

1.1 La cualidad de fuerza y su relación con los requerimientos coordinativos y cognitivos de los deportes de equipo

Introducción

Este curso está centrado en la metodología del trabajo de fuerza adaptado a los deportes de situación, especialmente a los deportes de equipo. Es importante destacar, de manera específica para este curso, que existen dos referentes de contenidos importantes para el desarrollo de este, es decir, el constructo teórico en el que va a fundamentarse esta propuesta parte del siguiente marco referencial:

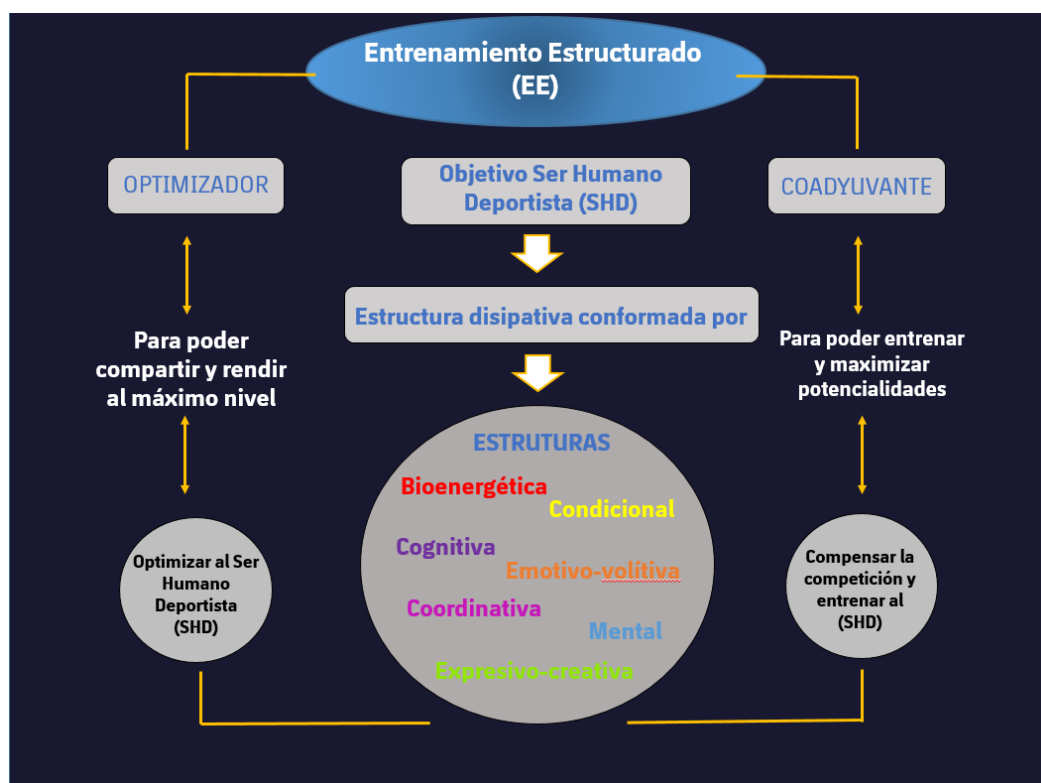
- Estructuralismo adaptado a los deportes de equipo, la base del cual ha sido proporcionada fundamentalmente durante años por Francisco Sirullo, quien ha simultaneado su labor docente como profesor del INEFC de Barcelona con su labor profesional como preparador físico del FC Barcelona.
- Las teorías de la psicología ecológica proporcionadas por James J. Gibson, focalizadas especialmente en la comprensión y aplicabilidad del concepto de percepción y acción, y actualmente impartidas con un enfoque genuino en el *Center for the Ecological Study of Perception and Action* (CESPA), en la University of Connecticut.

Los métodos de trabajo que se proponen, así como otro tipo de contenidos, no tienen únicamente origen en estas concepciones y en los autores que se derivan de las mismas, pero sí es labor de los autores de este curso tener la intención de tratar los diferentes temas en clave a estos referentes.

En esta contextualización es pertinente presentar resumidamente que entendemos por estructuralismo o metodología del entrenamiento estructurado. Como hemos comentado dicha metodología nace con la voluntad de adaptarse a las necesidades específicas de los deportes de equipo, basándose en la especificidad, la individualización, el abordaje global y el aprendizaje diferencial, a la vez que se respetan las diferentes estructuras que conforman al ser humano deportista. Así pues, adopta el nombre de estructurado porque se fundamenta en dichas *ESTRUCTURAS* que conforman al ser humano ante la acción motora.

En la figura número 1 podemos ver de forma resumida las estructuras que conforman al ser humano deportista.

Figura 1: Paradigmas o áreas que conforman el Entrenamiento Estructurado y citación de las diferentes estructuras presentes en el Ser Humano Deportista



Fuente: Gómez, Roquetas, Tarragó, Seirul-lo, Cos (2019, pendiente de publicación).

Este Entrenamiento Estructurado se contempla y se organiza desde dos paradigmas o áreas de actuación (Tarragó, Massafret, Seirul-lo y Cos, pendiente de publicación en la Revista Apunts d'Educació Física, 2019):

Por un lado tenemos el *ENTRENAMIENTO OPTIMIZADOR*, es decir, aquel que se ocupa de la planificación, diseño, ejecución i control de las tareas de su deporte, y que tiene por objetivo optimizar el rendimiento en todas aquellas competiciones en las que el deportista participe a lo largo de su vida deportiva (Seirul-lo, citado por Romero y Tous, 2010); podríamos decir que fundamentalmente nos prepara para competir y por tanto requiere que las tareas se realicen en un entorno y a través de unos elementos del todo específicos al juego.

Por otro lado, y tan necesario como el entrenamiento optimizador, tenemos al *ENTRENAMIENTO COADYUVANTE*, formado por todas aquellas prácticas que permiten al deportista, no sólo gozar de un estado de bienestar y protección de la salud que posibilite al deportista realizar diariamente las tareas que propone el entrenamiento optimizador (Seirul-lo, 1986, citados por Romero y Tous 2010), sino también potenciar aquellos elementos, estructuras y sistemas que exige cada especialidad deportiva y que llevan al deportista al nivel de rendimiento deseado (Cos, 2017); podríamos decir pues, que nos prepara fundamente para entrenar i a la vez también para mejorar las estructuras i sistemas que nos permitirán construir nuestro rendimiento, a partir de elementos y en entornos que en parte o en su totalidad no son

