrínseca y relaciones longitud-tensión, índice de desarrollo de la fuerza, rigidez



músculo-tendón), algunos factores morfológicos (por ejemplo, la sección transversal, área, longitud del fascículo, ángulo de pennación, brazos de palanca articulares), mecanismos neurales (por ejemplo, reclutamiento de unidades motoras, frecuencia de activación, sincronización de unidades motoras, coordinación intermuscular) y dinámica segmentaria.

La relación inversa F-V mencionada anteriormente se refiere a una disminución en la capacidad máxima de producción de fuerza de una futbolista cuando aumenta la velocidad de movimiento. Además, dado que es el producto de la fuerza y la velocidad, la producción de potencia máxima que un atleta puede desarrollar también cambia con el cambio de velocidad. Las relaciones F-V y P-V individuales ofrecen una visión general de la fuerza y la potencia (Figura 3).

Figura 3



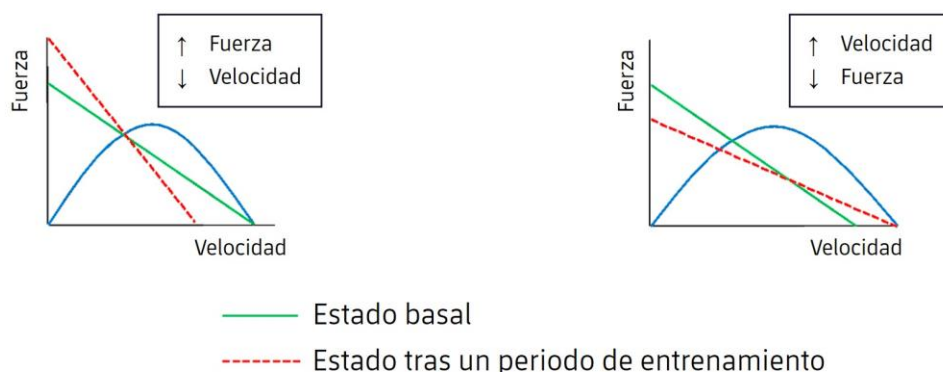
Fuente: elaboración propia.

Como se comenta en el Módulo 1, con el entrenamiento podemos modificar dicha curva (Figura 4):

Figura 4: Entrenamiento para la mejora de la fuerza y para mejora de la velocidad

Entrenamiento para la mejora de fuerza

Entrenamiento para la mejora de velocidad



Fuente: elaboración propia.

Las jugadoras tienen diferentes perfiles individuales de F-V-P (y fatiga) y, por lo tanto, diferentes necesidades de entrenamiento. Además, es probable que se adapten de manera diferente al entrenamiento específico propuesto (en términos de magnitud y tiempo de respuesta). Por eso, un enfoque moderno y basado en la evidencia para el rendimiento de salto y *sprint* debería incluir estos análisis en el proceso de seguimiento y monitorización de la fuerza para el control de las adaptaciones condicionales.

4.1.2 Control del entrenamiento de la estructura coordinativa

El entrenamiento coadyuvante en el fútbol ha preferido tradicionalmente la estructura condicional y bioenergética (grupos musculares) y no tanto la estructura coordinativa (movimiento deportivo). Generalmente, se usan ejercicios cerrados y previsibles para las deportistas.

Una de las propuestas del entrenamiento basado en el movimiento es priorizar la estructura coordinativa durante las tareas de fuerza. Como se comenta en el Módulo 3, una herramienta muy útil para hacerlo es la introducción de condicionantes en la tarea, para cambiar la estructura de la tarea, convirtiéndola en menos predecible y aumentando la variabilidad de movimiento para conseguir una futbolista más adaptable. A base de entrenar esos condicionantes, pierden el efecto perturbador, de modo que las tareas acaban convirtiéndose nuevamente en demasiado predecibles hasta perder esa predominancia de la estructura coordinativa, pese a utilizar un condicionante coordinativo. Cuando esto ocurre, debemos modificar de nuevo la tarea, modificando la naturaleza del condicionante.

Poder medir la variabilidad de movimiento durante los ejercicios ayuda a establecer una progresión de tareas con diferentes condicionantes e individualizar las tareas detectando cuándo se ha vuelto demasiado previsible. Una herramienta para medir esta variabilidad



de movimiento es la entropía, que ha demostrado ser una herramienta útil para detectar cambios en dicha variabilidad al introducir condicionantes (Fernández-Valdés Villa et al., 2020). Sin embargo, un valor de entropía por sí solo no nos da información suficiente para saber si un estímulo supone un desafío excesivo, insuficiente o adecuado para el deportista, sino que debe ser contextualizado y comparado con los valores de ese mismo jugador atendiendo a criterios como el nivel de aproximación o la agrupación a la que pertenece, número de series, repeticiones y descansos programados en el ejercicio y el nivel de novedad que tiene esa tarea para el deportista en cuestión. Así, por ejemplo, un aumento del nivel de variabilidad puede deberse a la incorporación de un condicionante en la tarea que obligue al deportista a buscar maneras de resolver esas situaciones (Araújo et al., 2004) o también puede ser por un desajuste coordinativo por falta de experiencia en la tarea de la jugadora.

Del mismo modo, una disminución del nivel de variabilidad puede tener diferentes lecturas en función del contexto, pudiendo ser el resultado de un aumento de la fatiga y, por lo tanto, una mayor rigidez en el movimiento y/o una reducción de sus grados de libertad... o un desafío demasiado bajo y predecible para el deportista, ya sea por ser un movimiento muy repetido durante los entrenamientos y competiciones... o por la simple repetición de una misma tarea a lo largo de varias semanas de entrenamiento...

Por lo tanto, podemos defender la existencia de una relación entre la variabilidad de movimiento y el concepto de [adaptabilidad], entendida como el grado de adaptación a las cargas de entrenamiento. (Fernández-Valdés Villa, 2020, pp. 138-139).

Cuando nos interesa utilizar la estructura coordinativa, debemos, por lo tanto, generar situaciones donde la tarea sea novedosa para nuestras deportistas, ya sea por la introducción de un condicionante o por el grado de familiarización de las deportistas con la tarea. “Cuando la variabilidad disminuye, esto supondrá una disminución de la estimulación del entrenamiento coordinativo, pero debemos analizar las condiciones por las cuales se ha llegado a ese nivel bajo de variabilidad para entender que en ocasiones puede presentar” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 139) una adaptabilidad suficiente o deseada.

- La variabilidad puede disminuir por la fatiga. Deberíamos modificar la tarea si no es nuestro objetivo:

mejorar las prestaciones de [las futbolistas] en el juego, sobre todo en los últimos minutos del primer y segundo tiempo o en fases muy exigentes del



juego... Este tipo de entrenamiento debe dosificarse adecuadamente en los entrenamientos debido al alto grado de rigidez que presentan [las jugadoras] al llegar esa fase [de baja variabilidad por fatiga] y que puede aumentar el riesgo de lesión (Cortes et al., 2014). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 139).

- Por otro lado, una baja variabilidad, si no es en condiciones de fatiga, nos puede interesar si el objetivo de la tarea es condicional. Una baja variabilidad nos permitirá alcanzar una velocidad de ejecución superior (Módulo 3).
- Sin embargo, una baja variabilidad debida a la repetición sistemática de la tarea a lo largo del tiempo, o porque es un movimiento deportivo que la deportista tiene totalmente dominado a nivel coordinativo y no supone un desafío para ella, debe ser corregido, ya que no estaremos consiguiendo adaptaciones.

4.1.3 Estructuración y control del entrenamiento de fuerza (niveles de aproximación)

El control y la estructuración del entrenamiento de fuerza basado en los movimientos deportivos cubren un amplio espectro de las necesidades condicionales, coordinativas y cognitivas de las jugadoras (Moras, 2000).

Para estructurar el entrenamiento coadyuvante usando los niveles de aproximación, es necesario entender la relación de los niveles con las diferentes estructuras del microciclo estructurado, y además conocer qué variables y técnicas de análisis (lineales y no lineales) se deben controlar para monitorizar los ejercicios dependiendo de dicho nivel (Figura 5), para así establecer cuándo cambiar de nivel y, como consecuencia, de herramienta de medición.

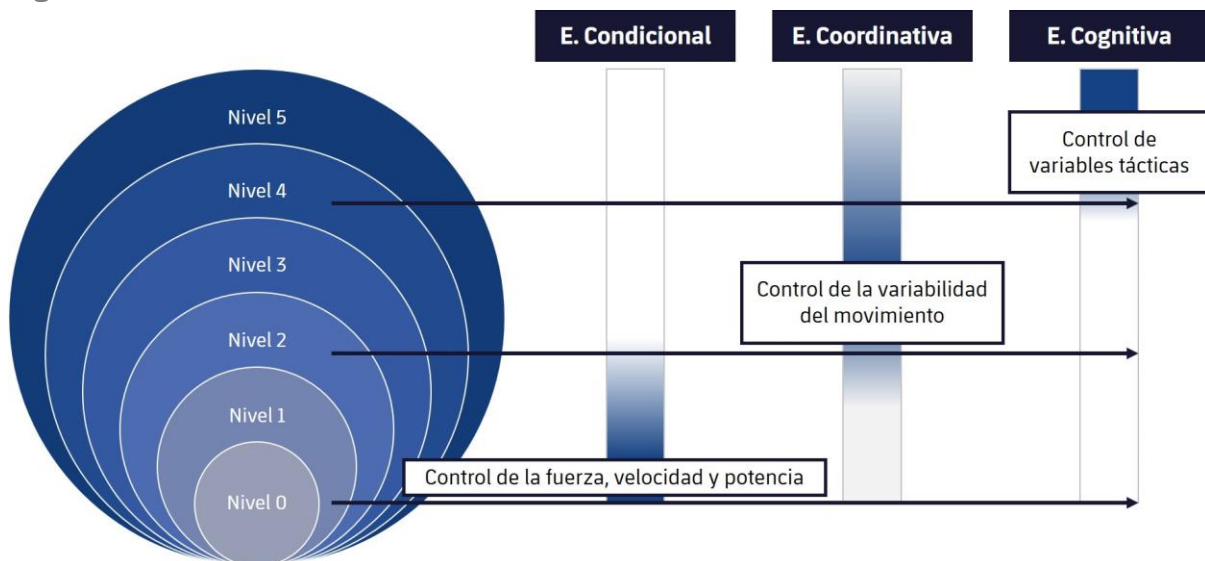
Todas las estructuras —como se ha venido diciendo a lo largo de todos los módulos— están presentes, pero unas son preferibles a otras para facilitar el entendimiento. Como las que no son preferibles son muy abiertas, se ha decidido no incluirlas en el análisis. De la misma forma, las variables de monitorización han sido reducidas a las que consideramos más adecuadas para cada orientación (velocidad, potencia, fuerza, variabilidad de movimiento y variables tácticas) predominante en el entrenamiento (condicional, coordinativa o cognitiva). Así:

- Para el nivel 0 y 1, donde predomina la estructura condicional, las herramientas de medición más oportunas son las que nos permiten conocer la velocidad, la fuerza y la

potencia. Dependiendo del movimiento que se vaya a analizar y la información que necesitemos, usaremos *encoders*, galgas de fuerza, electromiografía, etcétera.

