

# Módulo 3. Programación de una sesión

## 3.1 Análisis de las variables que intervienen en la programación de una sesión

### 3.1.1 Elección y orden de los ejercicios

Existe una gran cantidad de maneras de catalogar los ejercicios a partir de las posibilidades que ofrece el entrenamiento de fuerza tradicional en el gimnasio. Algunas de estas son:

- Según la cadena cinemática (abierta o cerrada).
- Empuje o tracción.
- Monoarticulares o biarticulares.
- Bilateral o unilateral.

La organización de los ejercicios y el número de grupos musculares utilizados durante una sesión de entrenamiento afectan significativamente la manifestación de fuerza. En la literatura científica, por ejemplo, existen tres tipos básicos de rutinas:

- 1) De cuerpo completo.
- 2) Divididas en tren superior y tren inferior.
- 3) Rutinas divididas por grupo muscular.

Las rutinas de **cuerpo completo** suponen la realización de ejercicios que estresen todos los grupos musculares más importantes (se realizan entre uno y dos ejercicios por grupo muscular). En las rutinas **divididas en tren superior e inferior** se realiza una sesión de ejercicios para las piernas y otra sesión para los músculos del tronco y brazos. En las rutinas **divididas por grupo muscular** se realizan dos o más ejercicios por músculos específicos (por ejemplo: pecho y tríceps). Aunque los tres tipos de rutina sean efectivas para mejorar la fuerza, el primer tipo tiene más que ver con el entrenamiento de la fuerza en los deportes colectivos y es por ello que nos enfocaremos en su desarrollo. Los dos



tipos de rutina restantes se vinculan más con sesiones de hipertrofia características de levantadores de potencia o de *body builders*.

Pareciera ser que las metas individuales, el tiempo disponible, la frecuencia de entrenamiento y las preferencias personales determinan el tipo de trabajo a realizar. La diferencia más significativa entre estas rutinas radica en la magnitud de la especificidad observada durante cada sesión: un grupo muscular se entrena una a dos veces por semana en rutinas divididas por músculos, dos a tres veces por semana en las rutinas de tren superior/inferior y dos a cuatro veces en las rutinas de cuerpo completo.

Algunas recomendaciones que se pueden realizar en el entrenamiento con sobrecarga, son las siguientes:

- Los ejercicios poliarticulares o globales deberían realizarse en el comienzo de la sesión para obtener máximos beneficios, ya que es cuando la fatiga acumulada es mínima. La inclusión de ejercicios como las cargadas o arranques de potencia requiere de tiempo adicional de aprendizaje de la técnica y es importante que el deportista se encuentre descansado para realizarlos.
- Es importante siempre realizar los ejercicios poliarticulares antes que los monoarticulares.
- Así como también ejecutar primero los ejercicios de grandes grupos musculares antes que los pequeños.
- Cuando el objetivo es desarrollar la máxima potencia muscular, siempre se deben trabajar los ejercicios más complejos primero y luego los que son técnicamente más simples.
- Es importante rotar ejercicios para tren superior o inferior u agonista/antagonista.
- Se deben desarrollar los ejercicios más intensos (cerca de una repetición máxima) antes que los menos intensos.

A diferencia de las anteriores, nuestra propuesta radica, como vimos en las áreas de aproximación, en analizar lo que necesita el deportista, sus debilidades y sus fortalezas y en insertarlo en un contexto acorde a los requerimientos propios de las acciones deportivas. Luego de haber estudiado el gesto a optimizar se procederá a elaborar propuestas de acción incluidas dentro de una programación anual.

Veamos un ejemplo aplicado al lanzamiento de balonmano:

En la tabla siguiente podemos apreciar los porcentajes de activación muscular máxima en un lanzamiento sobre cabeza.



**Tabla 1: Actividad muscular del hombro según la fase del lanzamiento sobre cabeza**

Músculos	Armado temprano (% CVIM)	Armado tardío (% CVIM)	Aceleración del brazo (% CVIM)	Desaceleración y seguimiento (% CVIM)	Total del lanzamiento (% CVIM)
Supraespinoso	45 ± 19	62 ± 20	65 ± 30	87 ± 43	65 ± 22
Infraespinoso	46 ± 17	67 ± 19	69 ± 29	86 ± 33	67 ± 21
Subescapular	24 ± 15	41 ± 21	81 ± 34	95 ± 65	60 ± 28
Deltoides anterior	13 ± 9	40 ± 14	49 ± 14	43 ± 26	36 ± 9
Deltoides medial	21 ± 12	14 ± 14	24 ± 14	48 ± 19	27 ± 9
Deltoides posterior	11 ± 6	11 ± 15	32 ± 22	53 ± 25	27 ± 11
Pectoral mayor	12 ± 14	51 ± 38	86 ± 33	79 ± 54	57 ± 27
Dorsal ancho	7 ± 3	18 ± 9	65 ± 30	72 ± 42	40 ± 12
Bíceps braquial	12 ± 7	12 ± 10	11 ± 9	20 ± 18	14 ± 9

CVIM= Contracción Voluntaria Isométrica Máxima.

Fuente: adaptado de Escamilla, & Andrews, 2009.

En la tabla podemos visualizar la gran actividad de músculos que componen el manguito de los rotadores (supraespinoso, infraespinoso y subescapular) y que actúan en la desaceleración y seguimiento. Conocer esto es particularmente útil a la hora de diseñar ejercicios. Nótese la baja actividad del deltoides medial durante todo el recorrido en comparación a la del pectoral medial, músculo fundamental a la hora de realizar un lanzamiento. Esto nos indica qué acciones deberemos incentivar y fortalecer para que el deportista optimice su lanzamiento y también para que su hombro se mantenga saludable. En este caso son de prioridad los ejercicios de *pull over* o similares y, como complementarios, aquellos que fortalezcan las acciones de frenado, como la rotación excéntrica, mientras que los famosos *vuelos laterales* no deberían formar parte de un programa de fortalecimiento de la acción de lanzamiento ya que su acción es escasa y no se relaciona con el gesto.

### 3.1.2 Volumen

Antes de definir y delimitar el alcance del volumen de entrenamiento, necesitamos comprender los siguientes conceptos:



- Una **repetición** es el movimiento completo de un ejercicio. En ejercicios tradicionales, la repetición involucra dos fases: la concéntrica, que vence una resistencia, y la excéntrica, que cede. Sin embargo, hay ejercicios en los que puede desarrollarse sólo una de las fases (por ejemplo, en los ejercicios excéntricos), así como los hay más complejos, que requieren de la ejecución de varias acciones musculares y varios movimientos (por ejemplo, un arranque de potencia).
- Una **serie** es un grupo de repeticiones realizadas de manera continua y sin detenerse, es decir, sin descanso. Aunque una serie puede consistir en cualquier número de repeticiones, típicamente se utiliza un rango que varía de 1 a 15 repeticiones.
- Una **repetición máxima (1RM)** es la máxima resistencia que puede ser movilizadada para completar una sola repetición de un ejercicio con técnica correcta. Ahora bien, si utilizamos una carga más liviana y realizamos una serie que contenga un número de repeticiones sucesivas máximas con una técnica correcta hasta la fatiga, por ejemplo 12 repeticiones, se denomina a esto "12 RM".
- Una **zona de entrenamiento** es un rango que generalmente abarca la realización de tres repeticiones. Por ejemplo (La zona que comprende la ejecución de entre 1-3 RM, 4-6 RM, 6-9 RM, 9-12 RM y de 12-15 RM). En estas zonas, la resistencia utilizada le permite a la persona alcanzar el número deseado de repeticiones con relativa facilidad o dificultad (cercana al fallo muscular). Por ejemplo: en una zona de 9-12 RM, un individuo puede realizar nueve repeticiones sin problemas, pero, si quiere ejecutar once o doce, estará muy cerca del límite del músculo.
- El **volumen** de entrenamiento se refiere a un aspecto *cuantitativo* del trabajo realizado por un deportista; consiste en la duración del entrenamiento en horas, la cantidad de kg levantados por sesión o período de entrenamiento, el número de ejercicios y series por sesión y las repeticiones por ejercicio o entrenamiento. Los entrenadores deberían mantener registrado los volúmenes de entrenamiento (total de kg levantados por sesión) para poder planificar futuras sesiones. Esta es una variable que se vuelve más importante a medida que el deportista se aproxima al alto nivel deportivo ya que la *performance* del deportista puede verse optimizada con el aumento del volumen de entrenamiento. Si el jugador se adapta a mayores volúmenes de trabajo, experimenta una mejor recuperación entre series y sesiones de entrenamiento (Bompa, T. & Buzzichelli, C., 2015). Esto se ve reflejado en más trabajo por sesión de entrenamiento y por semana.