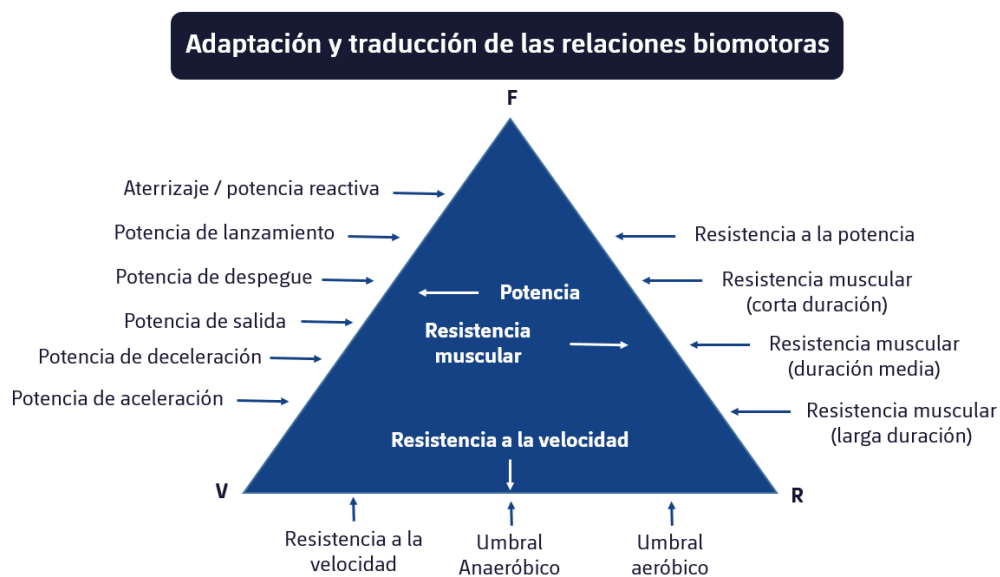
específicos al juego. En gran medida, el contenido de este certificado se expone desde un abordaje coadyuvante.

Así mismo, en adelante, aunque hablemos de una capacidad física determinada, deberemos de considerarla a partir de una visión holística del ser humano, comprendiendo que en el deporte la manifestación de dicha capacidad requerirá siempre de la interacción de diferentes estructuras y sistemas, y en consecuencia así deberá ser tratada a lo largo de todo el proceso de entrenamiento.

1.1.1 La fuerza en las habilidades Deportivas. De las habilidades básicas a las habilidades específicas del deporte

A pesar de que la fuerza en el deporte ya es un tema mundialmente tratado, es importante, cuando nos centramos en metodología, recordar o ampliar las posibilidades de definición que la literatura nos muestra. Hemos de tener presente que la *fuerza*, definida genéricamente como la capacidad de generar tensión en el músculo (Tous, 1999), puede considerarse la capacidad condicional por excelencia. El libro de Julio Tous del año 1999 (Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculación) es, en lengua castellana, una obra de referencia, no sólo por su excelente revisión bibliográfica, sino también por la aproximación pedagógica a todos aquellos conceptos relacionados con la capacidad física *Fuerza*. En el año 2005 Bompa y Carrera publicaron otro libro referente en relación al entrenamiento de la fuerza, estableciendo las relaciones que existen entre las tres capacidades condicionales más importantes, como son la fuerza, la resistencia y la velocidad, a la hora de determinar la importancia de las mismas en cada especialidad deportiva. Así por ejemplo, teniendo en cuenta la fuerza como capacidad central, si la orientamos a las ejecuciones rápidas, la asociamos al término de velocidad y potencia. Por otro lado, si la orientamos a ejecuciones que tienen que prolongarse en el tiempo, la asociamos al término de resistencia a la manifestación de fuerza que se esté expresando en una situación determinada. Esta relación de cualidades y capacidades puede verse en la figura 2, y estos autores se refieren a ellas como a las **capacidades biomotoras**, explicándonos que cada especialidad deportiva depende, desde el punto de vista condicional, de al menos dos de estas tres capacidades, y desarrollan una relación entre las mismas que da lugar a todo un entramado de manifestaciones más específicas. Estos mismos autores exponen las manifestaciones más importantes de fuerza que diferentes deportes deben tener, de las que destacamos las presentadas en fútbol (potencia reactiva, potencia de aceleración, potencia de desaceleración y resistencia muscular media), baloncesto (potencia de salto, resistencia de la potencia, potencia de aceleración y potencia de desaceleración), balonmano (potencia de lanzamiento, potencia de aceleración y potencia de desaceleración) y tenis (resistencia de la potencia, potencia reactiva, potencia de aceleración y potencia de desaceleración).

Figura 2: Adaptación y traducción de las relaciones biomotoras



Fuente: Traducido de Bompa y Carrera, (2005). Combinaciones específicas entre habilidades motoras dominantes. (F)=Fuerza /(V)=Velocidad /(R)= Resistencia

Llegado este punto, donde constatamos que la manifestación de fuerza adquiere un protagonismo relevante, es necesario que nos detengamos también en el concepto de *habilidad*. En el presente curso, nos referimos a habilidad como a la acción motriz o el gesto deportivo donde se manifiesta la *fuerza* en el deporte. Este hecho es importante, pues la lectura en lengua inglesa diferencia los términos de *ability* y *skill* (Schmidt y Wrisberg, 2004). Dichos autores se refieren, por una parte, al concepto *ability* como algo muy relacionado con la capacidad genética, muy estable y muy poco relacionado con la posibilidad de cambio incluso con la práctica y la experiencia (opinión que no tiene que darse como definitiva). Como ejemplos de *abilities* tenemos la coordinación multisegmentaria, el tiempo de reacción, o la destreza manual (ejemplos de *abilities* perceptivo-motrices), la fuerza explosiva, la fuerza de tronco y la flexibilidad dinámica (como ejemplo de *abilities* de capacidad física). Por otra parte, el concepto *skill* sí es más referido al concepto a la concepción que damos al término de *habilidad*, es decir, aquellas acciones técnicas que se dan en el desarrollo de un deporte; en este sentido Schmidt y Wrisberg sí entienden que estos contenidos pueden modificarse de manera importante mediante el entrenamiento.

Teniendo en cuenta la definición de *fuerza*, su papel central en la organización de las capacidades condicionales, y las necesidades de ésta en cada deporte, el paso siguiente, para hacernos una verdadera composición de cómo aplicarla en el entrenamiento y en la competición, es debe ser el estudio de las *habilidades* deportivas.