- Cuando pasamos de un ejercicio de N1 a una agrupación 1-3, hemos podido comprobar la utilidad que puede tener el conocimiento del movimiento, por lo que nos interesaría usar acelerometría y su análisis posterior a través de métodos no lineales, como la entropía, para detectar posibles cambios a nivel coordinativo, lo cual muestra el potencial que tienen estas formas de evaluación del movimiento cuando predomina la estructura coordinativa en las tareas de fuerza propuestas. Esto no quiere decir que las herramientas que se estaban empleando hasta el momento en la monitorización del entrenamiento de fuerza y su análisis lineal no sean útiles, sino que simplemente deben ser complementadas. Escoger adecuadamente el tipo de herramienta utilizada para medir los ejercicios de un determinado nivel de aproximación nos permitirá detectar el momento en que la variabilidad de movimiento se estanca y, por consiguiente, deberíamos proponer modificaciones en la tarea.
- Para niveles superiores, como el 4 o 5, se usarán herramientas como el análisis de video o *global positioning system* (GPS).

Figura 5



Fuente: elaboración propia.

En la planificación del entrenamiento coadyuvante:

Encontraremos las adaptaciones a nivel micro, con trabajos de N0 y N1 y predominio de las estructuras condicional y bioenergética. Es un entrenamiento que realizaremos en el gimnasio y que estaría más relacionado con el entrenamiento tradicional de fuerza... [Por otro lado], se

producirán las adaptaciones a nivel meso, con la realización de tareas de N2 y N3 y de todas las agrupaciones (A1-3, A1-4, A2-3, A2-4). Ganan peso la estructura coordinativa y cognitiva, equiparándose con la condicional y bioenergética. Son tareas que se realizan en el gimnasio, especialmente las agrupaciones A1-3 y A1-4, pero también en el campo con lastres [en movimientos específicos] en el caso de toda la familia de ejercicios relacionados con el N2 y con peso corporal en el caso del N3... [Por último, también se producen] adaptaciones a nivel macro, con N4 y N5 y gran implicación de todas las estructuras similares a lo que ocurre durante la competición. Son tareas de campo, con predominio técnico-táctico. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 145).

Podemos observar cómo el predominio de la estructura condicional y bioenergética nos llevará a monitorizar variables como los cambios en la aceleración o velocidad de ejecución a través de un análisis lineal como los valores medios o valores picos para entender esas microadaptaciones a nivel de fuerza. Mientras que un predominio de la estructura coordinativa nos llevará a analizar la variabilidad de movimiento a través de herramientas de análisis no lineales como la entropía para entender estas mesoadaptaciones a nivel de fuerza coordinativa. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 146).

Unidad 4.2 Entrenamiento coadyuvante de la portera

El entrenamiento coadyuvante —como se describe en el Módulo 2— incide directamente en el rendimiento, preparando a las porteras para entrenar a un nivel superior para poder realizar las cargas optimizadoras necesarias.

Las porteras tienen unas necesidades diferentes a las de las jugadoras de campo: la fuerza se manifiesta de manera diferente, las acciones de las porteras duran poco tiempo, son poco numerosas e intermitentes (en función del equipo). Las acciones que se hacen requieren gran explosividad, velocidad y precisión. Además, requieren coordinación óculo-manual, dado que la normativa permite que las porteras utilicen las manos. Como se comentó en el Módulo 1, en la actualidad las porteras no tienen un perfil antropométrico especializado, aunque, basándonos en el perfil ya establecido en el fútbol masculino, se cree que deberían ser altas y con gran envergadura.

Durante el entrenamiento coadyuvante, aunque se tendrán en cuenta todas las estructuras, se preferirán las estructuras condicional, bioenergética y coordinativa.

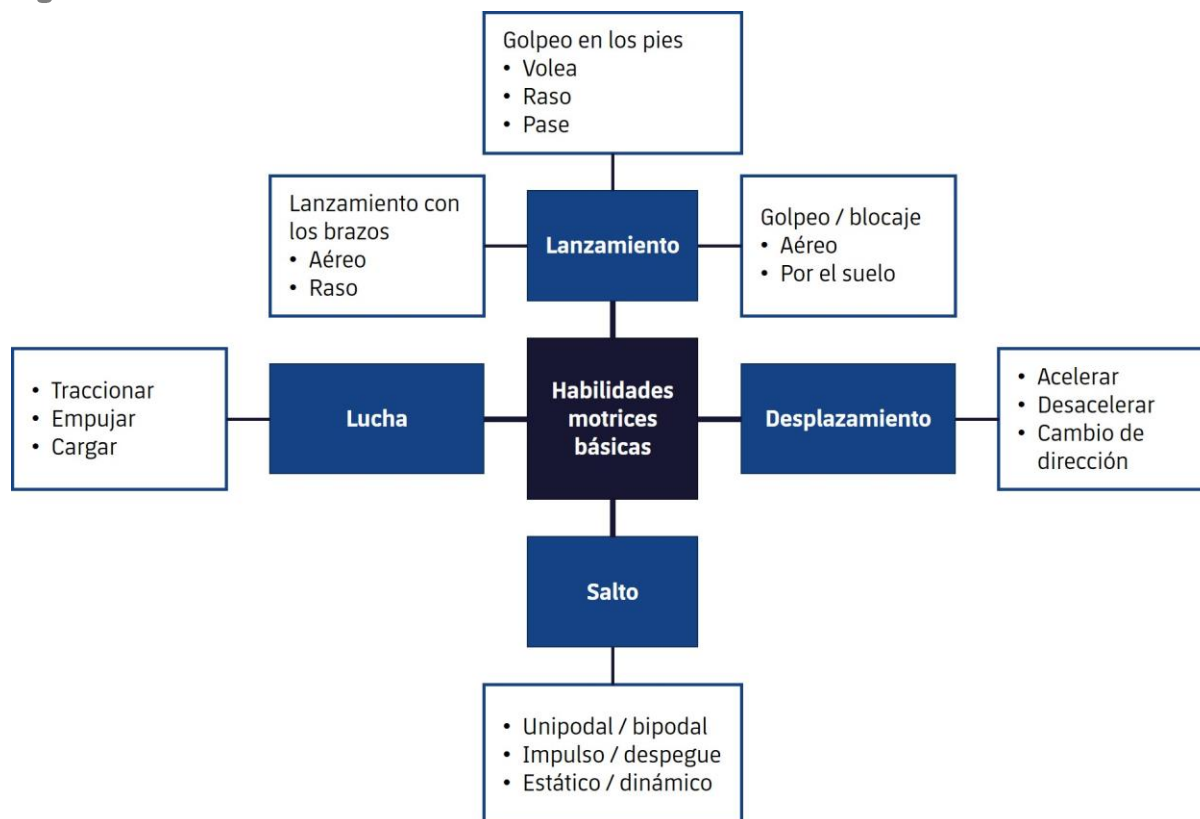
La optimización de la portera a través del entrenamiento coadyuvante no persigue maximizar solamente alguna de sus cualidades, sino que se trata de exponerla a determinadas situaciones de entrenamiento que provoquen un cierto estrés en alguna de las estructuras que la configuran para que se vea obligada a adaptarse en un proceso continuo de autoorganización (Serrano, 2012). Será a través del movimiento (familias de movimiento) como se resolverán las situaciones de juego, a través de la interacción con compañeras y rivales. Por este motivo, los movimientos específicos serán los que harán que la portera evolucione hacia la especialización (Seirullo Vargas, 2017).

Se deben observar cuáles son las acciones motrices y las habilidades motoras básicas que necesita para la competición (Jukic et al., 2019; Kokstejn et al., 2019). Seirullo (1993a) clasifica las manifestaciones de fuerza en cuatro grandes grupos en función de su vinculación a las habilidades motoras básicas, como el lanzamiento, el salto, el desplazamiento o habilidades como la lucha [(Figura 6)]. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 39).

A la portera se le permite utilizar los brazos para jugar, por lo que las diferentes habilidades motoras tendrán la intervención preferencial de la parte superior o de la parte

inferior del cuerpo, aunque en ambos casos el movimiento será global, pero para la clasificación haremos esa distinción.

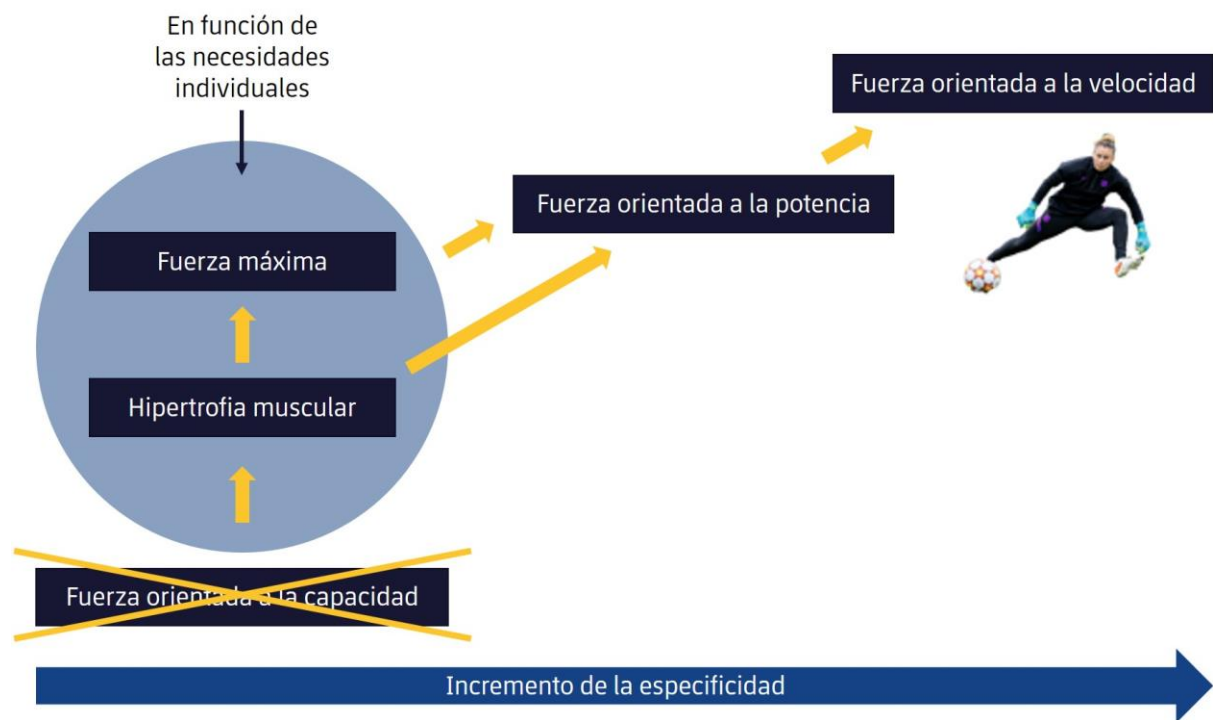
Figura 6



Fuente: elaboración propia.

