Lectura integradora

El objetivo de esta lectura integradora es presentar un resumen de los conceptos expuestos a lo largo de este curso.

Los **deportistas de conjunto** (basquetbolistas, futbolistas, voleibolistas, etcétera) requieren de programas de entrenamiento específicos para optimizar sus prestaciones debido a que los requerimientos de cada individuo varían en función de sus propias características biológicas y psicológicas, del deporte en cuestión, de su posición en el campo, de la táctica y la estrategia del equipo, del calendario de competencia, etcétera.

La **fuerza** puede ser definida como la capacidad de generar tensión que tiene cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución (Knutgen, H.G., & Kraemer, W.J., 1987) de acuerdo a la segunda ley de Newton: $F = m \times a$ (siendo F: fuerza, m: masa, a: aceleración). Entonces: la capacidad de acelerar la masa de un sujeto o un implemento depende de la capacidad de los músculos de generar tensión. Desde el mismo punto de vista, la potencia es el producto de la fuerza por velocidad a la que el movimiento es desarrollado.

En muchos deportes, la producción de **potencia muscular** es uno de los factores más importantes desde el punto de vista fisiológico para tener éxito deportivo (Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M. & Sanders, R., 2002). Desde esta perspectiva, existen dos variables fundamentales a comprender:

1) La tasa de desarrollo de la fuerza.
2) La máxima potencia.

La primera está asociada al concepto de *fuerza explosiva* y se relaciona directamente con la capacidad de acelerar objetos, incluyendo la propia masa corporal (Schmidtbleitcher, D., 1992). Las acciones musculares que maximizan las producciones de potencia consisten en saltos, lanzamientos y golpeos (en los que se incluye tanto el patear como el impacto con los manos). Estas acciones son propias de los deportes colectivos, se caracterizan por emplear velocidades máximas y son altamente dependientes de la fuerza y potencia muscular (Young, W. B., & Bilby, G. E., 1993). Asimismo, los cambios de dirección, fintas y aceleraciones también son dependientes de la fuerza y potencia.

Según Zatsiorsky (2006), le toma 400 ms a un individuo alcanzar su máxima producción de fuerza isométrica. Sin embargo, durante las acciones de juego, el tiempo es limitado y los jugadores deben aplicar la

máxima fuerza posible en periodos de tiempo muy cortos (antes ya vimos que el impacto de un balón en el fútbol dura como máximo 15 ms y que el contacto en el suelo en un *sprint* de un velocista dura aproximadamente 70 ms). Por eso es importante entender que las ganancias de fuerza no siempre se traducen en mejoras en la *performance* de las acciones de juego.

El entrenamiento con ejercitaciones del tipo *baja velocidad-alta producción de fuerza*, como por ejemplo: las sentadillas pesadas, elevará solo una de las terminaciones de la curva fuerza-velocidad y no será suficiente para incrementar la velocidad ni la explosividad de los movimientos, ya que generar grandes cantidades de fuerza y la habilidad de aplicarla a la máxima velocidad posible son dos cosas distintas. Por eso, entrenar con cargas y velocidades específicas producirá incrementos en la activación muscular.

Las adaptaciones del sistema nervioso como respuesta al entrenamiento de la potencia muscular difieren de las del entrenamiento tradicional de sobrecarga que estimula la hipertrofia muscular. El entrenamiento de potencia genera una mayor activación de unidades motoras (UM), reclutamiento selectivo y sincronización de esas UM con un umbral más elevado. Este aumento en la activación muscular, la mejora en la interacción entre sinergistas y la disminución en la coactivación de los antagonistas contribuyen a la mejora en la producción de potencia.

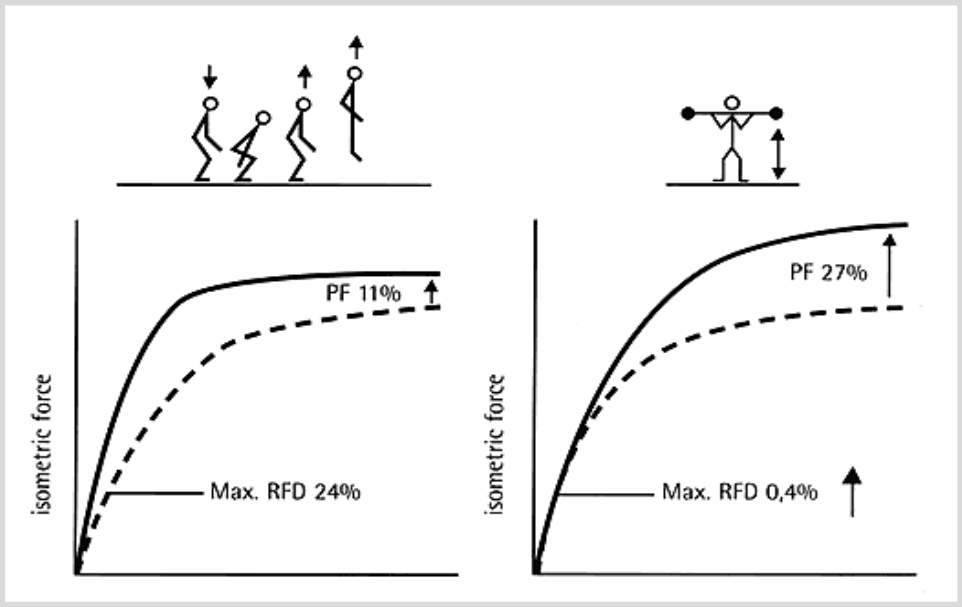
El uso de cargas muy elevadas para el entrenamiento de la fuerza se basa en el llamado **principio del tamaño** (Henneman, E., 1957), según el cual las UM se reclutan desde las que tienen umbrales más bajos (más pequeñas) a las de umbrales más elevados (más grandes). Las primeras están compuestas predominantemente por fibras tipo I, típicamente bien "equipadas" para actividades de resistencia, es decir, larga duración y relativamente baja intensidad. Las UM de alto umbral tienen fibras musculares tipo II, las cuales son más fatigables pero producen una tasa de potencia mayor que las de tipo I. El reclutamiento de estas UM se verá incrementado a medida que la fuerza requerida también aumente.