Es decir, partimos de la necesidad de tener gran capacidad de generar tensión, continuamos con el convencimiento de que esta tensión se ha de

producir en las manifestaciones más propias de cada deporte (por ejemplo, la fuerza de aceleración), y finalizamos con la convicción de que, esta fuerza de aceleración (si seguimos con el ejemplo), deberá producirse en la ejecución de las *habilidades específicas* del deporte. Así pues, estas habilidades van a suponer el verdadero contexto de aplicación de la fuerza funcional, es decir, aquella fuerza que soy capaz de aplicar en una acción propia del deporte y que posibilita al deportista desarrollar una acción lo más eficaz y eficiente posible en términos de rendimiento. Nos referimos, tal y como ya hemos mencionado, a las habilidades específicas del deporte, pero es importante, especialmente en formación, tener en cuenta el desarrollo inicial de las habilidades básicas o fundamentales (Fort, Romero, Lloyd, Kushner y Myer, 2016). El aprendizaje de dichas habilidades fundamentales tendrá el objetivo principal de crear una base coordinativa importante, donde se dará gran protagonismo al control neuromuscular del deportista (más adelante trataremos este concepto y su metodología de trabajo). Las habilidades fundamentales (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016) pueden definirse como entidades del movimiento con una estructura neuromuscular o patrón común, aunque dicho patrón podrá adaptarse a las diferentes situaciones donde debe manifestarse. En este curso vamos a entender estas habilidades como las acciones neuromusculares de salto, lanzamiento, equilibrio, cambio de dirección, giro y carrera, entre otras, sin la intención de que se ajusten a parámetros concretos de un deporte. Un buen desarrollo de estas habilidades va a crear una base muy sólida para poder evolucionar hacia las llamadas habilidades específicas de cada deporte. Payne y Isaacs (2008), en su libro sobre desarrollo motor, nos explican la idea de que el deportista, una vez conseguida una buena base de movimiento, estableciendo un buen repertorio de habilidades fundamentales, ha de progresar hacia la consecución de movimientos más variados mediante la combinación de estos patrones fundamentales para adaptarlos a los movimientos requeridos en diferentes situaciones.

Siguiendo este contenido y haciendo una progresión del trabajo de Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2016b), entendemos las habilidades específicas del deporte como las acciones que tienen lugar en un contexto deportivo teniendo en cuenta las características y reglamentación del deporte. Bram Swinnen (2016), en su libro *Strength Training for Soccer*, titula uno de sus temas de su obra de la siguiente manera: “Entrenamiento de la fuerza considerado como el entrenamiento de habilidades con resistencia” (página 41). Según la orientación que adquiere el entrenamiento de fuerza en deportes de equipo, este “mensaje” es de gran importancia, y lo que vamos a intentar en este curso es evolucionar sobre el mismo.

Hay que señalar, que dicho autor, aunque uno de sus capítulos presente un título muy sugerente refiriéndose a la necesidad de la variabilidad en el trabajo de fuerza (este hecho se conoce desde hace tiempo) y otras consideraciones de tipo metodológico, no llega a desarrollar un verdadero trabajo de fuerza cuando toma como principios fundamentales el trabajo de las habilidades en el deporte, con la necesidad de variabilidad y de conjunción con otras cualidades implícitas en el mismo. Es voluntad de este

certificado proporcionar al estudiante la fundamentación y la capacidad de aplicación del trabajo de fuerza para la mejora de las habilidades deportivas en competición.

Si continuamos centrándonos en el fútbol, podemos enumerar algunas de las principales habilidades básicas y específicas de este deporte (tabla 1). Es importante tener en cuenta que, a pesar de que el trabajo de las habilidades se valora habitualmente mediante la técnica de ejecución, donde los parámetros biomecánicos son los que nos informan de la idoneidad o no de la realización de la habilidad, hemos de tener presente que aquí trabajaremos habilidad y fuerza conjuntamente con la manifestación de otras cualidades, y tendremos presente, además, la introducción de otras estructuras del deportista siguiendo la metodología propuesta por Francisco Seirullo (1998).

Tabla 1: Principales habilidades que intervienen en el fútbol

| Habilidades motrices en el fútbol | |
|--|----------------------------------|
| Habilidades motrices fundamentales | Habilidades motrices específicas |
| Cambios de dirección | Control de balón |
| Salto | Conducción de balón |
| Equilibrio | Regate |
| Acciones de giro | Pase |
| Carrera | Chute |
| Aceleraciones y desaceleraciones | Golpeos con la cabezas |
| Mantenimiento y/o ganar una posición (lucha) | Conservación de la pelota |

Fuente: elaboración propia

La importancia de la comprensión de que la verdadera fuerza en el deporte de situación es aquella que es capaz de aplicarse durante la ejecución de las diferentes acciones en entrenamiento y competición, es básica en el momento de diseñar la programación de contenidos del trabajo de fuerza. El deportista ha de tener entrenada la manifestación de fuerza en estas

habilidades, y este trabajo ha de progresar en proporcionar cada vez mayor especificidad, entorno competitivo, a las tareas que se diseñen.

1.1.2 El trabajo de fuerza en la estructura coordinativa del deportista: el reto del diseño de tareas funcionales

Vamos a centrar el presente tema en la necesidad de diseñar tareas funcionales desde un punto de vista técnico, basándonos en parámetros cinemáticos. De hecho, vamos a pensar en cómo se desarrollan las habilidades en el deporte de referencia que prefiramos y, a partir de aquí, vamos a diseñar las tareas necesarias para aumentar la posibilidad de desarrollar fuerza en tales acciones. Conseguido esto, ya tendremos un primer paso de funcionalidad del trabajo de fuerza, y esto va a relegar, prácticamente desterrar del entrenamiento en los deportes de equipo, el trabajo de fuerza basado en movimientos olímpicos o más cercanos al mundo del *fitness*. Es importante tener en cuenta que tanto las tareas compensatorias como los trabajos con intención estructural, sí pueden tener un contenido más general, pero no aquellas que tienen una intención específica de mejora de la fuerza para la optimización del rendimiento deportivo.

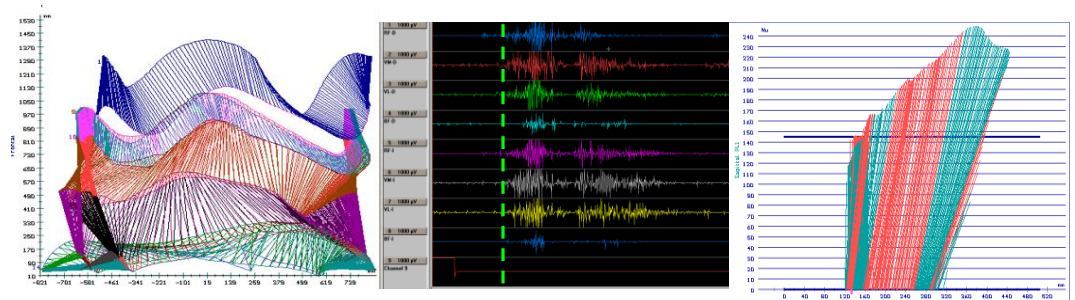
Para entender el trabajo de fuerza y llevarlo al campo de la técnica, es importante argumentar el término coordinación. De las diferentes definiciones de coordinación neuromuscular que podemos encontrar en la literatura, podemos destacar la propuesta hace ya años por Meinel y Schnabel (1988), los cuales se refieren a dicha cualidad como la capacidad de controlar y regular los movimientos. Este concepto, de características muy genéricas, nos proporciona la posibilidad de adaptarlo a diferentes situaciones de estudio. En el caso del rendimiento deportivo, el trabajo coordinativo estará centrado en brindar al deportista la capacidad de controlar una acción, de tener la información más adecuada según los diferentes niveles orgánicos de percepción, y permitiéndole además regular y ajustar sus respuestas en el caso de que sus movimientos deban adaptarse a nuevas situaciones o bien no hayan dado la respuesta óptima a un estímulo. Este proceso está influenciado por una orientación claramente cognitivista con orientaciones más ecológicas. Este proceso de control y regulación deberá tener máxima exigencia cuando los movimientos a controlar y regular revistan gran complejidad, como es el caso de las habilidades deportivas, las cuales se producen, habitualmente, ante situaciones perturbadoras y con gran cantidad de información desde los diferentes tipos de sensibilidad. Además, deberemos tener en cuenta que el *constraint* temporal será el más determinante a la hora de desarrollar una habilidad como es el cambio de dirección (Lee , Lloyd, Lay, Bourke y Alderson, 2013), y este parámetro también será necesario de introducir en los diseños de tareas de fuerza.