El tipo de sesiones utilizadas para entrenar a la portera sigue la misma dinámica que las jugadoras de campo (estructurales, cualidades específicas, etc.) (Figura 7), dando mayor importancia a la fuerza orientada a la velocidad y trabajándola con una mayor carga de estímulos perceptivos, donde la jugadora tiene que reaccionar con el gesto específico.

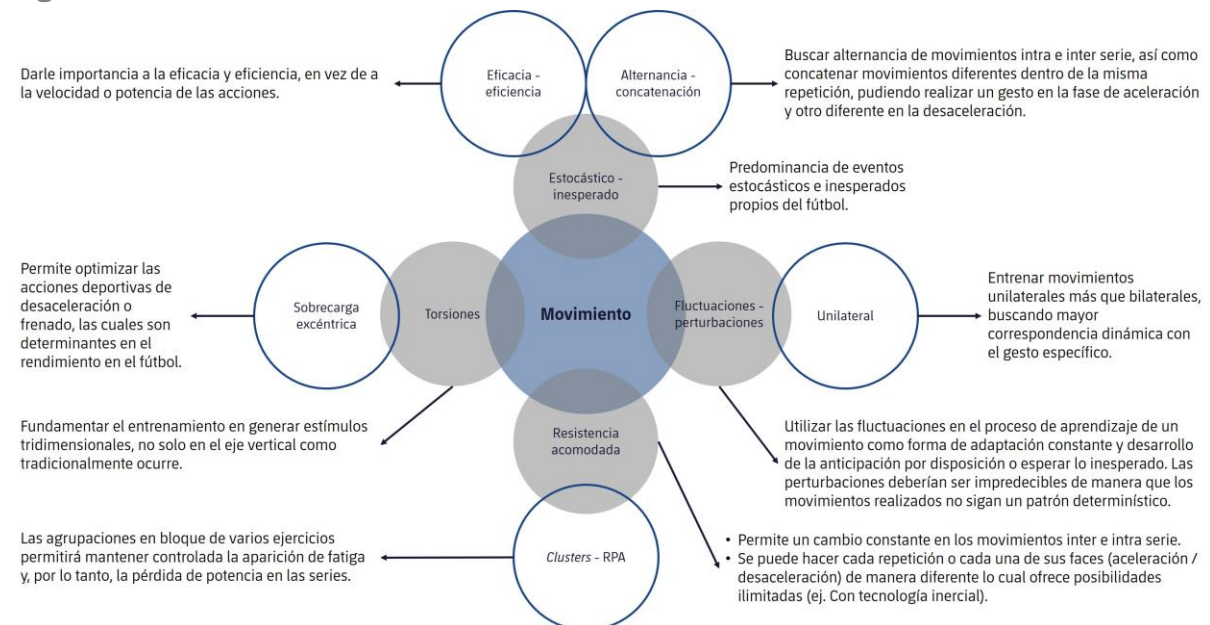
Figura 7



Fuente: elaboración propia.

La propuesta de trabajo debe tener en cuenta el movimiento (Figura 6) y lo estimularíamos a través de la propuesta de entrenamiento de Tous (Figura 8).

Figura 8



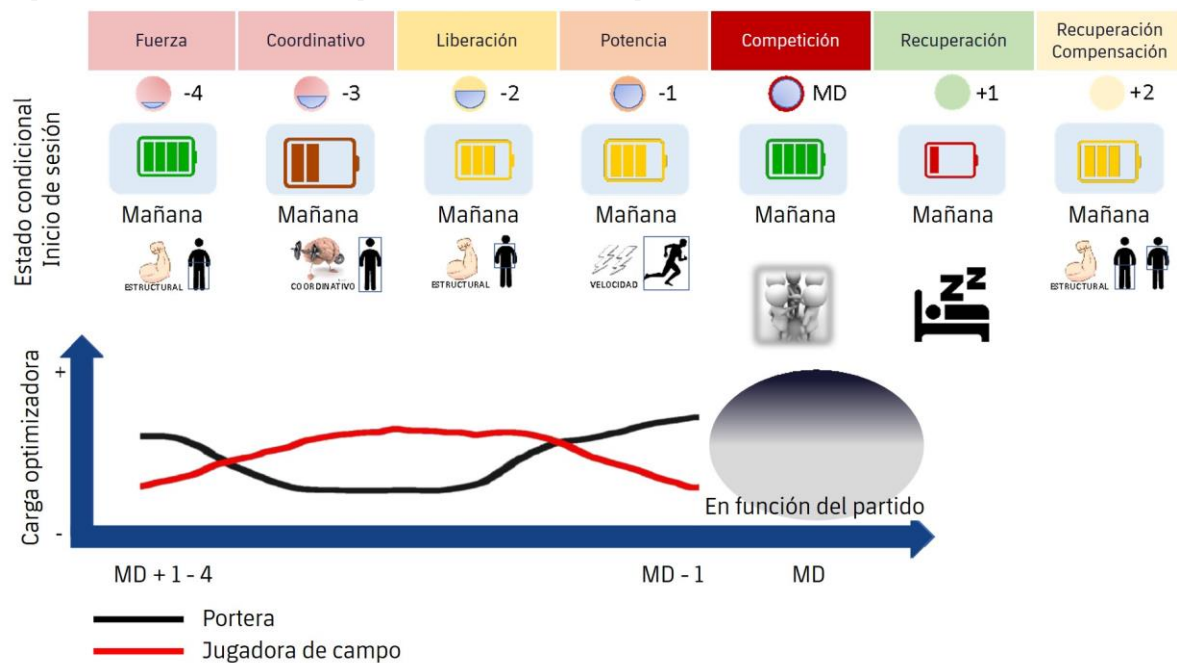
Fuente: elaboración propia en base a Seirullo (2017).

La dinámica de cargas del microciclo de la portera difiere a la de las jugadoras de campo. Debido a las necesidades de entrenamiento de las jugadoras de campo en las sesiones



+1/+2, las porteras suelen tener mayor intensidad por las tareas planteadas para las jugadoras que compensan. En las sesiones de la mitad del microciclo -3MD, las tareas de las jugadoras de campo suelen tender a ser en espacios grandes, por lo que la intensidad de las porteras disminuye, aunque con más especificidad, en los estímulos. En las sesiones -1MD, las porteras suelen tener mayor carga de entrenamiento (tareas con más finalizaciones y más estímulos en menos tiempo); son muy importantes las rotaciones de las 3-4 porteras disponibles en el entrenamiento optimizador. En el entrenamiento coadyuvante, dados los periodos de recuperación que se necesitan para los diferentes tipos de sesiones, la orientación de las cargas es la misma que la de las jugadoras de campo, pero se tiene en cuenta el comportamiento del entrenamiento optimizador (Figura 9).

Figura 9: Dinámica de carga portera versus jugadora de campo



Fuente: elaboración propia.

Unidad 4.3 Entrenamiento coadyuvante en fútbol formativo femenino

El desarrollo motor abarca todos los cambios que se producen en el comportamiento motor humano a lo largo de la vida, los procesos relacionados con estos cambios y los factores que los afectan (Payne e Isaacs, 2017).

El desarrollo de las capacidades y habilidades motrices está influenciado por factores individuales hereditarios o biológicos, así como por factores contextuales, como los socioculturales, el aprendizaje o la experiencia previa (Payne e Isaacs, 2017). Por lo tanto, entendemos el desarrollo como un término amplio que engloba el crecimiento, la maduración, el aprendizaje y el entrenamiento o práctica.

En el caso de las jugadoras, como ya comentamos en otros apartados, sabemos que los factores socioculturales han tenido un peso importante a la hora de determinar qué actividades eran adecuadas o no para la mujer, lo que provocó que el número de niñas que se iniciaban en algún deporte fuera infinitamente inferior en comparación con el de los niños, sobre todo en aquellos más “masculinizados”, como es el caso del fútbol.

Durante este apartado, se explicarán las diferencias existentes entre hombres y mujeres que se dan durante las diferentes etapas del desarrollo, pero es importante saber que la mayor parte de los estudios e investigación realizados hasta el momento se ha llevado a cabo bajo este contexto de desigualdad en cuanto a nivel de práctica, entrenamiento o estímulos entre chicas y chicos, principalmente durante la infancia.

Si pensamos, por ejemplo, en los numerosos estudios que demuestran la diferencia entre hombres y mujeres en cuanto a la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), entre dos y tres veces mayor en el caso de las mujeres en deportes como el fútbol, vemos cómo la mayor parte de estos trabajos focaliza la causa en factores intrínsecos (biológicos, hormonales). Sin embargo, muestran la importancia y la necesidad de no centrar las causas y justificar únicamente con estos factores estas diferencias, y ponen como ejemplo el caso de actividades como la danza, en la que no existen diferencias en las edades de entrenamiento y oportunidades de género. Acumulando tanto hombres como mujeres la misma práctica en las técnicas de aterrizaje con movimientos de alto riesgo propios del deporte y similares cargas durante la juventud, la disparidad en las tasas de lesiones del LCA no está presente como en otros deportes de equipo (Liederbach, Dilgen y Rose, 2008). Además, las bailarinas tampoco muestran estrategias de aterrizaje peligrosas asociadas con la lesión del LCA en comparación con los bailarines masculinos o los atletas de deportes de equipo (Pappas et al., 2012).



En definitiva, es importante conocer y ser conscientes del contexto y tener en cuenta estos factores extrínsecos a la mujer que han condicionado la práctica de muchas futbolistas durante su infancia o adolescencia, lo que hizo que el punto de partida en el proceso de entrenamiento con respecto a los hombres sea diferente, para entender que las diferencias existentes a nivel condicional no solo tienen un origen biológico y saber que, cambiando este contexto y creando oportunidades de igualdad, es posible minimizar las diferencias y generar un contexto de práctica deportiva con garantías para las futbolistas y deportistas en general.

Igualmente, en los siguientes puntos, como ya explicamos, veremos las peculiaridades durante las etapas de desarrollo en la mujer y, con base en ellas, la importancia de introducir y priorizar diferentes contenidos de entrenamiento coadyuvante desde edades tempranas y con un volumen suficiente para elevar el rendimiento de las jóvenes en el futuro y prevenir lesiones.