También existe una correlación positiva entre la potencia y la fuerza máxima tanto en actividades que involucran al tren superior como inferior del cuerpo. Hemos visto que ejercicios de fuerza máxima (elevada fuerza-ejecución lenta), tales como sentadillas, contribuyen a la mejora de actividades explosivas ya que todos los movimientos de esta índole comienzan desde cero o desde velocidades lentas, y contribuyen a generar grandes cantidades de potencia en su fase de aceleración. Pero el uso de alta velocidad en estos movimientos o el entrenamiento con cargas muy pesadas y lenta ejecución pueden afectar también de manera negativa a la producción de altos niveles de fuerza. Es por ello que hemos visto cómo la fuerza en sentadillas y en cargadas o arranques

se correlaciona muy bien con el salto vertical pero considerablemente mal con la performance en sprints.

Si el tiempo de contacto con el piso de un deportista aumenta, esto significa que hay mayor tiempo para ejercer la fuerza y que puede verse incrementada la capacidad para la acción realizada. Sin embargo, en la mayoría de los movimientos deportivos, la aplicación de la fuerza ronda entre 0,1 y 0,2 segundos, por eso la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), entendida como la capacidad del sistema neuromuscular de producir la mayor cantidad de fuerza en el mínimo tiempo posible, tiene un rol determinante en la mejora de la performance deportiva. Las acciones propias del deporte son tan veloces que no cuentan con el tiempo para producir manifestaciones máximas. Es por ello que, en deportes de conjunto, no son los deportistas más fuertes sino aquellos que pueden producir más fuerza en el menor tiempo posible los que corren con ventaja; y para alcanzar mayor fuerza y velocidad en estos movimientos, el entrenamiento debería enfocarse en mejorar la RFD. Mientras que la utilización de cargas máximas incrementa la altura de la curva de la fuerza velocidad, la RFD anticipa la curva, lo que significa alcanzar un nivel más elevado de fuerza muscular en las fases tempranas de la contracción muscular (ver Figura 1).

Figura 1: Efectos del entrenamiento con saltos y con cargas pesadas en la fuerza isométrica máxima y la velocidad de desarrollo de la fuerza



Fuente: Baker, Wilson, & Carlyon, 1994.

Hay una gran cantidad de estudios que muestran que para incrementar las manifestaciones de potencia, los deportistas deberían entrenar a velocidades y resistencias elevadas. En movimientos monoarticulares la máxima potencia se registra alrededor del 30 % de 1 RM, sin embargo,

Newton y Kraemer (1994) demostraron que el entrenamiento con cargas bajas de entre 30 % y 45 % de 1 RM a velocidades máximas, disminuye la producción de potencia significativamente durante la segunda mitad del rango de movimiento. Esto ocurre como consecuencia de la activación de los músculos antagonistas y la ausencia de actividad de los agonistas para lograr desacelerar la barra y alcanzar la velocidad cero hacia el final del movimiento. La desaceleración total es del 24 % del total del recorrido con una carga pesada y del 52 % con una carga liviana (Elliott, B. C., Wilson, G. J., & Kerr, G. K., 1989).

La utilización de movimientos balísticos, donde la carga puede ser golpeada, lanzada o liberada, permite que la aceleración y la potencia se vean incrementadas durante el completo ángulo de movimiento. Levantamientos olímpicos, ejercicios balísticos y pliométricos son, entonces, muy superiores a los ejercicios tradicionales para producir potencia, puesto que, cuando los utilizamos, entrenamos al sistema para desacelerar el movimiento en su fase final. Estos ejercicios no adhieren al principio del tamaño; al realizarlos a gran velocidad con grandes producciones de potencia, las unidades motoras de alto umbral se activan primero.