El trabajo coordinativo, además del análisis cinemático que al que pueda ser sometido, ha de verse acompañado de la introducción de variabilidad de estímulos en las tareas, pues este hecho será el que realmente facilite las

mejoras mediante las adaptaciones y ajustes pertinentes en el control y regulación de los movimientos. Además, deberemos marcar una progresión en la complejidad de las tareas, que llegará a su máxima expresión cuando busquemos un mayor desarrollo de determinadas habilidades a través de situaciones simuladoras de competición, conocidas con las siglas SSP (Situaciones Simuladoras Preferenciales, Seirul-lo, 1998). En esta línea, Freitas et al. (2016) describen la capacidad coordinativa como clave para la velocidad, el salto, la agilidad y otras habilidades deportivas fundamentales.

En el párrafo anterior hemos proporcionado dos claves metodológicas en el diseño de tareas que relacionen fuerza y coordinación, pero hemos de saber también qué parámetros vamos a poder utilizar para hablar de que la tarea se ha realizado más o menos correctamente. Desde el punto de vista cinemático, técnico, podemos valorar la coordinación marcándonos unos determinados parámetros en cada habilidad. Esto lo podemos hacer mediante la grabación en video de las tareas que diseñemos. Pero será igualmente importante conocer qué resultado se produce, por ejemplo, de fuerza o potencia, pues esto nos dará información de rendimiento, como mínimo condicional. Si contamos con los medios necesarios, sería también importante poder registrar mediante electromiografía de superficie la actividad muscular que se produce en cada una de las tareas que trabajemos, para poder conocer cómo se secuencian los diferentes músculos que intervienen en una tarea y con qué intensidad lo hacen en cada momento (figura 3).

Figura 3: Diferentes tipos de señales en una valoración cinemática



Fuente: Elaboración propia. De izquierda a derecha: análisis cinemático, análisis electromiográfico y análisis mediante plataforma de fuerzas.

El trabajo de Hewit, Cronin y Hume (2013), realizado con jugadores de *netball*, compara mediante factores cinemáticos qué determina que los jugadores puedan acelerar de manera más rápida o más lenta en una acción de *sprint* en línea recta y en un cambio de dirección, y comentan que previamente ya se han encontrado correlaciones pobres entre ambas capacidades al medir el rendimiento de las dos tareas mediante el tiempo de ejecución. Tal y como explican estos autores, ante dos situaciones con requerimientos técnicos realmente diferenciados, los parámetros de longitud de la zancada, frecuencia de la zancada y posición corporal son muy diferentes. En este

trabajo ponen como ejemplo dos situaciones bien diferenciadas para una aceleración: en un caso, un jugador de hockey hierba con el control de la pelota en el suelo y que debe acelerar exigiéndole una colocación del cuerpo hacia delante y con una considerable flexión de caderas y rodillas, y por otro lado un jugador de baloncesto con la pelota a cierta altura, el cual acelerará con un tronco más erecto y menor flexión de caderas y rodillas. De esta manera, respecto a los deportistas que deban entrenar la aceleración en el cambio de dirección, es necesario, por parte del entrenador, dar consignas clave como disminuir la longitud de la zancada (para dar mayor frecuencia de impulsión) y mantener el tronco alto, aunque esto último puede depender de la situación concreta del deportista. El evitar que el tronco esté en una posición excesivamente adelantada permite un menor ángulo de flexión en esta zona y posiciona el centro de masas más cerca de la base de sustentación, aumentando la estabilidad al realizar un rápido cambio de dirección. La idea es que, en el cambio de dirección, la extremidad que no está en apoyo ha de rotar para dirigirse en la nueva dirección, lo que hace que no pueda dirigir la rodilla hacia arriba y por tanto necesite de un nuevo apoyo, llevando a una zancada más corta. Esto puede ser más ventajoso al realizar continuos cambios de dirección, ya que la rodilla en fase aérea puede reposicionarse antes de realizar el siguiente contacto. Por el contrario, en la aceleración en línea recta la cadera no ha de rotar, lo que permite levantar más la rodilla y conseguir una zancada de mayor longitud, a la vez que se flexiona más el tronco.

Es importante lo que explican estos autores (Hewit et al., 2013) sobre qué hacer en el entrenamiento del cambio de dirección: por una parte, el deportista que tiene mejor *sprint*, pero un menor rendimiento en el cambio de dirección, deberá trabajar más aspectos técnicos, mientras que el caso contrario, en el que el deportista tiene mejor cambio de dirección que *sprint*, se podrá beneficiar más de la fuerza explosiva y la potencia muscular. De esta manera, para mejorar el cambio de dirección, es importante identificar las consignas claves a tratar, y esto va a depender, en cada caso, del tipo de deporte practicado. Para ello los autores explican que lo mejor es hacer una valoración de las características habituales del cambio de dirección específico en el deporte, lo que aumentará la validez de dicha valoración. La intención es conseguir la mayor transferencia al deporte.

Este gran trabajo demuestra claramente que la capacidad de aceleración es específica de la habilidad y que, tal y como hemos comentado en el párrafo anterior, la evaluación de la misma deberá realizarse según las características de la situación competitiva en que se desarrolle. Es decir, podemos definir parámetros comunes en los cambios de dirección, como por ejemplo tener un centro de gravedad a la altura necesaria para que nos proporcione estabilidad, pero la aplicación en la realidad competitiva dependerá de parámetros que serán cambiantes en cada situación, como pueden ser las posiciones de contrarios, posiciones de compañeros, la pelota, la portería, etc. Insistamos sobre el hecho: podemos tener una serie de parámetros que nos evalúen cinemáticamente la realización de una habilidad, lo cual nos informará si un deportista tiene mayor o menor comprensión corporal de

cómo realizarla, pero no nos dará la información necesaria sobre si ese sujeto será capaz de realizar el cambio de dirección adecuado en cada situación deportiva obteniendo el rendimiento deseable.