4.3.1 Etapas del desarrollo

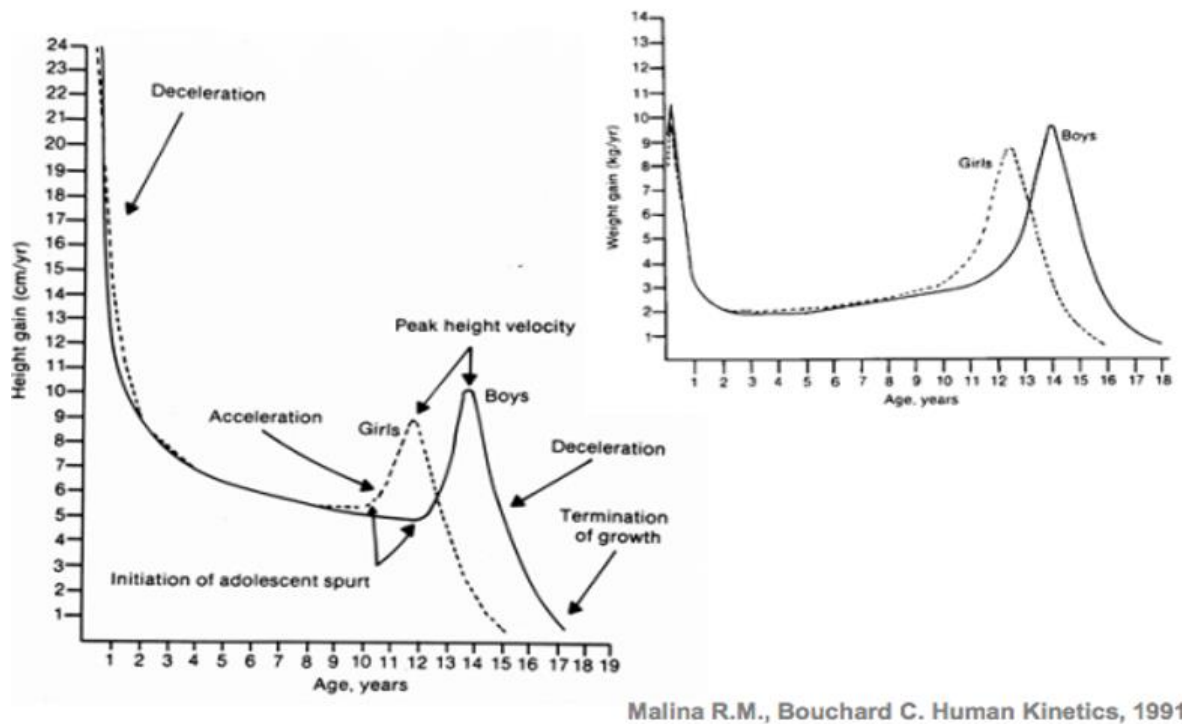
Un aspecto importante para poder intervenir en el proceso de entrenamiento de manera eficiente y segura es conocer en qué momento nuestras deportistas pasan por el pico de velocidad del crecimiento (PVC) o tasa de crecimiento máxima en relación con la estatura (Kenney, Wilmore y Costill, 2021), que, aunque varía bastante entre las jóvenes, se da aproximadamente a los 12 años, dos años antes que en el caso de los chicos (Philippaerts et al., 2006).

Además, también debemos tener en cuenta que el aumento más rápido de la masa corporal se produce unos 12 meses después del PVC (Lloyd y Oliver, 2012).

Durante los años prepuberales, los niños y niñas seguirán un desarrollo similar en crecimiento y maduración, por lo que podrán seguir la misma programación de entrenamiento, y la fuerza, la velocidad, la potencia, la resistencia y la coordinación se desarrollarán en similares tasas en ambos sexos en toda la infancia, siempre que los estímulos a los que sean expuestos sean similares.

En la Figura 10, se puede ver de forma más gráfica la curva de la velocidad del crecimiento en altura y en peso:

Figura 10: Curva de la velocidad del crecimiento en altura y en peso



Fuente: Malina y Bouchard, 1991.

Como se puede ver en la curva (ya sea por altura o por peso), existen dos picos de mayor crecimiento, donde ocurren los mayores cambios estructurales en el ser humano.

También se observa cómo entre los 6 y los 9-10 años la velocidad de crecimiento se ralentiza, lo que conlleva una ventaja mecánica: los segmentos corporales y las palancas son más cortas y el peso corporal es menor, por lo que las consecuencias de los impactos, golpes, caídas, etcétera, no suelen ser tan graves. Debido a esto estamos ante la mejor edad para probar nuevos retos/estímulos.

Después de esta fase, llegamos a los 12-13 años, donde se experimenta un incremento rápido del sistema esquelético y posterior crecimiento del peso, lo que produce un alto estrés y exigencia sobre el sistema de control neuromuscular, ya que el organismo se tiene que adaptar a las nuevas estructuras (Payne e Isaacs, 2017).

Como ya comentamos, otro punto que considerar es que el proceso de maduración varía en función de la persona. Según Malina y Katzmarzyk (2006), podemos clasificar a las personas en tres categorías distintas: maduración temprana, normal o tardía. Para realizar esta clasificación, se suelen utilizar, básicamente, cuatro indicadores de maduración biológica: dental, sexual, somática y esquelética (Gómez-Campos et al., 2013).

Malina y Bouchard (1991) afirman que los caracteres sexuales secundarios, la edad esquelética y el pico de velocidad de crecimiento (PVC) son los indicadores más utilizados para valorar el estado madurativo de las personas y concluyen con que la edad esquelética se constituye como el indicador de madurez más útil. Aun así, en la búsqueda por encontrar métodos prácticos, no invasivos y sin implicar elevados costes, otras opciones se consideran fiables, como la propuesta que se basa en medidas antropométricas simples (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen, 2002). Por ello estos métodos son los más utilizados en el ámbito del deporte.

4.3.2 Desarrollo del sistema neural

En cuanto al sistema neural, se sabe que es entre los 0 y los 8-10 años cuando se desarrolla (hasta el 95 % del desarrollo neural ya se ha producido a los 7-8 años) (Malina y Bouchard, 1991). El sistema nervioso central experimenta un aumento masivo en mielificación y conexión sináptica de los 2 a los 5 años, proceso que no se concluye hasta la maduración sexual o incluso la edad adulta (Benes, Turtle, Khan y Farol, 1994).

Antes de la pubertad, por lo tanto, se puede lograr una mayor activación y adaptación neuronal, centrándose en la agilidad, el equilibrio y la coordinación, de modo de aprovechar la mayor sinaptoplasticidad y pudiendo conseguir adaptaciones neurales beneficiosas para el desarrollo de la competencia motriz. Esta es entendida como la capacidad de contextualizar las habilidades motrices para dar respuestas a problemas deportivos o cotidianos o la gestión y manifestación de la habilidad motriz (HM) como reacción a un contexto complejo para dar respuestas de una forma inteligente, eficaz y eficiente (Fort Vanmeerhaeghe, Román Viñas y Font Lladó, 2017). En estos primeros años, la estimulación neuronal es más importante que la hipertrofia muscular, que juega un papel más importante en el desarrollo atlético después de la pubertad (Walters, Read y Estes, 2018).

Durante la pubertad, debido a que el organismo tiene que adaptarse rápidamente a las nuevas estructuras, el PVC conlleva una pequeña regresión del control neuromuscular, definido por Fort Vanmeerhaeghe et al. (2017) como aquella activación muscular precisa que posibilita una acción coordinada y eficaz durante las actividades físicas y deportivas y en las capacidades condicionales (específicamente la fuerza y la resistencia) (Vanmeerhaeghe y Rodríguez, 2013).

En el ámbito deportivo, se considera este periodo como una etapa con un alto riesgo lesivo, ya que la fuerza y la potencia musculares, generadas en mayor cantidad gracias al aumento de peso y las adaptaciones estructurales (hipertrofia) que se producen de manera natural, no suelen ir acompañadas por un mayor control neuromuscular. Si este desarrollo musculoesquelético que se da durante la pubertad no va acompañado por una



adaptación neuromuscular adecuada, puede incidir en patrones biomecánicos lesivos, como el valgo dinámico de rodilla en aterrizajes, cambios de dirección o desaceleraciones, que se relaciona con la temida lesión de ligamento cruzado anterior (Myer, Sugimoto, Thomas y Hewett, 2013).

Por todo esto, durante este tiempo previo al PVC es importante priorizar el trabajo de aspectos cognitivos/perceptivos, coordinativos, de equilibrio, etcétera, estimulando a la deportista a nivel neural para crear una base que le permita seguir avanzando con habilidades motrices específicas del deporte y más exigentes con más garantías y seguridad una vez pase el PVC.

4.3.3 Desarrollo del sistema muscular

En cuanto al sistema muscular, durante los 12-18 meses pasado el pico de crecimiento y debido a una mayor concentración de andrógenos en el cuerpo (hormonas sexuales masculinas), se produce un aumento natural de la hipertrofia (crecimiento de las células musculares), por lo que habrá una mejora inherente en los valores de fuerza. Esto no quiere decir que nos limitemos a pensar en trabajar la fuerza a partir de esta edad debido a las ventajas hormonales, ya que sabemos que el desarrollo de la fuerza es multifactorial y es el resultado de la combinación de factores musculares, neurales y mecánicos.

La mejora de la fuerza en niños/as, por lo tanto, no se producirá debido a la hipertrofia, sino por una mejora en la activación neuromuscular, la coordinación intermuscular (motora) y las cualidades intrínsecas del músculo. Así, el principal mecanismo responsable de las ganancias inducidas por el entrenamiento de fuerza, en la fuerza muscular y las características relacionadas, antes de la pubertad, depende ante todo de adaptaciones neurales. Por lo tanto, “el enfoque del entrenamiento de fuerza para los niños y niñas debe basarse en objetivos relacionados con la mejora de la fuerza muscular, la función y el control, en lugar de tratar de hacer aumentos sustanciales en el tamaño del músculo” (Lloyd et al., 2014, p. 117).

La Figura 11 muestra que hay un aumento de la capacidad de producir fuerza con los años, pero que la fuerza relativa a la masa corporal disminuye, de manera que un niño puede tener más fuerza relativa (a su peso corporal) que un adulto. Es decir, la capacidad de generar fuerza aumenta con la edad, pero la capacidad de generar fuerza relativa a la masa corporal va disminuyendo con la edad (Paasuke, Ereline y Gapeyeva, 2000).



Figura 11

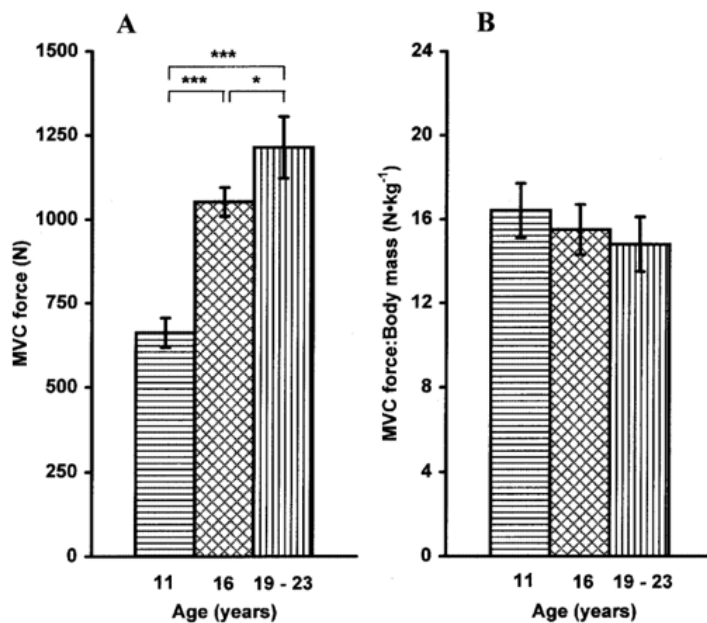


Fig. 1 A Maximal voluntary contraction (*MVC*) force, and **B** *MVC* force relative to body mass in pre- and post-pubertal boys and men. Values are mean and SEM. **P* < 0.05, ****P* < 0.001

Fuente: Paasuke et al., 2000.