Los incrementos en el volumen de entrenamiento de fuerza dependen de las características biológicas del deportista, los requerimientos del deporte y la importancia de la fuerza en ese deporte.



De todas formas, incrementos drásticos en el volumen de entrenamiento pueden ser perjudiciales para la *performance* del jugador, ya que pueden resultar en fatiga y pueden incrementar el riesgo de lesión; por ello se recomienda un plan progresivo de incremento de cargas en el que se monitoree el rendimiento del jugador y se eviten disminuciones significativas en su actuación.

En el entrenamiento de sobrecarga tradicional (es decir, en el gimnasio), el volumen de entrenamiento es definido como la medida de la cantidad total de trabajo realizado en una sesión, semana, mes u otro período de entrenamiento (Fleck & Kraemer, 2014). La frecuencia de entrenamiento (número de entrenamientos por semana, mes o año), la duración del entrenamiento, el número de series, la cantidad de repeticiones por serie y de ejercicios realizados tienen un impacto directo en el volumen de entrenamiento.

El método más simple para estimar el volumen es contar el número de repeticiones realizadas en un periodo específico de tiempo (una semana o un mes de entrenamiento), aunque también puede ser estimado por el total de kilogramos movilizados.

El cálculo del volumen es útil para determinar el estrés total del entrenamiento. En algunos casos existe una correlación entre mayor volumen de entrenamiento y mayores resultados en el entrenamiento, por ejemplo en la hipertrofia, en la disminución del tejido adiposo, en incrementos de la masa magra e incluso en la *performance* motriz. Volúmenes de entrenamiento elevados pueden incluso determinar una menor pérdida de fuerza una vez que el entrenamiento se ha detenido. Por todo esto, es que debemos considerar el volumen al desarrollar los programas de entrenamiento.

### **El volumen de entrenamiento afecta las ganancias de fuerza**

*Los programas de entrenamiento que utilizan series múltiples son más efectivos a la hora de mejorar la fuerza que los programas de series individuales (Rhea, Alvar, Burkett, & Ball, 2003). Aunque incrementar el número de series es solo una manera de aumentar el volumen.*

*Aumentar la frecuencia es una variable que puede afectar el volumen de entrenamiento. Con el propósito de analizar cuál de estas dos variables afectan más las ganancias de fuerza, Candow & Burke (2007) realizaron una investigación donde se utilizaron dos grupos de entrenamiento, el primer grupo efectuó un entrenamiento que consistió en nueve ejercicios durante seis semanas tres días a la semana dos series de diez RM mientras que el segundo grupo realizó los mismos ejercicios, pero sólo dos días a la semana y tres series de diez repeticiones, es decir, el mismo volumen semanal de entrenamiento pero con la sola diferencia de la frecuencia (tres días de 2x10 RM vs. dos días de 3x10 RM). Los autores no encontraron diferencias significativas en un RM de press plano ni de sentadillas en ninguno de los dos programas de entrenamiento. De este modo concluyeron que el volumen total de entrenamiento es más importante que otras variables como la frecuencia o el número de series para maximizar los incrementos de fuerza.*



### **Cómo calcular el volumen**

*El volumen es el elemento cuantitativo del entrenamiento. Como ya fue expresado más arriba, se trata del trabajo total realizado por ejercicio, día, mes o unidad de tiempo (series por repeticiones por carga).*

*Trabajo = fuerza x distancia.*

*Si un sujeto es capaz de realizar cinco repeticiones de sentadillas con 100 kg de peso y el recorrido de la barra en cada repetición es de 0,6 m., entonces el trabajo realizado por el individuo es el siguiente: 100 kg x 0,6 m x 5 repeticiones = 300 kg-m*

*Estimar el trabajo realizado durante un entrenamiento de fuerza es útil no solo para determinar el consumo de energía, sino también el estrés que genera un entrenamiento.*

*Desde un punto de vista práctico y especialmente con un gran número de deportistas, es bastante complicado calcular el trabajo, por lo tanto se pueden realizar estimaciones más eficientes. Por ejemplo, si la distancia del ejercicio permanece constante, es razonable estimar el trabajo de una manera más simple calculando el volumen de la carga (repeticiones por masa levantada). Un método secundario es estimar el volumen de entrenamiento simplemente sumando las repeticiones realizadas en un entrenamiento. De estos dos métodos, el primero ofrece una aproximación más efectiva que el segundo (Stone et al., 1999).*

### **3.1.3 Intensidad**

La **intensidad** es el aspecto *cuantitativo* de un ejercicio. En el entrenamiento con pesas, se estima como un porcentaje de 1RM o las repeticiones máximas que se realicen para cualquier ejercicio.

En adultos sanos y jóvenes, la intensidad mínima a la cual se puede incrementar la fuerza se encuentra entre el 60 % y 65 % de 1 RM (Rhea et al., 2003). El trabajo en áreas cercanas al 80 % de 1RM produce óptimas ganancias de fuerza en gente con experiencia en el entrenamiento con sobrecarga. El entrenamiento de muchas repeticiones y una resistencia muy liviana (inferior al 30 % de 1 RM) no produce incrementos significativos en la fuerza. También es muy importante reconocer que el número máximo de repeticiones por serie que incrementan la fuerza varía de un ejercicio a otro y de un grupo muscular a otro. Por ejemplo: al 60% de 1 RM de una prensa de piernas, la cantidad máxima de repeticiones registrada es 45,5, mientras que una misma intensidad de un *curl* de bíceps permite solo 21,3 repeticiones de promedio. Parece ser que cuando utilizamos un porcentaje de 1 RM es probable que se realice una mayor cantidad de repeticiones en ejercicios con los grupos musculares más grandes y con personas entrenadas (Fleck, S. J. & Kraemer, W., 2014).



La cantidad de RM o zonas de RM pueden cambiar de un ejercicio a otro, entre hombres y mujeres, si utilizamos pesos libres o máquinas de entrenamiento y también según el nivel de entrenamiento. Existe un alto rango de variabilidad en el número de repeticiones posibles a un porcentaje de 1 RM en todos los ejercicios. Y también es muy importante destacar que existe una gran variabilidad entre individuos en la realización de repeticiones máximas en todos los ejercicios.

A diferencia del entrenamiento de resistencia, la intensidad del ejercicio de fuerza no puede ser controlada a través de la frecuencia cardíaca (FC), ya que esta es un pobre indicador para la intensidad. La FC es diferente según la orientación del entrenamiento de fuerza, ya sea intervalado (la forma tradicional) o el entrenamiento en circuitos. Deminice et al. (2011) analizaron la FC máxima obtenida durante una sesión de entrenamiento de tres series de 10 RM con 90 segundos de pausa entre series y ejercicios de brazos primero y de piernas después dio como resultado una media de 117 latidos por minuto (60 % de la FC máxima). Mientras que la realización de los mismos ejercicios y en el mismo orden pero en circuito y con pausa más corta tuvo una media de 126 latidos por minuto (65 % de la FC máxima). En ambos entrenamientos se utilizó la misma intensidad, el número de series y de repeticiones. La diferencia en la FC se debió al orden de los ejercicios y a la duración de los periodos de descanso.