Este último razonamiento es el que hemos de adoptar en el diseño del trabajo de fuerza en deportistas que desarrollan habilidades múltiples y que la propia competición les lleva a que las mismas sean realizadas en situaciones continuamente cambiantes. Más adelante podremos ver propuestas de diseño de tareas que tienen como base las necesidades aquí comentadas.

1.1.3 Aprendizaje de las tareas planteadas: del control neuromuscular (prevención) a la coordinación neuromuscular (rendimiento)

Es de gran importancia diferenciar los términos de control y coordinación neuromuscular ya que la propuesta metodológica de entrenamiento planteada en este curso va a progresar de uno a otro término. De esta manera, la intención es dirigir al deportista, dentro del trabajo de fuerza, a ejecutar las tareas diseñadas con un buen control neuromuscular, para progresar hacia la realización de las mismas con una capacidad coordinativa máxima. Vamos a entender el control neuromuscular como la capacidad de activar de manera precisa la musculatura implicada en una acción y que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de la misma (Fort-Vanmeerhaeghe y Romero-Rodríguez, 2013), mientras la coordinación ya la hemos definido como una cualidad abstracta de control y regulación del movimiento. A partir de aquí, hacemos el planteamiento planteamos dos conceptos diferenciados pero que se complementan: por un lado el *control neuromuscular* requerido para desarrollar una tarea con el control suficiente de los diferentes factores de riesgo que puedan llevar a una lesión (prevención), y por otro lado la *coordinación neuromuscular*, que nos va a facilitar la realización de una acción con la máxima eficacia (rendimiento).

Esta propuesta de progresión, como mínimo por los conceptos trabajados, es apoyada por Riemann y Lephart (2002). Los autores proporcionan la diferencia entre estos dos conceptos para no llevarnos a error cuando planteamos trabajar incidiendo en uno u otro término. De esta manera, se refieren al control neuromuscular como las acciones de control que el SN realiza sobre la activación muscular y los factores que contribuyen en la realización de las tareas. Desde la perspectiva de la estabilización articular, definen el control neuromuscular como la activación inconsciente de las limitaciones dinámicas que se producen durante el movimiento para mantener y/o recuperar la estabilidad articular. Estos autores explican que la actividad entre el sistema nervioso y el aparato musculoesquelético relacionada con el control neuromuscular no puede separarse fácilmente de las órdenes que controlan el conjunto del programa motor. Según nuestra definición de coordinación, aquí entra este concepto más amplio. Es decir, el

programa motor al que se refieren los autores citados es lo que nosotros aquí relacionamos con el término de coordinación neuromuscular, que no sólo se preocupa de los objetivos relacionados con el mantenimiento de la estabilidad articular, sino que intenta dar una respuesta eficiente y eficaz a una situación deportiva, para que ésta se resuelva con el éxito que ya hemos mencionado.

Riemann y Lephart (2002) ponen el siguiente ejemplo, que vamos a utilizar y ampliar a continuación: cuando un jugador lanza una pelota, se producen unas secuencias de co-activación muscular en los músculos rotadores del hombro con la intención de preservar la alineación y congruencia óptima de la articulación escapulo-humeral para conseguir una buena estabilidad articular. Este hecho ha de producirse inconscientemente y de manera simultánea a la activación voluntaria producida para conseguir el objetivo de la acción del lanzamiento. Nosotros, en esta última explicación interpretamos que se está haciendo referencia a la *coordinación neuromuscular* y así, este último término está más asociado al rendimiento, mientras que, como ya hemos comentado, el *control neuromuscular* se asocia en particular a un aspecto preventivo en el deporte. De hecho, y a pesar de que el tema de metodología dentro de este curso abordará estos conceptos, podemos anticipar la siguiente progresión; en las fases iniciales de realización de nuevas tareas, las cuales incorporen elementos novedosos como para considerar la tarea de dificultad alta, la búsqueda del trabajo de protección del aparato musculoesquelético precederá a la búsqueda del rendimiento. Esto quiere decir que en estas circunstancias de las tareas (novedad y dificultad), primero iremos a buscar la recuperación de esa capacidad de activación protectora de carácter inconsciente (control neuromuscular). A medida que evolucionemos en esta capacidad, el rendimiento de la tarea con un objetivo deportivo irá cogiendo protagonismo, y aquí intervendrán otros factores como la aplicación de fuerza, potencia y velocidad, además de cualidades perceptivas y cognitivas que no sólo intervienen para preservar la integridad del deportista, sino para aumentar el su rendimiento.

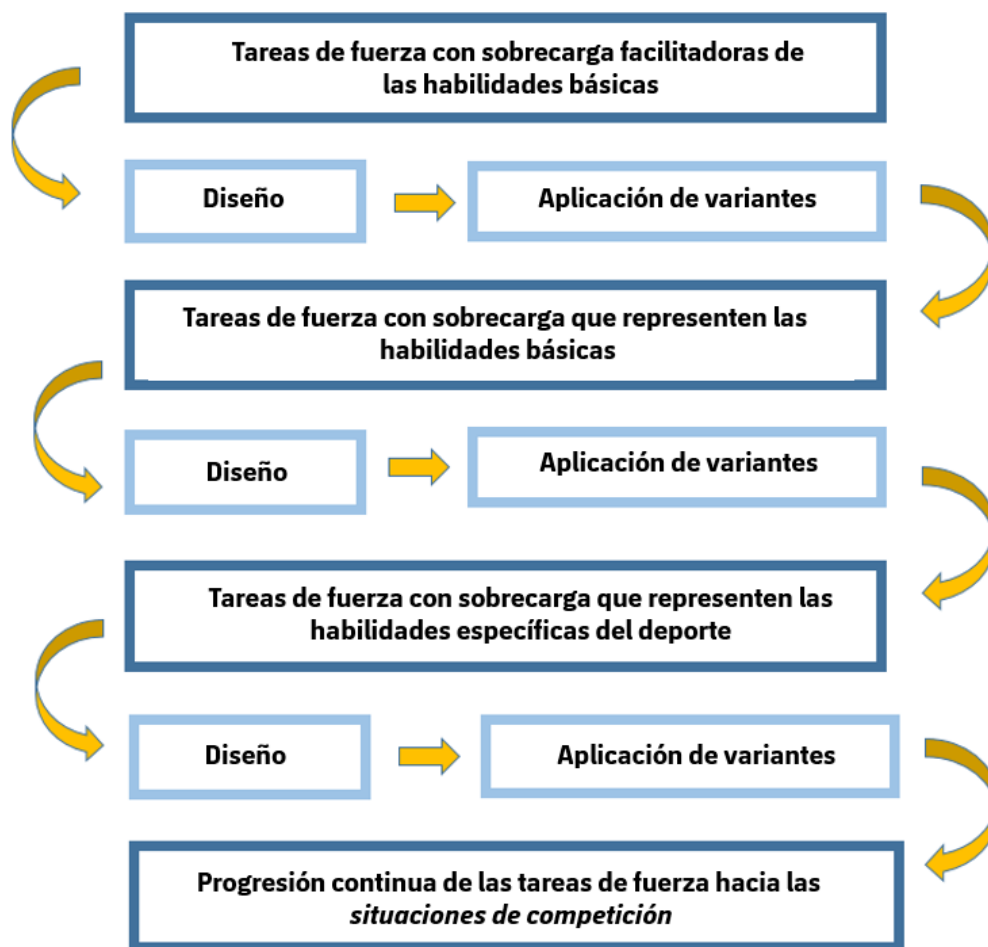
Para analizar la progresión desde el control neuromuscular hacia el trabajo de la coordinación, podemos estudiar la secuenciación de activación muscular en diferentes acciones, aunque para ello es necesario tener un electromiógrafo de superficie (tal y como se aprecia en la figura 3). Por otra parte, el estudio de la secuenciación de movimientos articulares puede realizarse mediante un sistema de análisis de video, de mayor o menor complejidad. El análisis cinemático no nos dará información directa de la secuenciación de activación muscular, pero sí proporcionará información indirecta sobre la misma y permitirá, a partir del análisis de indicadores prefijados, ver una progresión óptima de la ejecución motora. Lo que debe de quedar claro, según nuestra metodología, es que las líneas básicas de la progresión en los ejercicios de fuerza, dependiendo de la capacidad y etapas de formación, es la siguiente:

- Diseño de tareas de fuerza con sobrecarga facilitadoras de las habilidades básicas: por ejemplo, un lunge lateral pensando en el cambio

de dirección, la ejecución deberá realizarse con un buen control neuromuscular.

- Aplicación de variabilidad en las tareas de fuerza con sobrecarga facilitadoras de las habilidades básicas: diversificando las condiciones y presentación de estímulos en este lunge lateral, pasando de un trabajo centrado en el control neuromuscular a hacerlo también orientado a la coordinación y la eficacia de la acción.
- Diseño de tareas de fuerza con sobrecarga que representen las habilidades básicas: en este ejemplo, realizar el cambio de dirección con algún tipo de resistencia, teniendo como objetivo principal un buen control neuromuscular.
- Aplicación de variabilidad en las tareas de habilidades básicas: diversificamos las condiciones y presentación de estímulos en el cambio de dirección, pasando de un trabajo centrado en el control neuromuscular a hacerlo fundamentalmente orientado a la coordinación y la eficacia de la acción.
- Diseño de tareas de fuerza con sobrecarga que representen las habilidades específicas del deporte, buscando el trabajo coordinativo teniendo como premisa importante la eficacia de la acción.
- Aplicación de variabilidad en las tareas de habilidades específicas: diversificamos las condiciones y presentación de estímulos en el cambio de dirección en situaciones lo más cerca posible de la competición, con un trabajo orientado a la coordinación y la eficacia de la acción.
- Progresión continua de las tareas de fuerza hacia las situaciones de competición.

Figura 4: Líneas básicas de progresión en el entrenamiento de fuerza en relación con las habilidades fundamentales y específicas del deporte



Fuente: elaboración propia.

La intención de esta progresión es establecer una buena base del trabajo de habilidades básicas, pero siempre teniendo en cuenta que, con mayor o menor premura, deberemos dirigirnos hacia la creación de tareas de fuerza basadas en el desarrollo de las habilidades específicas del deporte, intentando representar las situaciones de competición donde se aplica la fuerza. Para hacernos una idea de esta intención, podemos basarnos en la idea de Paco Seirullo (1998) cuando habla de la fuerza de lucha, de salto, de lanzamiento en el balonmano, y en la que posteriormente se incorpora el concepto de fuerza de relación con el móvil. Este hecho implica, de manera progresiva, introducir en este trabajo aspectos cognitivos, tanto perceptivos como de toma de decisiones (este contenido será expuesto más adelante en este curso). La diversidad del trabajo de las habilidades viene marcada por el contenido coordinativo, y el desarrollo de la fuerza mediante tareas que trabajen la coordinación específica permitiendo mayor capacidad de resolver problemas en competición.

Una vez tenemos claras las bases de progresión, hemos de ver cómo éstas pueden justificarse en cada caso. Ya hemos comentado que herramientas como la EMGS y la videografía nos pueden dar gran información sobre cómo se ejecutan las tareas, y son éstas las que hemos de evaluar, o bien algunas pruebas funcionales ya validadas, que permitan extraer conclusiones relacionadas con el rendimiento (Gonzalo et al., 2015). Es importante tener en cuenta no sacar conclusiones de *tests* alejados de las acciones reales del deporte. En este sentido, Filipa, Byrnes, Paterno, Myer y Hewett (2010) desarrollan un entrenamiento neuromuscular y de fuerza durante ocho semanas y registran un aumento en la capacidad de realización del SEBT en su grupo de entrenamiento en comparación a un grupo control, y nos explican que este *test* es un reflejo de las cualidades de coordinación, equilibrio, flexibilidad y fuerza. El hecho de relacionar esta prueba con el término coordinación, a la vez que también la describan como un *test* de estabilización dinámica, es más que discutible. Por una parte, ya nos hemos referido al término coordinación con lo que ello comporta, y la complejidad de dicha cualidad difícilmente puede verse expresada mediante este *test*. Además, hablar de estabilización dinámica en esta prueba realizada con escaso movimiento a una velocidad muy baja, también pone de manifiesto las limitaciones de este a la hora de intentar relacionarlo con la capacidad del sujeto de mantener una estabilización en una acción deportiva en movimiento.

Desde esta reflexión, hemos de ser muy prudentes a la hora de decidirnos por un *test* que refleje realmente la capacidad de control neuromuscular y coordinativa. Por otra parte, diversos autores valoran las adaptaciones a sus programas de entrenamiento mediante diferentes *tests* funcionales. Bencke y Zebis (2011) investigan con jugadores y jugadoras de balonmano la actividad EMG del VL (vasto lateral del cuádriceps), VM (vasto medial del cuádriceps), ST (semitendinoso) y BF (bíceps femoral) en una acción de cambio de dirección (*side-cutting*). Registran estos músculos justo antes de que los dedos del pie contacten con el suelo (preactivación) y normalizan la señal respecto a la contracción voluntaria máxima isométrica (CVMI). Más allá de ver que las mujeres presentan de manera significativa mayores alteraciones cinemáticas ante fatiga y una actividad más reducida de la musculatura isquiosural, como previamente ya ha sido apuntado en otros registros (Borotikar, Newcomer, Koppes y McLean, 2008; White, Lee, Cutuk, Hargens y Pedowitz, 2003), es importante entender esta metodología de valoración como un análisis biomecánico donde la aplicación de fuerza tiene una connotación claramente coordinativa. En este caso, esta falta de activación isquiosural de las mujeres puede reflejar una menor capacidad de estabilización de la rodilla, en comparación con los hombres, y posiblemente tengamos que incidir más con nuestro entrenamiento en conseguir un mejor control neuromuscular. De hecho, estos mismos autores apuntan a que, según estos resultados, sería necesario modificar la coordinación en este tipo de acciones hacia un patrón más estabilizador. Con relación a este hecho, es necesario mejorar la actividad muscular preparatoria a la recepción que

posibilita el cambio de dirección, pues Krosshaugh (2006) ya detalló que las lesiones sin contacto del LCA se producen entre 17 y 50ms después del contacto del pie en el suelo, y no permiten, de esta manera, que un mecanismo de *feedback* pueda tener un efecto preventivo. Esto hace ver, tal y como el autor apunta, que la única posibilidad preventiva es facilitar un efecto de *feedforward*. Metodológicamente, esto sólo va a ser posible tras un trabajo que tenga como objetivo la variación automatizada del programa motor, introduciendo un entrenamiento coordinativo funcional, con gran variabilidad, y que cree mecanismos de aprendizaje que se centren en la relación del sujeto con el entorno y no sólo intenten analizar posiciones articulares mediante la sensibilidad propioceptiva.