Como resumen:

Las investigaciones indican claramente que los programas de entrenamiento de fuerza planificados pueden beneficiar a los jóvenes de todas las edades, incluyendo niños de 5-6 años de edad, logrando mejoras notables en su condición muscular tras la exposición a ejercicios básicos de entrenamiento de fuerza con peso libre, bandas elásticas y máquinas de pesas. (Lloyd et al., 2014, p. 116).

Igualmente, se subraya “la importancia de implementar intervenciones progresivas desde los primeros años de vida, cuando los niños/as tienen niveles de plasticidad neural más elevados” (Lloyd et al., 2014, p. 116), y se destaca la efectividad del entrenamiento de la fuerza para mejorar en el desempeño de las habilidades motrices en jóvenes.

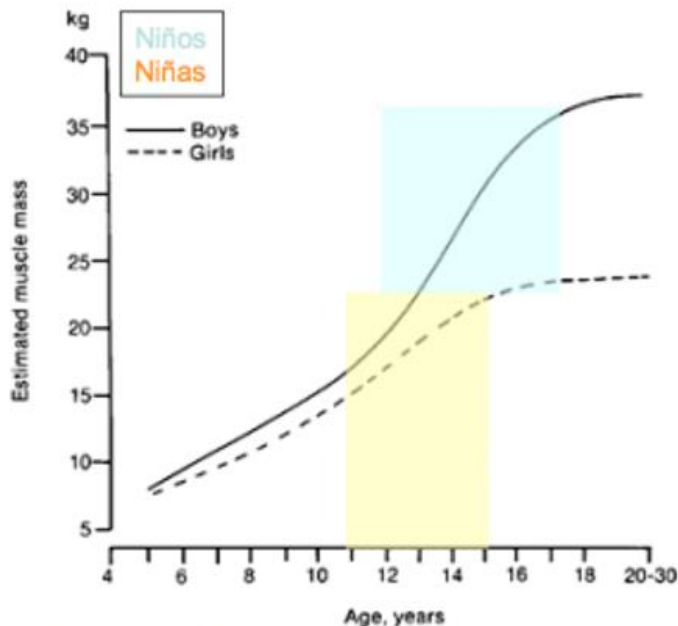
Uno de los métodos de entrenamiento que está tomando fuerza en la actualidad se basa en el trabajo de sobrecargas excéntricas con máquinas isoinerciales. Hay estudios, como el llevado a cabo por Fiorilli et al. (2020), que evaluaron los efectos del entrenamiento durante 6 semanas con dos grupos de jóvenes futbolistas, uno de ellos realizando un programa de entrenamiento convencional (grupo de entrenamiento pliométrico) y otro

que realizó un programa de entrenamiento con dos sesiones adicionales con máquina isoinercial a la semana. Estudios como ese refuerzan la idea de que el entrenamiento con sobrecarga excéntrica isoinercial para practicar los movimientos multidireccionales en condiciones específicas del deporte permite un mejor rendimiento y mejores adaptaciones que las que se producen con un entrenamiento convencional.

No conocer la sobrecarga excéntrica que es aplicada por el dispositivo isoinercial, la cual es diferente en cada repetición del ejercicio, puede estimular las adaptaciones neurales de la jugadora y mejorar las habilidades más específicas del fútbol, haciendo que, debido a las tareas coordinativas requeridas durante la ejecución de los ejercicios, este tipo de entrenamiento sea especialmente útil en jóvenes deportistas. Además, especialmente con jóvenes, es importante introducir variabilidad en el entrenamiento utilizando diferentes métodos que supongan nuevos retos para el deportista, de modo que puedan mejorar la eficiencia de habilidades complejas en situaciones de juego reales (Fiorilli et al., 2016).

En la Figura 12, vemos cómo la ganancia de masa muscular a partir del pico de crecimiento es mucho más evidente en los niños debido a la mayor concentración de andrógenos en esta etapa, pero en las chicas esta ganancia se estabiliza y es mucho menor.

Figura 12: Ganancia de masa muscular a partir del pico de crecimiento



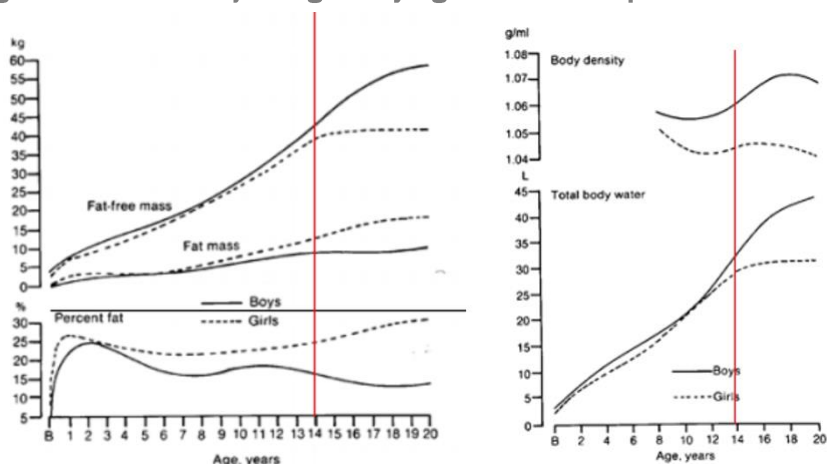
Malina R.M., Bouchard C. Human Kinetics. 1991

Fuente: Malina y Bouchard, 1991.

Además, en las siguientes figuras, también vemos cómo el porcentaje de grasa en las chicas es siempre ligeramente mayor, pero esto se acentúa a partir de la adolescencia. Igualmente, hay diferencias en cuanto al agua: vemos cómo los chicos tienen más agua

que las chicas, sobre todo a partir de la adolescencia, y sabemos que, si hay más agua, es más difícil “romperse”.

Figura 13: Porcentaje de grasa y agua en el cuerpo



Fuente: Malina y Bouchard, 1991.

Por otro lado, también se ha demostrado la existencia de diferencias biomecánicas entre sexos y se han detectado diferentes patrones de activación muscular en las habilidades motrices básicas. Podemos encontrar trabajos acerca de cómo influye el sexo y la fatiga en las estrategias de control al amortiguar o en la comparación de gestos tan necesarios como el cambio de dirección.

En concreto, durante y tras la maduración sexual, las mujeres aterrizan y desaceleran amortiguando menos (menor grado de flexión de cadera, rodilla y tobillo), lo que se puede relacionar con la ya conocida mayor incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior en las mujeres (Sigward, Pollard y Powers, 2012).

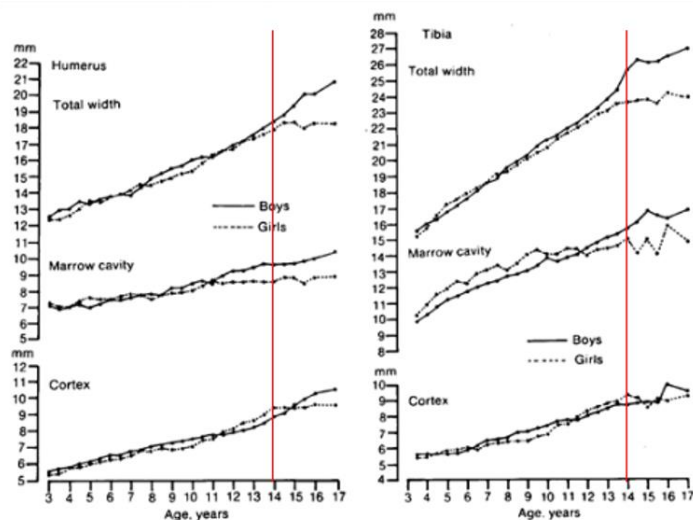
Por todo esto decimos que con las chicas vamos más a contrarreloj. Hay que trabajar bien antes de llegar al pico, cuando todo empieza a ser desventajoso por causas hormonales. El trabajo de la fuerza parece más necesario en el caso de las mujeres, ya que no cuentan con las ventajas naturales que sí se dan en el sexo masculino en lo que se refiere al desarrollo muscular.

4.3.4 Desarrollo del sistema esquelético

En lo que se refiere al sistema esquelético, sabemos —como podemos observar en las siguientes figuras, que muestran el crecimiento esquelético en longitud de diferentes huesos— que hasta los 13 años aproximadamente no hay diferencias importantes entre chicos y chicas, pero que, a partir de aquí, el crecimiento se estabiliza en el caso de las mujeres, mientras que en el caso de los hombres sigue subiendo (Malina y Bouchard, 1991).



Figura 14: Crecimiento del sistema esquelético



Malina R.M., Bouchard C. Human Kinetics, 1991

Fuente: Malina y Bouchard, 1991.

Dentro del desarrollo esquelético, también es importante tener en cuenta la densidad ósea o cantidad de mineral del hueso. La mayoría de los estudios realizados en este sentido se ha hecho con mujeres debido a los problemas ya conocidos que acarrea la menopausia: disminución de la masa ósea, lo que lleva a tener los huesos más débiles, con sus consecuentes problemas, como fracturas, necesidad de prótesis, etcétera (Hernández, Beaupré y Carter, 2003).

El pico de mayor densidad ósea se da entre los 25 y los 30 años según diferentes estudios realizados (Recker, Lappe, Davies y Kimmel, 1992; Ross, Davis, Vogel y Wasnich, 1990).

Aquí, la pregunta que nos hacemos es: ¿es posible incrementar la masa ósea durante el crecimiento en niños/as físicamente activos con el objetivo de alcanzar una masa ósea superior al llegar a la edad adulta? La evidencia científica nos responde claramente que sí.

Según Kemper (2000), el ejercicio físico intenso y de alto impacto en la infancia y la adolescencia produce aumentos locales de la densidad de masa ósea y, cuanto antes empiece el niño/a con este tipo de ejercicio, más densidad de masa ósea será acumulada.

La edad prepuberal es la edad idónea para empezar con este tipo de trabajo y, como vemos, la *intensidad*, en cuanto contracción muscular, es clave. La carga externa crea una resistencia mecánica que origina un aumento de las fuerzas musculares requeridas para realizar el ejercicio. Dichas fuerzas constituyen un estímulo para la formación de hueso. Para llegar a esto, ayudan los trabajos de fuerza explosiva y potencia (*skipping, sprints*,



frenadas y arrancadas, saltos y pliometría en general) más que trabajos continuos de baja intensidad (caminar, *footing*, bicicleta, etc.).

Por todo esto, es importante resaltar que todas las opiniones o temores tradicionales respecto de que el entrenamiento de fuerza puede ser perjudicial para el desarrollo del esqueleto y puede lesionar las zonas de crecimiento no están apoyadas por informes científicos u observaciones clínicas.

