

# Módulo 2. Entrenamiento coadyuvante de fuerza en deportes de equipo *indoor*. Diseño de situaciones preferenciales (tareas) simuladoras

## Unidad 2.1 Contextualización

La evolución del entrenamiento de la fuerza ha estado tradicionalmente vinculada al ámbito de los deportes individuales. Sin embargo, en los últimos años ha habido un aumento en la investigación específica sobre el entrenamiento de fuerza aplicado a los deportes colectivos. A pesar de ello, muchos preparadores físicos aún se sienten cómodos con los métodos de entrenamiento de fuerza convencionales y tienden a evitar los cambios que surgen de la investigación científica.

Actualmente, sabemos que debemos entrenar a un deportista de un deporte de equipo de manera diferente a un corredor de atletismo. Nuestro objetivo como preparadores físicos es hacer que los jugadores mejoren después de cada sesión de entrenamiento, algo que parece obvio, pero que ha llevado a utilizar diversas estrategias a lo largo de la historia. Uno de los principales errores cometidos en las ciencias del deporte ha sido analizar de forma fragmentada a los deportistas, tratando de explicar las causas y efectos de manera aislada, lo que nos ha llevado a soluciones incorrectas para los problemas complejos que se presentan en la vida diaria de un deportista. Esto no significa que el estudio individual no sea importante, pero debemos tener en cuenta el fenómeno en su conjunto. Por ejemplo, debemos considerar cómo se produce un lanzamiento en toda su complejidad, reconociendo que este movimiento surge de la interacción de múltiples subsistemas. Luego, podemos estudiar cada elemento y subsistema por separado, pero teniendo en cuenta las relaciones causales que existen entre los diferentes niveles y añadir la variable del tiempo, considerando que los cambios en los sistemas ocurren en diferentes escalas temporales. Debemos pensar de manera sistémica, integrando nuestros conocimientos de manera organizada y coordinada.

Se suele creer que la repetición de acciones aisladas permite desarrollar la capacidad de respuesta ante los problemas complejos que surgen durante el juego. Sin embargo, es

importante que el comportamiento de las deportistas se adapte a las situaciones cambiantes e inciertas que se presentan en el juego.

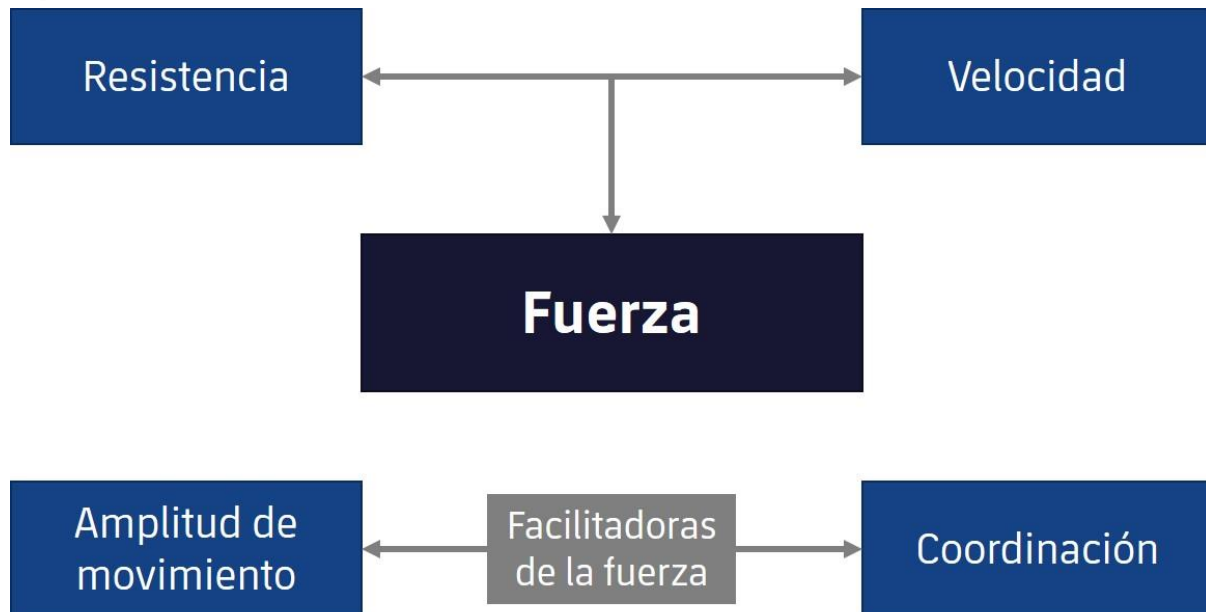
Cuando tratamos de optimizar y actualizar nuestros sistemas de entrenamiento, a menudo nos basamos en lo que hemos hecho con anterioridad, en lo que sabemos que ha funcionado (o al menos lo suponemos) en el pasado o simplemente en lo que otros profesionales nos han recomendado. Esta dependencia en enfoques probados y experiencias previas puede limitar nuestra capacidad de innovar y adaptarnos a los avances científicos en el campo del entrenamiento. Para lograr avances significativos, debemos fomentar una cultura basada en la investigación y estar dispuestos a cuestionar nuestras prácticas habituales en busca de enfoques más adecuados respaldados por evidencia. En nuestras carreras universitarias, la asignatura que nos prepara para estar capacitados en nuestro trabajo se llama teoría del entrenamiento, y si bien las teorías deben basarse en evidencia científica, a menudo también se apoyan en modelos. Siempre que sea posible, las teorías se respaldan con evidencia científica disponible, pero también deben ser aplicables y útiles en la práctica. Por lo tanto, debemos aceptar que el entrenamiento no es solo una ciencia, sino también un arte que involucra la experiencia y la intuición.

El entrenamiento de fuerza ha evolucionado desde sus inicios, originalmente asociado al espectáculo y la capacidad de superar resistencias externas (Wilmore et al., 1999). Sin embargo, en deportes de equipo como el fútbol, baloncesto, balonmano, entre otros, la aplicación máxima de fuerza no siempre es necesaria o posible debido a la rapidez de las acciones, tal como apuntábamos en el módulo precedente. La precisión en el golpeo, por ejemplo, se logra con una velocidad de aproximadamente el 80% de la máxima (Tous-Fajardo, 1999). Por lo tanto, debemos entender la fuerza en el contexto del movimiento humano y de las necesidades específicas de cada situación deportiva.

Algunos autores han definido la fuerza como la capacidad de generar tensión muscular bajo condiciones específicas (Siff y Verkhoshansky, 1996). Esta perspectiva nos lleva a cuestionar el enfoque tradicional del entrenamiento de fuerza, que se centraba en el desarrollo de las propiedades contráctiles y la arquitectura muscular, sin considerar suficientemente el aprendizaje motor. Técnica y fuerza son conceptos interrelacionados, ya que ambos contribuyen a optimizar los procesos neuromusculares del movimiento.

Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza debe basarse en el movimiento en condiciones específicas, donde el objetivo principal es optimizar la acción motriz (Seirullo, 2017). Los músculos son ejecutores de los movimientos deportivos, y la generación de tensión muscular es fundamental para el movimiento. De esta manera, la fuerza se considera la cualidad física básica de la cual derivan las demás capacidades condicionales (Figura 1) (Cometti, 1998; Tous-Fajardo, 1999).

**Figura 1: La fuerza es la única cualidad física y de la cual se derivan las demás**



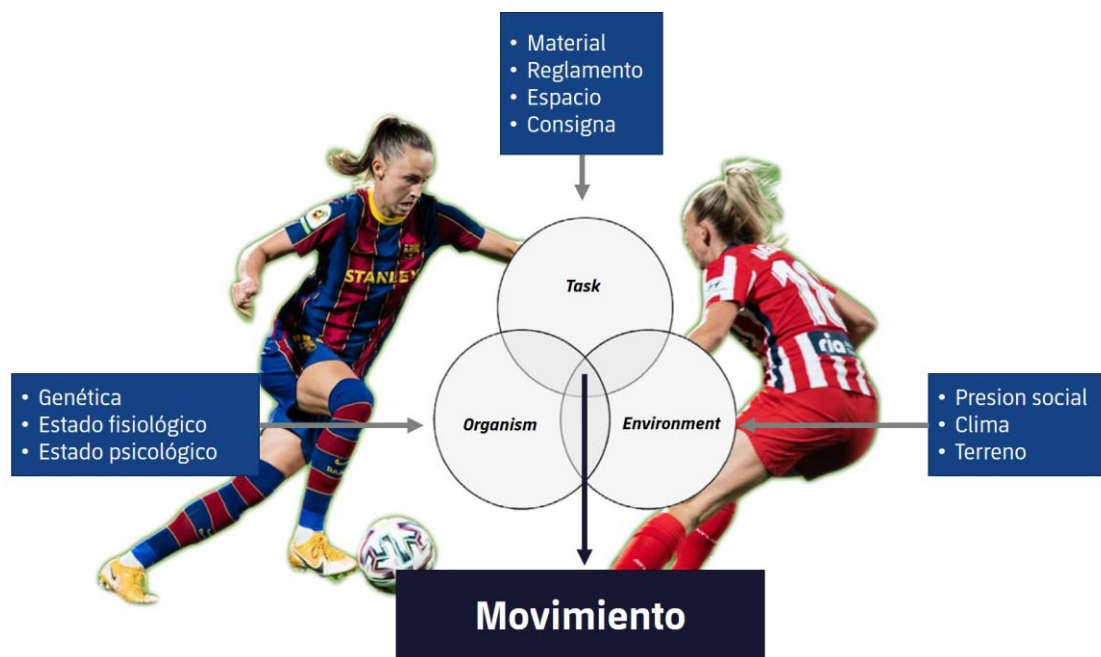
Fuente: elaboración propia en base a Tous Fajardo, 2017.

El estudio de las acciones musculares se puede simplificar en tres aspectos: la cantidad de fuerza aplicada, el tiempo necesario para alcanzar diferentes niveles de fuerza y la capacidad de mantener una fuerza a lo largo del tiempo. Estos parámetros están relacionados con la fuerza, la potencia y la resistencia. Podemos utilizar la fuerza para generar movimientos rápidos o aplicar una fuerza sostenida durante un período prolongado. En el contexto deportivo, cuando clasificamos acciones como velocidad máxima o resistencia anaeróbica aláctica, estamos hablando de la compleja relación entre la fuerza muscular y el movimiento de las articulaciones. En esencia, la capacidad de generar movimiento es la única cualidad física necesaria para que un deportista se relacione con éxito en su entorno competitivo. Por lo tanto, la programación del entrenamiento coadyuvante incluido en la metodología del entrenamiento estructurado se centrará en las acciones que ocurren con mayor frecuencia en cada deporte específico y en las demandas condicionales y bioenergéticas que implica, teniendo en cuenta la interdependencia entre el ciclo de percepción y acción expuesto en módulos anteriores.

El enfoque del entrenamiento deportivo ha evolucionado hacia una perspectiva más amplia y menos reduccionista. En lugar de enfocarse únicamente en capacidades físicas como velocidad, resistencia o fuerza, se reconoce la capacidad de generar movimiento a través de la acción muscular como la base fundamental para el desarrollo de acciones deportivas. Este enfoque funcional nos permite comprender mejor los movimientos adaptativos que se producen durante la competición y cómo interactúan los factores individuales del deportista (entendido como estructura hipercompleja), las condiciones del entorno y los requisitos de la acción específica.

Los movimientos adaptativos en el deporte emergen de la compleja interacción entre diversos condicionantes (figura 2) (Araujo, 2006; Davids et al., 2013). Factores que aparentemente parecen insignificantes pueden tener un impacto importante en las adaptaciones que ocurren durante el entrenamiento. La percepción de las diferentes fuentes de información del entorno permite a las deportistas realizar los movimientos necesarios para responder a los escenarios y exigencias del juego. Por lo tanto, las sesiones de entrenamiento deben diseñarse de manera que favorezcan el acoplamiento del ciclo percepción-acción, utilizando información disponible en el contexto del juego.

**Figura 2: Interacción organismo - entorno – tarea**



Fuente: elaboración propia.

Aunque todos los deportistas comparten objetivos generales, las soluciones motrices que cada uno de ellos emplea durante la competición son distintas y variables. Estos comportamientos están influenciados por las características individuales de cada deportista y por la diversidad y variabilidad de las dinámicas contextuales. Los jugadores se adaptan explorando y percibiendo las oportunidades de acción que surgen en cada situación concreta del juego.

Es esencial identificar los condicionantes que contribuyen en mayor medida a los comportamientos óptimos durante la competición. Al manipular estos condicionantes durante el entrenamiento, se pueden generar situaciones que favorezcan la percepción de información relevante y la exploración de posibilidades de acción para alcanzar los objetivos definidos (Araujo, 2006). Es importante comprender que ninguno de estos factores actúa de forma independiente. La interdependencia entre ellos significa que no se pueden mejorar por separado para alcanzar su máximo potencial (óptimo). Por

ejemplo, no se puede optimizar el comportamiento táctico de un jugador sin considerar sus capacidades de movimiento, y un movimiento solo puede considerarse eficaz si está coordinado con el equipo y con los movimientos de los rivales.

Tradicionalmente, se ha creído que las experiencias vividas están almacenadas en diferentes estructuras cerebrales, sirviendo como base para las operaciones cognitivas y la generación de movimiento (Memmert, 2009). Sin embargo, el cerebro es un órgano complejo e integrativo sin un gobernador central (Fingelkurts y Fingelkurts, 2004). Cada área cortical está condicionada por la interacción con otras áreas conectadas (Schöner y Kelso, 1988). El comportamiento responde a un proceso de autoorganización diferenciada que permite la coordinación de la actividad cortical y subcortical para lograr un estado funcional común y estabilizar los parámetros de esta actividad. Así, en los deportes *indoor*, las decisiones y acciones son el resultado de la interacción entre el deportista y el entorno, basada en la percepción de patrones de activación. El entorno competitivo, conocido como la ecología del entorno, debe ser respetado para mejorar la toma de decisiones.

El movimiento de un jugador/a afecta la información disponible en su entorno y esta retroalimenta sus decisiones y acciones en el juego, creando un ciclo de retroalimentación entre la percepción y la acción. La decisión está limitada por las habilidades del deportista y las posibilidades del entorno. Sin embargo, las acciones están influenciadas por la capacidad del jugador para detectar la información relevante del entorno. Los que tienen menos experiencia a menudo pueden centrarse en aspectos irrelevantes del juego (Araujo, 2006; Gibson, 1979). Es importante que aprendan a identificar los estímulos relevantes y a ignorar la información irrelevante para un rendimiento efectivo (Fajen et al., 2008). Según el concepto de *affordance* propuesto por Gibson y presentado en este certificado, el rendimiento en el juego no solo depende de la capacidad para realizar una acción eficaz, sino también de la capacidad para detectar las posibilidades de acción en el contexto del juego.

Separar los procesos de percepción y acción en el entrenamiento puede perjudicar la capacidad de percibir información y adaptarse a las coordinaciones necesarias en los movimientos deportivos. Por ejemplo, practicar la conducción de balón sobre conos sin oposición puede generar una dependencia visual en el jugador/a, evitando que levante la cabeza durante un partido. Un ejemplo práctico (figura 3) en tarea de fuerza es la manipulación de los parámetros, para que surjan estas *affordances* y faciliten la aparición de determinados comportamientos, es el siguiente:

### **Figura 3: Ejemplo práctico de *affordance* con un condicionante perceptivo**



**Mirada al suelo**



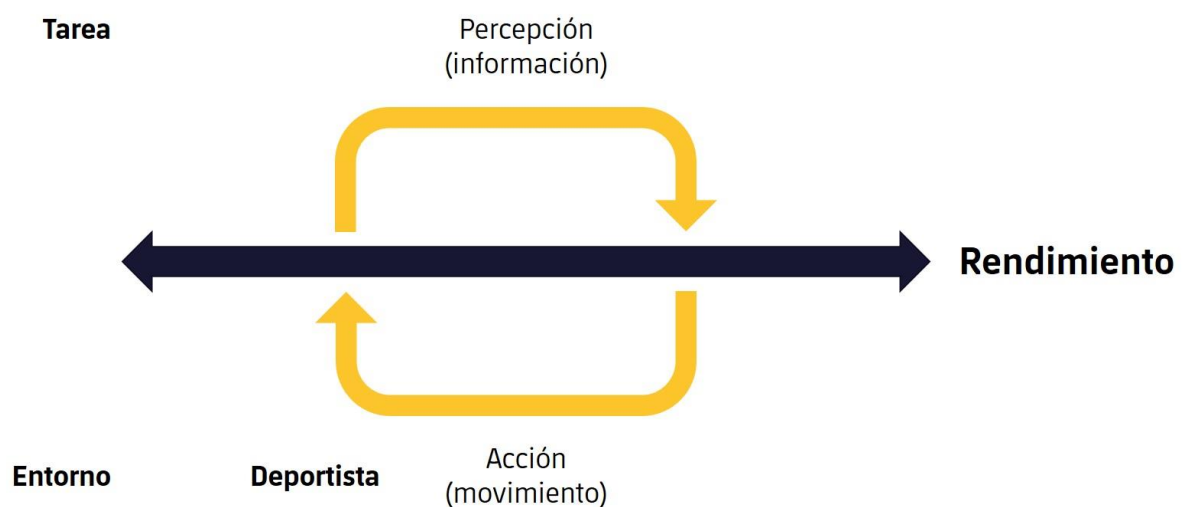
**Mirada al frente**

Fuente: elaboración propia

Con la introducción del concepto de *affordance*, tratamos de generar en la jugadora un comportamiento perceptivo de atención a los movimientos de las rivales para realizar la acción.

Por lo tanto, debemos diseñar tareas de entrenamiento que respeten las relaciones de interacción e interdependencia de los procesos de percepción y acción. Así, modificando los condicionantes de la tarea, podemos incidir sobre variables importantes en regulación del comportamiento adaptativo, lo que nos permitirá llegar a un estado de adaptación superior en la jugadora (figura 4).

**Figura 4: Proceso complejo por el cual los jugadores llegan al rendimiento**



Fuente: elaboración propia

Los comportamientos se dan dependiendo de los condicionantes contextuales que se han impuesto en la tarea (número de oponentes, espacios, normas, etc.). Del diseño de tareas profundizaremos más adelante.