Todo esto lo podemos trabajar con sobrecargas para un mejor desarrollo de la fuerza. El trabajo de Hanson, Padua, Troy, Prentice y Hirth (2008), un estudio transversal con jugadores y jugadoras universitarios de fútbol donde analizaban electromiográficamente diferente musculatura del muslo en la acción de *side-cutting*, registró mayor preactivación del cuádriceps y mayor relación de activación cuádriceps–isquiosurales en mujeres en comparación con los hombres. En esta línea, el trabajo de Chappell, Creighton, Giuliani, Yu y Garrett (2007) estudia acciones de salto con carrera previa, donde se necesita desacelerar, parar y saltar. Este trabajo, con deportistas amateurs de baloncesto, voleibol, fútbol y de *ultimate fresbee*, mostró cómo las mujeres presentaban menor flexión de cadera y rodilla en la recepción, mayor activación cuadrípital y menor actividad isquiosural en comparación a los hombres. Es sabido que todos estos hechos predisponen al género femenino a tener mayor número de lesiones articulares.

1.1.4 Consideraciones del trabajo de fuerza según la metodología planteada en el deportista en formación

En el deportista en formación, de acuerdo con la fase madurativa en que este se encuentre, y según las capacidades del mismo, es importante incorporar el trabajo de fuerza adecuado de una manera muy precisa. Desde hace años se conocen los beneficios del trabajo de fuerza en niños, y se constata que un entrenamiento bien diseñado contra resistencias mejora el desarrollo de esta cualidad por encima de la dada fisiológicamente por el crecimiento y la maduración (Faigenbaum, Westcott, Loud y Long, 1999; Falk y Tenenbaum, 1996; Malina, 2006), incluso ya en niños de 6 años. Los beneficios conseguidos en estas edades tempranas, prepuberales, se sustentan en adaptaciones neuromusculares y no por aumento del trofismo muscular. Con el entrenamiento de la fuerza se consiguen cambios en la activación de las Unidades Motoras (UM) y en su coordinación, mejoras en el reclutamiento y estimulación de las UM, y mejoras en el rendimiento de las habilidades motoras (Ramsay et al., 1990). Por otra parte, es a partir de la pubertad que el entrenamiento de fuerza permite conseguir una mayor masa muscular y en

consecuencia Fuerza, debido a los cambios hormonales propios de esta fase (Falk y Eliakim, 2003).

Teniendo en cuenta que planteamos un trabajo de fuerza insertado dentro del desarrollo de la coordinación neuromuscular, hemos de pensar en el trabajo de las habilidades. En este caso, al tratarse del entrenamiento en formación, vamos a desarrollar, especialmente, las habilidades básicas del movimiento (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016a). De esta manera, utilizaremos una línea similar al conocido *Integrative Neuromuscular Training*, el cual es definido como un programa que integra el trabajo de fuerza, estabilidad dinámica, agilidad-velocidad, resistencia a la fatiga, pliometría (trabajo del ciclo de estiramiento – acortamiento) y coordinación, con una idea preventiva a nivel lesivo y de mejora del rendimiento de las habilidades deportivas. Es importante tener en cuenta que el trabajo y la progresión adecuada de las habilidades básicas del movimiento son fundamentales para el desarrollo motor del deportista en formación. Si el desarrollo de las habilidades fundamentales no se realiza de la manera adecuada, facilitando por parte del entrenador las consignas y progresiones adecuadas a cada caso, los déficits que puedan derivarse en el niño pueden acentuarse a medida que pasa por las diferentes etapas madurativas (Myer et al., 2011). De esta manera, cuando programemos un trabajo de fuerza en estas etapas, hemos de tener en cuenta respetar los siguientes puntos:

- Realizar una supervisión e instrucción continua de la ejecución correcta de las tareas.
- Evitar programar ejercicios analíticos (reducirlo lo máximo posible) e incidir en gran proporción en las tareas de las habilidades fundamentales o bien en ejercicios que faciliten el desarrollo de las mismas.
- Establecer métodos apropiados de progresión, que creen un continuo estímulo para mantener la adherencia al entrenamiento en jóvenes.
- Aplicar una intensidad basada en la velocidad de la ejecución, cuando esta pueda aumentarse, pero siempre incidir con cargas ligeras y mayor número de repeticiones que en el adulto (entre 10-15 repeticiones mejoran la condición de fuerza en periodos iniciales) (Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 1999).
- La progresión del volumen ha de estar sujeta a las capacidades de adaptación y recuperación del deportista joven. Es importante progresar en este parámetro sin exceder las dos o tres series, pues lo más relevante será trabajar con la variabilidad necesaria para permitir el desarrollo de las habilidades básicas en situaciones deportivas cambiantes. Por supuesto, no todas las tareas que programemos han de tener un mismo volumen de trabajo.

El modelo de desarrollo del joven deportista propuesto por Lloyd y Oliver (2012) es de gran importancia, ya que integra en la progresión el trabajo de las habilidades básicas y específicas del deporte, así como la fuerza y otros

contenidos que también se incluyen en el citado *Integrative Neuromuscular Training*. Esta propuesta, en palabras de los autores, ofrece una metodología más contrastada a nivel de evidencia científica que la anterior *Long Term Athlete Development (LTAD)* (propuesta por Balyi y Hamilton, 2004), la cual está basada en las llamadas “ventanas de oportunidad” que el crecimiento del niño nos ofrece para poder introducir cada uno de los contenidos propios del entrenamiento. El no aprovechar estos periodos, que podríamos definir como sensibles, provocaría, según los autores, una limitación del potencial del deportista. Por el contrario, la propuesta expuesta por Lloyd y Oliver (2012) se basa en que prácticamente todos los contenidos a entrenar pueden desarrollarse a través de las diferentes etapas madurativas, en una mayor proporción, y esto se acerca más a las teorías actuales sobre el entrenamiento en deportes de equipo. Podemos ver la figura 5, donde se muestra la traducción del esquema de progresión de Lloyd y Oliver (2012)