De hecho, la literatura sugiere que la niñez y la adolescencia son realmente períodos de desarrollo clave para aumentar la densidad mineral ósea, y que la falta de participación en la actividad física moderada a vigorosa que suponga la carga de pesos durante estas etapas de crecimiento puede predisponer a las personas a problemas de salud ósea a largo plazo. (Lloyd et al., 2014, p. 114).

Especialmente las mujeres pueden verse más perjudicadas por esto debido a los ya mencionados problemas de la menopausia.

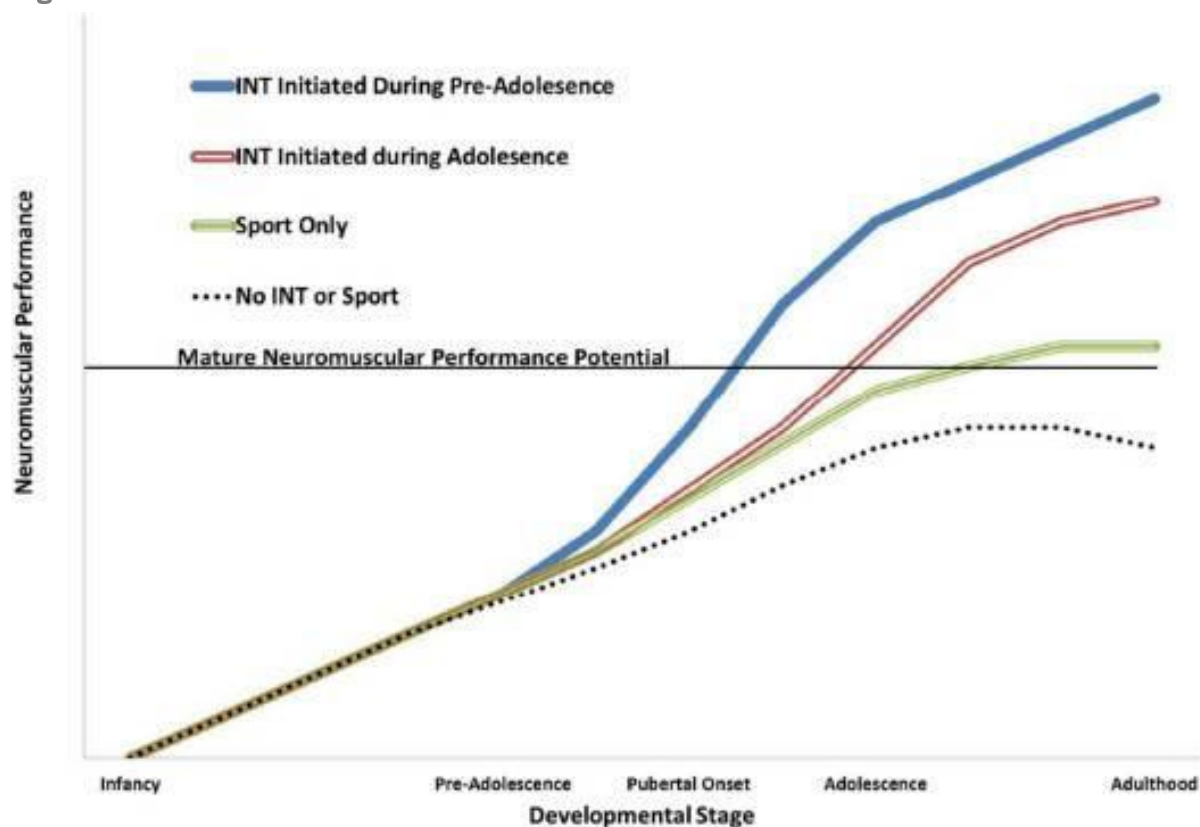
4.3.5 ¿Ventanas de oportunidad?

Algunos autores hablan de las llamadas “ventanas de oportunidad” o periodos sensibles que se dan durante los años de desarrollo, donde las niñas y adolescentes son más propensas a conseguir adaptaciones como consecuencia del entrenamiento. Se cree que, si no se aprovechan estas ventajas durante estas ventanas con una estimulación (entrenamiento) adecuada, se podría limitar el potencial futuro de estas deportistas (Balyi y Hamilton, 1998).

El hecho de que los diferentes sistemas tengan un periodo “crítico” de desarrollo no impide que puedan ser estimulados en todas las edades, pero la mejora será mayor en estos periodos o “ventanas de oportunidad”.

En el artículo de Myer et al. (2013), donde se habla de la edad idónea para iniciarse en el entrenamiento de fuerza, se defiende la idea de que el rendimiento futuro del deportista estará condicionado o limitado por los estímulos de entrenamiento a los que haya estado expuesto desde la infancia y la preadolescencia. Esta idea se muestra en la Figura 15:

Figura 15



Fuente: Myer et al., 2013.

En la Figura 15, se muestra el modelo que compara los efectos del entrenamiento neuromuscular integrador (INT), entendido como un programa de entrenamiento que incorpora actividades de fuerza y acondicionamiento generales y específicas:

incluyendo entrenamiento de resistencia, ejercicios de estabilidad dinámica, entrenamiento centrado en el núcleo, ejercicios pliométricos y entrenamiento de agilidad que deben estar diseñados específicamente para mejorar la salud y los componentes de la aptitud física relacionados con las habilidades de la condición física (Myer et al., 2011). (Casas, 2020, p. 72).

Otros autores han criticado los modelos que se basan en la idea de considerar periodos específicos para entrenar unas capacidades/habilidades u otras, asumiendo que, si se entrenan estas capacidades fuera de estos periodos, los resultados serán menores o que, si no se entrenan en determinadas edades, el rendimiento en la edad adulta se verá limitado (van Hooren y Croix, 2020).



La crítica considera que no hay suficiente evidencia científica para demostrar esto y ve como algo reduccionista el hecho de dividir las habilidades deportivas en 5 (flexibilidad, velocidad, coordinación, resistencia y fuerza) y medir estas habilidades generales como la fuerza basándose en el resultado de pruebas como el número de kilos levantados en un *squat*, proponiendo que existen periodos sensibles para entrenar estas habilidades motoras generales.

Según la crítica, esta manera de verlo implica que hay distintas habilidades motoras que pueden ser entrenadas de manera independiente de las otras y que cada una tiene periodos sensibles separados para ser entrenada. Por otro lado, otra de las críticas se basa en que estos modelos no tienen en cuenta las diferencias en cuanto a niveles de experiencia previos entre individuos, lo cual podría alterar estos periodos sensibles o ventanas de oportunidad.



Unidad 4.4 Metodología para el trabajo coadyuvante en etapas formativas en fútbol femenino

Toda la justificación teórica basada en la experiencia y evidencia científica que repasamos en el apartado anterior nos lleva a ser conscientes de la importancia que hemos de darle al entrenamiento coadyuvante en las etapas formativas femeninas, sobre todo en un club donde se busca formar deportistas que competirán en la élite con las exigencias a todos los niveles que esto conlleva.

Definitivamente, lo que parece evidente es la necesidad de empezar con un trabajo neuromuscular ya desde la infancia. En relación con el entrenamiento neuromuscular integrador que vimos antes, otros autores, como Fort Vanmeerhaeghe et al. (2016), teniendo en cuenta todo lo visto hasta ahora, promueven también la idea de introducir un entrenamiento integrado neuromuscular en las actividades más específicas del deporte durante la infancia y la prepubertad, antes del periodo del PVC, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la competencia motriz, que permitirá avanzar con habilidades más específicas y exigentes propias del deporte.

El [trabajo neuromuscular integrado] (TNI) se define como un programa de ejercicio físico que incorpora tareas de fuerza, resistencia y de acondicionamiento físico generales (e.g., habilidades motrices básicas) y específicos (e.g., agilidad, estabilización dinámica, coordinación, pliometría) con el objetivo de mejorar la salud (e.g., disminuir la incidencia lesiva, aumentar la capacidad cardiorrespiratoria, disminuir la obesidad) y el rendimiento de las habilidades motrices básicas (HMB) y habilidades motrices específicas (HME). (Fort Vanmeerhaeghe et al., 2017, p. 108).

En este artículo de Fort Vanmeerhaeghe et al. (2016), se muestran los efectos de los programas de TNI descritos por la literatura científica, destacando para el ámbito deportivo los siguientes:

1. Optimiza y facilita el crecimiento y el desarrollo.
2. Facilita la adquisición de la competencia en habilidades motrices básicas...
3. Mejora los patrones de movimiento, el reclutamiento neuromuscular, el equilibrio, la propiocepción y la agilidad.



4. Reduce los factores de riesgo de lesión e influye en la prevención de lesiones.
5. Mejora la condición física de los jóvenes en los deportes.
6. Maximiza el éxito deportivo en la edad adulta. (Fort Vanmeerhaeghe et al., 2017, p. 109).

“El TNI deberá incidir inicialmente en la creación de una amplia base de HMB (e.g., saltar, girar, pasar) para poder progresar posteriormente en las HME de cada deporte” (Fort Vanmeerhaeghe et al., 2017, p. 109), como conducción con balón para fijar a un rival, cambios de dirección y fintas a oponentes, lucha para proteger el balón, chutes y pases con precisión, etcétera.

Para el trabajo de la fuerza en etapas formativas, entendemos:

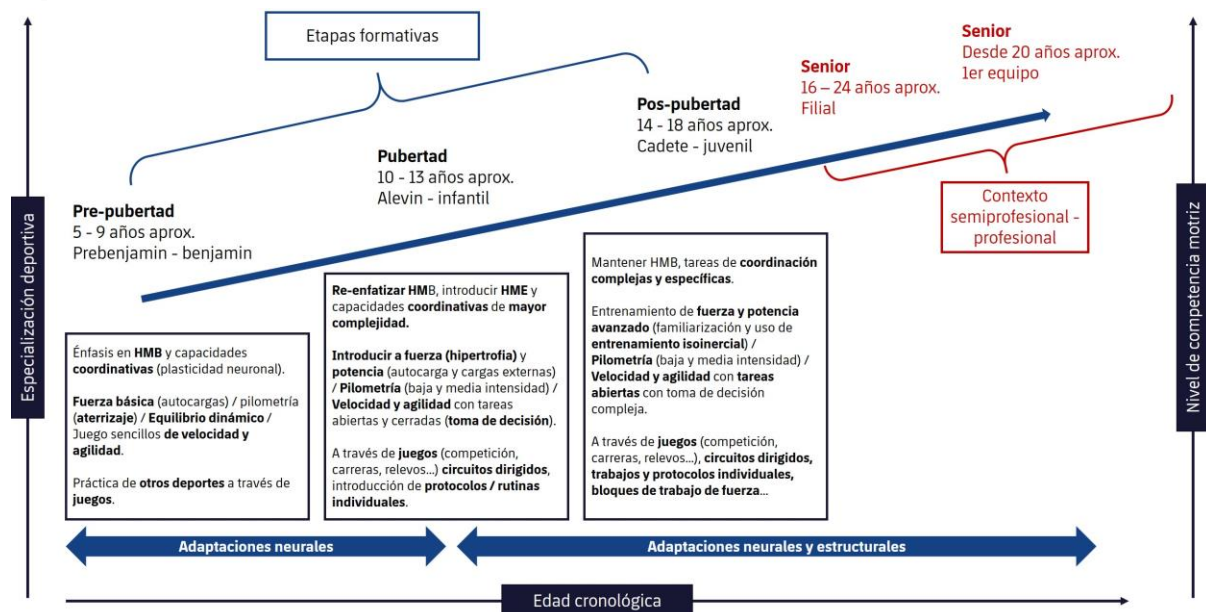
Se debería seguir un modelo de entrenamiento con variedad progresiva y sistemática en la selección de los ejercicios, la intensidad, el volumen, la frecuencia, la velocidad y la complejidad de movimientos para mejorar las adaptaciones al entrenamiento, reducir [la monotonía] y disminuir el riesgo de lesiones de sobrecarga. (Lloyd et al., 2014, p. 117).