Los levantamientos de pesas

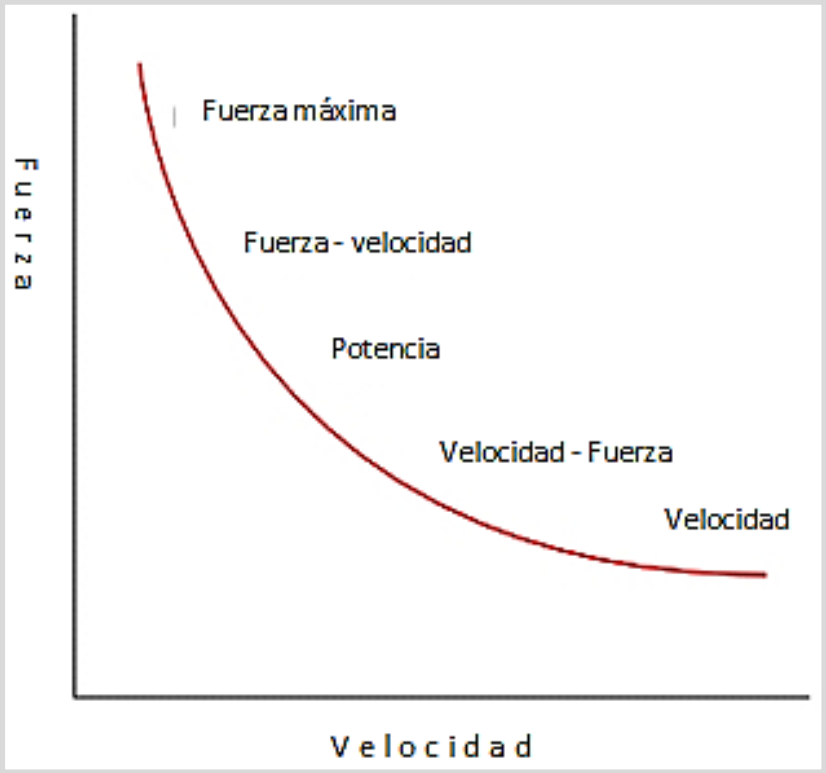
Este tipo de movimientos son las actividades de mayor generación de potencia desarrolladas por el ser humano (Haff, G. G., Whitley, A., & Potteiger, J. A., 2001). El arranque y el envión exhiben valores mayores a los demostrados por la sentadilla y el peso muerto (Garhammer, J., 1993). En la preparación de los deportistas de equipo se utilizan variantes de estos ejercicios llamados ***derivados del levantamiento de pesas (DLP)***; estos son versiones de los ejercicios de competición que respetan la biomecánica diferente que presentan, por ejemplo, jugadores de baloncesto, balonmano u otros de gran talla como los voleibolistas. Según Hoffmann, Cooper, Wendell y Kang (2004), los DLP permiten a los deportistas:

1) Activar un gran número de unidades motoras de manera veloz y simultánea.
2) Aprender a aplicar fuerza de manera secuenciada y coordinada.
3) Imprimir una gran aceleración a la barra.
4) Utilizar el ciclo de estiramiento acortamiento con grandes cargas.
5) Entrenar los mismos grupos musculares que se utilizan en los gestos deportivos.
6) Mejorar la fuerza explosiva.
7) A su vez, estos ejercicios son desafiantes para el atleta.

En Norteamérica estos ejercicios son ampliamente utilizados por los entrenadores de ligas como la NBA (National Basketball Association) (el

95 % de los entrenadores reconocen implementarlos en sus programas de fuerza) NFL (National Football League) (el 88 %) y NHL (National Hockey League) (el 100 %) (Simenz, C. J, en: Dugan, & Ebben, 2005; Ebben, & Blackard, 2001; Ebben, Carroll, & Simenz, 2004).

Figura 2: La curva fuerza-velocidad



Fuente: elaboración propia

Para mejorar la RFD, los ejercicios en los que el implemento puede ser acelerado durante toda la amplitud de movimiento son superiores a aquellos en los que la barra no sale despedida por los aires. Solo queda determinar la carga de los ejercicios balísticos para optimizar la producción de potencia. El pico de potencia en ejercicios tradicionales (sentadillas y *press* plano) se encuentra alrededor del 30 % de 1 RM, pero esto puede variar según el ejercicio, si este es para tren superior o inferior, así como también de la experiencia del deportista (Baker, D., Nance, S., & Moore, M., 2001).

La adaptación del entrenamiento es específica a la velocidad de ejecución de los ejercicios realizados (Behm, D. G., & Sale, D. G., 1993). Entrenar con cargas pesadas y velocidad lenta resulta en grandes incrementos de potencia para movimientos de baja velocidad y gran fuerza, mientras que el entrenamiento balístico con cargas bajas provoca los mayores incrementos en la velocidad de los movimientos. Es necesario que se incorporen al entrenamiento ejercicios que abarquen la longitud completa de la curva fuerza-velocidad con la intención de

optimizar la performance de nuestros deportistas (McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U., 2002). Verkhoshansky, Y., y Siff, M. C. (2004) propusieron una distinción entre velocidad-fuerza y fuerza-velocidad. Estas dos manifestaciones pertenecerían a distintas áreas de la curva y requerirían diferentes modalidades de entrenamiento.

Si los ejercicios pliométricos y *sprints* son realizados a velocidades máximas de movimiento y a bajos valores de fuerza máxima (debido a no utilizar ninguna carga externa), estos ejercicios se ubican en el extremo derecho de la curva. Saltos con carga entre el 10 % y el 45 % de 1 RM promueven los mayores incrementos de velocidad-fuerza. La carga óptima para maximizar la producción de potencia en los DLP se encuentra en un rango de 60 % a 80 % de 1 RM, y es, por lo tanto, ideal para mejorar la parte de fuerza–velocidad en la curva (ver Figura 2).

Lo expuesto anteriormente hace referencia a aspectos generales del trabajo de la fuerza. Ahora bien, haciendo referencia al deporte colectivo, por ejemplo, el balonmano, Seirulo (1990) hace la siguiente distinción entre las manifestaciones de fuerza:

- Fuerza para lanzar o pasar.
- Fuerza para saltar.
- Fuerza para los diferentes tipos de desplazamiento que acontecen en un encuentro:
  - Desplazamientos con oposición o lucha.
  - Desplazamientos de carrera en sus diversas formas.

Los **desplazamientos** son un aspecto fundamental del juego. Los mismos son la base sobre la que se desarrollan las otras habilidades motrices. Debido a éstos, el jugador puede moverse y crear/ocupar espacios que supongan obtener ventajas sobre el rival, ya sea en acciones defensivas como ofensivas. Para ello los deportistas deben ser capaces de acelerar, frenar y cambiar de dirección a velocidades máximas, lo que requiere elevadísimos niveles de fuerza no solo de las piernas sino también de la musculatura lumbopélvica para que estas acciones sean eficaces.