Figura 5: Contenidos a entrenar según las diferentes etapas de maduración, separados varones de mujeres.

| MODELO DE DESARROLLO FÍSICO EN JÓVENES (YPD) PARA MUJERES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|---|--------------------------|---|-----|------------------|---|------------------------------------|-------------|---|------------------|----|---|----|--|-------------|----|-------------------------|-----|--|
| EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21+ | |
| PERIODOS DE EDAD | PRIMERA INFANCIA | | | INFANCIA MEDIA | | | | | ADOLESCENCIA | | | | | | | EDAD ADULTA | | | | | |
| VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | RÁPIDO CRECIMIENTO | | | CRECIMIENTO ESTABILIZADO | | | | | INTENSIFICACIÓN EN LA ADOLESCENCIA | | | | | | | DISMINUCIÓN EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | |
| ESTADO DE MADUREZ | AÑOS PRE-PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | | | | | | PICO VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | AÑOS POST PICO VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | | | |
| ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO | PREDOMINANTEMENTE NEURAL (RELACIONADO CON LA EDAD) | | | | | | | | | | COMBINACIÓN DE NEURAL Y HORMONAL (RELACIONADO CON LA MADUREZ) | | | | | | | | | | |
| CUALIDADES FÍSICAS | FMS | FMS | | FMS | | FMS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SSS | SSS | | SSS | | SSS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Movilidad | Movilidad | | | | | Movilidad | | | | | | | | | | | | | | |
| | Agilidad | Agilidad | | | | | Agilidad | | | | | | | Agilidad | | | | | | | |
| | Velocidad | Velocidad | | | | | Velocidad | | | | | | | Velocidad | | | | | | | |
| | Potencia | Potencia | | | | | Potencia | | | | | | | Potencia | | | | | | | |
| | Fuerza | Fuerza | | | | | Fuerza | | | | | | | Fuerza | | | | | | | |
| | | Hipertrofia | | | | | Hipertrofia | | | Hipertrofia | | | | | | | Hipertrofia | | | | |
| | | Resistencia y MC | | | | | Resistencia y MC | | | | | Resistencia y MC | | | | | | | Resistencia y MC | | |
| ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO | SIN ESTRUCTURACIÓN | | | BAJA ESTRUCTURACIÓN | | | | | ESTRUCTURACIÓN MODERADA | | | | | | | ALTA ESTRUCTURACIÓN | | | MUY ALTA ESTRUCTURACIÓN | | |

| MODELO DE DESARROLLO FÍSICO EN JÓVENES (YPD) PARA HOMBRES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|---|--------------------------|-----|---|---|------------------|----|--|------------------|----|-------------------------|-------------|----|-------------|----|----|----|-----|
| EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21+ |
| PERIODOS DE EDAD | PRIMERA INFANCIA | | | INFANCIA MEDIA | | | | | | ADOLESCENCIA | | | | | | EDAD ADULTA | | | | |
| VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | RÁPIDO CRECIMIENTO | | | CRECIMIENTO ESTABILIZADO | | | INTENSIFICACIÓN EN LA ADOLESCENCIA | | | DISMINUCIÓN EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | | | | | | |
| ESTADO DE MADUREZ | AÑOS PRE-PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | | PICO VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | AÑOS POST PICO VELOCIDAD DE CRECIMIENTO | | | | | | | | | | |
| ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO | PREDOMINANTEMENTE NEURAL (RELACIONADO CON LA EDAD) | | | | | | COMBINACIÓN DE NEURAL Y HORMONAL (RELACIONADO CON LA MADUREZ) | | | | | | | | | | | | | |
| CUALIDADES FÍSICAS | FMS | FMS | | | FMS | | | FMS | | | | | | | | | | | | |
| | SSS | SSS | | | SSS | | | SSS | | | | | | | | | | | | |
| | Movilidad | Movilidad | | | | | | Mobility | | | | | | | | | | | | |
| | Agilidad | Agilidad | | | | | | Agilidad | | | Agilidad | | | | | | | | | |
| | Velocidad | Velocidad | | | | | | Velocidad | | | Velocidad | | | | | | | | | |
| | Potencia | Potencia | | | | | | Potencia | | | Potencia | | | | | | | | | |
| | Fuerza | Fuerza | | | | | | Fuerza | | | Fuerza | | | | | | | | | |
| | | Hipertrofia | | | | | | Hipertrofia | | | Hipertrofia | | | Hipertrofia | | | | | | |
| | Resistencia y MC | Resistencia y MC | | | | | | Resistencia y MC | | | Resistencia y MC | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO | SIN ESTRUCTURACIÓN | | | BAJA ESTRUCTURACIÓN | | | ESTRUCTURACIÓN MODERADA | | | ALTA ESTRUCTURACIÓN | | | MUY ALTA ESTRUCTURACIÓN | | | | | | | |

Fuente: Fernández-Fernández (2018), traducido de Lloyd y Oliver, 2012, páginas 63 y 64. En Documento de apuntes del Máster de Readaptación a la Actividad Física y la Competición Deportiva. EUSES (Univeridad de Girona). Volumen II [pp. 125].

Dentro de este tema, es también importante abordar tres conceptos relacionados con la progresiva maduración del deportista, y que deberemos considerar en la programación del entrenamiento de la fuerza y del conjunto de capacidades a desarrollar (Madruga, 2018):

- El llamado *Peak of Height Velocity* (PHV): referido al periodo de tiempo donde el sujeto experimenta un crecimiento o brote más rápido en su estatura. Con relación a este hecho, se ha encontrado una mayor incidencia lesiva en jóvenes jugadores de fútbol durante esta etapa que durante el año que precedía a la misma (van der Sluis et al., 2014).
- El conocido como *Relative Age Effects* (RAE): este término se refiere a los problemas derivados de la agrupación de los jóvenes que compiten en un deporte en un mismo año natural. Así pues, es fácil entender diferencias de desarrollo entre un joven que haya nacido en enero y otro que lo haga en diciembre de ese mismo año; con este ejemplo extremo, si hablamos de un niño de diez años, uno habrá vivido, en comparación con el otro, un 10% más de tiempo, con lo que ello conlleva a nivel condicional, cognitivo y de experiencias motrices. A pesar de que ese hecho ya fue constatado hace más de treinta años (Grondin, Deshaies y Nault, 1984), agrupando su muestra de jugadores de hockey y voleibol en cuatro trimestres, y que ya fue descrito que los jugadores de un primer trimestre son más grandes, fuertes y mejor coordinados (Barnsley y Thompson, 1985), la agrupación por años naturales en competición se continua desarrollando de la misma manera, con pocos cambios en general y algunas modificaciones en particular.
- La especialización precoz: la intención de poner el rendimiento como objetivo prioritario en edades en formación (especialmente prepuberal)

provoca mayor abandono de la práctica deportiva y un mayor número de lesiones (Malina, 2010).