Los movimientos adaptativos en el deporte emergen de la compleja interacción entre diversos condicionantes, ¿cuáles son?

- **Entorno**
- **Tarea**
- **Organismo**
- Variación

Los sistemas dinámicos son capaces de explorar los condicionantes que les rodean e interactuar con ellos de forma que permiten la emergencia de patrones funcionales en entornos específicos (Araújo, 2006). Patrones funcionales que son producto de las coordinaciones preferentes del jugador/a (Davids et al., 2013), expresadas como parámetro de orden (Davids et al., 2013), que son las coordinaciones preferentes más o menos estables que surgen cuando se dan determinados condicionantes (parámetros de control) (Balagué et al., 2008). Los condicionantes reducen las posibilidades de acción (grados de libertad), por lo que la acción emerge fruto de la presión ejercida por los condicionantes dinámicos. Por lo tanto, la jugadora evoluciona por las coordinaciones que emergen de los grados de libertad disponibles o por la estabilización de coordinaciones concretas.

Debemos conocer cuáles son los condicionantes que intervienen en la ejecución de los movimientos e influyen en el ciclo percepción/acción para así saber cómo orientar el entrenamiento. Hemos hablado de que los condicionantes son el deportista, el entorno y la tarea. Vamos a tratar de entenderlos más profundamente para generar el escenario idóneo en el proceso de entrenamiento.

### **Condicionantes del jugador**

Nos referimos a las características individuales, como sus habilidades, capacidades físicas y métodos. Es fundamental entender que el rendimiento no puede ser analizado de manera aislada, ya que está intrínsecamente relacionado con el entorno en el que se desenvuelve. Sin embargo, esto no significa que no sea importante estudiar y comprender las características individuales por separado.

### **Figura 5: Condicionantes del jugador**

Características	A nivel condicional	A nivel psicológico
Genéticas	Entrenamiento del macrociclo	Personalidad
Raza	Entrenamiento del microciclo	Sueño <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> <li>• Cantidad</li> </ul>
Edad	Fatiga	Presión mediática
Lesiones previas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historial a largo plazo</li> <li>• Historial reciente</li> </ul>	Nivel de exposición <ul style="list-style-type: none"> <li>• A largo plazo</li> <li>• A corto plazo</li> </ul>	Nivel de profesionalización
Estado de su carrera	Nivel de fuerza <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicarla</li> <li>• Tiempo en aplicarla</li> <li>• Capacidad de mantenerla</li> </ul>	Ética de trabajo
Posición que ocupa	Carga de entrenamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguda</li> <li>• Crónica</li> <li>• Cambios en la carga/monotonía</li> </ul>	Estado contractual
Rol dentro del equipo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la moral del equipo</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Para el rendimiento del equipo</li> </ul>	Nutrición	Estado anímico
	Hidratación	Mecanismo de supervivencia
		Apoyo social

■ No modificable  
■ Modificable  
■ Modificable a medio o largo plazo

Fuente: elaboración propia

Las personas, como sistemas complejos, parecen tener una sensibilidad extrema a las condiciones iniciales. Las experiencias previas vividas por la persona condicionan el resto de condicionantes (entorno y tarea), las percepciones y las emociones creadas para cada situación de movimiento, por lo que tienen una gran influencia en las soluciones que da el jugador a cada evento que se encuentra en el juego.

### Condicionantes del entorno

En el deporte *indoor*, se debe valorar también los movimientos en el espacio compartido por compañeros y rivales, lo cual condiciona la actuación. Otros condicionantes muy importantes son los sociales o socioafectivos que interfieren en la percepción del entorno del jugador. Las percepciones del entorno influyen claramente en las acciones del jugador en el juego y se forman por la captación directa de las posibilidades de acción de acuerdo con el significado que los datos ambientales tienen para el deportista.

### Condicionantes de la tarea

Los condicionantes propios de las tareas se refieren a las restricciones y reglas del juego, como la limitación de tiempo de posesión o la obligación de jugar dentro del campo rival en baloncesto. Los jugadores son sistemas dinámicos que requieren interactuar con su entorno para coordinar sus acciones. Por lo tanto, es importante considerar la

especificidad del entorno en las actividades de entrenamiento y crear tareas que se asemejen a las situaciones de juego real. Esto permite que los deportistas aprendan a dirigir su atención y optimizar la conexión entre la percepción y la acción, volviéndose más selectivos en cuanto a la información relevante que utilizan.

### Interacción entre los condicionantes

En el juego podemos ver su complejidad con una imagen estática donde vemos cómo, de múltiples interacciones dinámicas a escala micro (jugador/es), surgen patrones macro no lineales (equipo), relacionadas con los espacios de juego desarrollados previamente en este certificado (intervención, ayuda mutua y cooperación).

**Figura 6: Interacciones dinámicas a escala micro (jugador/es) y macro (equipo)**



Fuente: AutomaticTV, s.f., <https://goo.su/VBLY3>

Este módulo de entrenamiento coadyuvante se centrará en las interrelaciones a escalas más bajas (micro) que hacen referencia al espacio de intervención del jugador en color azul más oscuro en la figura 6, denominada zona de intervención.

La optimización de las acciones motrices podría proporcionar importantes beneficios en la competición, puesto que acciones como lanzar, saltar, cambiar de dirección y otras habilidades motoras son de suma importancia para el éxito en el deporte practicado. Todas las acciones indicadas dependen, al menos, en cierta medida de la fuerza, puesto que cualquier movimiento humano es el resultado del torque articular o fuerza muscular generada por la acción muscular (Oshita y Yano, 2012). Así, complementar la práctica regular del deporte con otros métodos de entrenamiento, como el entrenamiento de la fuerza, permite optimizar el rendimiento deportivo gracias a las sinergias establecidas.

La necesidad de alcanzar constantes adaptaciones mediante el entrenamiento de fuerza ha requerido tradicionalmente de algunos principios propuestos en la teoría general del entrenamiento, como el de sobrecarga progresiva para producir respuestas internas que favorezcan las posteriores adaptaciones. La mayoría de las investigaciones basadas en el entrenamiento de fuerza proponen aumentar y variar la magnitud de los estímulos de este tipo de entrenamiento, modificando el volumen, la intensidad y la densidad de la naturaleza de la carga. Sin embargo, el entrenamiento analítico por sí solo no permite optimizar el rendimiento deportivo. El entrenamiento de fuerza puede englobar una amplia variedad de tareas, desde ejercicios analíticos y totalmente descontextualizados a tareas más representativas y complejas. En este sentido, recientemente, han aparecido estudios científicos que proponen otras estrategias de intervención para favorecer adaptaciones mediante las cargas de entrenamiento. De forma resumida, se trata de aplicar el entrenamiento de fuerza de una manera holística, sinérgica, integrada y equilibrada junto con otras capacidades físicas, estructuras del jugador y sistemas con base en el paradigma de la complejidad, tal como se ha presentado en el módulo anterior.

Partiendo de la complejidad, pretendemos conseguir adaptaciones multisistémicas que modifiquen el nivel de estrés que el entrenamiento impone sobre el deportista, sin aumentar necesariamente las variables de la naturaleza de la carga convencional. Este estrés se consigue estableciendo condicionantes, como se ha explicado anteriormente.

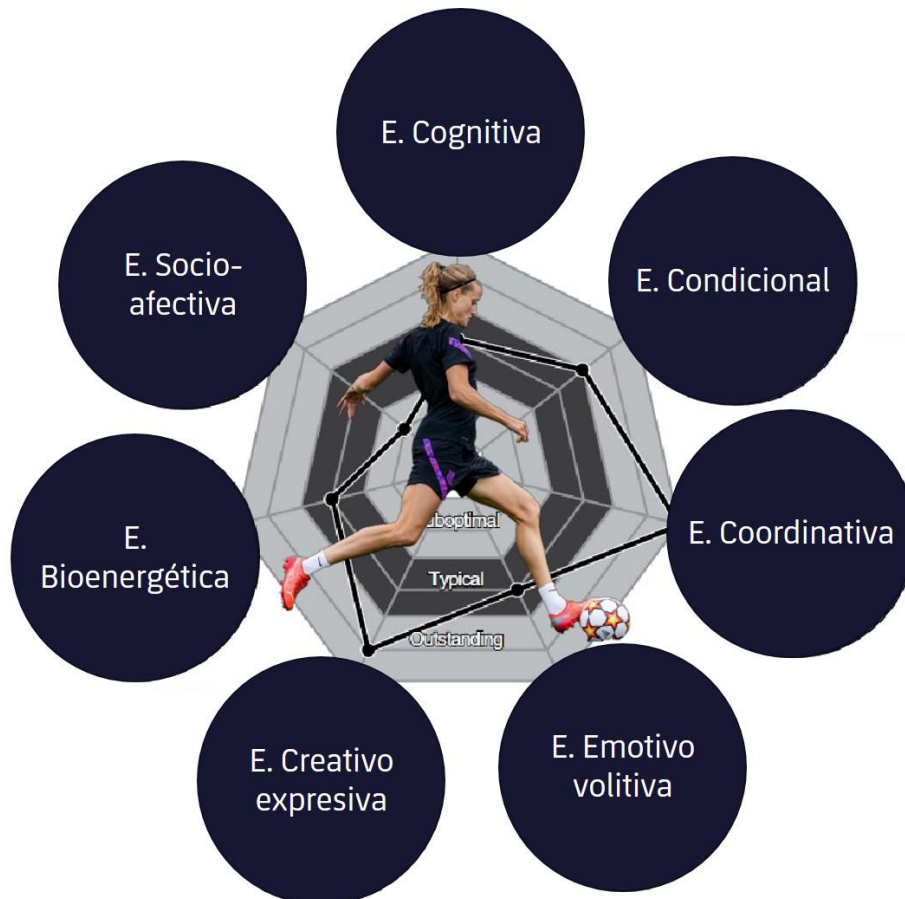
## **Unidad 2.2 El entrenamiento coadyuvante en el microciclo estructurado**

En la última década, es tendencia considerar a los deportistas como sistemas dinámicos complejos e inestables que cambian de estado a partir de situaciones de desequilibrio que acumulan durante su experiencia. Un cambio en cualquiera de las estructuras, sistemas o subsistemas que conforman al deportista influirá en el resto. Por lo tanto, al plantear tareas de entrenamiento, debemos valorar cómo nuestra propuesta influirá en el comportamiento general del jugador, no solo en la parte del sistema en la que intervenimos. No podemos pensar que el deportista es algo independiente, sino que la interacción de este con el entorno hará que emerjan las diferentes posibilidades de acción. Estas posibilidades de acción son específicas del entorno y del jugador. Por eso, es importante entender cómo sus características individuales interactúan con el entorno competitivo.

Paco Seiru-lo propuso el modelo explicativo donde el deportista está en el centro como objeto clave del entrenamiento y entiende al jugador/a como la organización disipativa

resultante de la capacidad de interconexión de todas estas dimensiones que denomina como estructuras (figura 7) (Seirul-lo, 2017).

**Figura 7: Estructuras que conforman al jugador**

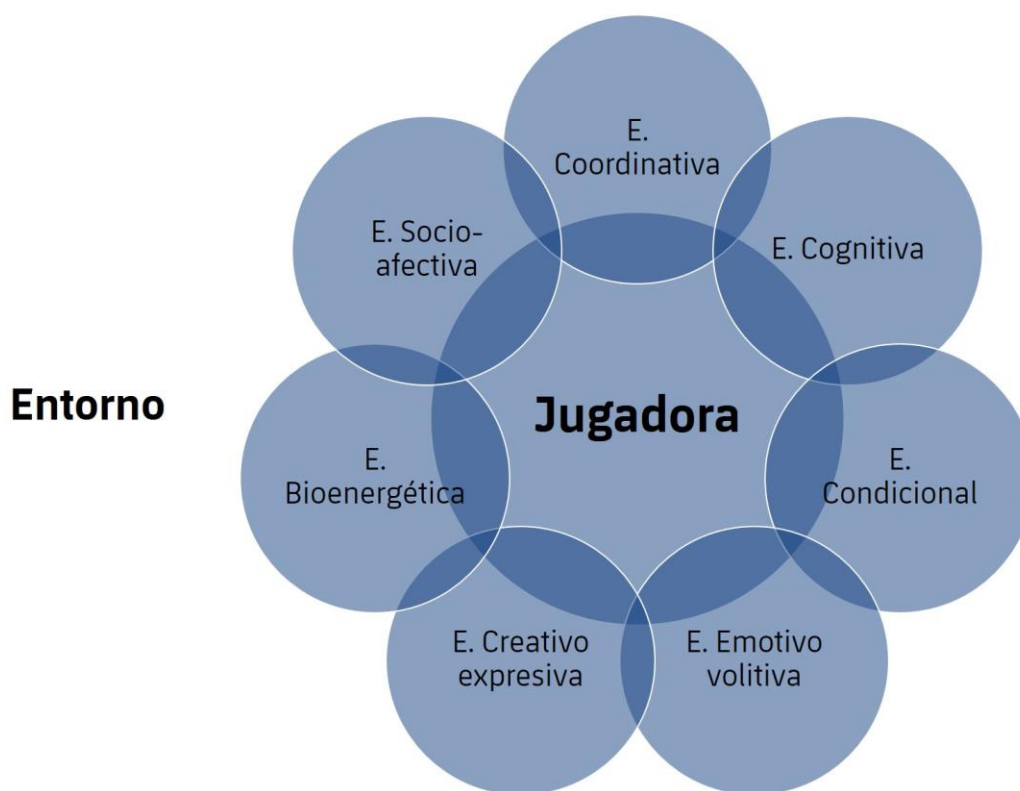


Fuente: elaboración propia

De esta forma, se puede tener una versión sistémica de la jugadora desde su multifuncionalidad, que le permite interactuar a través de tareas que se denominan situaciones simuladoras preferenciales (SSP), las cuales intervienen en la configuración de todas estas dimensiones y en cada una con determinada prioridad, según las condiciones del entorno (figura 8).

**Figura 8: Estructuras que conforman al jugador y relación con el entorno y las situaciones simuladoras preferenciales**

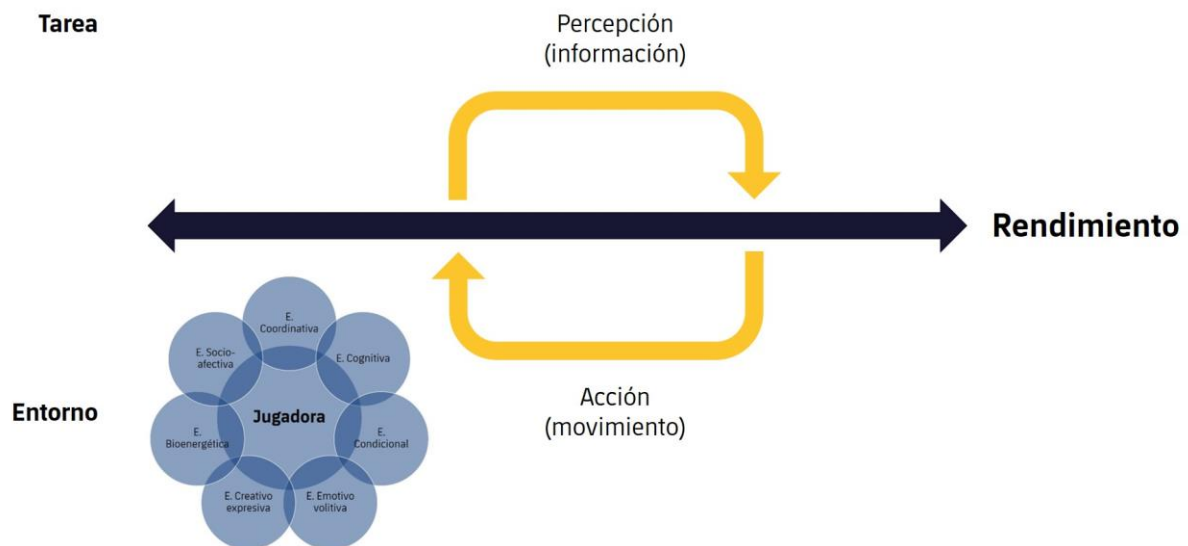
## SSP



Fuente: elaboración propia

Se busca una interacción dinámica entre los diferentes sistemas abiertos que componen al jugador con el entorno y la tarea para configurar situaciones de entrenamiento apropiadas. A través del entrenamiento, se puede mejorar esos factores limitantes que impiden a los jugadores rendir a un nivel superior. La siguiente figura representa el proceso complejo por el cual los jugadores llegan al rendimiento, entendido como un fenómeno de autoorganización que surge de la interacción continuamente dinámica de las características de la jugadora y las posibilidades de acción ofrecidas por el entorno competitivo específico (Button et al., 2020; Renshaw et al., 2009). Gibson propuso cómo la detección de información (percepción) regulaba la acción y viceversa, y cómo la realización de las tareas refuerza los comportamientos funcionales en entornos de rendimiento dinámico (figura 9) (Gibson, 1979).

**Figura 9: Interacción entre el jugador y el entorno y su relación el ciclo percepción/acción**



Fuente: elaboración propia

De esta forma, cada deportista responde de manera individualizada a la misma tarea, dependiendo de sus características y adaptándose al contexto del juego.

Entrenamiento coadyuvante

A la hora de entender el entrenamiento estructurado, se deben contemplar dos formas de entrenamiento que son complementarias y que lo conforman:

- El entrenamiento optimizador (EO): es aquel que se ocupa de la planificación, el diseño, la ejecución y el control de las tareas de entrenamiento, y cuyo objetivo es optimizar el rendimiento del deportista en todas las competiciones en las que participe a lo largo de su vida deportiva (Seirul-lo, 2017; Tous-Fajardo, 1999). Así pues, fundamentalmente, este prepara para competir y requiere que las tareas de entrenamiento se realicen en un entorno y con unos elementos totalmente específicos al juego.
- Entrenamiento coadyuvante (EC): está compuesto por todas las prácticas que permiten al deportista no solo gozar de un estado de logro y protección de su salud, que le posibilita realizar cada día las tareas propuestas por el EO (Tous-Fajardo, 1999), sino que también permite optimizar aquellos componentes, estructuras y sistemas que exige cada especialidad y que facilitan y aproximan al deportista al nivel de rendimiento deseado.