Los **saltos** por su parte, participan en las acciones más importantes del juego, tanto a la hora de atacar (lanzamientos en suspensión, rematar una bola, una entrada a canasta o al realizar fintas) como así también al momento de defender, cuando el deportista debe intentar realizar bloqueos. Por lo tanto, la optimización de esta capacidad tiene un carácter prioritario al momento de obtener ventajas en los gestos descritos anteriormente, pero también, al incrementar esta capacidad, la misma tiene una influencia enorme sobre los desplazamientos y las situaciones de lucha y contacto físico.

Los **lanzamientos** constituyen las acciones más atractivas e importantes de un encuentro puesto que la resolución de todas las situaciones tácticas tiene como finalidad lograr un buen lanzamiento. Estos gestos requieren de niveles muy elevados de fuerza explosiva.

Para finalizar, en las situaciones agonísticas de lucha, dos o más jugadores se enfrentan para lograr la posesión de un espacio o el móvil, lo que ocasiona contacto físico entre ellos. Estas acciones ocurren principalmente en espacios tanto de ataque como defensa y afectan a todos los jugadores. Para conseguir obtener ventajas en estas situaciones se requiere alcanzar elevados niveles de fuerza general, ya sea para el mantenimiento de una posición ganada como así también para conseguir un desmarque que permita ocupar el espacio disputado.

Seirulo (1990) en el afán de desarrollar la capacidad de fuerza en los deportes de equipo propuso una metodología novedosa para su época con el fin de facilitar la transferencia de ésta capacidad a las acciones de juego, propuesta que consta de cuatro **niveles de aproximación**, en donde los ejercicios se corresponden a un nivel determinado dependiendo de la relación o especificidad a las condiciones de ejecución en la competencia.

Una vez conocidos los requerimientos fisiológicos propios de la disciplina deportiva, es imprescindible identificar cuáles son las conductas motrices que se manifiestan

Los niveles se organizan de modo que las tareas a realizar tengan mayor o menor similitud al gesto propio del juego. Para ello es importante distinguir los factores a tener en cuenta: tanto los que corresponden a la tarea (los recursos del entorno, los diversos tipos de activaciones musculares, el tipo de sobrecarga y cantidad de acciones), como al gesto (variantes en el tipo de ejecución, combinar movimientos y modificar el espacio).

De este modo, siguiendo a Seirulo (1990), se definen 4 niveles de aproximación:

- General.
- Dirigido.
- Especial.
- Competitivo.

Según esta metodología, no se pretende elevar los valores de fuerza en condiciones aisladas y de manera general sin un rumbo, sino que se

intenta darle a las acciones una dirección clara para la optimización de gestos concretos con las características propias del juego. En este sentido, tanto la fuerza desarrollada como la tarea que se emplea tienen que orientarse de manera específica a acciones que permitan al jugador optimizar su performance técnica y de esta manera el rendimiento deportivo.

Las adaptaciones fisiológicas que persigue éste tipo de entrenamiento son: incremento de la coordinación neuromuscular (intra e intermuscular) por un mayor reclutamiento de unidades motoras y un aumento de la frecuencia de disparo de estímulos nerviosos, lo que permite mayor sincronización y actividad refleja del músculo, y también una disminución de los mecanismos inhibidores de la capacidad de generar máxima tensión muscular (Rosal Asensio, T., 2002).

Entrada en calor - Fuerza - PAP - Prevención de lesiones

La primera parte del entrenamiento es fundamental para el deportista porque es preparatoria para la parte central de la sesión, tanto desde un punto de vista fisiológico como socioafectivo y neuromuscular. En este momento podemos incorporar ejercicios de fortalecimiento que le permitan al jugador afrontar las exigencias del entrenamiento y competición con un menor riesgo de lesionarse.

En reposo, nuestros organismos se encargan de que todo funcione apropiadamente. Durante la actividad física todos los sistemas operan a un nivel más intenso para tolerar el ejercicio: se da un incremento en el volumen respiratorio para llevar más oxígeno a los pulmones, el corazón reparte más sangre oxigenada a los músculos para que estos puedan trabajar y remover desechos generados en la transferencia de energía, los vasos sanguíneos se expanden para recibir oxígeno, hormonas y nutrientes en áreas que los necesiten mientras que las áreas menos utilizadas se estrechan para reducir el flujo sanguíneo, etcétera. Todo eso ocurre de manera muy eficiente y a una temperatura mayor que la de reposo, y justamente la mejor manera de subirla es a través de una entrada en calor progresiva, empezando despacio y posponiendo el trabajo más intenso para los minutos precedentes a la sesión o competición (Kirkendall, D., 2014).

Este calentamiento puede ser realizado simplemente corriendo e con ejercicios de incremento de la velocidad de manera gradual. Pero en los deportes colectivos existen otras necesidades y requerimientos, por lo que toda rutina de entrada en calor debería incorporar, además de esta activación aeróbica, estiramientos dinámicos, alguna forma de tarea de agilidad y control motor, ejercicios de fuerza compensatorios y/o preventivos, de estabilidad estática y/o dinámica y actividades de CEA.

Tareas de fuerza y estabilidad en esta parte de la sesión han comprobado su eficacia no solo en el fútbol gracias al programa 11+ de FIFA (Fédération Internationale de Football Association), sino también en una multiplicidad de disciplinas como el baloncesto, hockey, rugbi y vóleibol, entre otras.