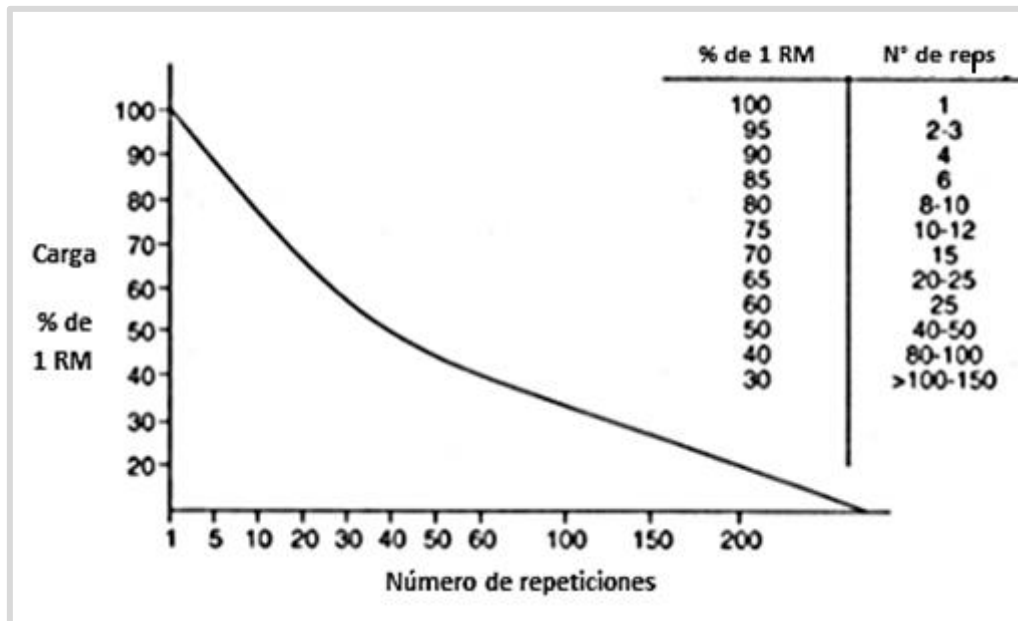
**Tabla 2: Valores de intensidad y carga utilizados en el entrenamiento de fuerza con sobrecarga tradicional**

Intensidad del valor	Carga	Porcentaje de 1 RM
1	Supramáxima	>105 %
2	Máxima	90-100 %
3	Pesada	80-90 %
4	Mediana	50-80 %
5	Baja	30-50 %

Fuente: adaptado de Bompa, & Buzzichelli, 2015.



Figura 1: Curva de carga vs. número de repeticiones



Fuente: adaptado de Bompa, & Buzzichelli, 2015.

### 3.1.4 Frecuencia y descansos

El número de series y repeticiones y el total de ejercicios desarrollados por sesión determinan el volumen de entrenamiento. La frecuencia de entrenamiento óptima se refiere al número de entrenamientos por semana en el cual cierto grupo muscular es entrenado o cierto tipo de ejercicio es realizado (Fleck, S. J. & Kraemer, W., 2014).

Para entender mejor el concepto de frecuencia es interesante el estudio de Calder, A. W., Chilibeck, P. D., Webber, C. E., & Sale, D. G. (1994). Los autores compararon una rutina dividida en tren superior e inferior con una rutina de cuerpo completo en mujeres, durante 20 semanas de entrenamiento. Las participantes realizaban los mismos ejercicios, series y repeticiones por ejercicio pero las de cuerpo completo entrenaban dos días a la semana y las de rutina dividida, cuatro veces por semana. El volumen alcanzado fue el mismo, lo único que cambió fue la frecuencia, por lo que el autor no encontró diferencias significativas entre ambos grupos.

Aun así, la frecuencia de entrenamiento óptima puede ser diferente entre grupos musculares o ejercicios. Comparaciones realizadas para el *press* plano o sentadilla determinan que tres sesiones semanales son más efectivas para mejorar la fuerza que una o dos sesiones (Feigenbaum, M. S. & Pollock, M. L., 1997), mientras que, para la extensión lumbar, una sola sesión semanal es tan efectiva como ejercitar la misma acción



dos o tres veces por semana (Graves et al., 1990). Por otra parte, en la rotación de tronco, entrenar dos sesiones semanales obtuvo iguales resultados que tres sesiones, ambas pruebas mayores que una sola sesión.

Tan (1999) propone que la frecuencia óptima del entrenamiento de sobrecarga varía entre tres y cinco sesiones por semana. El autor reconoce que el tren superior tiende a responder mejor a mayores frecuencias de entrenamiento en comparación al tren inferior. Probablemente esto se deba a que los grupos musculares pequeños provocan también pequeños incrementos en la fuerza y necesitan estímulos prolongados para que estas ganancias sean significativas.

El nivel de entrenamiento es un factor muy importante a tener en cuenta para determinar la cantidad de sesiones a aplicar semanalmente. Si el objetivo es incrementar los niveles de fuerza, debemos diseñar semanas con una frecuencia de tres a cinco sesiones, como referimos en el párrafo anterior. Si lo que queremos es mantener los niveles adquiridos, una a dos sesiones de entrenamiento pueden ser suficientes (Tan, B., 1999). Es importante en este punto destacar que deportistas muy entrenados pueden requerir una frecuencia mayor, así como puede suceder que otros en periodo competitivo pueden necesitar una frecuencia menor debido al desgaste generado por la competencia.

## **Los descansos (pausas)**

Los descansos entre series, entre ejercicios y entre sesiones de entrenamiento permiten al deportista recuperarse y son una parte fundamental de cualquier programa de entrenamiento exitoso. Estos periodos son determinados en su mayoría por el objetivo que persigue la sesión. La magnitud del descanso afecta a la recuperación y la concentración de ácido láctico en sangre como así también a la respuesta hormonal al entrenamiento (Fleck, S. J. & Kraemer, W., 2014). En general, si el objetivo es incrementar la fuerza máxima y/o la potencia muscular, los descansos son largos (de 2 a 5 minutos), las cargas son muy elevadas y se realizan de 1-6 repeticiones por serie en la fuerza máxima y de 2-5 si lo que se busca es potencia. Si el objetivo es desarrollar hipertrofia muscular, los periodos de recuperación entre series pueden ser de 1 minuto y medio a 60 segundos o incluso inferiores y las repeticiones pueden variar de 10 a 15. Para el desarrollo de la resistencia muscular se recomienda un tipo de entrenamiento de organización en circuitos, donde los tiempos de recuperación sean muy cortos (inferiores a 30 segundos), las cargas a movilizar sean relativamente livianas y se ejecuten en un rango de 15 a 25 repeticiones por serie (Willardson, J. M., 2006).

Un aspecto muy importante a tener en cuenta al momento de establecer los descansos es que el tiempo de pausa no comprometa la calidad de la ejecución técnica ya que altos