El entrenamiento coadyuvante incide directamente en el rendimiento de los deportistas, preparándolos para entrenar a un nivel superior, además busca que soporten las exigencias de la competición para realizar las cargas optimizadoras necesarias y optimizar las potencialidades individuales desde una perspectiva sistémica.

Durante el entrenamiento coadyuvante, aunque se tendrá en cuenta todas las estructuras, pero se preferirán unas estructuras por encima de otras:

- **Condicional y bioenergética:** es la estructura que da el aporte físico y energético al desarrollo de la actividad del jugador. Sus valores más representativos se relacionan con los conceptos clásicos de fuerza, velocidad y resistencia. La bioenergética dará el soporte energético a la acción (Colosio et al., 2018) y la condicional se corresponde con las acciones musculares que generan el movimiento (Cronin et al., 2001).
- **Estructura coordinativa:** la hemos descrito ampliamente en los apartados previos, se encarga de facilitar la ejecución del movimiento de la forma deseada, teniendo una estrecha relación con la técnica. Tiene como objetivo el control motor de la acción (Newell et al., 2003), con la creación espacial y el control temporal de la misma acción, encuadrándose en el contexto del ciclo de percepción y acción (Newell et al., 2003).
- **Estructura creativa y expresiva:** aunque en menor medida, ya que en algunas tareas se buscará dejarlas abiertas para que los deportistas encuentren una solución motora y estén preparados para cualquier situación y en cualquier condición (Bernstein et al., 1996).

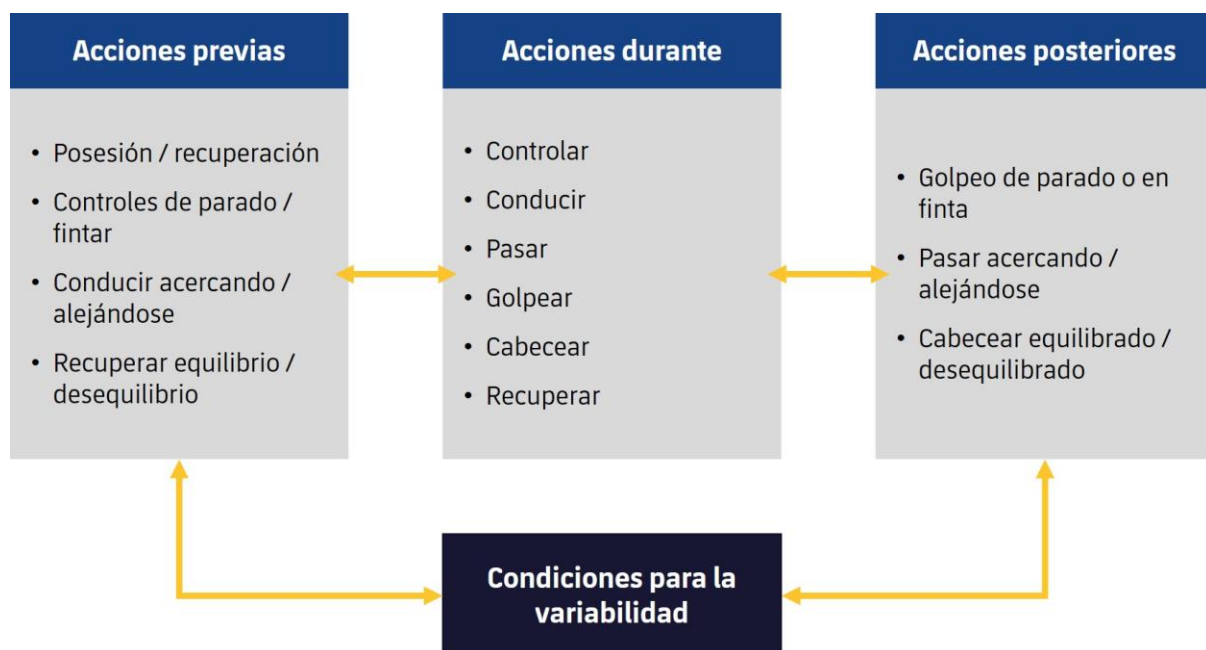
### **Familias de movimientos en el entrenamiento coadyuvante**

La optimización del deportista a través del entrenamiento coadyuvante no persigue maximizar alguna de sus cualidades; se trata de exponerlo a determinadas situaciones de entrenamiento que provoquen un cierto estrés en alguna de las estructuras que lo configuran para que se vea obligado a adaptarse en un proceso continuo de autoorganización (Serrano, 2012). En los deportes de equipo de pista, será a través del movimiento como se resolverán las situaciones de juego, mediante la interacción con compañeros y rivales. Por este motivo, los movimientos específicos de cada deporte serán los que hagan que el deportista evolucione hacia el rendimiento (Massafret citado en Seirullo, 2017).

Se debe observar cuáles son las acciones motrices y las habilidades motoras básicas del deporte (Jukic et al., 2019; Kokstejn et al., 2019) que los jugadores necesitarán para la competición. Seirullo clasifica las manifestaciones de fuerza en cuatro grandes grupos en función de su vinculación con las habilidades motoras básicas, como el lanzamiento, el salto, el desplazamiento o habilidades como la lucha (Seirullo, 2017), tal como se han presentado en el módulo anterior.

- Fuerza de lanzamiento o interacción con el balón:** la fuerza de interacción con el balón busca que las acciones motoras de pase y lanzamiento se puedan realizar con los niveles de tensión muscular adecuados para optimizar su ejecución técnica. Una mayor velocidad de golpeo está relacionada con una mayor velocidad del pie al impactar con el balón y una mayor velocidad angular de la articulación de la rodilla, junto con una aproximación más rápida del jugador hacia la pelota. Por lo tanto, y para mejorar estos aspectos del golpeo, se deberán diseñar ejercicios de entrenamiento apropiados (Cronin et al., 2001). La fuerza muscular contribuye en gran medida con la velocidad de salida que tenga el balón al recibir el impacto. Se han encontrado relaciones significativas entre la fuerza muscular de los extensores de la rodilla (Manolopoulos et al., 2013), flexores de la cadera (Dutta y Subramaniam, 2001) y el rendimiento en el golpeo. Las diferentes manifestaciones del golpeo en fútbol, por ejemplo, se pueden entrenar de la siguiente manera (figura 10):

**Figura 10: Acciones de lanzamiento**

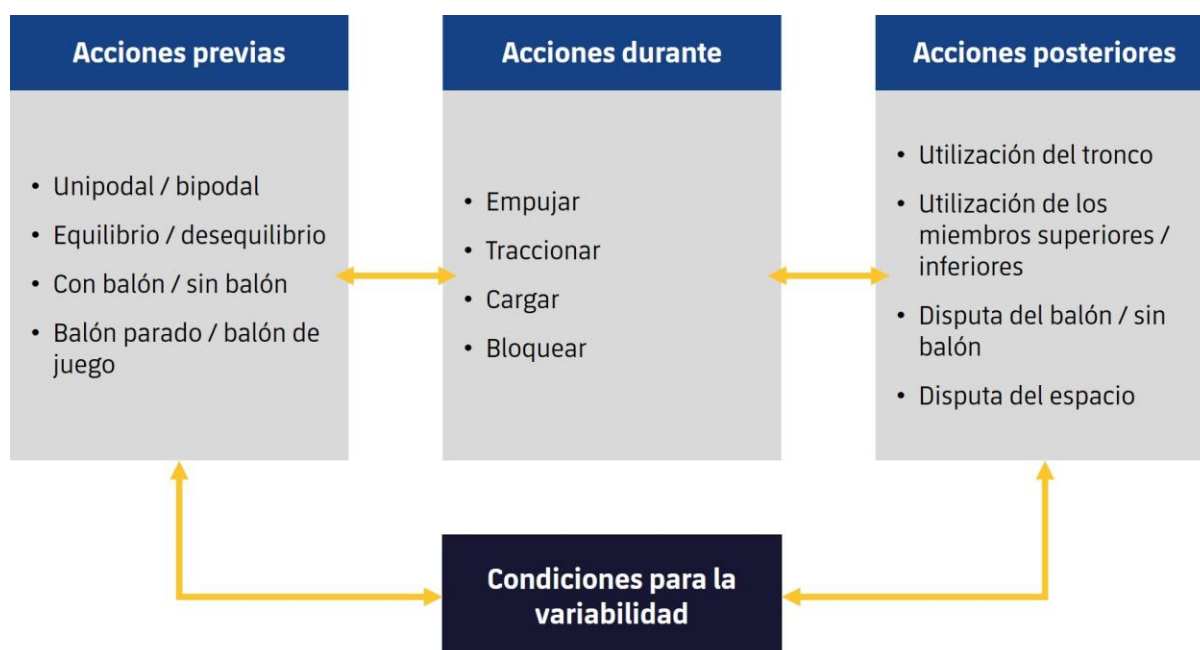


Fuente: elaboración propia.

- Fuerza de lucha:** la necesidad de ganar el espacio y la posesión del balón es otra característica en los deportes de equipo *indoor*, creándose situaciones de oposición directa con el rival por la disputa del espacio o del balón. En muchas ocasiones, esto requiere una motricidad compleja con el sumatorio de un condicionante externo desestabilizador como es el rival, y se deben buscar diferentes soluciones con altos niveles de aplicación de fuerza. Para la fuerza de lucha, es muy importante el mecanismo de control *feedforward* (capacidad de

anticipación) que se basa en la identificación de una situación que el sujeto relaciona con experiencias anteriores. De esta manera, durante el proceso de lucha, se realiza una preactivación muscular que tiene la capacidad de proteger las estructuras del aparato locomotor de una posible carga lesiva. Esta preparación del sistema musculoesquelético llegará a producirse gracias a la experiencia previa de situaciones deportivas vivenciadas y facilitará el continuo aprendizaje. Este mecanismo de anticipación a la hora de minimizar las perturbaciones y el mantenimiento de una correcta postura es importante en todas las situaciones de entrenamiento, pero en la fuerza de lucha es de vital importancia. Por ejemplo, se duplican los momentos de valgo/varo y rotación interna/externa aplicadas sobre la rodilla durante los cambios de dirección inesperados en comparación con las situaciones preplaneadas. Las diferentes manifestaciones de la lucha en fútbol se pueden entrenar de la siguiente manera (figura 11):

**Figura 11: Acciones de lucha**

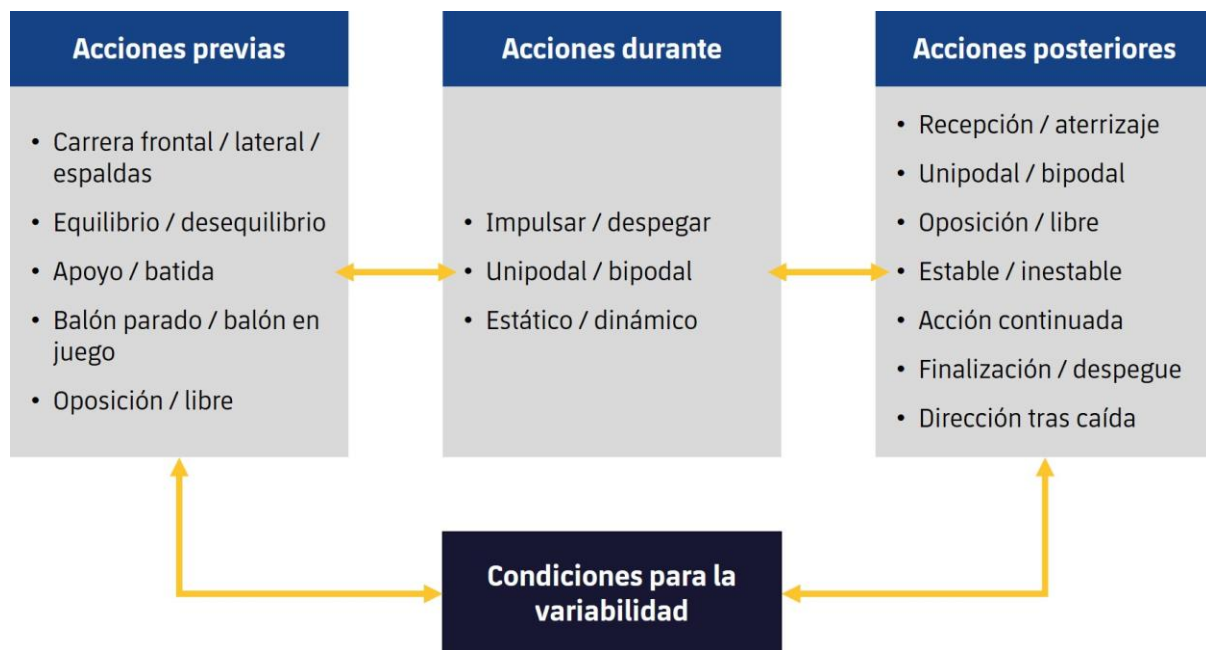


Fuente: elaboración propia.

- **Fuerza de salto:** muchas acciones técnico-tácticas requieren de una acción de salto para ser ejecutadas con éxito, por ejemplo, para finalizar una entrada a canasta, un lanzamiento a portería en balonmano o un remate de cabeza en fútbol. Por lo tanto, debemos añadir a una habilidad motriz como es el salto, una ejecución con unos ajustes espacio/temporales cambiantes, inciertos y dinámicos en función de la acción técnica y de la decisión táctica, de manera que, a mayor repertorio motriz de la ejecución del salto, la acción tenga más posibilidades de

éxito y menos riesgo de lesión. El rendimiento en salto está afectado tanto por aspectos neurales como musculares. Saltar más alto requiere de mayor aceleración vertical conseguida antes del despegue del suelo, obteniendo la mayor velocidad inicial posible. Para conseguirlo, el deportista necesita generar la mayor fuerza posible en un corto periodo de tiempo (Ziv y Lidor, 2010) e incrementar la masa muscular, por un lado, y optimizar los mecanismos neurales a través del entrenamiento (Ziv y Lidor, 2010). Las diferentes manifestaciones del salto se pueden entrenar de la siguiente manera (figura 12).

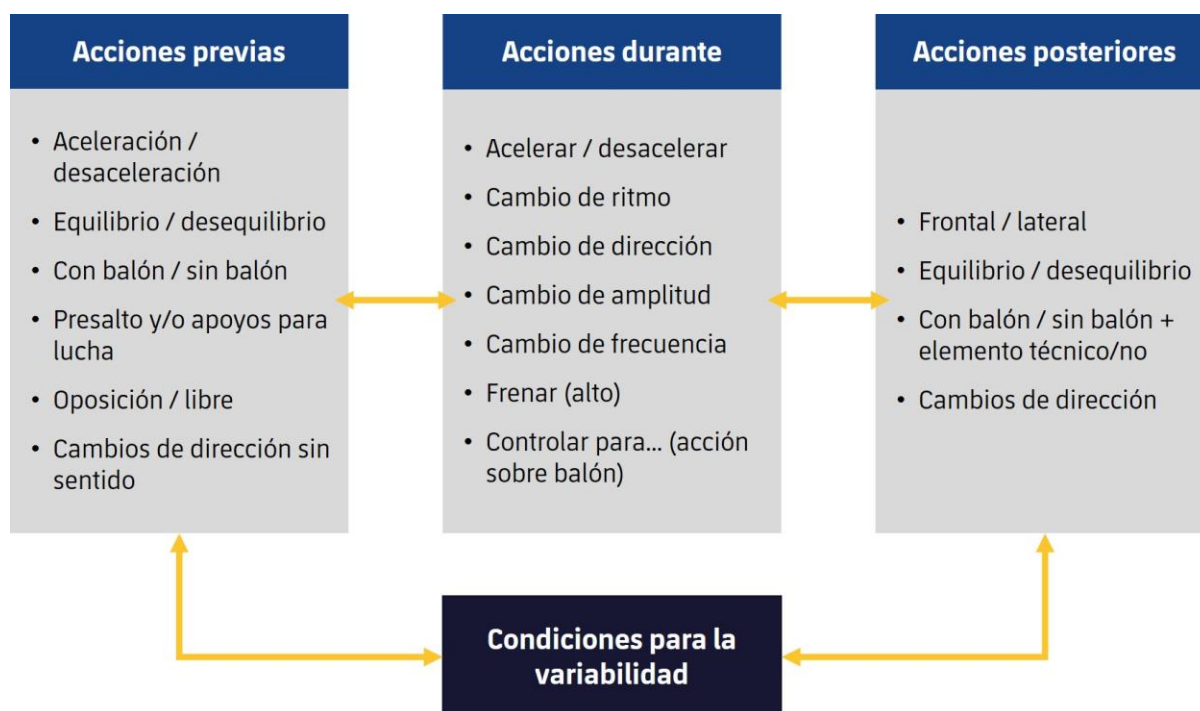
**Figura 12: Acciones de salto**



Fuente: elaboración propia.

- **Fuerza de desplazamiento:** la marcha y la carrera son habilidades motoras básicas que se manifiestan constantemente en los deportes *indoor*, a lo largo de todo el espacio de juego, y se producen en diferentes direcciones y a diversas velocidades, con frecuentes cambios de dirección y frenadas. La mejora de la aceleración se ve más influenciada por la mejora de la fuerza concéntrica, el impulso y la actividad de los extensores de la rodilla. Por otro lado, la máxima velocidad se relaciona más con el ciclo de estiramiento y acortamiento, *stiffness* del tren inferior y la fuerza de los flexores de la cadera (Sleivert y Taingahue, 2004). La disminución del tiempo de contacto con el suelo es considerada importante en el cambio cinemático para mejorar la velocidad máxima de *sprint* (Weyand et al., 2010). Las diferentes manifestaciones del desplazamiento se pueden entrenar de la siguiente manera (figura 13):

**Figura 13: Acciones de desplazamiento**



Fuente: elaboración propia.

Estas manifestaciones de fuerza forman las familias de movimientos, un concepto utilizado por Moras (citado en Seirul-lo, 2017) y que ya ha sido presentado en el módulo anterior, vinculadas a los movimientos deportivos propios de cada modalidad deportiva *indoor*. Por ejemplo, una acción de pase o disparo a portería pertenece a la familia de fuerza de lanzamiento. A medida que avanzamos hacia ejercicios más específicos, estas familias de movimientos se irán conectando unas con otras, y los ejercicios estarán compuestos por combinaciones de varias e incluso todas las familias de movimiento, tal como sucede en el juego real.