Otro aspecto a tener en cuenta al momento de realizar una entrada en calor es la **potenciación post-activación (PAP),** definida como el aumento agudo y temporario de la *performance* muscular como consecuencia de una contracción muscular previa, generalmente a partir de un ejercicio de sobrecarga de muy alta intensidad (Turner, & Fletcher, 2014). Autores como Sale (2002) y Hogdson, Docherty y Robbins (2005) han estudiado el fenómeno del PAP exhaustivamente y, de lo analizado, han propuesto dos mecanismos potenciales: uno a nivel neural y el otro a nivel celular. Según el primero, realizar contracciones máximas o cercanas al máximo previamente a la realización de ejercicios explosivos sin carga, estimula al sistema nervioso central (SNC) de manera que se ve incrementado el reclutamiento de UM de alto umbral. La cantidad de fibras rápidas activadas se ve aumentada luego de levantar cargas pesadas, lo que provoca una mejora en la realización del ejercicio balístico subsiguiente. A nivel celular, la PAP aumenta la fosforilación de las cadenas livianas de miosina, lo que incrementa la sensibilidad de las uniones de actina y miosina al ion calcio (Ca+) y, de esta manera, se produce un incremento en la velocidad de las contracciones.

Ejercicios tradicionales como el *press* plano y las sentadillas, DLP como cargadas de potencia o arranques así como también ejercicios explosivos son efectivos a la hora de inducir el efecto de la PAP. La gran mayoría de los protocolos utilizan cargas muy intensas que van desde el 87 % al 93 % de 1 RM. El periodo de descanso entre el ejercicio potenciador y la tarea es variable, depende en gran medida del nivel de entrenamiento del sujeto, del ejercicio potenciador del que se trate y de la tarea a ejecutar después. Seitz (2015) encontró que cuando se utilizan sentadillas, el tiempo de espera puede variar entre 4 y 12 minutos; por su parte, las cargadas requieren una pausa de alrededor de 7 minutos, el *press* plano de 3 a 16 minutos y cuando utilizamos ejercicios pliométricos hacen falta periodos más cortos, de 0 a 4 minutos. De todas formas, deportistas más fuertes responden de manera diferente a los más débiles, así como también el efecto aparece antes y en un grado mayor.

El *core*

Uno de los temas a los que más atención le han dedicado el entrenamiento deportivo y la literatura científica en los últimos años es el de la región lumbopélvica en cuanto a su estabilidad y generación de fuerza en los gestos competitivos. La estabilidad del *core* ha sido definida como la habilidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis para permitir la producción, transferencia y control óptimo

de fuerza y movimiento hacia los segmentos terminales en actividades integradas (Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A., 2006).

El rol de la musculatura lumbopélvica en la *performance* deportiva varía según la especificidad de la acción. Puede funcionar como estabilizadora de movimientos que requieren producción de torque para los músculos de las extremidades, tales como patear, golpear, batear y/o golpes de tenis. También puede generar fuerza rotacional (o asistirla) en lanzamientos o golpes sobre la cabeza como remates de vóleibol, servicios de tenis, lanzamientos en balonmano, etcétera. De todas formas, algunas investigaciones no encuentran una mejora significativa en acciones aisladas como el salto vertical, *sprints* o ejercicios de agilidad luego de un entrenamiento del *core*. Es por eso que se considera que la región lumbopélvica se comporta de manera altamente específica (Schilling, J., 2012).

La información sobre la efectividad del entrenamiento de estabilidad lumbopélvica en la mejora de los gestos deportivos está lejos de ser concluyente, sin embargo existen algunas aproximaciones: Wagner (2010) analizó la influencia de la fuerza isométrica o dinámica del *core* en la velocidad de los disparos de futbolistas universitarias con el objetivo de determinar si la musculatura lumbopélvica juega un rol importante en la estabilidad o si genera y transfiere fuerzas a los miembros durante los gestos deportivos. Las mayores correlaciones encontradas del disparo con la fuerza isométrica fueron atribuidas a la acción estabilizadora del *core* sobre el tronco por resistir a cualquier contramovimiento (que resultaría en una pérdida de fuerza durante la acción de patear). Sæterbakken, Van den Tillaar y Seiler (2011) analizaron la influencia de un programa de entrenamiento de *core* en superficies inestables y de ejercicios de cadena cerrada en la velocidad del lanzamiento de balonmano en jugadoras juveniles Luego de siete semanas de trabajo, encontraron incrementos significativos del 2 % al 7 % en los disparos. Los cambios fueron atribuidos a una mejora en la estabilidad a la hora de lanzar.

Aunque algunos estudios muestren resultados positivos en acciones específicas como lanzamientos y disparos luego de programas de entrenamiento del *core*, los deportistas precisan la ejecución de movimientos aproximados a los gestos deportivos, es decir, más específicos, más que la repetición aislada de tareas sin relación con ellos. Esto quiere decir que se debe estimular esta musculatura en la repetición de gestos aproximados a las acciones propias del deporte y no de manera aislada (Willardson, J. M., 2007).

Una buena opción para fortalecer esta región corporal es la utilización de medios como el entrenamiento en suspensión, bases inestables, Bosu, physio balls, etcétera. El sistema propioceptivo (aquel que brinda el sentido de posición relativo a la ubicación del cuerpo y la fuerza

empleada en un movimiento y que está compuesto por husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi en las articulaciones) se entrena de manera eficaz con estos dispositivos y constituyen una herramienta de gran valor en la estimulación del *core* (Behm, D. G., & Anderson, K. G., 2006). Su eficacia en la prevención de lesiones ha sido científicamente comprobada (Hüscher et al., 2009) y por tanto debiera ser incorporada en los programas de entrenamiento de cualquier equipo deportivo.