Optamos por poder trabajar todas las capacidades/habilidades con el objetivo de optimizar la competencia motriz en cualquier edad, ya que sabemos que en todas se pueden obtener beneficios y que todas se interrelacionan entre sí, de manera que la mejora en una de ellas va a influir en las otras, aunque focalizamos o priorizamos el trabajo en algunas de ellas en función de la etapa y con base en lo que conocemos sobre el desarrollo de los diferentes sistemas.

A continuación, se presenta un esquema resumido (Fort Vanmeerhaeghe y Romero Rodríguez, 2013) de los contenidos de entrenamiento coadyuvante que se trabajan en cada etapa:



Figura 16



Fuente: adaptado de Fort Vanmeerhaeghe y Romero Rodríguez (2013).

En el esquema se muestra de manera simple una progresión en cuanto a contenidos en función de las diferentes etapas, aunque sabemos que el progreso de cada jugadora es diferente. Por eso hay que tener en cuenta el nivel de competencia motriz para ir progresando en los contenidos de entrenamiento de una menor a mayor complejidad y especificidad. Además, como ya comentamos anteriormente, conocer el momento en el que se produce el PVC es importante para adaptarnos, si fuera necesario, a las necesidades de cada jugadora.

En la estructura del FC Barcelona femenino, no hay equipos prebenjamines ni benjamines, pero muchas de las chicas que empiezan en etapa alevín aún tienen edad benjamín o quizás, aun siendo alevines, no han tenido los estímulos suficientes durante etapas previas y es necesario seguir con los contenidos que, *a priori*, corresponderían a la etapa anterior.

Durante la etapa benjamín-alevín, deberíamos hacer énfasis en las HMB y capacidades coordinativas (control del movimiento), aprovechando este momento del desarrollo, en el que sabemos que hay una mayor plasticidad neuronal. Principalmente, se deberían introducir los siguientes contenidos en cuanto a la optimización del movimiento:

- Diferentes desplazamientos introduciendo la técnica de cambios de dirección, frenadas y arrancadas.
- Introducción de elementos de técnica de carrera (frecuencia y amplitud de zancadas, eficiencia y reactividad).



- Acciones de saltos y actividades con impacto, introduciendo aspectos técnicos del aterrizaje.
- Trabajos propioceptivos, discriminación kinestésica y diferenciación segmentaria.

Es importante que demos variabilidad, de manera que puedan practicar y vivenciar todo tipo de situaciones y movimientos combinados, intentando que se practiquen con velocidad y agilidad, siempre y cuando vayan progresando y la técnica sea correcta.

En cuanto al entrenamiento de la fuerza, deberíamos introducir:

- Ejercicios de fuerza básicos utilizando, sobre todo, el propio peso corporal para trabajar la técnica de
 - ejercicios para tren superior de remo y empuje sencillos;
 - ejercicios de tren inferior dominantes de rodilla (*squats, lunges*);
 - ejercicios de *core*, como planchas, puentes, antirrotatorios, etcétera, buscando la estabilidad y la corrección/educación postural.

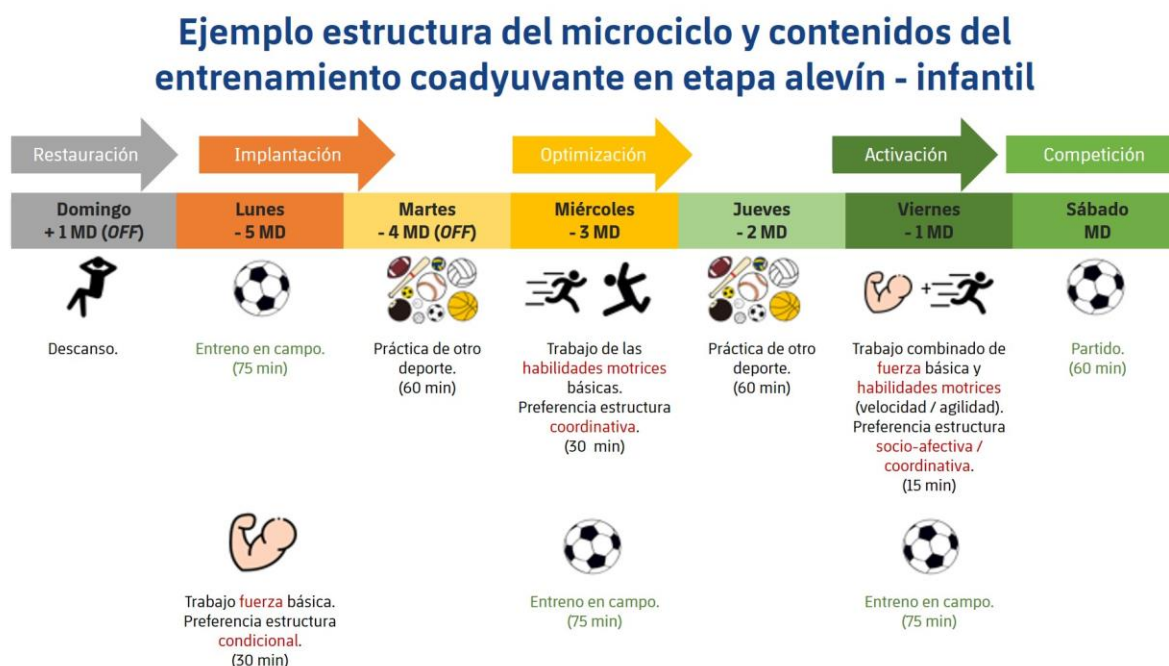
Por otro lado, y sabiendo que es posible estimular el crecimiento de los huesos e influir en la densidad ósea, intentaremos que todos los ejercicios se puedan realizar con una intensidad elevada o añadiendo impacto.

Ya sabemos que es interesante que durante esta etapa las niñas puedan vivenciar una gran variedad de experiencias motrices, de manera que se estimule el sistema para que sea capaz de adaptarse a todo tipo de retos y situaciones diferentes con más facilidad. Al fin y al cabo, en el fútbol ninguna situación o jugada es igual que la anterior, por lo que el tener esta capacidad de adaptarse o esta "inteligencia" motriz las hará ser más competentes en su deporte. Así, una buena propuesta sería fomentar que las niñas, en los días que no tengan entrenamiento de fútbol, practiquen otros deportes.

En cuanto a la distribución de contenidos a lo largo del microciclo y debido a que el tiempo que tienen de entrenamiento a la semana es de tres días, podríamos realizar dos sesiones de trabajo coadyuvante a la semana, dándole a cada sesión una prioridad diferente, y añadir una sesión de activación los días previos al partido. En la Figura 17, se pone un ejemplo de cómo podría ser un microciclo (basándonos en el microciclo estructurado) para un equipo alevín en cuanto a volumen y contenidos del entrenamiento coadyuvante, así como la estructura estimulada de manera preferencial en cada tipo de sesión:



Figura 17: Ejemplo de estructura del microciclo y contenidos del entrenamiento coadyuvante en etapa alevín-infantil



Fuente: elaboración propia.

En la etapa infantil, nos encontramos ante el momento en el que muchas chicas alcanzarán el PVC. Es importante reenfatizar y consolidar las habilidades motrices adquiridas en la etapa anterior, ya que, con el cambio tan brusco que ocurre en tan poco tiempo, como ya vimos, las habilidades coordinativas se pueden ver afectadas.

A medida que las jugadoras progresan en la adquisición y el dominio de estas habilidades básicas, iremos introduciendo habilidades más específicas del deporte en contextos de mayor complejidad. Por otro lado, en cuanto al entrenamiento de la fuerza, introduciremos contenidos más orientados a trabajar las diferentes manifestaciones con un objetivo prioritariamente estructural, lo que permitirá crear adaptaciones que puedan proteger a las jugadoras ante las exigencias de la competición y el entrenamiento, donde cada vez se dan acciones con más intensidad y con un cuerpo que, como ya vimos en el caso de las chicas, no cuenta con tantas ventajas hormonales después del pico de crecimiento, sino, más bien, lo contrario. Para trabajar la fuerza, introduciremos resistencias y sobrecargas externas, progresando en volumen, intensidad y complejidad a medida que las jugadoras se vayan adaptando a los ejercicios. Podremos introducir ya algunos trabajos sencillos con resistencia isoinercial si el nivel y la competencia de la jugadora son adecuados.

Además, seguiremos con ejercicios pliométricos, focalizándonos en la técnica de aterrizajes e impulsos, con el objetivo de seguir estimulando el crecimiento en densidad

de los huesos sin riesgos asociados con gestos poco coordinados o controlados que pueden influir en aumentar el riesgo de determinadas lesiones.

En cuanto a los métodos utilizados, seguiremos con formas jugadas, además de añadir circuitos dirigidos y de empezar a introducir protocolos o rutinas sencillas individuales. Lo haremos en aquellos casos en donde sea más necesario para que las jugadoras puedan realizarlos de forma autónoma en función de sus necesidades, con el objetivo de ir creando hábitos y una adherencia al trabajo más preventivo, como parte del día a día. En cuanto a esto, teniendo en cuenta las sesiones de entrenamiento semanales (3 a la semana, con 3 días de descanso), sería interesante introducir algún trabajo con un carácter más preventivo o de restauración/descanso activo que las jugadoras pudieran realizar de forma autónoma en sus casas.

A continuación, se presenta un ejemplo de estructura de microciclo con volumen y tipo de contenidos del trabajo coadyuvante para un equipo infantil:

Figura 18: Ejemplo de estructura de microciclo con volumen y tipo de contenidos del trabajo coadyuvante para un equipo infantil



Fuente: elaboración propia.