La percepción del juego está fuertemente influenciada por lo que los entrenadores fomentamos durante los entrenamientos. Si los jugadores han experimentado ciertas situaciones de juego previamente en los entrenamientos, es más probable que vean con claridad esas mismas situaciones en el partido. Sin embargo, esto puede llevar a que los jugadores se vuelvan dependientes y tengan dificultades para adaptarse a estímulos diferentes a los que se presentan en el entrenamiento. Esto mismo ocurre con los movimientos que les planteamos en sesiones de entrenamiento de fuerza. Si estos son estimulantes o inespecíficos, el jugador interpretará que la información percibida es innecesaria cuando en realidad es crucial, y esto podría dar lugar a una desafereenciación (dejar de mandar información a los tejidos). Por lo tanto, será importante que el jugador aprenda a percibir las informaciones relevantes que se dan en su interacción con el juego a través de movimientos.

Más adelante, en el apartado de diseño de tareas, se profundizará en las tareas relacionadas con las diferentes habilidades motrices propuestas. Estas tareas se basarán en las diferentes estructuras del deportista y las familias de movimientos, y se desarrollará una propuesta en la cual el entrenamiento se plantea como una progresión de propuestas de movimiento con diferentes niveles de especificidad deportiva. En esta progresión, se acentuará la importancia de las diferentes estructuras del deportista de manera gradual hasta crear tareas donde todas confluyan de manera similar a la competición deportiva. Como ya se comentó, en este módulo se propone que exista siempre una estructura de base para el diseño de las tareas que generalmente será de naturaleza condicional o bioenergética, coordinativa o incluso cognitiva simple.

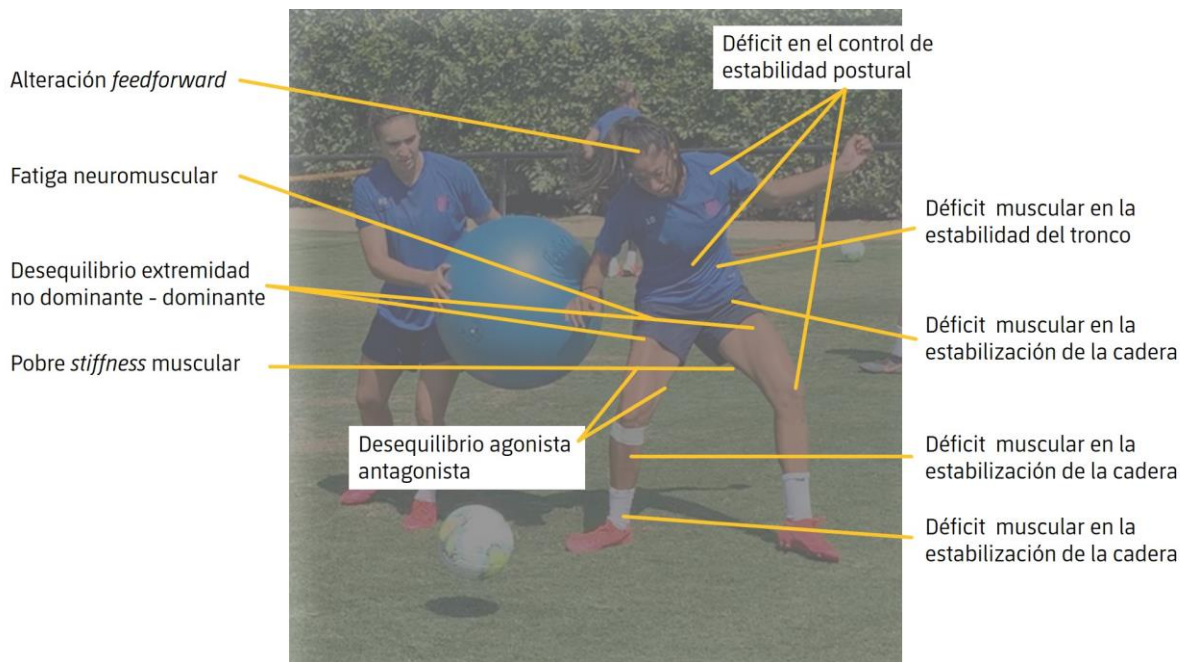
### Tipos de sesiones

Los diferentes tipos de sesiones que se proponen en el entrenamiento coadyuvante dentro del microciclo estructurado tienen objetivos y características diferenciadas entre ellas, pero al mismo tiempo son complementarias, formando un soporte ecológico de procesos multifactoriales altamente optimizadores para los deportistas. Esta ventaja del entrenamiento integrado en relación con los sistemas complejos resulta de vital importancia para aumentar la eficacia del deportista (Balagué Serre et al., 2014).

Como se ha comentado en numerosas ocasiones a lo largo de este módulo, cada estímulo al que exponemos a nuestros jugadores tiene el objetivo de mejorar su rendimiento y reducir el riesgo de lesiones.

El entrenamiento neuromuscular/propioceptivo ha demostrado de manera sólida su eficacia en la reducción de la incidencia lesiva en deportes donde predominan los cambios de dirección (Hübscher et al., 2010). Diferentes motivos pueden ayudar a entender la efectividad del entrenamiento de fuerza para reducir los factores de riesgo de padecer una lesión (figura 14).

### **Figura 14: Factores de riesgo neuromuscular**



Fuente: adaptación propia con base en Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016

En la figura anterior, se describen principalmente los condicionantes relacionados con el jugador/a con respecto a los tejidos y su respuesta a los estímulos. Sin embargo, estos modelos basados en parámetros aislados de rendimiento o lesión, no nos proporcionan suficiente información sobre los patrones coordinativos que generan el rendimiento o la lesión. Por lo tanto, para entender mejor esto, se debe conocer la realidad de los patrones coordinativos. Como se comentó previamente, las acciones motrices son el resultado de las interrelaciones del jugador con la tarea y el entorno. Por lo que todas esas limitaciones identificables no siempre se presentan en todos los movimientos, sino que a veces ocurre en algunos movimientos donde la información percibida determina que se dé esa restricción, así que el análisis de los factores de riesgo de lesión debe contener el contexto donde se presentan esa limitación de movimiento.

El entrenamiento, tanto coadyuvante como optimizador, es también de carácter preventivo en sí, puesto que protege de los condicionantes internos y externos. Por lo tanto, todos y cada uno de los tipos de sesiones que se enumeran a continuación cumplen en mayor o menor medida con el objetivo preventivo y de optimización del rendimiento. Los tipos de sesiones que se desarrollan en las sesiones de entrenamiento coadyuvante son:

#### Entrenamiento coadyuvante de restauración

Está dedicado a optimizar los medios de recuperación después de sesiones que hayan provocado daño en las deportistas debido a la intensidad con la que se desarrollaron, ya sea de entrenamiento o por la competición. Dicha recuperación debe realizarse a nivel

integral en todas sus estructuras, si bien preferentemente en las condicionales, cognitivas, coordinativas, emotivo-volitivas y bioenergéticas (Calleja-González et al., 2018). Este es un trabajo multidisciplinario que realizaremos en cooperación con otros equipos de trabajo y especialistas, como médicos, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos, etc.

### Entrenamiento coadyuvante estructural

Entrenamiento de carácter general dedicado a la corrección, ajuste, anticipación, control y protección del deportista. A menudo, se relaciona únicamente con la modificación morfológica corporal a través del entrenamiento descontextualizado. Sin embargo, este tipo de sesión está enfocada a acondicionar los diferentes tejidos con el objetivo de prepararlos para soportar la elevada carga específica de las acciones de la competición. Además de conseguir el equilibrio y predisposición necesaria de las cadenas musculares que participan en las variadas ejecuciones de cada una de las acciones específicas. En las sesiones estructurales debe:

- Desarrollar la musculatura estabilizadora como elemento indispensable y facilitador de la acción sensomotora eficiente (Arboix-Alió et al., 2021).
- Preparar los tejidos para afrontar acciones excéntricas e inesperadas.
- Mejorar la eficacia y eficiencia de las capacidades coordinativas.
- Si fuera necesario, se podría lograr cambios en la composición corporal a través de la hipertrofia aplicada, especialmente aumentando la masa magra, especialmente la muscular, y reduciendo la masa grasa corporal.

En la pretemporada, se construyen las bases del entrenamiento orientado a los procesos metabólicos, no de forma aislada, sino integrando la coordinación bajo las condiciones exigidas por la competición. El objetivo es desarrollar un estado funcional estable en condiciones de fatiga.

El entrenamiento estructural busca optimizar las estructuras condicionales y bioenergéticas para optimizar la coordinación en relación con el entorno. Para ello, pueden proponerse las sesiones estructurales con un objetivo metabólico (HIIT). El método HIIT consiste en alternar circuitos de muy alta intensidad con ejercicios que implican un porcentaje alto de masa corporal, con otros períodos de recuperación variable en función del objetivo. Dentro de las diferentes opciones de entrenamiento metabólico, tenemos algunas donde el objetivo es la pérdida de masa grasa, es decir, se trata de aquellas estrategias de entrenamiento donde el objetivo es elevar temporalmente la tasa metabólica y, en consecuencia, aumentar el consumo calórico, favoreciendo el efecto térmico residual también llamado EPOC (*Excess Post exercise Oxygen Consumption*).

## El entrenamiento coadyuvante de cualidades específicas

Se basa en una propuesta metodológica adaptada de (Seirul-lo, 2017) que desglosa el juego en áreas de trabajo, contenidos y una alternativa de entrenamiento de estos contenidos en función de su orientación y los niveles de aproximación (que se verán más adelante) que se puedan obtener sin entorpecer los niveles de ejecución técnica de cada jugador. Se entiende por áreas de trabajo las 4 manifestaciones específicas de fuerza que se requieren; fuerza para sus desplazamientos, saltos, luchas y lanzamientos. Por contenido se entiende como la habilidad motriz específica (técnica), con todas sus variaciones, por ejemplo, salida abierta, salida cruzada, aceleración, desaceleración, etc. Cada una de ellas se relacionará con una o más áreas de práctica. La organización del entrenamiento de cualidades específicas se desarrolla en función del grado de semejanza que tienen los ejercicios respecto a la práctica competitiva (Seirul-lo, 1993). Es decir, la propuesta de dichos ejercicios se efectuará a partir de la orientación y de los diferentes niveles de aproximación. La orientación general se refiere a aquellas actuaciones donde se practican todo tipo de manifestaciones de fuerza, a velocidades y recorridos variables, que no son forzosamente específicos visualmente, pero sí en intención. Se entiende por orientación dirigida aquellas acciones que tienen una relación con los movimientos que se dan en el gesto. Cabe destacar que los ejercicios de orientación especial y de orientación competitiva no se contemplan en el entrenamiento coadyuvante, ya que forman parte del entrenamiento optimizador. Una vez definidos los contenidos, se estudian la orientación y los niveles de aproximación de las diferentes áreas de manifestaciones de fuerza. Más adelante se verán los diferentes sistemas de práctica en las sesiones de entrenamiento de fuerza coadyuvante de cualidades específicas.

## **Unidad 2.3 Adaptaciones en el entrenamiento de la fuerza: ¿lo que hacemos tiene el efecto que deseamos?**

Los seres humanos tienen tendencia a comportamientos subóptimos; tienden a ser un poco mejores que sus competidores, evolucionan por supervivencia y desarrollan aquellas capacidades que les son más necesarias para mantenerse competitivos en su entorno. En el desarrollo del jugador es necesario exponerlo a situaciones que obliguen al sistema a reorganizarse para mejorar su capacidad de adaptación. Si el jugador resuelve una misma situación siempre de la misma manera, crea un atractor que la imposibilita a resolver esa tarea de formas distintas. En lugar de generar automatismos, se debería entrenar la capacidad de adaptación. Por esta razón, los preparadores físicos deben generar tareas que faciliten la emergencia de respuestas divergentes, favoreciendo la creación de jugadores más flexibles para crear nuevas adaptaciones. La

capacidad de responder de formas distintas y de manera eficaz hará que se optimice el rendimiento, consecuencia de la ampliación de posibilidades de adaptación al entorno. Como resultado, el jugador tendrá un repertorio mayor de situaciones en las que el sistema está cerca del equilibrio y los estímulos competitivos serán menos estresantes, aumentando su rendimiento y como consecuencia probable, reduciendo el número de factores que pueden llevar a lesionarse.

En resumen, se hace necesario comprender las interacciones que se producen durante la competición para establecer las necesidades de fuerza de los deportistas desde una perspectiva holística. A partir de esta comprensión, se desarrolla una propuesta mediante el entrenamiento coadyuvante y optimizador, incluido en el entrenamiento estructurado, que priorice las estructuras propuestas por Seirul-lo a través del entrenamiento de fuerza basado en el movimiento deportivo (Seirul-lo, 2017).

Los tipos de sesiones que se desarrollan en las sesiones de entrenamiento coadyuvante son:

- **De cualidades específicas**
- **Estructurales**
- **De restauración**
- Cognitivas de alta complejidad

## **Unidad 2.4 Objetivos del entrenamiento coadyuvante: demandas de la estructura condicional en el entorno competitivo.**

Hasta este punto, se ha hablado a lo largo de este módulo sobre la conveniencia de realizar entrenamiento de fuerza basado en la mejora de las habilidades específicas del deporte (saltar, desplazarse, cambiar de dirección, lanzar, etc.), todas relacionadas con la aplicación de fuerza descrita anteriormente. Sin embargo, también es cierto que una percepción malentendida de esta realidad ha llevado que algunos preparadores físicos se planteen el entrenamiento de la fuerza mediante cargas específicas únicamente, sin tener en cuenta que los jugadores ya están expuestos a una gran cantidad de especificidad en los entrenamientos de campo. Es por este motivo por lo que no solo se deben analizar los requerimientos de fuerza que tiene un determinado deporte, sino

también la cantidad y calidad con la que los entrenadores cubren las necesidades de fuerza específica en sus tareas sobre el terreno de juego. No se debe dejar de lado que cuanto más específica sea una carga de entrenamiento, más agresiva será para el sistema musculoesquelético y, por lo tanto, incrementará el riesgo de sufrir una lesión. Por el contrario, la incidencia lesional por una carga inespecífica, como puede ser levantar pesas, es muy baja en comparación con muchas otras actividades deportivas (Preatoni et al., 2013). Sin embargo, desde los colectivos médicos del deporte se intenta buscar la relación causa y efecto entre hacer trabajo de pesas y las lesiones. En el presente módulo, plantaremos nuestra visión sobre el entrenamiento de la fuerza, ya sea basándonos en evidencias científicas o en las evidencias empíricas obtenidas por diferentes profesionales con base en su valiosa experiencia.

Tous propone que el fin último del entrenamiento de fuerza es la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento (Tous-Fajardo, 1999). Los mecanismos por los cuales el entrenamiento de fuerza optimiza el rendimiento y reduce la aparición de lesiones son básicamente los mismos. Teniendo solo en cuenta las estructuras condicional, coordinativa y bioenergética, cuando un jugador es fuerte y muy coordinado, es más hábil para manejar las fuerzas que se producen en el terreno de juego. Como consecuencia, se produce un movimiento más eficaz y eficiente que da como resultado un mejor rendimiento y una menor fatiga, que es uno de los factores conocidos que provocan lesiones.

Optimización de la capacidad de aplicar fuerza (estructura condicional/coordinativa/bioenergética)

Existe una fuerte asociación entre la capacidad de correr a máxima velocidad y los niveles de fuerza y potencia (López-Segovia et al., 2011). Esto se debe a que la fuerza es la capacidad física principal, y las demás derivan de ella como se describió previamente. Existe una mayor correlación entre la fuerza y la capacidad de acelerar que entre la fuerza y velocidad máxima durante el *sprint* (Wisløff et al., 2004).

Los tiempos de contacto en el suelo durante la aceleración del *sprint*, el cambio de dirección y el salto son más altos que durante el *sprint*, lo que significa que la fuerza se puede aplicar durante un rango de tiempo mayor. Cuanto mayor sea el tiempo de contacto, mayor es la importancia de la capacidad de aplicar una fuerza en el tiempo y mayor será el impacto que pueda tener el entrenamiento de fuerza y potencia en el rendimiento. Aunque varios autores certifican que el entrenamiento de fuerza juega un papel clave para mejorar el rendimiento del *sprint*, no todos los programas de entrenamiento son capaces de aumentar la velocidad máxima de *sprint* de los deportistas (Shalfawi et al., 2013). Esto puede revelar la insuficiencia de algunos de los estímulos utilizados en los programas de entrenamiento tradicionales para mejorar las habilidades

deportivas. Cuando el nivel de entrenamiento de los deportistas es alto, se requiere un entrenamiento de fuerza específico, realizado de forma explosiva (Bishop et al., 2011). Los jugadores más fuertes están preparados para correr más rápido y correr más veces sin una disminución en la velocidad (López-Segovia et al., 2011). La capacidad de activar más unidades motoras después de realizar entrenamiento de fuerza puede disminuir la fatiga y reducir la pérdida de potencia al repetir acciones de alta intensidad (Silva et al., 2013). En fútbol, por ejemplo, las jugadoras más fuertes también tienen una mayor capacidad para mantener un alto nivel de producción de fuerza y potencia al final del partido debido a la correlación positiva existente entre fuerza y resistencia (Silva et al., 2013), esto también se ha relacionado con la rigidez músculo y tendinosa (Bishop et al., 2011). El entrenamiento pliométrico aumenta significativamente la rigidez de la unidad del músculo y tendón, lo que permite a los músculos y tendones almacenar y liberar más energía elástica y reducir la cantidad de energía desperdiciada (Saunders et al., 2004). La reducción de la demanda de energía da lugar a un menor consumo de oxígeno, lo que explica la fuerte asociación entre la economía de carrera y la resistencia vinculada al entrenamiento pliométrico (Saunders et al., 2004). Las mejoras en la activación y sincronización de las unidades motoras, la rigidez músculo y tendinosa, y la eficiencia del ciclo de estiramiento y acortamiento pueden tener un impacto beneficioso en el rendimiento del *sprint* y en la capacidad de repetir *sprints* (Buchheit et al., 2010)

Este breve resumen evidencia que el entrenamiento de fuerza permite optimizar el rendimiento, pero entendido desde una perspectiva reduccionista y lineal. Sin embargo, la interpretación desde nuestro enfoque basado en la complejidad no permite afirmar que incrementar la capacidad de forma aislada y descontextualizada, sin relacionar la estructura condicional con la coordinativa o con la cognitiva, optimice el rendimiento en la competición.