Trabajo muscular excéntrico – dispositivos isoinerciales

En los últimos 20 años la ciencia ha ido demostrando los beneficios de la inclusión del **trabajo muscular excéntrico (TME)** en los deportes colectivos. Esto les ha permitido a investigadores, entrenadores y kinesiólogos crear protocolos de ejercicio relacionados con este tipo de activación muscular, así como desarrollar maquinaria específica para el entrenamiento que provoque este tipo de sobrecarga a nivel muscular. De este modo, el TME ha ido ganando más espacio en el entrenamiento de la fuerza debido a su comprobado beneficio tanto en el rendimiento como en la prevención de lesiones (Mateo Cortés, J., 2013).

Las lesiones musculares (especialmente de la musculatura isquiotibial) son las más recurrentes en los deportes como el fútbol, fútbol americano y rugby, así como también en velocistas. En muchos casos estos infortunios causan una considerable pérdida de tiempo de entrenamiento y competición, lo que conlleva importantes pérdidas económicas y una disminución en la *performance* (Opar, M. D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J., 2012). Mair, Seaber, Glisson & Garrett (1996) nos indican que la mayoría de las lesiones musculares que se producen en el deporte son consecuencia de una activación excesiva del músculo cuando este se encuentra alargado; esto ocurre sobre todo en maniobras de carrera y cambio de dirección. La fase excéntrica produce picos de activación muscular mayores en comparación a la fase concéntrica de la misma acción, lo cual hace que la capacidad de absorción de energía muscular sea menor y por consiguiente se genere una rotura muscular. En deportes como el fútbol o rugby, para la musculatura del recto anterior se debe prestar especial atención a los disparos y la carrera en sprints largos, produciéndose aceleraciones y desaceleraciones de gran intensidad que pueden dar lugar a la aparición de lesión. En cambio, los abductores y la musculatura isquiosural es más vulnerable en acciones vinculadas a la carrera, con sprints cortos que incluyan cambios de dirección, desaceleraciones rápidas, frenos y arranques bruscos y también en movimientos de rotación (Romero, D., & Tous, J., 2010).

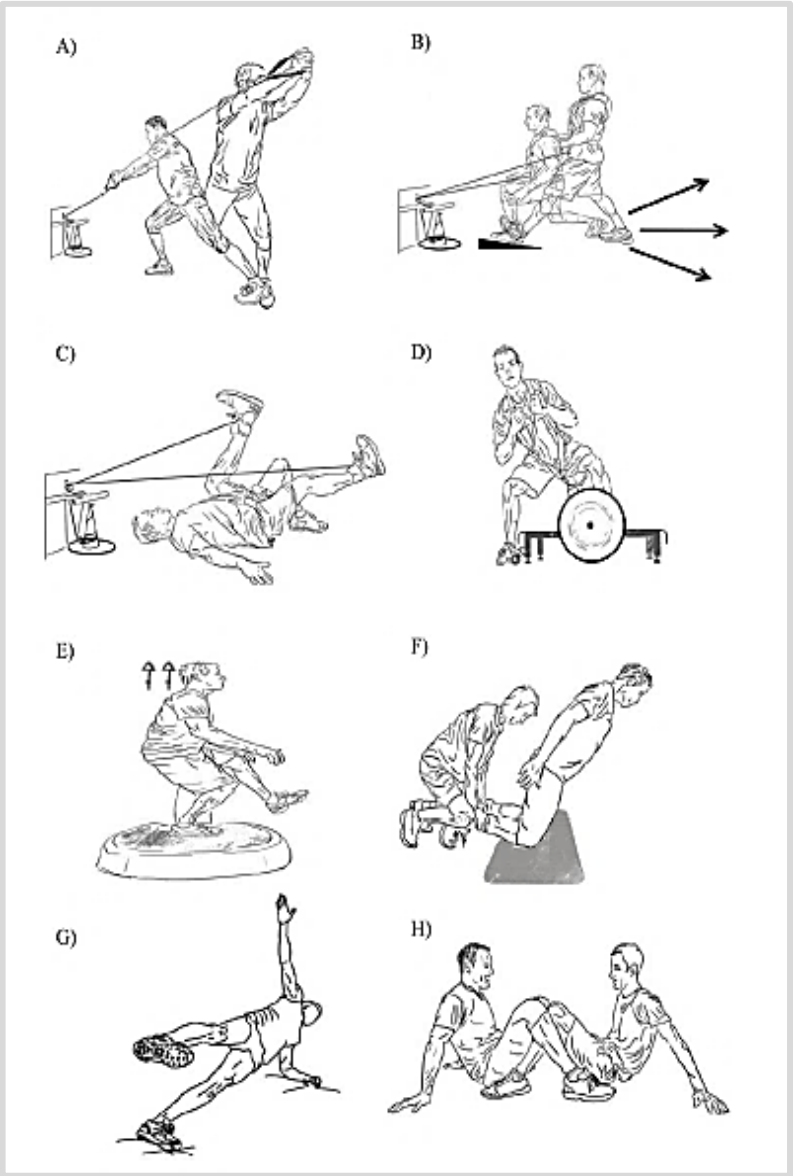
En el fútbol de alto rendimiento, el tiempo para el entrenamiento de la fuerza durante la temporada es limitado. Por tanto, la búsqueda de estrategias eficientes que permitan al mismo tiempo mejorar la *performance* en acciones específicas y prevenir lesiones parece crucial. Debido a la naturaleza aleatoria de los movimientos del fútbol, se da la

necesidad de introducir métodos de entrenamientos más desafiantes que le permitan al deportista percibir diversas posibilidades de acción; esto puede suponer unos comportamientos emergentes nuevos y generar sinergias de movimiento óptimas (Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2015). Por lo tanto, se hace imprescindible incorporar variabilidad y diferentes contextos a los entrenamientos con el objetivo de incrementar la eficiencia de las prácticas y optimizar el rendimiento de los jugadores.