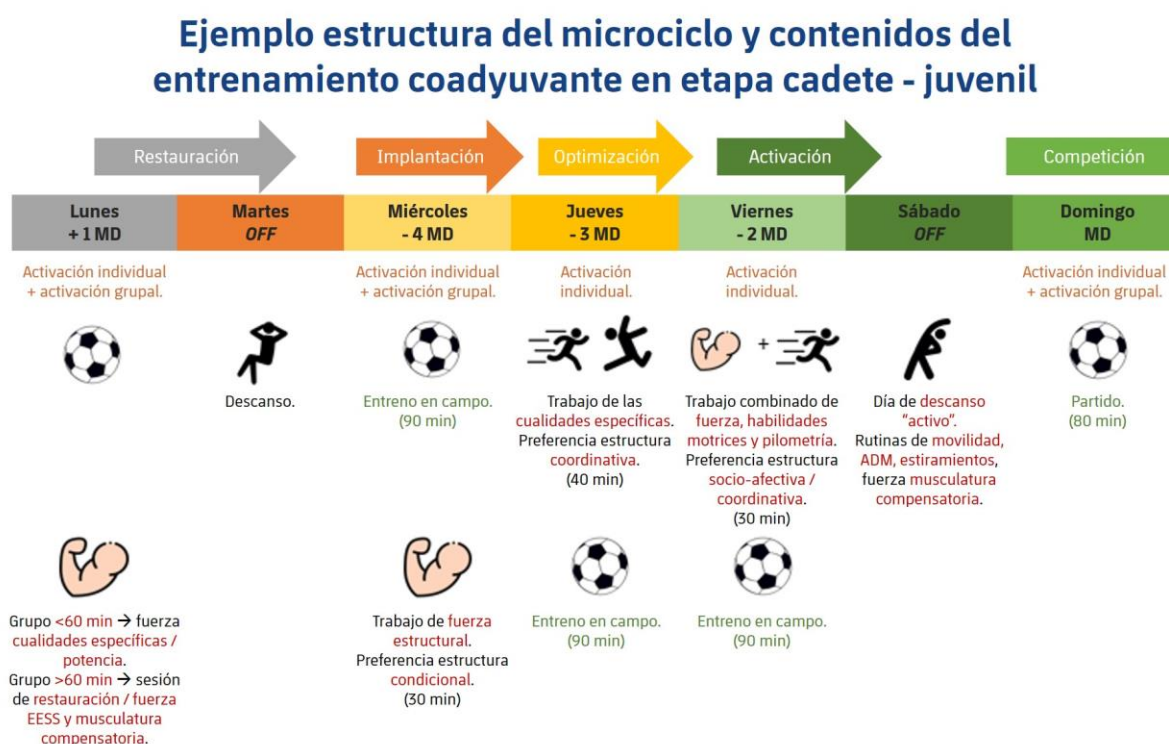
Una vez pasada la etapa infantil-cadete, nos encontramos en un momento donde se supone que todas las jugadoras o casi todas han pasado ya el PVC, edades de las categorías cadete y juvenil. En esta etapa intentaremos acercarnos progresivamente a la metodología y volúmenes de trabajo que se dan en el equipo filial, que sería el siguiente escalón antes de llegar al primer equipo.

Seguiremos trabajando las habilidades motrices específicas, pero cada vez más complejas y específicas del deporte e incluso de la demarcación de la jugadora. Realizaremos trabajos de fuerza en sus diferentes manifestaciones (hipertrofia, potencia, velocidad, resistencia, etc.) con orientaciones hacia el trabajo preventivo, metabólico y estructural de las cualidades específicas o áreas de fuerza (salto, lucha, desplazamiento y acciones con balón) y de restauración.

La metodología utilizada dependerá del tipo de sesión, utilizando el trabajo de fuerza por bloques, circuitos dirigidos, protocolos o rutinas individualizadas en función de objetivos de rendimiento u objetivos más preventivos o relacionados con lesiones previas o predisposición a lesiones.

En cuanto a la estructura del microciclo, en la siguiente imagen vemos que se aumenta el volumen de entrenamiento específico en campo y, por lo tanto, también el volumen de entrenamiento coadyuvante.

Figura 19: Ejemplo de estructura del microciclo y contenidos del entrenamiento coadyuvante en etapa cadete-juvenil



Fuente: Fuente: elaboración propia.

Referencias

- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S. J., Button, C. y Chapman, G.** (2004). Emergence of Sport Skills under Constraints. En A. M. Williams y N. J. Hodges (Eds.), *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice* (pp. 409-433). Londres, GB: Routledge, Taylor & Francis.
- Balyi, B. I. y Hamilton, A.** (1998). Long-Term Athlete Development: Trainability in Childhood and Adolescence. Windows of Opportunity, Optimal Trainability. Recuperado de <https://docplayer.net/37656621-It-takes-10-years-of-extensive-training-to-excel-in-anything-herbert-simon-nobel-laureate.html>
- Benes, F. M., Turtle, M., Khan, Y. y Farol, P.** (1994). Myelination of a key relay zone in the hippocampal formation occurs in the human brain during childhood, adolescence, and adulthood. *Archives of General Psychiatry*, 51(6), 477-484.
- Casas, A.** (2020). *Entrenamiento de la aptitud muscular en niños y adolescentes para el desarrollo de una condición física saludable* (Trabajo final de posgrado). Universidad Nacional de La Plata, La Plata, AR. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/121025/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cortes, N., Onate, J. y Morrison, S.** (2014). Differential effects of fatigue on movement variability. *Gait & Posture*, 39(3), 888-893.
- Escalante, M. y Franco-Vicario, R.** (2003). Deporte y masa ósea. *REEMO*, 12(4), 80-82. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-articulo-deporte-masa-osea-13053313>
- Fernández-Valdés Villa, B., Sampaio, J., Exel, J., González, J., Tous-Fajardo, J., Jones, B. y Moras, G.** (2020). The influence of functional flywheel resistance training on movement variability and movement velocity in elite rugby players. *Frontiers in Psychology*, 11, 1-9.
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A.... y Cagno, A. di** (2020). Isoinertial eccentric-overload training in young soccer players: Effects on strength, sprint, change of direction, agility and soccer shooting precisión. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(1), 213-223.
- Fiorilli, G., Mitrotasios, M., Iuliano, E., Pistone, E. M., Aquino, G. y Calcagno, G.** (2016). Agility and change of direction in soccer: differences according to the player ages. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(12), 1597-1604.



- Fort Vanmeerhaeghe, A., Román Viñas, B. y Font Lladó, R.** (2017). ¿Por qué es importante desarrollar la competencia motriz en la infancia y la adolescencia? Base para un estilo de vida saludable. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 52(195), 103-112. Recuperado de <http://sanbenildo.cl/wp-content/uploads/2020/05/competencia-motriz-6.pdf>
- Fort Vanmeerhaeghe, A., Romero Rodríguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S. y Myer, G. D.** (2016). Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. Part I: identifying risk factors. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 36-48.
- Fort Vanmeerhaeghe, A. y Romero Rodríguez, D.** (2013). Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(179), 109-120. Recuperado de <https://www.apunts.org/en-pdf-X0213371713445417>
- Gómez-Campos, R., Arruda, M. de, Hobold, E., Abella, C. P., Camargo, C., Salazar, C. M. y 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.
- Hernández, C. J., Beaupré, G. S. y Carter, D. R.** (2003). A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. *Osteoporosis International*, 14(10), 843-847. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1888-75462013000400005
- Hooren, B. van y Croix, M. D. S.** (2020). Sensitive periods to train general motor abilities in children and adolescents: do they exist? A critical appraisal. *Strength & Conditioning Journal*, 42(6), 7-14.
- Jukic, I., Prnjak, K., Zoellner, A., Tufano, J. J., Sekulic, D. y Salaj, S.** (2019). The importance of fundamental motor skills in identifying differences in performance levels of U10 soccer players. *Sports*, 7(7), 178.
- Kemper, H. C. G.** (2000). Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. *Pediatric Exercise Science*, 12(2), 198-216.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. y Costill, D. L.** (2021). *Physiology of sport and exercise*. Illinois, US: Human Kinetics.
- Kokstajn, J., Musalek, M., Wolanski, P., Murawska-Cialowicz, E. y Stastny, P.** (2019). Fundamental motor skills mediate the relationship between physical fitness and



soccer-specific motor skills in young soccer players *exercise*. *Frontiers in Physiology*, 10, 1-9.

Liederbach, M., Dilgen, F. E. y Rose, D. J. (2008). Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: a 5-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(9), 1779-1788.

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A.... Myer, G. D. (2014). Posicionamiento sobre el entrenamiento de fuerza en jóvenes. Consenso Internacional de 2014. *Arch Med Deporte*, 31(2), 111-124. Recuperado de http://femede.es/documentos/rev02_160.pdf

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.

Malina, R. M. y Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Illinois, US: Human Kinetics.

Malina, R. M. y Katzmarzyk, P. T. (2006). Physical activity and fitness in an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food and Nutrition Bulletin*, 27, S295-S313.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A. y Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694.

Moras, G. (2000). *La preparación integral en el Voleibol (1000 ejercicios y juegos)* (Vol. 1). Buenos Aires, AR: Paidotribo.

Myer, G. D., Sugimoto, D., Thomas, S. y Hewett, T. E. (2013). The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(1), 203-215.

Orellana, J. N. y De la Cruz Torres, B. (2010). La entropía y la irreversibilidad temporal multiescala en el análisis de sistemas complejos en fisiología humana. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 3(1), 29-32.

Paasuke, M., Ereline, J. y Gapeyeva, H. (2000). Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 459-464. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210000236>



- Pappas, E., Orishimo, K. F., Kremenec, I., Liederbach, M. y Hagins, M.** (2012). The effects of floor incline on lower extremity biomechanics during unilateral landing from a jump in dancers. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(2), 192-199.
- Payne, V. G. e Isaacs, L. D.** (2017). *Human motor development: A lifespan approach*. Londres, GB: Routledge.
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R.... y Malina, R. M.** (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Preatoni, E., Hamill, J., Harrison, A. J., Hayes, K., van Emmerik, R. E. A., Wilson, C. y Rodano, R.** (2013). Movement variability and skills monitoring in sports. *Sports Biomechanics*, 12(2), 69-92.
- Recker, R. R., Lappe, J. M., Davies, K. M. y Kimmel, D. B.** (1992). Change in bone mass immediately before menopause. *Journal of Bone and Mineral Research*, 7(8), 857-862. Recuperado de <https://asbmr.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jbmr.5650070802>
- Ross, P. D., Davis, J. W., Vogel, J. M. y Wasnich, R. D.** (1990). A critical review of bone mass and the risk of fractures in osteoporosis. *Calcified Tissue International*, 46(3), 149-161. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02555036>
- Seirul-lo Vargas, F.** (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona, ES: Biocorp Europa.
- Serrano, J. L. A.** (2012). La planificación actual del entrenamiento en fútbol. Análisis comparado del enfoque estructurado y la periodización táctica. *Acciónmotriz*, (8), 27-37.
- Sigward, S. M., Pollard, C. D. y Powers, C. M.** (2012). The influence of sex and maturation on landing biomechanics: Implications for anterior cruciate ligament injury. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(4), 502-509. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2010.01254.x>
- Vázquez-Guerrero, J., Jones, B., Fernández-Valdés, B., Moras, G., Reche, X. y Sampaio, J.** (2019). Physical demands of elite basketball during an official U18 international tournament. *Journal of Sports Sciences*, 37(22), 2530-2537.



Walters, B. K., Read, C. R. y Estes, A. R. (2018). The effects of resistance training, overtraining, and early specialization on youth athlete injury and Development. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(9), 1339–1348. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07409-6>