### Respuesta neuromuscular

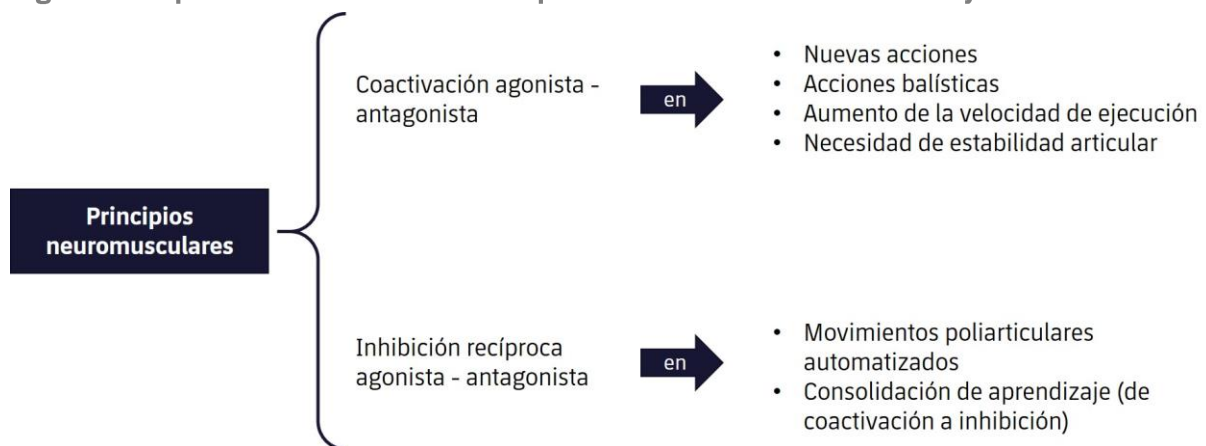
El rendimiento está determinado por la necesidad de que el movimiento sea controlable por el jugador (estructura coordinativa). A medida que el movimiento se vuelve más complejo, el sistema nervioso central (SNC) será cada vez menos capaz de dominarlo, y el patrón de movimiento puede volverse inestable. El SNC obtiene la información necesaria para controlar los movimientos de nuestro cuerpo desde 3 subsistemas: el sistema somatosensorial, el sistema vestibular y el sistema visual (Hewett et al., 2002; Lephart y Jari, 2002).

Aunque el sistema visual y vestibular contribuyen, los mecanorreceptores periféricos son los más importantes desde la perspectiva del entrenamiento. Los mecanorreceptores se encuentran en diferentes partes del cuerpo, incluyendo la piel, las articulaciones, los ligamentos, los tendones y los músculos. Las vías aferentes transmiten entradas a 3

niveles de control motor y se asocian a áreas como el cerebelo. La activación de las neuronas motoras puede darse en respuesta directa a la entrada sensorial periférica (reflejos) o bien descendiendo desde centros superiores (movimiento automático o voluntario) (Fort y Rodríguez, 2013). El control neuromuscular lo entendemos como la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción (Williams et al., 2001). Las diferentes estrategias de control neuromuscular para llevar a cabo una acción coordinada y eficaz son la coordinación intramuscular e intermuscular.

Actualmente, sabemos que las estrategias empleadas por el sistema neuromuscular son modificables con el entrenamiento (Hewett et al., 2013; Hübscher et al., 2010). Así, cuando se experimentan nuevos movimientos, la tarea se hace en primera instancia con altos niveles de coactivación, y a medida que se aprende, es el momento en que se progresa hacia la activación recíproca (Lloyd, 2001). Es decir, en las acciones producidas en el deporte, tenemos que llegar a un equilibrio entre la coactivación, que brinda estabilidad y protección, y la activación recíproca, la cual puede aumentar la eficiencia muscular de la acción deportiva (figura 18). Aparte de las estrategias mencionadas, debemos resaltar los mecanismos de retroalimentación (*feedback*) y anticipación (*feedforward* o preactivación) para optimizar el control neuromuscular durante el juego.

**Figura 15: Tipos de acciones donde se producen las cocontracciones y la inhibición**



Fuente: adaptación propia con base en Fort y Rodríguez, 2013

### Principios neuromusculares:

Coactivación agonista antagonista = nuevas acciones / acciones balísticas / aumento de la velocidad de ejecución / necesidad de la estabilidad articular

Inhibición recíproca agonista - antagonista = movimientos poliarticulares automatizados / consolidación de aprendizajes (de coactivación a inhibición)

Entender cómo funciona el sistema neuromuscular es fundamental para diseñar entrenamientos de fuerza más adecuados y asegurar la estabilidad funcional de los tejidos durante las acciones deportivas, como cambios de dirección o aterrizajes de un salto. Este sistema no solo es importante trabajarlo para la prevención y el tratamiento de lesiones, sino también para mejorar el rendimiento deportivo (Fort y Rodríguez, 2013).

Entrenamiento de fuerza basado en la coordinación.

El entrenamiento de fuerza basado en la coordinación no es otra cosa que la preferenciación de la estructura coordinativa en las tareas de fuerza. Se debe observar cómo el control del movimiento limita el rendimiento. Si solo está limitado por la capacidad de carga del sistema musculoesquelético, entonces es más apropiado entrenar la estructura condicional. Sin embargo, si el rendimiento no está limitado por esta capacidad, sino más bien por la forma en que se diseña el movimiento, deberíamos enfocarnos en la estructura coordinativa del jugador. Como ya se comentó, el control basado en cocontracciones puede reducir el rendimiento a alta intensidad, por lo que es útil tener en cuenta las consecuencias del control motor dentro del entrenamiento de fuerza y asegurarse de que los patrones de movimiento sean sólidos a través de ejercicios de fuerza. Para que los deportistas de élite desarrollen sus habilidades. Sin embargo, el desarrollo de esta estrategia depende de un buen conocimiento de cómo está estructurado el movimiento deportivo.

Las acciones deportivas involucran una serie de cadenas cinéticas para conseguir impulsar el cuerpo. El resultado de la coordinación de estas cadenas da como resultado la transferencia de energía de un segmento del cuerpo a otro, lo que resulta en la suma de fuerzas. Se utilizan normalmente para clasificar los diferentes movimientos, las cadenas cinéticas cerradas (cuando el segmento distal es fijo y se produce fuerza contra el objeto fijo para mover los segmentos proximales y, por lo tanto, el cuerpo) y abiertas (cuando el segmento distal es libre de moverse). Sin embargo, estas terminologías se vuelven confusas, en particular cuando los movimientos complejos implican una combinación de cadenas cinéticas cerradas y abiertas. Utilizando esta clasificación, el movimiento humano es producto de cadenas cinéticas abiertas, cerradas o combinadas que funcionan de forma aislada o simultánea. Por ejemplo, correr implica cadenas cinéticas abiertas y cerradas. La fase de *stance leg* es una cadena cinética cerrada que resulta en propulsión, mientras que la fase *swing leg* es un movimiento de cadena cinética abierta.

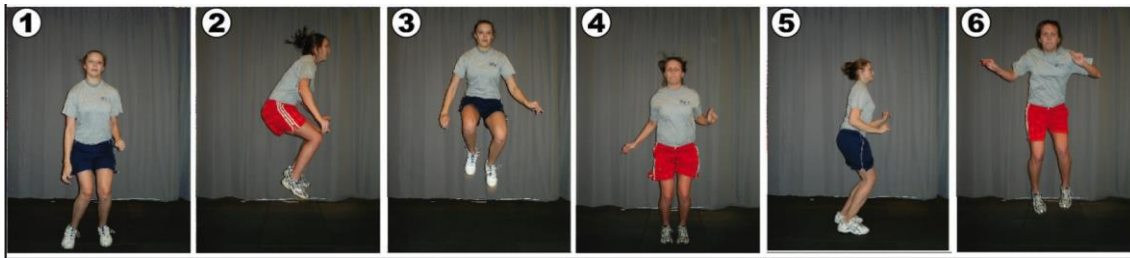
La capacidad de producir movimientos repetitivos, potentes y energéticamente eficientes es casi un requisito previo para el éxito al más alto nivel en el deporte. La eficiencia se define como la relación entre la salida de energía y la entrada, y mejora cuando la producción de energía aumenta en relación con la entrada. Las pérdidas de energía en la cadena cinética pueden favorecer la aparición de fatiga antes de tiempo. Se ha

demostrado que la fatiga reduce el sentido propioceptivo (Lee et al., 2003), alteran el movimiento escapulotorácico y glenohumeral (Ebaugh et al., 2006), aumenta la traslación tibial en rodillas sanas (Wojtys et al., 1996), reduce el control postural y aumenta el impacto que reciben las articulaciones al correr (Christina et al., 2001). Por lo tanto, la fatiga se presenta como un factor de riesgo significativo de lesiones, por lo que es crucial optimizar la cadena cinética para que sea eficiente en la transferencia de energía muscular a un movimiento potente. Para lograr esto, es necesario mejorar la coordinación intermuscular y optimizar el almacenamiento y la liberación de energía elástica a través de la cadena cinética. Además, tener una buena base de fuerza y las capacidades derivadas es igualmente importante. Por ejemplo, se requiere un tronco estable para esprintar, y los músculos periarticulares de la cadera fuertes son importantes para proporcionar una base para que la energía se transfiera de manera efectiva durante un chut a portería. Cuando hay pérdidas de energía, la velocidad de movimiento disminuye, y para que el jugador aumente su potencia y velocidad, se deben reclutar otros músculos en mayor medida para compensar la fuga de energía en el sistema, como ya comentamos en el apartado de coordinación intermuscular.

Sin tener en cuenta más estructuras que la coordinativa, al realizar un movimiento, los jugadores que son capaces de transferir energía de manera efectiva a través de la cadena cinética, con fugas mínimas, tienen ventaja para rendir mejor. Al contrario, una mala mecánica de movimiento puede aumentar el estrés en las articulaciones y los tejidos blandos de la cadena cinética. La mala utilización de los segmentos proximales para transferir energía, puede ejercer una mayor presión sobre los segmentos distales, por ejemplo, se ha demostrado que la eversión excesiva del pie trasero y la aducción de cadera son un factor de riesgo en personas con dolor articular patelofemoral (Barton et al., 2012).

Si bien la cadena cinética a menudo se discute en relación con la producción de movimiento, el concepto también se puede ampliar para explicar cómo el cuerpo puede absorber fuerzas durante la desaceleración del movimiento, como el aterrizaje desde un salto. La desaceleración del cuerpo y la acción muscular excéntrica pueden imponer fuerzas excesivas a los tendones, haciendo que el atleta sea susceptible al desarrollo de tendinopatías. Optimizar el uso de la cadena cinética para absorber fuerzas reducirá la sobrecarga. Se ha demostrado que las estrategias de aterrizaje rígido y la secuenciación disfuncional de la cadera al aterrizar están más presentes en deportistas con tendinopatía rotuliana (Bisseling et al., 2007; Edwards et al., 2010). En esta situación, la cadena cinética no se utiliza de manera efectiva para desacelerar el cuerpo, de tal manera que las fuerzas se extiendan a través de las estructuras anatómicas. Algunos ejemplos, como los que se muestran en la figura 19, evidencian diferentes estrategias disfuncionales de aterrizaje y vuelo durante el salto.

**Figura 16: Estrategias de movimiento disfuncionales durante el aterrizaje. Movimiento de Rodillas y cadera**



Fuente: Hewett et al., 2010, <https://goo.su/NSWkllY>

1. Valgo en la extremidad en el aterrizaje.
2. Caderas no llegan paralelas (en la máx. altura del salto).
3. Caderas durante el vuelo no están paralelas.
4. Pies durante el aterrizaje: hombros no están en línea con los pies.
5. Pies no están paralelos (adelante – atrás).
6. Tiempo de contacto de los pies no es al mismo tiempo.

Las diferentes estrategias se pueden categorizar en:

- *Ligament dominance*: para abordar este problema, te enfocarías en mejorar la capacidad de los músculos para no absorben suficientemente las fuerzas de reacción del suelo, por lo que la articulación y los ligamentos deben absorber grandes cantidades de fuerza durante un breve período de tiempo.
- *Leg dominance*: es la tendencia a apoyar todo el peso en una pierna.
- *Quadriceps dominance*: es la tendencia a estabilizarse, usando los cuádriceps.
- *Trunk dominance*: no perciben adecuadamente la posición de su tronco en el espacio tridimensional y no permiten más movimiento después de una perturbación.

La intervención que se podría hacer, teniendo en cuenta solo la estructura coordinativa, sería la siguiente:

**Tabla 1: Intervención en función de la estructura coordinativa**

<b>Mecanismo lesivo</b>	<b>Desequilibrio neuromuscular</b>	<b>Intervención</b>
Aducción de rodilla en la caída	<i>Ligament dominance</i>	Entrenar la técnica adecuada
Pequeño ángulo de flexión de rodilla en la caída (desplazamiento adelante)	<i>Quadriceps dominance</i>	Fuerza de la cadena posterior
Caída asimétrica	<i>Leg dominance</i>	Entrenar simetrías ( <i>side/side</i> )
Incapacidad para controlar el centro de masas	<i>Trunk dominance</i>	<i>Core stability</i> y entrenamiento de perturbaciones

Fuente: elaboración propia

Probablemente, todos estos desequilibrios neuromusculares se deberían entrenar en relación con la tarea específica y ver cómo se modifican los movimientos al tener estímulos específicos.

El entrenamiento de fuerza debe destinarse a la optimización del rendimiento, y la reducción de las lesiones debería ser una consecuencia. Este entrenamiento debe guardar cierta correspondencia dinámica con los movimientos competitivos y respetar, en la medida de lo posible, la ecología del entorno en que el movimiento se da en el juego. De esta manera, no solo se mejorarán los niveles de fuerza o la calidad de los tejidos, como se ha descrito en el apartado de prevención, sino que se mejorarán las coordinaciones necesarias para que el movimiento sea eficiente. La eficiencia se entiende como la mejora en los flujos de energía, es decir, la distribución específica de la energía basada en la información que proviene del entorno y las interacciones específicas que ocurren entre jugadores y sus acciones en relación con todo lo demás.

El entrenamiento de fuerza debe contener uno de los pilares fundamentales de la metodología del entrenamiento estructurado: la variabilidad en el movimiento. Esta variabilidad debe ser funcional y no aleatoria. Proporcionará al jugador una mayor adaptabilidad y flexibilidad al sistema sensoriomotor para maniobrar de forma competente en multitud de contextos. La variabilidad funcional es un indicador de acción motriz saludable (Glazier et al., 2006). La realización de tareas en las que la deportista tiene la necesidad de adaptar su comportamiento a los condicionantes de la tarea contribuirá al aumento de las posibilidades de interacción del jugador con el entorno complejo (Button et al., 2020). Como Bernstein señaló hace varias décadas, la repetición del mismo movimiento nunca conduce exactamente a la misma trayectoria de movimiento (figura 20), independientemente de la cantidad de práctica, experiencia o nivel de habilidad (Bernstein et al., 1996).

**Figura 17: Variabilidad en el entrenamiento de fuerza**



Fuente: elaboración propia

En el entrenamiento, la variabilidad se puede dar durante el proceso o en el resultado. La variabilidad se puede vincular a tener una variedad de estrategias disponibles para resolver la misma tarea, aumentando la flexibilidad del rendimiento. También se puede encontrar cuando diferentes componentes que contribuyen al rendimiento contrarrestan las variaciones de los demás para asegurar el resultado, como se muestra en el caso de la figura 16.

Por lo tanto, imponer una sobrecarga coordinativa es, en teoría, una forma de crear patrones sensoriomotores cada vez nuevos o más flexibles, permitiendo que el jugador continúe aprendiendo y diversificando sus soluciones de movimiento para una tarea determinada. Esta complejidad es necesaria para que los sistemas se adapten a las condiciones cambiantes, ya que la pérdida de complejidad da como resultado una disminución de la capacidad de adaptación.

La combinación de los conceptos de estabilidad y flexibilidad en el comportamiento humano es un fenómeno inherentemente complejo. La estabilidad es necesaria en los movimientos, pero al ser la inestabilidad el origen del comportamiento motor estable (Davids et al., 2008), la combinación de estabilidad y flexibilidad es un gran reto para el sistema neuromuscular. El cuerpo humano, a través de los procesos interactivos entre las diferentes estructuras, dispone de múltiples formas para estabilizarse y reorganizarse de muchas maneras para contrarrestar sus propias inestabilidades (Spencer & Schöner, 2003).

Las cargas de entrenamiento específicas en el campo y las propias de la competición pueden crear desequilibrios en los deportistas que aumenten la probabilidad de padecer lesiones. Por ello, debemos buscar un equilibrio y progresión en las propuestas del entrenamiento de fuerza desde el nivel nano (por ejemplo, desarrollar la tensegridad con respecto a células musculares y del sistema musculoesquelético), al nivel micro (coordinación intra e intermuscular en el movimiento) y al nivel macro (movimientos deportivos en competición). Esta propuesta está a su vez relacionada con la orientación de las tareas, por tanto, con su nivel de especificidad, representatividad y complejidad en relación con la competición.

## **Unidad 2.5 Diseño de situaciones simuladoras, variabilidad y especificidad en el entrenamiento coadyuvante.**

Como se comentó previamente, el entrenamiento de fuerza ha ido evolucionando en cuanto a su definición aplicada. Además de la importancia de la tensión muscular, debemos añadir la dependencia del contexto y el momento en el que se aplica esta tensión muscular, entendiendo la fuerza como la capacidad de un músculo o grupo muscular de generar tensión muscular bajo condiciones específicas (Siff y Verkhoshansky, 1996).

El movimiento es inseparable del ser humano, nos expresamos y comunicamos a través del movimiento y es a través de movimientos como resolvemos los problemas que nos encontramos en el juego. Por eso, la práctica orientada hacia los movimientos será fundamental para que el jugador avance hacia la especialización deportiva. Es necesario conocer cuáles son los movimientos específicos en el deporte. Se describieron 4 habilidades motrices básicas (áreas) que están vinculadas a esos movimientos deportivos: el lanzamiento, el salto, el desplazamiento y la lucha (figura 17).