En este contexto aparece la utilización de máquinas Yo-Yo, las poleas isoinerciales y los tirantes musculadores. Como hemos podido observar a lo largo de las anteriores lecturas, el entrenamiento muscular excéntrico produce una reducción a largo plazo del número de lesiones, así como una mejora del rendimiento.

Tous-Fajaro (2016) encontró que un programa de dos series de 6 a 10 repeticiones de ocho ejercicios de sobrecarga excéntrica que involucren el propio peso corporal y máquinas isoinerciales (ver Figura 5), una vez por semana durante 11 semanas, supone una mejora no solo en la habilidad de cambiar de dirección, sino también en la velocidad lineal y en saltos con contramovimiento, lo que sugiere que este paradigma es una vía efectiva de promover adaptaciones efectivas en el rendimiento de los deportistas.

Figura 3: Ejercicios de sobrecarga excéntrica con peso corporal y máquinas isoinerciales



Fuente: Tous-Fajardo, 2016, p. 68.

El jugador está *cansado*

Hemos visto que uno de los aspectos más importantes en el rendimiento de un deportista es la capacidad de recuperarse después de un partido o de un entrenamiento y que los grandes equipos y jugadores son capaces de mantener elevados estados de forma no solo luego de un encuentro, sino durante partidos sucesivos o torneos.

El estudio de la fatiga comenzó en 1915 cuando Mosso propuso que:

> Al levantar un peso debemos tener en cuenta dos factores, ambos susceptibles a la fatiga: el primero es de origen central y puramente nervioso - llámese voluntad -; el segundo es periférico, y es la energía potencial de los aspectos biológicos transformados en trabajo mecánico (como se cita en Noakes, T. D., 2012, p. 2).
>
> Llevó más de un siglo descubrir que lo que Mosso pensaba era una obviedad: el cerebro y los músculos alteran su funcionamiento durante el ejercicio, los cambios musculares se caracterizan por una disminución en la fuerza y velocidad de contracción y la fatiga es principalmente una emoción que forma parte de una regulación compleja del organismo cuyo objetivo es proteger al cuerpo de posibles daños. El mecanismo de fatiga es una de las maravillas del cuerpo humano" (Noakes, T. D., 2012, p. 3).

A la hora de proporcionarle al deportista medios de recuperación es fundamental reconocer la **etiología de la fatiga**. El conocimiento de los mecanismos de fatiga de una disciplina y sus practicantes ayudaría mucho a ajustar la planificación de los entrenamientos, las estrategias de recuperación y a mantener el rendimiento. También debemos tener en cuenta que en los deportes colectivos existen variables que influyen en la disminución de la *performance* relacionadas más con aspectos mentales que fisiológicos, algunas de estas son: el estado del marcador, el nivel del oponente, si el juego es en casa o de visitante, entre otras, así como también influye la aparición de acontecimientos que desencadenan modificaciones importantes en el comportamiento de los jugadores tales como un fallo arbitral adverso, enfrentar la reprobación del propio público, o una discusión entre compañeros por citar algunos ejemplos. Todas estas variables deberían incorporarse al análisis del rendimiento del deportista ya que permitirían explicar, en parte, las causas de la fatiga, así como también permitirían proponer estrategias de recuperación adecuadas (Lago Peñas, C. Martín Acero, R., Seirul-lo Vargas, F., Alcalde, J., y Hernández Moreno, J., 2011).

El rol del entrenador

El entrenador es una pieza clave en la optimización del deportista; la tarea de proveer el *feedback* adecuado en el momento justo y la palabra exacta en el momento indicado puede marcar la diferencia en la performance del jugador. En el entrenamiento de fuerza, por su parte, la presencia de un profesional responsable está ampliamente justificada.

Mazzetti et al. (2000) investigaron las ganancias de fuerza y potencia bajo la supervisión de un entrenador. Para ello dividieron a los individuos de su estudio en dos grupos y les asignaron el mismo entrenamiento durante 12 semanas. Un grupo contaba con la asistencia de un entrenador y otro grupo sin ella. Los sujetos fueron testeados en la fuerza máxima de sentadillas, *press* plano, la potencia en saltos con carga y en composición corporal. Los autores encontraron mejoras significativas de todas las variables analizadas en el grupo bajo supervisión directa.

Los mismos resultados fueron encontrados por Coutts, Murphy y Dascombe (2004), quienes demostraron que la presencia de un entrenador también mejora la adherencia al programa de entrenamiento por parte de los deportistas e incrementa la intensidad y la carga. La presencia del entrenador permite a los atletas obtener una retroalimentación instantánea sobre la técnica, ya que estos velan por la seguridad en la ejecución de los ejercicios, incrementan la motivación y la competitividad de las sesiones.

Elegimos este tema para finalizar esta lectura porque consideramos fundamental la presencia del entrenador debido a que la actitud y la motivación en el trabajo son claves en la optimización del jugador y hacen a la diferencia.

Referencias

Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, B. (1994). Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength (Traducción propia). *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *68*(4), 350-355.

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *15*(1), 92-97.

Behm, D. G., & Anderson, K. G. (2006). The role of instability with resistance training (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 20(3), 716-722.

Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training (Traducción propia). *Sports Medicine*, *15*(6), 374-388.

Coutts, A. J., Murphy, A. J., & Dascombe, B. J. (2004). Effect of direct supervision of a strength coach on measures of muscular strength and power in young rugby league players (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(2), 316-323.

Ebben, W. P., & Blackard, D. O. (2001). Strength and conditioning practices of National Football League strength and conditioning coaches (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *15*(1), 48-58.