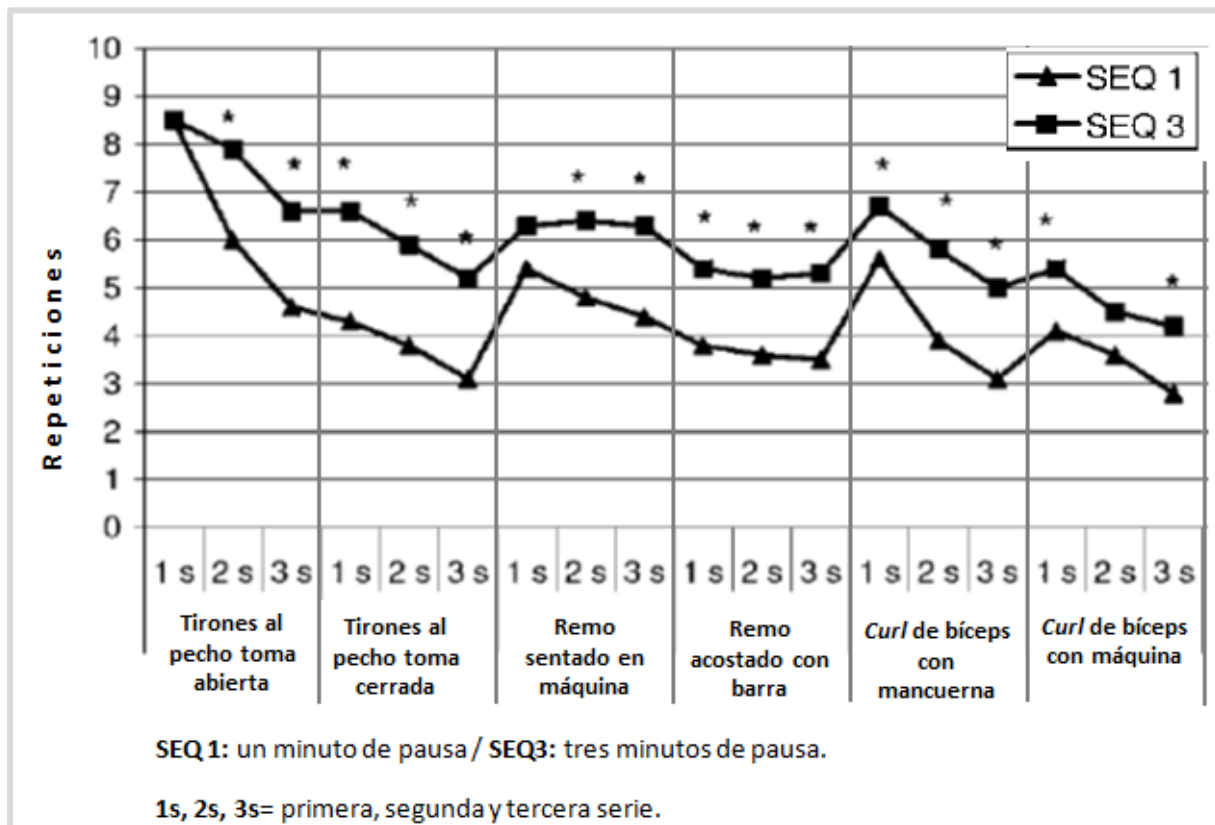
niveles de fatiga provocan una pérdida en la calidad del movimiento y, por ende, un potencial riesgo de lesión.

Un indicador muy importante de que se necesita mayor descanso es el dolor muscular. Si al siguiente entrenamiento el deportista no puede rendir como acostumbra debido al dolor muscular, es probable que sea debido a un insuficiente descanso entre sesiones.

La duración de las pausas depende de varios factores: la carga empleada, la velocidad empleada, la velocidad de ejecución, la cantidad de grupos musculares involucrados, el nivel de entrenamiento del deportista y su peso, ya que aquellos deportistas más pesados demoran más tiempo en recuperarse que los más livianos.

Los descansos cortos entre series y ejercicios ofrecen la ventaja de completar una sesión en menos tiempo. Por otra parte, la fatiga acumulada genera una disminución significativa en el número de repeticiones y, con esto, un menor volumen de entrenamiento. Miranda et al. (2007) analizaron el máximo número de repeticiones posibles a una intensidad de 8 RM. En la siguiente figura podemos observar cómo las pausas de tres minutos permiten realizar más repeticiones que los descansos de un minuto. La cantidad de repeticiones que se pueden realizar en las series sucesivas disminuye significativamente con pausas cortas.

**Figura 2: Número de repeticiones en cada serie de ejercicios de un programa de entrenamiento con pausa larga y corta**



Fuente: Miranda et al, 2007, p. 1034.



## 3.2 Control del entrenamiento

### 3.2.1 La tecnología aplicada al control del entrenamiento

En los últimos años, gracias al fenómeno de la globalización, producto de la impresionante evolución tecnológica, se han expandido ideas, conceptos, objetivos y estrategias de enseñanza y aprendizaje, cuestiones que no solo repercuten en la sociedad y actividades de la vida diaria, sino que también impactan en la práctica de deportes y ejercicio físico (Bagnara, I., 2011). Éstas últimas se ven fuertemente influenciadas por la tecnología, que ha ejercido un papel preponderante en la evolución del entrenamiento en los últimos años.

El auge de la ciencia aplicada al entrenamiento deportivo ha generado la posibilidad de diseñar dispositivos tecnológicos aplicados al deporte. En la actualidad existen numerosos implementos diseñados para medir, planificar y evaluar performances deportivas. Estos son aparatos que recaban información de la intensidad del entrenamiento, el estado funcional en el que se encuentra el deportista, y la capacidad de adaptación del organismo a las cargas del entrenamiento. La aplicación de la tecnología en el deporte tiene como finalidad disminuir los errores de programación del entrenamiento y por lo tanto rebajar el número de lesiones provocadas a causa de un diseño erróneo de las tareas y sus respectivas intensidades.

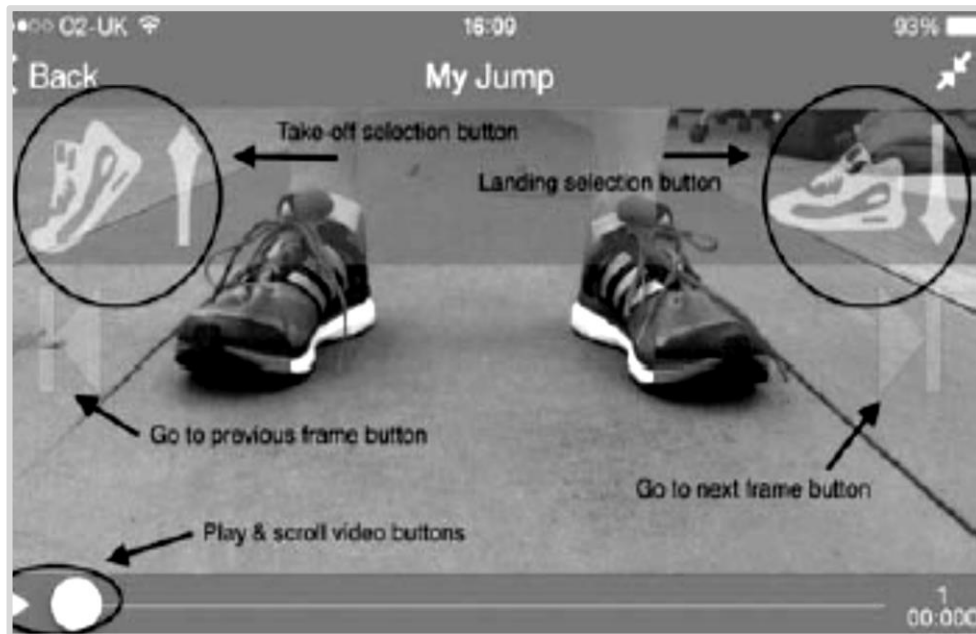
Hoy en día, el teléfono celular constituye una poderosa herramienta para incrementar la calidad del proceso de entrenamiento. Sin interés comercial, en las próximas líneas analizaremos algunas aplicaciones y herramientas disponibles para el entrenador que le permitan elevar la calidad de su trabajo. Puesto que el empleo de dispositivos de última tecnología nos permite medir variables de manera fiable, esto puede resultar muy importante tanto para diseñar nuevos métodos y actividades de entrenamiento, como así también para divulgar información con bases científicas de mayor calidad a los diversos agentes vinculados al deporte.

#### My Jump

Los *test* de salto vertical se encuentran entre los medios más comunes para evaluar aspectos físicos sin importar el deporte ni la población analizada. Los primeros *test* de salto fueron diseñados principalmente para evaluar la potencia de piernas en deportes como el básquetbol, vóleybol o fútbol.



Figura 3: My Jump



Fuente: Balsalobre-Fernández, Glaister & Lockey (2015). p. 3.

En una investigación científica realizada por Balsalobre-Fernández, Glaister & Lockey (2015) se tuvo como objetivo analizar la validez y confiabilidad de una aplicación telefónica para medir la *performance* en un salto con contramovimiento (CMJ). En comparación a una plataforma de fuerza, la aplicación My Jump fue encontrada de una altísima validez y confiabilidad, más aún teniendo en cuenta que el dispositivo citado anteriormente es el que se utiliza por excelencia en las investigaciones científicas. Sin embargo, la ecuación que utiliza la aplicación analiza el tiempo de vuelo al cuadrado, por lo que tiempos de vuelo más altos tienen un error de medición un poco más elevado (1,6 cm) en relación a una plataforma de fuerza. De todas formas, llevando el teléfono móvil en el bolsillo podemos disponer de una herramienta validada científicamente para controlar y evaluar la fuerza explosiva de piernas sin necesidad de llevar un equipamiento costoso al entrenamiento.