### **Figura 18: Familias de movimiento en los deportes de equipo**



Fuente: elaboración propia

Estas manifestaciones de fuerza forman las familias de movimientos vinculadas a los movimientos deportivos en la mayoría de los deportes de equipo *indoor* (Seirullo, 1993). A medida que avanzamos hacia ejercicios más específicos, estas familias de movimientos se irán interconectando unas con otras, y los ejercicios propuestos estarán formados por mezclas de varias e incluso todas las familias de movimiento, al igual que sucede en el juego real, donde se presentan todos.

Para diseñar los ejercicios de entrenamiento con los que pretendemos estimular a nuestros atletas, debemos atender al grado de similitud entre el ejercicio planteado y el movimiento deportivo, a esto se le conoce como especificidad. Si garantizamos la especificidad, el ejercicio y el movimiento deportivo se retroalimentan mutuamente, y a esto se le conoce como transferencia. Para que se produzca dicha transferencia al movimiento deportivo, el deportista debe ser estimulado en un grado mayor al que está acostumbrado, a esto se conoce como sobrecarga. El proceso de adaptación es altamente individual, variando de jugador a jugador, esto se conoce como individualidad (o diferenciada). Para continuar el proceso de adaptación, el sistema debe ser sobrecargado

progresivamente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este efecto es temporal; si se deja de entrenar, los efectos pueden desaparecer, esto se conoce como reversibilidad.

Debemos analizar en detalle el movimiento deportivo para identificar el vínculo entre la situación simuladora y el movimiento que se produce durante la competición. La dificultad radica en que muchos movimientos no siguen patrones fijos y repetitivos, lo que entorpece la labor de establecer su vínculo con el entrenamiento de fuerza. La naturaleza inesperada de las habilidades motrices que se producen en el deporte hace que sea difícil analizar el movimiento deportivo, ya que dependiendo de la situación que observemos cambia. Por lo que, es difícil concluir qué tipos de entrenamiento son más efectivos. Por ejemplo, en el baloncesto, el fútbol sala, el balonmano o el hockey, la habilidad de desplazarse es tan específica de la situación de juego que no se pueden aplicar las mismas normas de entrenamiento de la fuerza que tienen deportes individuales como el atletismo, donde se desplazan en línea recta y sin influencia de oponentes. En el caso del atletismo, correr no se puede transferir a los deportes de equipo *indoor*, donde las demandas del entorno requieren una constante adaptación del patrón de carrera. No obstante, incluso en entornos abiertos, las habilidades parecen tener una estructura fija. Improvisar un movimiento y adaptarlo a las demandas cambiantes del entorno no implica que todos los componentes del movimiento sean inestables; algunos permanecen sin cambios. La efectividad del movimiento está relacionada con la capacidad del jugador para cambiar los componentes estables e inestables del movimiento en respuesta a las demandas del entorno.

## Grados de libertad

Cuando nos movemos y cambiamos de posición, existen numerosas formas diferentes de realizar el movimiento, lo que hace que sea complejo para el cuerpo seleccionar la más eficiente. Los movimientos que implican varias articulaciones, tiene distintos grados de libertad, lo que significa que hay muchas combinaciones posibles de rangos de movimiento, que pueden producir el mismo resultado, unido a las posibles combinaciones de ángulos articulares en varias articulaciones, estos grados de libertad aumentan aún más porque los movimientos generalmente pueden ser realizados por más de un músculo, esto aumenta las opciones disponibles para elegir cuál es el movimiento más eficaz, lo que hace que sea casi imposible decantarse por alguno. De las mil y una formas en que podemos movernos, solo unas pocas son económicas y efectivas, pero ¿cuáles son? Es evidente que no podemos ni debemos comparar todas esas alternativas justo antes de realizar el movimiento, ya que tardaríamos demasiado tiempo y fatigaría el cerebro, y el movimiento sería extremadamente agotador. Por lo tanto, debe haber un mecanismo en el sistema de control motor que elimine las alternativas ineficientes y seleccione la correcta. Según Bernstein, la esencia del control motor es la

eliminación más o menos automática de alternativas superfluas o grados de libertad (Bernstein et al., 1996).

Además de los grados de libertad, Bernstein describió un segundo problema importante con respecto al control del movimiento: la variabilidad en función del contexto (Fajen et al., 2008). En un entorno cambiante, las fuerzas serán constantemente diferentes, por lo que el mismo comando desde el sistema nervioso central hasta los músculos generará diferentes movimientos en diferentes entornos. Si el rendimiento de un movimiento (el total de ángulos articulares) a menudo son los mismos, independientemente de las influencias ambientales, los músculos tendrán que ser controlados de manera diferente en cada situación. Esto significa que, si el ángulo articular previsto en un patrón de movimiento siempre debe ser más o menos el mismo, puede ser necesaria una selección diferente de músculos y acción muscular en cada situación (los movimientos y la resistencia del rival). Esto significa a su vez que una habilidad motriz no se puede diseñar de manera lineal, no solo por los grados de libertad, sino también por la influencia de las fuerzas opuestas que son variables.

El sistema musculoesquelético elimina patrones de movimiento ineficientes e inestables que existen en el sistema. Los movimientos que elegimos están interconectados, y los que son más estables son los más válidos para el sistema, ya que normalmente los utilizaremos para resolver situaciones de juego. El cuerpo gasta poca energía en aprender principios de movimiento que solo funcionan en un número limitado de casos, es decir, quiere aprender una técnica aplicable en la mayoría de las ocasiones. Por lo tanto, cuando aprendemos movimientos, principalmente aprendemos a encontrar y aplicar reglas que filtren las formas ineficientes de realizar el movimiento y eviten el uso rígido de los músculos y, por lo tanto, los patrones de movimiento rígidos (por ejemplo, las cocontracciones). Dado que el sistema busca maximizar el uso de reglas de aplicación general, los movimientos, aunque puedan parecer diferentes, se vuelven más similares (por ejemplo, correr y saltar difieren en la velocidad de movimiento de los segmentos).

Un jugador ejecuta muchos movimientos y habilidades diferentes en el transcurso del juego. Estos movimientos y habilidades son complejos, con muchos grados de libertad (fuerza, velocidad, múltiples articulaciones y músculos) que necesitan ser controlados (Fajen et al., 2008). Si el cerebro tuviera un patrón motor guardado para cada movimiento separado, el catálogo de patrones motores sería tan grande que sería imposible de procesar, especialmente bajo la presión del tiempo disponible para la acción. Schmidt afirma en la teoría generalizada de patrones motores que varios movimientos similares se agrupan (Schmidt et al., 2018). Algunos componentes de movimiento son similares para los diversos movimientos relacionados, mientras que otros componentes son variables. Sin la existencia de patrones motores generalizados, cualquier nuevo movimiento requeriría una práctica extensa o incluso podría ser imposible porque no existe un patrón motor. Esta estrategia de buscar la eficiencia para conseguir el control

para muchas tareas es, por lo tanto, la base para la especificidad y la transferencia de los patrones fijos de entrenamiento.

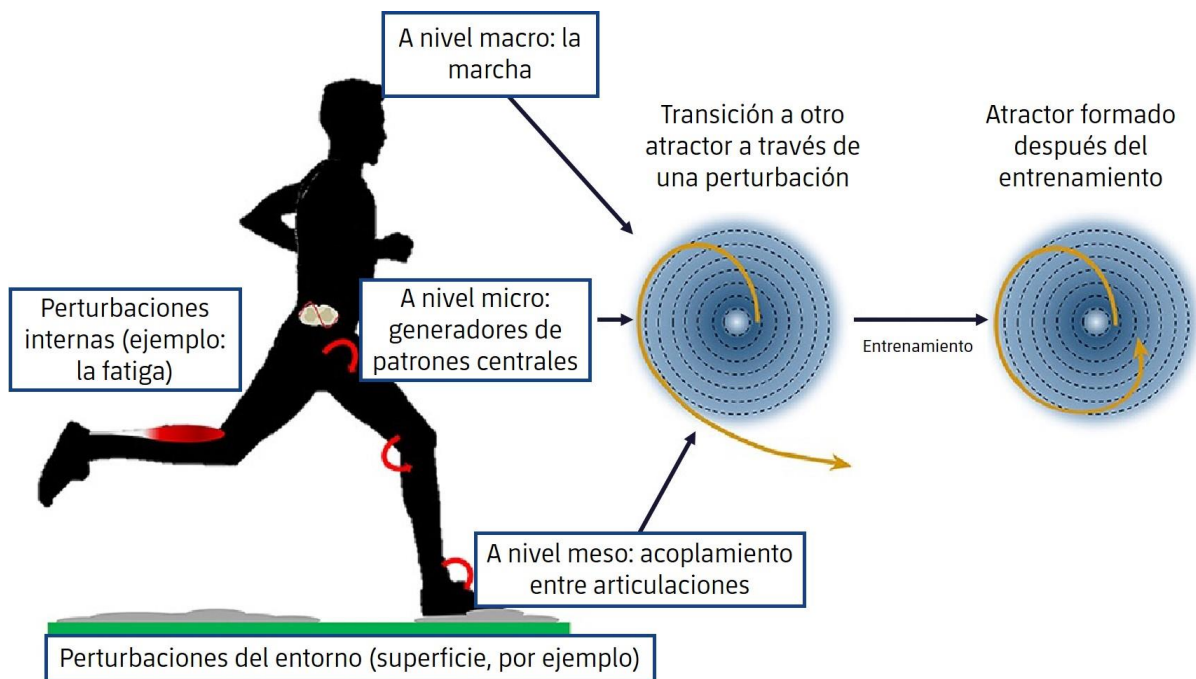
### Atractores y fluctuaciones

Hasta ahora hemos visto cómo se diseñan los movimientos al eliminar los grados de libertad, dejando un movimiento sólido y eficiente, es decir, estable y difícil de perturbar, que se puede realizar con el menor gasto de energía posible. Un patrón de movimiento siempre busca ser estable y, en esa búsqueda, puede cambiar a otra forma de estabilidad si se pierde estabilidad con la estrategia anterior. Estas transiciones de fase pueden ocurrir incluso en respuesta a pequeñas perturbaciones, si estas provocan cambios bruscos entre movimientos que incluyen patrones estables e inestables. El cuerpo en movimiento intenta cambiar de un patrón estable al siguiente, evitando patrones inestables siempre que sea posible.

La estabilidad y la eficiencia del movimiento juegan un papel crucial no solo a la hora de elegir los patrones de movimiento generales, sino también dentro de un solo movimiento. Los diversos componentes del movimiento están dispuestos en componentes estables (de bajo gasto de energía) e inestables (de alto gasto de energía). Los componentes estables y económicos del movimiento se conocen en la literatura como atractores (patrón habitual), mientras que los inestables se denominan fluctuaciones (también conocidos en la teoría de la transición de fase como parámetros de orden y parámetros de control) (Kelso, 1991). Estas fluctuaciones son necesarias para adaptar el movimiento a los cambios en el entorno. Si el movimiento estuviera compuesto solo por partes estables, se realizaría de manera rígida y las influencias del entorno generarían constantemente errores debido a la falta de adaptabilidad del sistema.

Los atractores representan tendencias de coordinación entre los componentes del sistema (Davids et al., 2008) y se pueden identificar en múltiples niveles, emergiendo de la autoorganización de los componentes de nivel inferior y superior a través de la causalidad circular (Kelso et al., 1987). Esto significa que el comportamiento de los componentes en un nivel superior se ve influenciado y restringido por el comportamiento de los componentes en el nivel inferior, y viceversa (figura 18).

### **Figura 19: Caminar o correr**



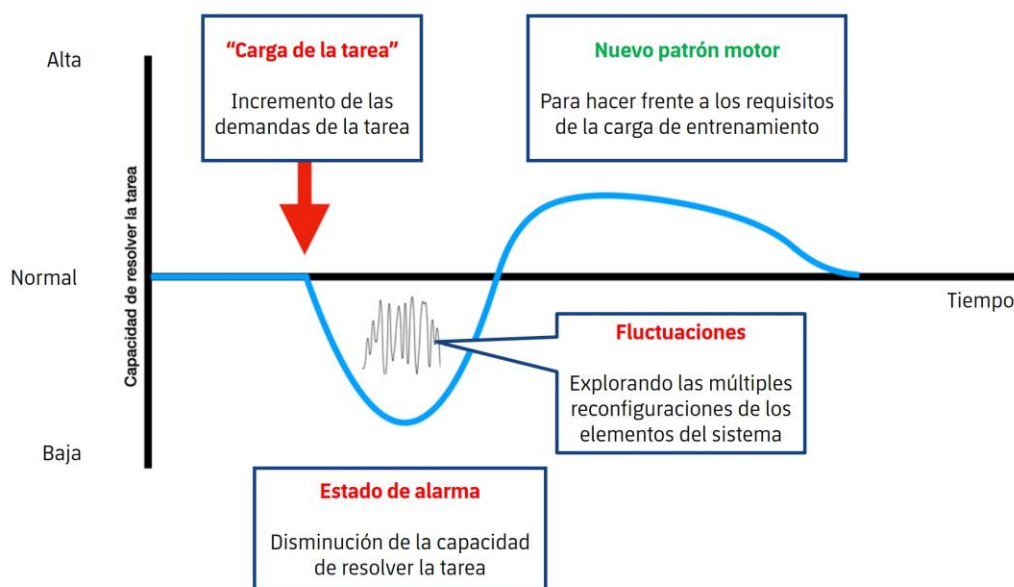
Fuente: van Hooren et al., 2019, <https://goo.su/CTHj5i>

Caminar o correr, la marcha, el acoplamiento de articulaciones y los generadores de patrones centrales (CPG) pueden representar atractores de ciclo límite (tendencias de coordinación que se repiten cíclicamente, simplificadas representadas a la derecha) a nivel macroscópico, mesoscópico y microscópico. Las perturbaciones internas y externas, por ejemplo, la fatiga o una superficie irregular, pueden conducir a una transición de fase a otro atractor potencialmente menos efectivo o eficiente. Las grandes perturbaciones pueden, por ejemplo, provocar problemas como caídas al caminar o un esguince de tobillo mientras se corre. El entrenamiento puede aumentar la estabilidad de los atractores para que las perturbaciones de mayor magnitud o tal vez mayor frecuencia o imprevisibilidad puedan adaptarse sin pérdida de estabilidad (van Hooren et al., 2019, <https://goo.su/CTHj5i>)

En resumen, un movimiento se compone de atractores (patrones estables) y fluctuaciones (patrones inestables) que cumplen dos criterios principales: mantener la estabilidad y economía del movimiento en su conjunto, y asegurar que las fluctuaciones sean limitadas, pero suficientes para adaptarse a las demandas cambiantes del entorno. Cuantas menos variables de movimiento haya, más controlable será el movimiento. Por lo tanto, aprender a moverse implica no solo aprender los diferentes componentes del movimiento, sino también comprender la relación entre los componentes estables e inestables (Davids et al., 2008). Durante el proceso de aprendizaje, es necesario aprender qué componentes deben usarse de manera estable y cuáles de forma variable.

El proceso de aprendizaje consiste solo en parte en aprender a realizar los diversos componentes de un movimiento. Una parte importante del proceso de aprendizaje motor se centra en la correcta división de los componentes del movimiento en atractores y fluctuaciones. En algún momento del proceso de aprendizaje inicial, especialmente en movimientos más complejos, los atractores y las fluctuaciones que se desarrollan pueden no cumplir con todos los criterios para un movimiento óptimo y eficiente en el entorno y, por lo tanto, no serán deseables. Los atractores resultantes deben volver a ser perturbados para crear una nueva y mejor coordinación (figura 20).

**Figura 20: Incremento de las demandas de la tarea (perturbación) para generar un nuevo atractor estable**



Fuente: elaboración propia

Modificar los patrones de movimiento inadecuados existentes es un paso fundamental para aprender nuevos y óptimos movimientos que sean más coordinados. El enfoque se centra en aprender el nuevo patrón, pero a menudo se ve obstaculizado por los viejos

patrones rígidos. En ocasiones, el verdadero desafío en el proceso de aprendizaje es perturbar los antiguos atractores.

Mediante el entrenamiento, el jugador logra equilibrar las partes estables y variables del movimiento. Las partes estables se vuelven más sólidas y eficientes, lo que significa que se necesita menos energía para ejecutarlas. Podemos visualizar esto con el ejemplo de una pelota moviéndose en un terreno con pozos. Si el pozo es ancho, la pelota será atraída hacia él, pero si es profundo, será más difícil para la pelota salir de él. Esto ilustra cómo el entrenamiento busca maximizar la estabilidad y minimizar la energía requerida en el movimiento, permitiendo al jugador adaptarse mejor a diferentes situaciones. (figura 21). Un deportista conseguirá ser atraído por ciertos patrones de movimiento según las restricciones impuestas por su cuerpo, el medio ambiente y las tareas que tengan la intención de realizar.