Ebben, W. P., Carroll, R. M., & Simenz, C. J. (2004). Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(4), 889-897.

Elliott, B. C., Wilson, G. J., & Kerr, G. K. (1989). A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press (Traducción propia). *Medicine & Science in Sports Exercise*, *21*(4), 450-462.

Garhammer, J. (1993). A Review of Power Output Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance Prediction, and Evaluation Tests (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(2), 76-89.

Haff, G. G., Whitley, A., & Potteiger, J. A. (2001). A Brief Review: Explosive Exercises and Sports Performance (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 23(3), 13-20.

Haugen, T., Haugvad, L., & Røstad, V. (2016) Effects of Core-Stability Training on Performance and Injuries in Competitive Athletes (Traducción propia). *Sportscience*, *20*(1), 1-7.

Henneman, E. (1957). Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge (Traducción propia). *Science*, 126(3287), 1345-1347.

Henneman, E., & Olson, C., (1965) Relations Between Structure and Function in the Design of Skeletal Muscles (Traducción propia). *Journal of Neurophysiology*, *28*(3), 581-598.

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation (Traducción propia). *Sports Medicine*, *35*(7), 585-595.

Hoffman, J., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(1), 129-135.

Hubscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hansel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010) Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review (Traducción propia). *Medicine & Science in Sports and Exercise*. 42(3) 413–421.

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function (Traducción propia). *Sports medicine*, *36*(3), 189-198.

Kirkendall, D. (2014). 10 FAQ about warm-up & injury prevention in football. *Aspetar Sports Medicine Journal* (Traducción propia). Recuperado de http://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=27

Knutgen, H.G., & Kraemer, W.J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance (Traducción Propia). *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1(1), 1-10.

Lago Peñas, C. Martín Acero, R., Seirul-lo Vargas, F., Alcalde, J., y Hernández Moreno, J. (2011). La relación de la fatiga con el rendimiento en los deportes de equipo. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, *25*(04), 05-15.

Mair, S. D., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Garrett, W. E. (1996). The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury (Traducción propia). *The American Journal of Sports Medicine*, 24(2), 137-143.

Mateo Cortés, J. (2013). *Efecto agudo del entrenamiento muscular excéntrico sobre la estabilidad del miembro inferior durante el aterrizaje después de caída desde diferentes alturas en jóvenes futbolistas de élite* (Trabajo de fin de Grado). Recuperado de https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/32702/TFG-51%20EFECTO%20AGUDO%20EXC%C3%89NTRICO%20SOBRE%20LA%20ESTABILIDAD%20DEL%20MIEMBRO%20INFERIOR%20DURANTE%20EL%20ATERRIZAJE%20%20EN%20J%C3%93VEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mazzetti, S. A., Kraemer, W. J., Volek, J. S., Duncan, N. D., Ratamess, N. A., Gomez, A. & Fleck, S. J. (2000). The influence of direct supervision of resistance training on strength performance (Traducción propia). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(6), 1175-1184.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *16*(1), 75-82.

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, *16*(5), 20-31.

Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis (Traducción propia). *Frontiers in physiology*, *3*(82), 1-13.

Opar, M. D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries (Traducción propia). *Sports medicine*, *42*(3), 209-226.

Romero, D., & Tous, J. (2010). *Prevención de lesiones en el deporte*. Madrid: Médica Panamericana.

Rosal Asensio, T. (2002). Entrenamiento de la Fuerza Explosiva en Balonmano. Propuesta de un Método de Entrenamiento de Contrastes. *Comunicaciones técnicas RFEBM*, *220*(1), 8-15.

Saeterbakken, A. H., Van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players

(Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(3), 712-718.

Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance (Traducción propia). *Exercise and sport sciences reviews,* 30(3), 138-143.

Schilling, J. (2012). The Role of the Anatomical Core in Athletic Movements (Traducción propia). *International Journal of Athletic Therapy and training*, *17*(4), 14-17.

Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. In P. V. Komi (Ed.), Strength and power in sport (pp. 381-395). London: Blackwell Scientific Publications.

Seirulo V. F. (1990). Entrenamiento de la fuerza en balonmano. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, *4*(6), 30-34.

Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis (Traducción propia). *Sports Medicine*, *46(2)*, 231-240.

Simenz, C. J., Dugan, C. A., & Ebben, W. P. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *19*(3), 495-504.

Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M. & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? (Traducción propia). *Physical Therapy in Sport*, *3*(2), 88-96.

Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Change of direction speed in soccer players is enhanced by functional inertial eccentric overload and vibration training (Traducción propia). *International journal of Sports & Physiology Performance*, *11*(1), 66-73.

Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications (Traducción propia). *Sports Medicine*, *44*(10), 1347-1359.

Verkhoshansky, Y., y Siff, M. C. (2004). *Superentrenamiento (Vol. 24)*. Barcelona: Paidotribo.

Wagner, J. S. (2010). *Convergent validity between field tests of isometric core strength, functional core strength, and sport performance variables in*

female soccer players (Tesis doctoral) (Traducción propia). Recuperado de http://scholarworks.boisestate.edu/td/162/

Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(3), 979-985.

Young, W. B., & Bilby, G. E. (1993). The Effect of Voluntary Effort to Influence Speed of Contraction on Strength, Muscular Power, and Hypertrophy Development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(3), 172-178.

Zatsiorsky, V. (2006). *Science and practice of Strength training* (Traducción propia). USA: Human Kinetics.

Zehr, E. P., & Sale, D. G. (1994). Ballistic movement: muscle activation and neuromuscular adaptation (Traducción propia). *Canadian journal of applied physiology*, *19*(4), 363-378.