## Los sistemas de GPS

Mucha gente que observa los entrenamientos de los equipos de primer nivel se pregunta: ¿qué son los chalecos que utilizan los jugadores?, ¿para qué sirven? Estos chalecos contienen un **GPS (Global Positioning System)** o sistema de posicionamiento global que permite conocer una ubicación a través del uso de satélites; este aparato fue, en sus comienzos, diseñado con fines militares (Cummins, C. O'Connor, H. & West, C., 2013). Además del GPS, estos chalecos cuentan con acelerómetros integrados. Así, por medio de estos instrumentos, se controlan variables primarias como la velocidad, la distancia, las aceleraciones y desaceleraciones, impactos, índice de fatiga muscular y las carreras que

superan los 21 km/h, que es lo que se considera un *sprint* (Coutts, A. & Duffield, R., 2010). Estas aceleraciones y *sprints* son los datos más importantes para poder evaluar los riesgos de lesión. Otra prestación que ofrecen estos chalecos es la de la representación de un mapa de calor para expresar por dónde y cuánto corre el deportista.

Los entrenadores parecen entender que, por primera vez, tienen todas las herramientas tecnológicas para alarmar sobre futuras lesiones y también para cuantificar valores de fatiga o desgaste muscular. Entre otras cosas, esto les ayuda a alinear el equipo para el próximo partido y poner en práctica sus rotaciones con la idea de llegar al final de las competiciones con más deportistas y en mejor forma. Si bien tienen el inconveniente de que cuestan mucho dinero y la dificultad de implementarlos en cualquier institución, la utilización de estos chalecos se ha vuelto casi imprescindible en los equipos de primer nivel mundial, no solo de fútbol sino también de baloncesto, rugby, hockey, balonmano, etcétera.

**Figura 4: Sistemas de GPS**



Fuente: [Imagen sin título sobre sistemas de GPS 1]. (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/4GvTCI>  
[Imagen sin título sobre sistemas de GPS 2]. (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/EIRTMD>

El entrenamiento basado en la velocidad (VBT – Velocity Based Training) medido a través de encoder lineal o acelerómetros.

Durante décadas, el entrenamiento tradicional para incrementar las medidas de *performance* neuromuscular (fuerza y potencia) consistió en trabajar a diferentes porcentajes de una repetición máxima (1 RM) y modificar variables como la frecuencia y el volumen de entrenamiento. Sin embargo, en la actualidad, la propuesta de utilizar la velocidad para alcanzar objetivos específicos de entrenamiento ha incrementado su popularidad en la literatura científica y en los centros de acondicionamiento físico (Mann, J. B., Ivey, P. A. & Sayers, S. P., 2015).

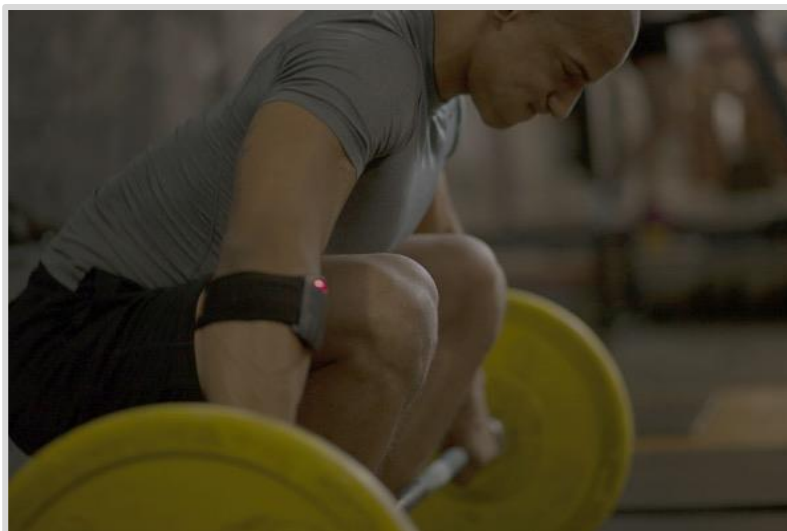
**Figura 5: VBT**



Fuente: [Imagen sin título sobre VBT]. (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/kuE4s2>

El VBT es un método que utiliza acelerómetros o *encoders* lineales (ver Figura 5) para medir la velocidad de la barra, mancuerna u otro implemento. A grandes rasgos, los *encoders* funcionan convirtiendo un atributo físico (el cambio de posición del cable unido a la barra, por ejemplo) en una serie de impulsos digitales; generalmente, este dispositivo se conecta a un ordenador personal que tiene un software que interpreta los datos (Harris, N., Cronin, J. Taylor, K., Boris, J. & Sheppard, J., 2010). Por otra parte, los acelerómetros son sensores que miden la fuerza de inercia generada en los tres planos cuando una masa (el cuerpo del deportista o un implemento) es afectada por un cambio de velocidad (Boyd, L., Ball, K., & Aughey, R., 2011).

**Figura 6: Acelerómetro**



Fuente: [Imagen intitulada sobre acelerómetro]. (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/OjjZ7l>

Existen diferentes nombres comerciales para estos acelerómetros, algunos de ellos son: Tendo Units, Gym Aware y Push Strength. Los *encoders* utilizan software específicos cuyos nombres comerciales dependen de su ubicación geográfica, algunos de los más conocidos son: Muscledlab, Win laborat y Techfit. Gracias a estos, los entrenadores tienen ahora la capacidad de monitorear, evaluar y entrenar a los deportistas brindando al *coach* un *feedback* instantáneo y objetivo de cómo el entrenamiento afecta a algunas variables del desempeño del deportista.

Existen varias razones por las cuales los entrenadores deberían considerar implementar la utilización de VBT:

- 1) Permite identificar las fluctuaciones diarias como consecuencia de, por ejemplo, el estrés y así ajustar las cargas:** al ser la velocidad media y no un porcentaje de 1 RM, el deportista puede utilizar la carga apropiada de un determinado día; esto hace que los entrenadores y deportistas tengan que repensar la noción de máxima repetición como valor constante e invariable.
- 2) Posibilita reconocer las velocidades y cargas óptimas con las cuales entrenar para aumentar la especificidad del entrenamiento:** si un salto con contramovimiento tiene una velocidad de 3,4 a 3,04 m/s (Cormie, P., & McBride, J. M., 2009) y en la sala de musculación realizamos movimientos como sentadillas a una velocidad de 0,3 a 0,8 m/s durante todo el año (Mann, J. B., et al., 2015), no estamos ajustando los ejercicios a la velocidad que requiere el gesto del deporte.
- 3) Le brinda al deportista y al entrenador retroalimentación inmediata,** lo que motiva al deportista y aumenta la calidad del entrenamiento.

Por otra parte, las limitaciones con las que cuenta este tipo de entrenamiento son:

- Los acelerómetros o los *encoders* para medir la velocidad pueden ser costosos para el entrenador.
- Requiere ceder cierto control de parte del entrenador y dar lugar a la autonomía del deportista, quien puede seleccionar correctamente las cargas y realizar cada repetición a la máxima velocidad posible.
- La revisión de los datos de algunos *softwares* puede ser compleja y lenta, lo que hace perder tiempo en el entrenamiento.

### 3.2.2 ¿Qué es el *core*? Propuesta de entrenamiento

La musculatura del *core* está compuesta de 29 pares de músculos que soportan el complejo de la región **cadera-columna lumbar-pelvis**. Estos músculos ayudan a estabilizar la columna, la pelvis y las cadenas cinéticas durante movimientos funcionales.



Cuando este sistema funciona eficientemente, el resultado es una óptima distribución de fuerzas, una adecuada absorción de las fuerzas de impacto en el suelo, una ausencia de compresión excesiva y traslación o fuerzas de cizallamiento sobre las articulaciones que intervienen en una determinada cadena de movimiento (Fredericson, M., & Moore, T., 2005). A modo de resumen, la musculatura del *core* juega un papel preponderante en:

- La rotación de tronco.
- La transferencia de fuerza hacia los miembros.
- La estabilidad de la región lumbopélvica (Bliss L. S. y Teeple, P., 2005).