**Figura 21: Entrenamiento**



Fuente: adaptación propia con base en Bosch y Cook, 2015

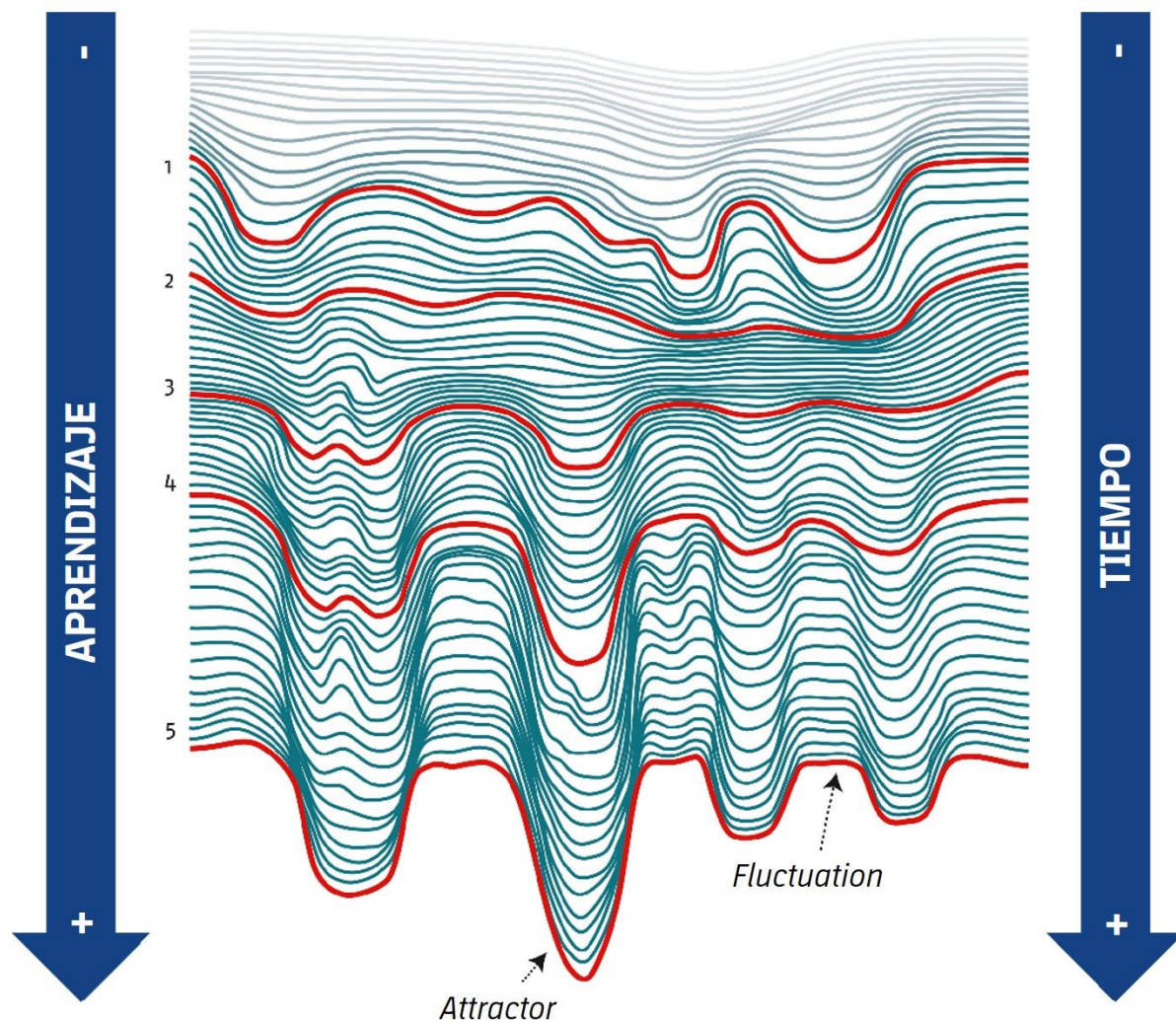
Cuando se realiza un movimiento por primera vez, se utilizan componentes atractores de movimientos similares previamente conocidos. Esto implica limitar el número de variables desde el principio, lo que permite un mejor control y posibilita el éxito en la ejecución del movimiento.

Sin embargo, si los atractores seleccionados no son los adecuados, el movimiento se vuelve difícil de controlar y el rendimiento disminuye. En respuesta a esta situación, el cuerpo adopta una medida de emergencia e inmoviliza varias articulaciones para hacer que el movimiento sea nuevamente controlable. Esto se conoce como congelación de los

grados de libertad. Un ejemplo de ello es cuando un niño/a chuta una pelota por primera vez, poniendo rígidas todas las articulaciones, manteniendo las rodillas extendidas e inmovilizando el tronco para intentar acertar; esta es una estrategia de congelar los grados de libertad y mantener el complejo movimiento de lanzamiento bajo control.

Según Bosch, aunque los seres humanos pueden realizar un número casi infinito de tareas de movimiento, son relativamente pocos los patrones básicos de movimiento (correr, saltar y lanzar) (Bosch y Cook, 2015). Estos patrones básicos de movimiento se convierten en los cimientos para todo movimiento. Se combinan de forma variada y ajustada para generar un enorme repertorio de movimientos complejos. Los atractores son los movimientos básicos y las fluctuaciones son los movimientos que permiten la adaptación y el ajuste contextual. Los pozos del atractor se profundizan aún más para que el rendimiento del movimiento sea más adecuado para el cuerpo y eficiente (figura 22). Así, el entrenamiento de fuerza puede desempeñar un papel clave aquí.

**Figura 22: Atractores y fluctuaciones en el proceso de aprendizaje. El paisaje de atractores y fluctuaciones cambia desde el principio (arriba) hasta el final (inferior) durante el proceso de aprendizaje**



Fuente: Bosch y Cook, 2015, p.115.

Con el entrenamiento, el movimiento se vuelve extremadamente estable y se desarrollan formas altamente efectivas (fluctuaciones) para adaptarlo a las demandas del entorno. Esto permite que el control del movimiento se vuelva automático. Cuando dominamos el movimiento, podemos combinarlo con entornos perceptivamente complejos.

Aquí es donde entra en juego el entrenamiento de fuerza, ya que nos permite profundizar en los patrones de movimiento fundamentales, como lanzar, saltar, correr o luchar. Por ejemplo, la coordinación de la extensión del tobillo, rodilla y cadera durante un salto es similar a la del ejercicio conocido como *power clean*. Por lo tanto, realizar un *power clean* puede enseñar al deportista cómo optimizar la producción de fuerza en ese movimiento fundamental o básico, y esa habilidad se puede transferir a muchas otras áreas del juego.

Es importante que los movimientos estén interconectados y formen parte de una matriz coherente. También debe haber relaciones entre diferentes categorías de movimientos relacionados (Bernstein et al., 1996). Si dos o más movimientos comparten la misma intención, el sistema los interpreta como movimientos relacionados (figura 23).

Figura 23: Movimientos

### Movimiento objetivo



### Movimiento simulado 1



Anclaje alto

### Movimiento simulado 2



Anclaje bajo

Fuente: elaboración propia

El movimiento que se trata de simular (cambio de dirección) con la tarea de entrenamiento 2 (resistencia que viene de abajo) es más probable que simulemos mejor el movimiento objetivo, ya que la resistencia colocada abajo obliga a la futbolista a bajar el centro de gravedad, similar a la inercia con la que se realizan los cambios de dirección donde la gravedad atrae a la jugadora hacia al suelo en mayor o menor medida, dependiendo de la velocidad previa al movimiento.

El sistema está diseñado para ejecutar los movimientos con gran variación en los músculos utilizados, así que organizamos nuestras soluciones de movimiento en grupos de intenciones similares, en lugar de grupos de actividad muscular similar. Nuestro sistema intenta razonar desde las soluciones de movimiento hacia acciones específicas. Por lo tanto, al enseñar un movimiento, es importante incluir una intención clara en los ejercicios de fuerza.

La intención juega un papel fundamental en el movimiento, ya que existe un mecanismo que respalda el control del movimiento basado en la intención. Los movimientos intencionados están dirigidos por nuestra atención. Si nos enfocamos en aspectos relevantes del movimiento, podemos controlar y aprender el movimiento de manera más efectiva. El control efectivo del movimiento implica dirigir nuestra atención hacia el resultado de la acción, utilizando mecanismos como la visión de manera óptima, aprovechando tanto la visión central como la periférica.

Centrar la atención en un enfoque externo, es decir, en el resultado del movimiento, tiende a ser más efectivo que un enfoque interno que se centra en cómo se ejecuta el movimiento en sí. Esto se debe a que el enfoque externo se basa en el resultado deseado del movimiento, mientras que el enfoque interno se centra en los detalles técnicos de la ejecución del movimiento.

En resumen, para optimizar el control y el aprendizaje del movimiento, es importante incorporar intenciones claras en los ejercicios de fuerza. La atención debe enfocarse en los resultados y utilizar la visión de manera efectiva. Los enfoques de atención externa, dirigidos hacia el resultado del movimiento, tienden a ser más beneficiosos que los enfoques internos centrados en los detalles de la ejecución del movimiento.

#### Variación en el entrenamiento de fuerza

Para que los jugadores aprendan debemos generarles un ambiente atractivo en las sesiones de fuerza, de manera que la motivación sea un motor muy potente del proceso de aprendizaje. Los lazos desconocidos entre los patrones sensoriales y motores activan la motivación, lo que desencadena el proceso de aprendizaje cuando el movimiento se ejecuta con éxito. Para lograr un efecto de aprendizaje óptimo, los movimientos no deben repetirse constantemente de la misma manera. La variación es la clave para un entrenamiento eficiente. Al planificar adaptaciones fisiológicas durante el entrenamiento, la variación debería ser una de las características principales del entrenamiento junto con la individualización.

Bernstein describió la necesidad de variación en los movimientos de aprendizaje como repetición sin repetición (Bernstein et al., 1996). No aprendemos repitiendo constantemente la misma solución a un problema de movimiento, sino resolviendo constantemente un nuevo problema de movimiento. El aprendizaje y la motivación se estimulan por la aparición de patrones sensoriales y motores desconocidos que no encajan en las relaciones sensoriomotoras existentes y familiares. Aprendemos a través de la aparición de algo nuevo, en lugar de algo familiar.

En el entrenamiento de fuerza, normalmente solo se ejecutan un número limitado de movimientos en comparación con los movimientos en la competición, y los patrones de movimiento que se generan tradicionalmente no son complejos ni diversos. Además, en el entrenamiento de fuerza, la estimulación sensorial es baja, ya que la información del entorno es mínima y tiene poca influencia.

En los movimientos durante el juego, el sistema visual tiene que trabajar mucho para estimar y calibrar la visión central y periférica. Por ejemplo, la visión central se utiliza para juzgar el tiempo de contacto, algo que casi no juega ningún papel dentro del entrenamiento de fuerza. La visión periférica es importante si la información de control se libera a través del flujo óptico cuando se mueve en el espacio, mientras que dentro del entrenamiento de fuerza el jugador generalmente no se mueve en el espacio. Es por eso por lo que el sistema de aprendizaje generalmente encuentra el entrenamiento de fuerza monótono y aburrido. Tradicionalmente, la única diferencia entre los movimientos durante el entrenamiento de fuerza es la variación de la carga en la barra. Este entrenamiento monótono conduce a una disminución de la actividad corticoespinal, lo que disminuye la capacidad para aprender nuevas habilidades. Esta monotonía perjudica la transferencia de coordinación. Por lo tanto, la variación y evitar la monotonía deben ser partes importantes dentro del diseño del entrenamiento de fuerza.

El entrenamiento variable ayuda a aumentar los pozos de los atractores convirtiendo las diferentes variaciones de movimiento en movimientos de aplicación general. Esto solo puede pasar cuando se prueban y ejecutan en todas las circunstancias que se puedan dar. Durante estas pruebas, el número de mecanismos de control efectivos se habrá reducido en gran medida, y solo los principios restantes deberán almacenarse en la memoria a largo plazo, eliminando o limitando la aparición de comportamientos ineficientes.

Bajo el paradigma de que el entrenamiento de fuerza tiene que ser seguro y que no pueden ocurrir lesiones durante su ejecución, se ha razonado que este entrenamiento debe permanecer dentro de límites técnicos, estrictos e ideales. Pero en realidad, lo que hace que el entrenamiento sea inseguro es el uso de cargas pesadas. Sin embargo, con cargas bajas durante el entrenamiento de fuerza se pueden realizar movimientos seguros y variables. La variación ayuda a los jugadores a desarrollar los componentes básicos del control del movimiento. Si el entrenamiento de fuerza se viera como entrenamiento de coordinación contra resistencia, el entrenamiento variable con resistencia se convertiría en una forma útil de explorar patrones estables y flexibilizar los patrones. Por lo tanto, el entrenamiento variable puede desempeñar un papel importante en cada etapa del desarrollo del atleta. Los principiantes pueden usarlo para encontrar una distribución significativa entre atractores y fluctuaciones, y los deportistas de élite para aumentar aún más la diferencia entre atractores y fluctuaciones en el movimiento deportivo. Si hay poca variación en los ejercicios, será difícil encontrar principios genéricos, incluso si los

ejercicios proporcionan información clara sobre los resultados. Si hay más variaciones, los principios genéricos serán más fáciles de encontrar y se pueden vincular a la información de resultados relevantes aún disponibles. Sin embargo, si hay demasiada variación, proporcionará mucha información que se puede utilizar para formular principios genéricos, pero la información del resultado será menos relevante. Con aún más variación, en la dirección del movimiento aleatorio, los resultados anticipados y logrados ya no se pueden comparar, y el proceso de aprendizaje se detendrá.

De todo esto podemos concluir que, para el diseño de ejercicios, una regla general y simple es elegir ejercicios con la máxima variación, en los que la intención del ejercicio permanezca cerca del resultado del movimiento deportivo a optimizar.

## Especificidad

Supuestamente, los diversos programas motores no están separados en el cerebro, sino que están relacionados entre sí. Esto es lo que conocemos como especificidad. La transferencia será la forma en que los patrones de movimiento se influyen entre sí, y estarán facilitados por la especificidad. La especificidad se puede dividir en cinco categorías:

- Similitud de movimiento debido a similitudes en la estructura interna del movimiento

Este a su vez se puede dividir en similitud en coordinación intramuscular (similitud en la coordinación dentro de un músculo) y similitud en coordinación intermuscular (similitud en la cooperación entre diferentes músculos).

- o *Coordinación intramuscular*

Los músculos pueden hacer su trabajo de más de una manera. Los diversos tipos de acción muscular (concéntrica, excéntrica, isométrica y elástica) difieren considerablemente, y cuando un movimiento se ejecuta correctamente, no hay una transición gradual entre ellos. En la práctica, la especificidad de un ejercicio a nivel intramuscular depende en gran medida del tipo de acción muscular que tenga lugar. Por lo tanto, el primer paso para hacer específico el entrenamiento de fuerza radica en la similitud en el tipo de acción muscular.

- o *Coordinación intermuscular*

El entrenamiento de fuerza también es muy adecuado para optimizar la cooperación entre músculos. La coordinación intermuscular es tan compleja que se deben cumplir al menos dos requisitos al ejecutar movimientos deportivos:

1. El movimiento debe ejecutarse de manera eficaz y eficiente (con similitud al movimiento deportivo).
  2. El movimiento debe ser controlable. Esto solo es posible si los patrones de movimiento se construyen sobre principios fijos que se integran de manera flexible en un patrón completo. Entre otras cosas, esto requiere cocontracciones y sinergias que hagan que la ejecución del movimiento sea resistente a fallos y errores de control.
- Similitud del movimiento debido a similitudes en la estructura externa (forma) del movimiento.

Si los resultados de movimiento de los diversos patrones de movimiento son externamente similares (correspondencia dinámica), hay un grado de especificidad. Esto implica considerar aspectos como los ángulos articulares, la velocidad de movimiento, la velocidad angular en las articulaciones y la dirección de la aplicación de la fuerza. Las similitudes en la estructura externa del movimiento son importantes para lograr una alta especificidad y una transferencia eficiente de los ejercicios.

Similitud de movimiento debido a similitudes en la producción de energía.

Esta característica de especificidad es menos aplicable al entrenamiento de fuerza, ya que la producción de energía no suele ser un factor limitante en el rendimiento en comparación con otros factores neuronales. En otras palabras, el entrenamiento de fuerza no se centra tanto en replicar la producción exacta de energía utilizada en una actividad específica, ya que la producción de energía no suele ser el principal factor determinante en el rendimiento. En cambio, el entrenamiento de fuerza se enfoca en desarrollar otros aspectos neurales que pueden optimizar el rendimiento general en diversas actividades.

- Similitud de movimiento debido a similitudes en la respuesta sensorial.

De forma resumida, se debe distinguir entre los órganos sensoriales que registran la información del entorno (los ojos, los oídos, el sistema vestibular, el tacto, etc.) y los que registran el estado del cuerpo, es decir, la propiocepción (husos musculares, sensores tendinosos y sensores articulares). Por lo tanto, hay dos tipos de órganos sensoriales: aquellos que captan información del entorno y aquellos que registran el estado del cuerpo. Los patrones sensoriales influyen en cómo nos movemos. La información sensorial del entorno percibida por los órganos sensoriales generalmente no es específica entre el entrenamiento de fuerza y los movimientos deportivos. Sin embargo, la propiocepción juega un papel clave en el entrenamiento de fuerza, especialmente en movimientos complejos con baja resistencia y alta velocidad. Durante estos patrones de movimiento, la principal especificidad se encuentra en la propiocepción.

- Similitud de movimiento debido a similitudes en la intención del movimiento.

El sistema de aprendizaje intenta razonar desde la intención del movimiento hasta el proceso (la acción muscular) y principalmente utiliza el conocimiento intrínseco de los resultados para hacerlo. En este sentido, está claro que un ejercicio dará lugar, sobre todo, a la transferencia a un movimiento deportivo si la intención es la misma en ambos casos. Por lo tanto, la similitud en la intención de los movimientos es una característica de especificidad. La especificidad entre los patrones de movimiento está condicionada no solo por los límites de similitud entre los movimientos, sino también por otros factores como:

- La necesidad de sobrecarga para producir adaptaciones limita el margen de especificidad.
- Si un movimiento deportivo no tiene una estructura intramuscular marcada, como puede ser el caso en movimientos deportivos lentos, se puede abordar mejor sobre la base de la estructura externa. Los movimientos deportivos rápidos, por otro lado, se pueden abordar mejor sobre la base de la estructura intramuscular e intermuscular, porque la estructura externa del movimiento rápido es difícil de imitar con resistencia alta.
- Los tipos de entrenamiento de fuerza pueden producir una transferencia positiva a un aspecto del movimiento a optimizar, pero una transferencia negativa a otro.

Esquema de propuesta de organización de las situaciones simuladoras en el entrenamiento coadyuvante.

Teniendo en cuenta los argumentos expuestos a lo largo de la lectura, se propone entrenar la fuerza, respetando, además, los elementos configuradores de la fuerza propuestos por Tous (2017) y expuestos en el módulo anterior.

### Programación del microciclo coadyuvante

En los deportes colectivos, surge un desafío al momento de programar los estímulos de entrenamiento, ya que, a pesar de basarnos en gran parte en las programaciones del atletismo y los conocimientos generados por esta disciplina, la complejidad de interacciones entre los deportistas y el entorno complica la tarea de conocer la intensidad y volumen necesarios para realizar una programación adecuada. Está claro que debemos buscar una sinergia entre los diferentes estímulos de entrenamiento, atendiendo al

carácter complejo de este, ya que la carga no se basa únicamente en parámetros condicionales y bioenergéticos, sino que es más complejo. No solo debemos entrenar para ser más capaces de saltar o correr, sino también se debe preparar a los deportistas para ser mejores interactuando con el contexto de juego que incluyen al jugador y sus relaciones de funcionamiento con su equipo. Está claro que debemos tomar decisiones a pesar de la complejidad del proceso de entrenamiento.

Empezando por la pretemporada, se debe preparar al jugador de forma progresiva para las cargas de entrenamiento y competición exigentes que tendrá que soportar. Es un periodo donde las adaptaciones son muchas; el jugador tiene que adaptarse en todas sus estructuras, en lo condicional (tejidos muscular, conectivo, óseo, etc.), bioenergético y coordinativo, para que el deportista pueda reintegrarse al juego después de un tiempo sin actividad. Si el entrenador modifica el modelo de juego, el jugador también deberá adaptarse a los comportamientos que se le piden y a conocer cómo se comportan sus compañeros también. Por lo tanto, se debe comenzar con tareas con una complejidad baja para facilitar todos estos procesos de coadaptación entre jugadores. Además, las acciones realizadas de forma explosiva, como los golpes o *sprints*, en el caso del fútbol sala, o los saltos y especialmente los aterrizajes de alta intensidad, deben esperar un tiempo a ser incluidos en las sesiones de pretemporada y se deben incorporar gradualmente hacia tareas cada vez más agresivas para las estructuras. Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza tendrá un objetivo protector más que de rendimiento, empezando con sesiones generales sin tener tan en cuenta los procesos de acoplamiento entre los ciclos de percepción y acción. Es difícil estimar una duración de este tipo de trabajo durante la pretemporada, ya que debe adaptarse a las características de los jugadores que se tienen en plantilla y las necesidades del club. Por ejemplo, en un año con competiciones internacionales, como una Eurocopa, donde los jugadores regresan tras competir y solo tienen 7-10 días de descanso, no es tan necesario una fase de adaptación tan larga. Sin embargo, los jugadores que no compitan en la Eurocopa y tiene 1 mes o más de periodo vacacional necesitarán una adaptación más larga.

Siguiendo con lo comentado, durante la temporada podemos plantear diferentes tipos de microciclo en función del día que juguemos el siguiente partido.

#### **Figura 24: Diferentes microciclos**

<b>Partido (Dom)</b>		
<b>1+</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>Off</b>	Descanso	
<b>3-</b>	Cualidades específicas	Compensatorios y complementarios
<b>2-</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>1-</b>	Potencia	
<b>Partido -5 (Sab)</b>		
<b>Partido (Dom)</b>		
<b>1+</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>Off</b>	Descanso	
<b>2-</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>1-</b>	Potencia	
<b>Partido -4 (Vie)</b>		
<b>Partido (Sab)</b>		
<b>1+</b>	Descanso	
<b>2-</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>1-</b>	Potencia	
<b>Partido -3 (Mie)</b>		
<b>Partido (Dom/Sab)</b>		
<b>1+/2-</b>	Complementarios y compensatorios	Estructural
<b>1-</b>	Potencia	
<b>Partido -2 (Mie/Mar)</b>		

Fuente: elaboración propia

Durante la temporada dentro del microciclo estructurado, el entrenamiento estará determinado, en primera instancia, por el partido previo y el tiempo necesario para que los jugadores recuperen sus niveles previos de rendimiento. Por lo tanto, los primeros días de la semana serán de bajo volumen e intensidad, con sesiones de recuperación y compensación para aquellos jugadores que no intervinieron en el partido. Para los que jugaron, los esfuerzos serán de bajo impacto y de baja complejidad. ¿Entrenar el día

después del partido o dos días después? Esto dependerá de variables como la modalidad deportiva, el momento de la temporada o del estado anímico de los jugadores.

**Tabla 2: Ejemplo de ejercicios en una sesión +1 (recuperación)**

Ejemplo de ejercicios en una sesión +1 (recuperación)	
1.	Movilidad dinámica de baja intensidad
2.	Ejercicios de concienciación de activación muscular de cadera
3.	Ejercicios de fuerza de los músculos compensatorios
4.	Ejercicios estructurales de tren superior
5.	Ejercicio cardiovascular de bajo impacto, por ejemplo, cicloergómetro

Fuente: elaboración propia

La sesión -4 de la semana tendrá el objetivo de entrenar la estructura condicional. Las acciones serán poco complejas, y es el mejor día para un entrenamiento estructural en el caso de que algún jugador lo necesite, ya que no habrá efecto de interferencia entre el entrenamiento optimizador de pista y el entrenamiento coadyuvante.

**Tabla 3: Ejemplo de ejercicios en una sesión -4 (estructural)**

Ejemplo de ejercicios en una sesión -4 (estructural)	
1.	Biserie de ejercicios principales y compensatorios
2.	Rotadores internos de cadera en decúbito supino
3.	Rotadores externos de cadera en decúbito supino
4.	Patada isquiosurales en acción de extensión de cadera en decúbito supino.
5.	Patada cuádriceps en decúbito prono
6.	Flexión de rodilla en decúbito supino para trabajo de zona distal de isquiosurales

Fuente: elaboración propia

En la sesión -3 realizaremos una sesión de cualidades específicas. Esta será la sesión de mayor carga de la semana, solicitando todas las estructuras del jugador, aunque la fatiga

periférica no será la más alta de la semana, ya que se realizarán ejercicios poliarticulares que no generarán tanto residuo.

**Tabla 4: Ejemplo de ejercicios en una sesión -3 (cualidades específicas)**

Ejemplo de ejercicios en una sesión -3 (cualidades específicas). Optimizar fuerza de salto	
1.	Triserie. Principal (Sentadilla) – Compensatorio (plancha 2 apoyos) – Aplicación (caída con perturbación)
2.	Peso muerto ( <i>deadlift</i> ) – Antiextensión – Salto unilateral
3.	Lunge lateral – Antirrotación – Paso lateral + salto con resistencia elástica

Fuente: elaboración propia

En la sesión -2 realizaremos ejercicios compensatorios y estructurales con un rol protector. Disminuiremos la carga de entrenamiento para recuperar los estímulos de los días anteriores.

**Tabla 5: Ejemplo de ejercicios en una sesión -2 (estructural tren superior/complementarios y compensatorios)**

Ejemplo de ejercicios en una sesión -2 (estructural tren superior/complementarios y compensatorios)	
1.	Biserie. Principal ( <i>push press</i> ) – Compensatorio/complementarios (estabilizadores de hombro)
2.	Biserie. Principal ( <i>pull up</i> ) – Complementario (retracciones escapulares)

Fuente: elaboración propia

La sesión -1 estará dedicada a acciones explosivas. Realizaremos ejercicios de aplicación donde la resistencia externa a movilizar será baja, debido a la velocidad de ejecución y el volumen bajo, conseguiremos que no generen fatiga que pueda perjudicar al partido del día siguiente. En estas sesiones, el tipo de estímulo será de complejidad baja, es decir, buscaremos movimientos que no aumenten la carga cognitiva de la sesión.

**Tabla 6: Ejemplo de ejercicios en una sesión -1 (estructural objetivo: potencia)**

Ejemplo de ejercicios en una sesión -1 (estructural objetivo: potencia)	
---	--

1.	Lanzamientos
2.	Pliometrías
3.	Movimientos olímpicos

Fuente: elaboración propia

Desarrollando una semana de partido en domingo y el siguiente partido en domingo, la figura muestra la distribución de 8.

**Figura 25: Resumen del microciclo durante el periodo competitivo (fútbol sala) con 1 partido a la semana**



Fuente: elaboración propia

Estos son simplemente ejemplos que pueden ser modificados según las necesidades del equipo, el momento de la temporada y las necesidades de cada jugador. Siempre es fundamental priorizar lo que consideremos que maximizará el rendimiento del equipo a corto o largo plazo.

En este módulo, nos hemos enfocado en explicar la importancia del entrenamiento de fuerza coadyuvante en deportes de equipo que se juegan en *indoor*, y en cómo diseñar las situaciones simuladoras preferenciales en diferentes sesiones de entrenamiento durante un microciclo. Sin embargo, es crucial evaluar estos ejercicios para entender cómo progresar.

Para que los jugadores aprendan debemos generar un ambiente atractivo en las sesiones de fuerza, de manera que la motivación sea un motor muy potente del proceso de aprendizaje y genere hábitos. Esto se da mediante:

- **La variación del entrenamiento**
- Propuestas de entrenamiento cerradas
- Entrenamientos exigentes
- Dinámicas lineales donde prevalece el orden rígido y continuo

## Referencias

- Araújo, D.** (2006). Tomada de decisão no desporto. *Manual de Psicologia do Desporto para Treinadores*. Omniservicios
- Arboix-Alió, J., Busca, B., Aguilera-Castells, J., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Trabal, G., Peña, J.** (2021). Competitive balance in male European rink hockey leagues. *Apunt. Educ. Física i Esports*, 3, 75–80.
- AutomaticTV**, (s.f.). *Produce partidos y sesiones de entrenamiento de manera fácil y cómoda*. <https://www.automatic.tv/es/>
- Balagué Serre, N., Torrents Martín, C., Canabellas, R., Seiru-lo, F.** (2014). Entrenamiento integrado. Principios dinámicos y aplicaciones. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 116.
- Balagué, N., Hristovski, R., Vázquez, P.** (2008). Ecological dynamics approach to decision making in sport. Training issues. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 4(71).
- Barton, C. J., Levinger, P., Crossley, K. M., Webster, K. E., Menz, H. B.** (2012). The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Biomechanics*, 27(7), 702–705.
- Bernstein, N. A., Latash, M. L., Turvey, M. T.** (1996). *Dexterity and its development*. Psychology Press.
- Bishop, D., Girard, O., Mendez-Villanueva, A.** (2011). Repeated-sprint ability—Part II. *Sports Medicine*, 41(9), 741–756.
- Bisseling, R. W., Hof, A. L., Bredeweg, S. W., Zwerver, J., Mulder, T.** (2007). Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, 41(7), e8–e8.
- Bosch, F., Cook, K.** (2015). *Strength training and coordination: an integrative approach*. Publishers Rotterdam.

- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., Ahmaidi, S.** (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715–2722.
- Button, C., Seifert, L., Chow, J. Y., Davids, K., Araujo, D.** (2020). *Dynamics of skill acquisition: An ecological dynamics approach*. Human Kinetics Publishers.
- Calleja-González, J., Mielgo-Ayuso, J., Sampaio, J., Delextrat, A., Ostojic, S. M., Marques-Jiménez, D., Arratibel, I., Sánchez-Ureña, B., Dupont, G., Schelling, X.** (2018). Brief ideas about evidence-based recovery in team sports. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(4), 545.
- Christina, K. A., White, S. C., Gilchrist, L. A.** (2001). Effect of localized muscle fatigue on vertical ground reaction forces and ankle joint motion during running. *Human Movement Science*, 20(3), 257–276.
- Colosio, A. L., Pedrinolla, A., Da Lozzo, G., Pogliaghi, S.** (2018). Heart rate-index estimates oxygen uptake, energy expenditure and aerobic fitness in rugby players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 633.
- Cometti, G.** (1998). *La pliometría*. Inde.
- Cortes, N., Onate, J., & Morrison, S. (2014). Differential effects of fatigue on movement variability. *Gait & Posture*, 39(3), 888–893.
- Cronin, J., McNair, P. J., Marshall, R. N.** (2001). Velocity specificity, combination training and sport specific tasks. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(2), 168–178.
- Davids, K. W., Button, C., Bennett, S. J.** (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach*. Human Kinetics.
- Davids, K., Araújo, D., Vilar, L., Renshaw, I., Pinder, R.** (2013). An ecological dynamics approach to skill acquisition: Implications for development of talent in sport. *Talent Development and Excellence*, 5(1).
- Dutta, P., Subramaniam, S.** (2001). 56 EFFECT OF SIX WEEKS OF ISOKINETIC STRENGTH TRAINING COMBINED WITH SKILL TRAINING ON FOOTBALL KICKING PERFORMANCE. *Science and Football IV*, 3(3), 333.
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., Karduna, A. R.** (2006). Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(3), 224–235.

- Edwards, S., Steele, J. R., McGhee, D. E., Beattie, S., Purdam, C., Cook, J. L.** (2010). Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *42*(11), 2072–2080.
- Fajen, B. R., Riley, M. A., Turvey, M. T.** (2008). Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, *40*(1), 79–107.
- Fingelkurts, A. A., Fingelkurts, A. A.** (2004). Making complexity simpler: multivariability and metastability in the brain. *International Journal of Neuroscience*, *114*(7), 843–862.
- Fort, A., Rodríguez, R.** (2013). Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts Medicina de l'Esport*, *xx*.  
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.05.003>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S., 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.
- Gibson, J. J.** (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Miffling
- Guia, N. M. V.** (2009). *Treino da Tomada de Decisão do Treinador Análise da Influência dos Constrangimentos Metadecisionais*. Universidade Técnica de Lisboa (Portugal).
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., Myer, G. D.** (2010). Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations—update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, *5*(4), 234.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21655382/>
- Hewett, T. E., Paterno, M., Myer, G. D.** (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, *402*, 76–94.
- Hewett, T. E., Stasi, S. L. di, Myer, G. D.** (2013). *The American Journal of Sports Medicine Current Concepts for Injury Prevention in Athletes After Anterior Cruciate*.  
<https://doi.org/10.1177/0363546512459638>
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., Banzer, W.** (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *42*(3), 413–421.
- Jukic, I., Prnjak, K., Zoellner, A., Tufano, J. J., Sekulic, D., Salaj, S.** (2019). The importance of fundamental motor skills in identifying differences in performance levels of U10 soccer players. *Sports*, *7*(7), 178.

- Kelso, J. A. S.** (1991). Behavioral and neural pattern generation: The concept of neurobehavioral dynamical systems. *Cardiorespiratory and motor coordination* (pp. 224–238). Springer.
- Kelso, J. A. S., Schöner, G., Scholz, J. P., Haken, H.** (1987). Phase-locked modes, phase transitions and component oscillators in biological motion. *Physica Scripta*, *35*(1), 79.
- Kokstejn, J., Musalek, M., Wolanski, P., Murawska-Cialowicz, E., Stastny, P.** (2019). Fundamental motor skills mediate the relationship between physical fitness and soccer-specific motor skills in young soccer players. *Frontiers in Physiology*, *10*, 596.
- Lee, H.-M., Liaw, J.-J., Cheng, C.-K., Tan, C.-M., Shih, J.T.** (2003). Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clinical Biomechanics*, *18*(9), 843–847.
- Lephart, S. M., Jari, R.** (2002). The role of proprioception in shoulder instability. *Operative Techniques in Sports Medicine*, *10*(1), 2–4.
- Lloyd, D. G.** (2001). Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *31*(11), 645–654.
- López-Segovia, M., Marques, M. C., van den Tillaar, R., González-Badillo, J. J.** (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, *30*, 135.
- Manolopoulos, E., Katis, A., Manolopoulos, K., Kalapotharakos, V., Kellis, E.** (2013). Effects of a 10-week resistance exercise program on soccer kick biomechanics and muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(12), 3391–3401.
- Memmert, D.** (2009). Pay attention! A review of visual attentional expertise in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *2*(2), 119–138.
- Newell, K. M., Broderick, M. P., Deutsch, K. M., Slifkin, A. B.** (2003). Task goals and change in dynamical degrees of freedom with motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*(2), 379.
- Oshita, K., Yano, S.** (2012). Association of force steadiness of plantar flexor muscles and postural sway during quiet standing by young adults. *Perceptual and Motor Skills*, *115*(1), 143–152.
- Preatoni, E., Hamill, J., Harrison, A. J., Hayes, K., Van Emmerik, R. E. A., Wilson, C., Rodano, R.** (2013). Movement variability and skills monitoring in sports. *Sports Biomechanics*, *12*(2), 69–92.

- Renshaw, I., Davids, K., Shuttleworth, R., Chow, J.** (2009). Insights from ecological psychology and dynamical systems theory can underpin a philosophy of coaching. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 580–602.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., Hawley, J. A.** (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465–485.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., Zelaznik, H. N.** (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human kinetics.
- Schöner, G., Kelso, J. A. S.** (1988). Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems. *Science*, 239(4847), 1513–1520.
- Seirul-lo, F.** (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Mastercede.
- Seirul-lo, F.** (1993). Preparación física aplicada a los deportes de equipo: Balonmano. *Cuaderno Técnico Pedagógico*, 7.
- Serrano, J. L. A.** (2012). La planificación actual del entrenamiento en fútbol.: Análisis comparado del enfoque estructurado y la periodización táctica. *Acción motriz*, 8, 27–37.
- Shalfawi, S. A. I., Haugen, T., Jakobsen, T. A., Enoksen, E., Tønnessen, E.** (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 2966–2972.
- Siff, M., Verkhoshansky, Y. V.** (1996). Supertraining. Special strength training for sporting excellence. Sports Training Co. Escondido.
- Silva, J. R., Magalhães, J., Ascensão, A., Seabra, A. F., Rebelo, A. N.** (2013). Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 20–30.
- Sleivert, G., Taingahue, M.** (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 46–52.
- Spencer, J. P., Schöner, G.** (2003). Bridging the representational gap in the dynamic systems approach to development. *Developmental Science*, 6(4), 392–412.
- Stergiou, N., Harbourne, R. T., Cavanaugh, J. T.** (2006). Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(3), 120–129.

- Tous-Fajardo, J.** (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Editorial Hispano Europea.
- van Hooren, B., Meijer, K., McCrum, C.** (2019). Attractive Gait Training: Applying Dynamical Systems Theory to the Improvement of Locomotor Performance Across the Lifespan . In *Frontiers in Physiology*, 9. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2018.01934>
- Weyand, P. G., Sandell, R. F., Prime, D. N. L., Bundle, M. W.** (2010). The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of Applied Physiology*, 108(4), 950–961.
- Williams, G. N., Chmielewski, T., Rudolph, K. S., Buchanan, T. S., Snyder-Mackler, L.** (2001). Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(10), 546–566.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., Kenny, W. L.** (1999). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics Publishers.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J.** (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288.
- Wojtys, E. M., Wylie, B. B., Huston, L. J.** (1996). The effects of muscle fatigue on neuromuscular function and anterior tibial translation in healthy knees. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(5), 615–621.
- Ziv, G., Lidor, R.** (2010). Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332–339.