Considerando la gran variedad de movimientos existentes en los deportes, los jugadores necesitan poseer la suficiente fuerza en la cadera y tronco para proveer estabilidad en los tres planos de movimiento. Esto es una razón suficiente para considerar que la estabilidad del *core* juega un rol fundamental en la prevención de lesiones (Leetun, Ireland, Willson, Ballantyne, & Davis, 2004).

Por estabilidad de la región lumbopélvica se entiende la habilidad de prevenir desplazamientos importantes de la columna y de retornar al equilibrio luego de sufrir una perturbación. Aunque los elementos pasivos (huesos y ligamentos) contribuyen en menor medida, esta estabilidad es mantenida de manera dinámica por los músculos de la región (Wilson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M., 2005).

Estos músculos pueden ser divididos en dos sistemas según su acción sea estabilizadora o de acción primaria del movimiento (ver tabla 3). Los músculos locales se caracterizan por ser más cortos, se insertan directamente en las vértebras y generan la suficiente fuerza segmentaria para estabilizar la columna (Faries, M. D., & Greenwood, M., 2007). Dentro de éste grupo, se confirmó que el transverso del abdomen (TrA) es de gran importancia al comprobarse su activación 100 milisegundos antes de iniciarse el movimiento de las piernas en *test* de reacción (Hagins, M., Adler, K., Cash, M., Daugherty, J., & Mitrani, G., 1999).



**Tabla 3: Musculatura del core**

<b>Musculatura del core</b>		
<b>Músculos locales (sistema de estabilización)</b>		<b>Músculos globales (sistema del movimiento)</b>
<b>Estabilidad primaria</b>	<b>Estabilidad secundaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transverso del abdomen</li> <li>• Multifídeos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oblicuo interno</li> <li>• Fibras mediales del oblicuo externo</li> <li>• Cuadrado lumbar</li> <li>• Diafragma</li> <li>• Suelo pélvico</li> <li>• Iliacostales y la porción lumbar del longuísimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recto abdominal</li> <li>• Fibras laterales el oblicuo externo</li> <li>• Psoas mayor</li> <li>• Erectores espinales</li> <li>• Iliacostales (porción torácica)</li> </ul>

Fuente: adaptado de Faries & Greenwood, 2007. p. 12.

El multífido y el TrA son considerados músculos primarios ya que no generan movimiento de la columna, mientras que el oblicuo interno, las fibras mediales del oblicuo externo y el cuadrado lumbar, si bien su principal tarea es dotar de estabilidad a la columna, cumplen una función secundaria en el movimiento de la misma.

Los músculos a cargo de producir movimiento y torque en esa región se denominan globales. Estos poseen grandes brazos de palanca gracias a los que son capaces de generar gran velocidad, potencia y fuerza o torque en movimientos que abarquen varios planos mientras se enfrentan a cargas externas que se transfieren a la musculatura local (Faries, M. D., & Greenwood, M., 2007).

Como remarcamos previamente, es muy importante mantener la estabilidad de esta zona corporal. Más aún si tenemos en cuenta las grandes fuerzas de compresión que actúan sobre los discos lumbares en el entrenamiento y en la práctica del deporte, donde realizar una media sentadilla puede representar una fuerza de entre seis y diez veces el peso corporal sobre las vértebras L4 y L5 (Cappozzo, A., Felici, F., Figura, F., & Gazzani, F., 1985). Es decir que un deportista de 90 kg que levante un peso de 145 Kg en sentadillas le aplica una fuerza de compresión aproximada de 900 kg a su columna lumbar.

### **Transferencia de fuerza desde el core hacia los miembros - el efecto serape**

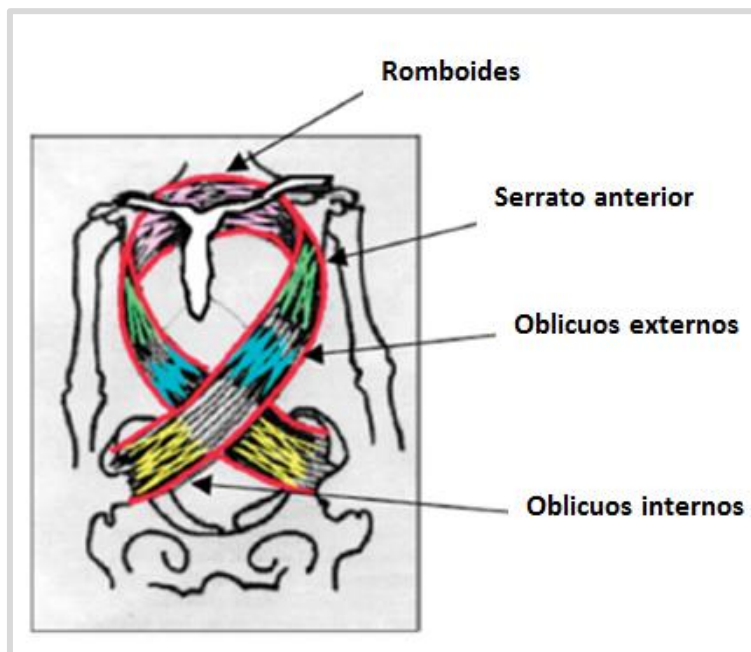
El **efecto serape** se denomina así por una prenda de vestir tradicional mexicana que consiste en una banda de tela que se pasa por detrás del cuello y se cruza por la parte delantera del pecho (ver Figura 7).

Este efecto consiste en un proceso mediante el cual la fuerza generada en el tronco es transferida a los miembros. Un gran ejemplo de esto es un lanzamiento en suspensión en



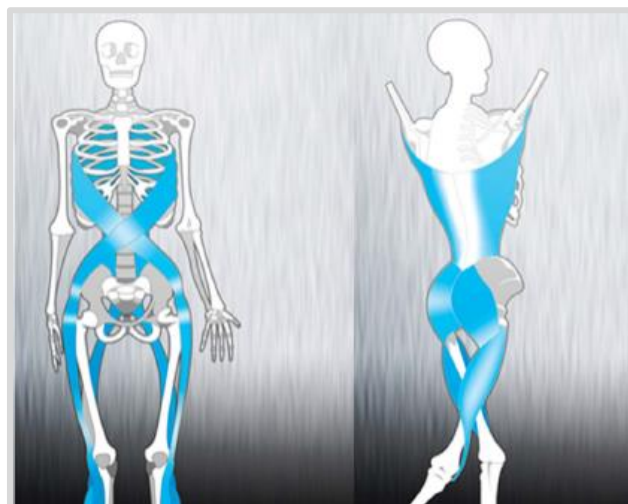
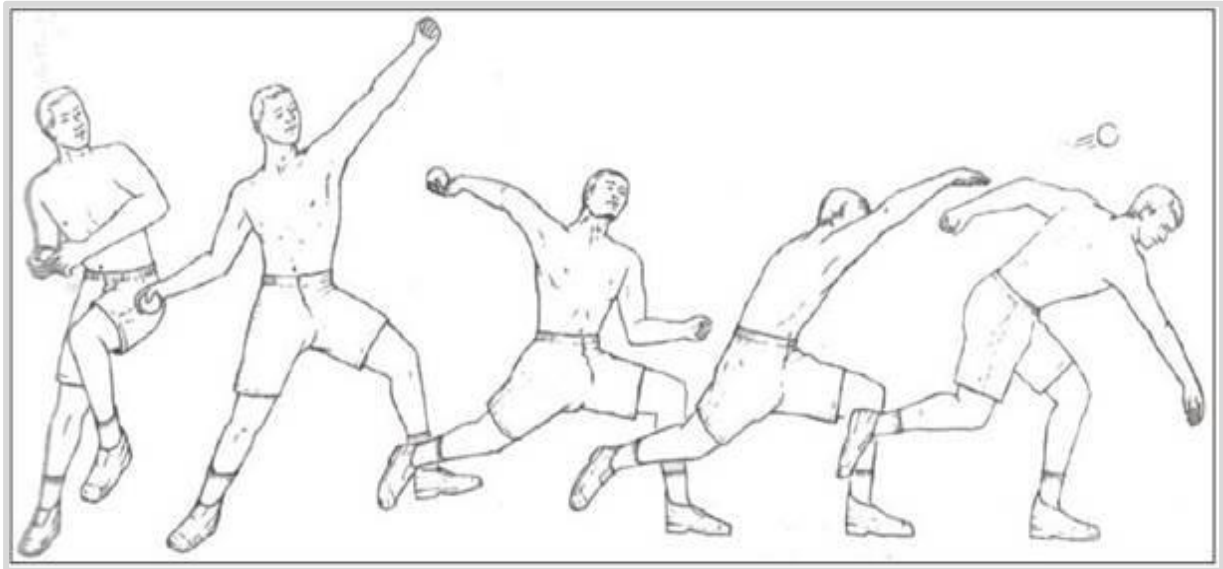
balonmano. Lo que no es visible es que los músculos abdominales, el transverso en particular, se activan antes de que los movimientos de los brazos y piernas sean iniciados. En consecuencia, mientras el deportista lleva el balón detrás de la cabeza, el transverso se convierte en la primera fijación del cuerpo y el *core* genera la potencia que posteriormente será transferida al hombro, codo, muñeca y, finalmente, al impulso del balón.

**Figura 7: Serape**



Fuente: Santana, McGill, & Brown, 2015, p. 10; Santana, McGill, & Brown, 2015, p. 9.

Figura 8: Serape en lanzamiento



Fuente: Santana, McGill, & Brown, 2015, p. 9; Santana, McGill, & Brown, 2015, p. 11.

## Como entrenar el *core* – estableciendo una progresión

Antes que nada, una **técnica correcta** en este tipo de ejercicios es fundamental ya que una ejecución defectuosa coloca al deportista en una situación de riesgo de lesión. Por ello es necesario que el atleta aprenda a activar los músculos estabilizadores locales antes de producir movimientos más complejos. Otro aspecto importante a trabajar es el de la **respiración diafragmática**, puesto que este musculo es el “techo” del *core* y, cuando se contrae, incrementa la presión intra-abdominal y, por ende, aumenta la estabilidad de la región lumbo-pélvica (Cappozzo, A., Felici, F., Figura, F., & Gazzani, F., 1985).

Una vez que el atleta es capaz de estabilizar la región lumbo-pélvica a partir de ejercicios de tipo isométrico, McGill (2010) recomienda la incorporación de los siguientes ejercicios conocidos por ser los tres ejercicios más importantes para el la musculatura del *core*:

- 1) **Curl-ups** para el recto abdominal. El recto está muy activo durante la fase inicial de elevación de la cabeza, cuello y hombros, y la columna lumbar se debería encontrar neutra.
- 2) **Puentes laterales** para los oblicuos, transverso abdominal, dorsal ancho y cuadrado lumbar. Este ejercicio es muy desafiante para los oblicuos laterales y el recto sin generar altas cargas compresivas en la columna.
- 3) El **bird-dog** en posición de cuadrupedia realizando una extensión de rodilla y codo opuesto para estimular los extensores de la espalda baja.

A medida que estos ejercicios progresan, se puede pasar de una superficie estable a una más inestable utilizando implementos y dotando a estas tareas de mayor complejidad.

Para finalizar con este apartado, resumimos la propuesta de Bliss y Teeple (2005) quienes establecen los siguientes principios a respetar en relación a la progresión:

- 1) Pasar de superficies estables a inestables y de lo estático a lo dinámico.
- 2) Realizar los ejercicios en los tres planos: sagital, horizontal y transversal.
- 3) Incorporar elementos propioceptivos y de dificultad creciente (entrenamiento en suspensión, *fisio balls*, etcétera).
- 4) Ejecutar ejercicios de fuerza explosiva, multisaltos y gestos específicos del deporte adaptados a las necesidades del jugador.

### 3.2.3 Entrada en calor y potenciación post-activación

La entrada en calor previa a la competencia o a los entrenamientos es una actividad instaurada en el deporte. Entrenadores y deportistas lo consideran esencial en su búsqueda por alcanzar una *performance* óptima. Sin embargo, estas consideraciones no fueron siempre bien respaldadas por evidencia empírica sustancial, por lo que los entrenadores llegaban a conclusiones acerca de sus prácticas y estrategias de entrada en calor en base al método de ensayo y error (McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B., 2015). A raíz de esto, se han realizado numerosas investigaciones para determinar los elementos fundamentales en este tipo de tareas.

Los objetivos que persigue una correcta y efectiva entrada en calor son:

- Arousal socioafectivo (aspectos psicológicos).
- Prevenir lesiones musculares y articulares.



- Optimizar la *performance* a través del aumento de la temperatura corporal y el incremento de las reacciones metabólicas y fisiológicas del organismo del deportista.

Según Kirkendall (2014), los siguientes componentes no deberían faltar en una entrada en calor previa a un evento deportivo:

- Una activación aeróbica de intensidad progresiva.
- Ejercicios de fuerza en áreas que presentan inconvenientes.
- Actividades de estabilidad estática y dinámica.
- Estiramientos dinámicos.
- Tareas de agilidad y pliometría.
- Actividades de control motor propias del juego.

Entre los mecanismos fisiológicos y neurales que han sido examinados en la literatura científica con respecto a la entrada en calor, encontramos: el incremento en el metabolismo muscular, el aumento en el consumo de oxígeno y la potenciación post activación (PAP). Dentro de ellos, uno de los objetivos fisiológicos perseguidos es el aumento de la temperatura corporal, sustentado en el incremento del metabolismo muscular y la conducción nerviosa (ver Tabla 4).

**Tabla 4: Posibles efectos de la entrada en calor**

Efectos vinculados al aumento de la temperatura	Efectos no relacionados con el aumento de la temperatura
Disminución de la resistencia viscoelástica de músculos y articulaciones	Aumento del flujo sanguíneo a los músculos
Aumento en la liberación de oxígeno desde la hemoglobina y mioglobina	Elevación del consumo de oxígeno de base
Aceleración de las reacciones metabólicas	Potenciación post-activación (PAP)
Aumento en la velocidad de conducción nerviosa	Efectos psicológicos – aspectos socioafectivos.
Mejora en la capacidad termoregulatoria del organismo	

Fuente: adaptado de Bishop, 2003.

Tradicionalmente, antes de los encuentros, los equipos han realizado siempre una secuencia que implicaban una activación aeróbica: correr a baja intensidad, ejercicios de movilidad articular y tareas específicas del deporte con o sin pelota. Estas entradas en calor duraban, en promedio, 30 minutos con una transición de 12 minutos entre la finalización de la entrada en calor y el comienzo del encuentro. Asimismo, en todos los



deportes es común una pausa de medio tiempo de aproximadamente 10 a 15 minutos entre el primer y segundo periodo (Mc Gowan et al., 2015).

Los calentamientos que incluyen **juegos reducidos** (de dos vs. dos, tres vs. tres, cuatro vs. cuatro, etcétera) proveen beneficios adicionales sobre una activación genérica, ya que priman en ellos la activación neuromuscular y el trabajo coordinativo (Gabbett, T. J., 2008). Estos juegos están diseñados para estimular las necesidades específicas del deporte, tanto de los componentes técnicos y tácticos como de los aspectos fisiológicos ya que en el juego se repiten tareas tales como pases, disparos y control del balón específico del deporte. Zois, Bishop, Ball y Aughey (2011) encontraron mejoras en futbolistas en el salto vertical, la repetición de *sprints* y la agilidad luego de realizar juegos reducidos (JR) en comparación a una entrada en calor tradicional.

Se recomienda, al utilizar JR, que estas intervenciones no superen los 16 minutos y que se ejecuten lo más cerca posible al encuentro, preferentemente a menos de diez minutos (McGowan et al., 2015). Otro momento para realizar estas intervenciones es el entretiempo, en el que deberían tener una duración de 3 a 7 minutos para mantener elevada la temperatura corporal y la predisposición del deportista a continuar rindiendo en la segunda parte del juego.

## **Potenciación post-activación (PAP)**

Realizar repeticiones o series máximas de un ejercicio o cercanas al máximo con el propósito de incrementar la fuerza/potencia en los ejercicios posteriores es lo que se conoce como **potenciación post-activación (PAP)** (Seitz, L. B., & Haff, G. G., 2016). Ha sido comprobado que, bajo estos criterios, realizar sentadillas o cargadas de potencia puede incrementar significativamente el desempeño posterior en saltos verticales y horizontales o en *sprints* de 10 y 40 m.

Los efectos de la PAP se dividen en musculares y nerviosos. A nivel muscular se ha comprobado que las repeticiones máximas provocarían una fosforilación de las cadenas de miosina livianas, lo que incrementaría la sensibilidad del complejo actina-miosina al calcio que es liberado desde el retículo endoplásmico provocando una mayor actividad de puentes cruzados (Tillin, M. N. A., & Bishop, D., 2009). Por otra parte, en el sistema nervioso central los efectos estarían relacionados al mayor reclutamiento de unidades motoras (UM) de elevado umbral, el incremento en la sincronización de UM y una menor actividad del reflejo de inhibición recíproca por parte de los antagonistas (Tillin, M. N. A., & Bishop, D., 2009).

Los factores que afectan la magnitud de la PAP son:



- **El nivel de experiencia y de fuerza del deportista:** jugadores más fuertes presentan una mayor potenciación que los jugadores más débiles y son capaces de manifestar este incremento en un menor tiempo (Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G, 2014).
- **El tipo de ejercicio potenciador y su técnica: tres cargadas de potencia** al 90 % de 1 RM pueden provocar un efecto positivo más pronunciado en *sprints* de 20 m que tres repeticiones al 90 % en sentadillas; además, la profundidad de la sentadilla puede afectar el nivel de PAP tiempo (Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G, 2014).
- **El descanso entre la ejecución del ejercicio potenciador y la actividad potenciada:** pareciera ser que los beneficios oscilan entre los 5 - 18,5 minutos, aunque los mayores resultados se encuentran entre los 7 - 10 minutos (Wilson et al., 2013).
- **El número de series del ejercicio potenciador:** hay mayores efectos al realizar series múltiples que solo una serie (Wilson et al., 2013).
- **La intensidad a emplear:** cargas moderadas de entre el 60 % y el 84 % aportan mejores resultados que cargas muy intensas (superiores al 85 %) o livianas (menores de 60 %).
- **No parece haber diferencias en el género.**

Los ejercicios a emplear pueden ser, además de ejercicios tradicionales (sentadillas, *press* plano) o derivados del levantamiento de pesas, multisaltos de intensidad progresiva y multilanzamientos de balones medicinales entre otros; todos estos ejercicios pueden ser medios efectivos para producir PAP y deberían ser incluidos en cualquier actividad preparatoria para la competencia.

### 3.2.4 La fatiga y la recuperación después de una sesión o partido

Un factor de extrema importancia en el rendimiento de un deportista de equipo es la adecuada recuperación del estado de fatiga luego de un partido o entrenamiento, especialmente en condiciones bajo las cuales los deportistas entrenan y juegan a veces el mismo día, en días sucesivos, o día de por medio, con escaso tiempo para descansar. Vale destacar que, si conseguimos que los deportistas logren recuperarse más rápido del estado de fatiga, poseerán una clara ventaja en el rendimiento comparado con rivales que no hayan aplicado ningún método para recuperarse. (Terrados, N., Calleja-González, J., & Schelling, X., 2011).

Según Terrados (2011): “La fatiga deportiva es un estado en el que el deportista se ve imposibilitado de mantener el nivel de rendimiento o entrenamiento esperado”. Podemos distinguir dos tipos:



- **Fatiga central:** según la cual los músculos son capaces de generar una alta potencia, pero el sistema nervioso los bloquea quizás como una manera de protegerlos de lesión (Bishop, D., 2003).
- **Fatiga periférica:** donde la homeostasis del músculo ha sido perturbada, ya sea metabólicamente o a través de daños en el tejido, al punto que el músculo sea bioquímica o biomecánicamente incapaz de responder efectivamente al esfuerzo como cuando se encuentra descansado (Bishop, D., 2003).

En la actualidad, y desde el punto de vista deportivo, los principales mecanismos de fatiga serían estos (Terrados, 2009):

- 1) Agotamiento de las reservas de sustratos.
- 2) Exceso en la acumulación de metabolitos derivados del ejercicio.
- 3) Temperaturas muy elevadas.
- 4) Daño muscular luego de una sesión de ejercicio.
- 5) Cambios en el sistema inmunitario.
- 6) Variaciones hormonales.

En el fútbol de nivel internacional, el número de partidos por temporada, contando enfrentamientos domésticos, continentales y encuentros de representatividad nacional, es muy alto. Durante la temporada 2009-2010, contando la copa Mundial de la FIFA, muchos futbolistas españoles llegaron a jugar 70 encuentros oficiales. Se sabe que la participación en un enfrentamiento futbolístico conlleva una disminución en la *performance* durante las siguientes horas y días provocada por un estado de fatiga aguda. Andersson et al. (2008) encontraron que los futbolistas de élite necesitan al menos 72 horas para volver a obtener valores de rendimiento físico, de inflamación y daño muscular iguales a las horas previas al último partido. En determinados momentos de la temporada, en los cuales el calendario de competiciones no permite un respiro, el equipo debe participar de dos encuentros en la misma semana y el tiempo para recuperarse luego de jugar partidos sucesivos puede ser de 3 a 4 días, lapso que puede resultar insuficiente para determinados futbolistas en relación a la capacidad del organismo de restaurar la propia homeostasis. Como consecuencia de la repetición de estos sucesos, el jugador puede vivenciar estados de fatiga aguda y crónica que, a la larga, conllevan un estado potencial de bajo rendimiento y/o la aparición de lesiones.

Ekstrand, Waldén, & Häggglund (2004) encontraron que aquellos jugadores con baja *performance* en el mundial de fútbol en el año 2002 habían jugado una media de 12,5 partidos en las diez semanas previas al evento. En contrapartida, aquellos que habían demostrado un gran nivel de juego, habían disputado solo 9 encuentros en ese mismo tiempo. Sumado a esto, Dupont et al. (2010) encontraron que aquellos jugadores que



disputan dos encuentros por semana y tienen entre 72 y 96 horas de descanso tienen 6,2 veces más probabilidades de lesionarse que los futbolistas que solo tienen un enfrentamiento cada siete días.

Las demandas competitivas y de entrenamiento imponen una carga sustancial en el deportista; el sistema musculoesquelético, el sistema nervioso, inmune y metabólico se ven altamente afectados al punto en que las estrategias de recuperación post-partido se tornan necesarias y son determinantes en la preparación del siguiente partido (Ascensão et al., 2008). También se deben considerar factores como la preparación mental y los viajes previos a los partidos como precursores de un estado de fatiga; jugar de visitante, especialmente sumado a largos viajes y noches de descanso en ambientes no familiares, tiene un impacto negativo en la calidad del sueño y esto puede afectar la *performance* de los jugadores (Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Häggglund, M., 2013).

Por otra parte, es importante reconocer que en los deportes colectivos no nos podemos enfocar sólo en la etiología de carácter fisiológico de la fatiga. La evaluación detallada de la influencia de la localización del partido, el nivel del oponente, el marcador y la aparición de momentos críticos en el juego sobre el rendimiento físico presentan, en los deportes de equipo, una serie de implicaciones prácticas de gran relevancia para los entrenadores y preparadores físicos en el análisis de la fatiga del equipo (Lago Peñas, C. Martín Acero, R., Seirul-lo Vargas, F., Alcalde, J., y Hernández Moreno, J., 2011). En primer lugar, sería útil incorporar, en el análisis post-partido del rendimiento físico de los equipos, las características concretas de las variables situacionales que se han manifestado en el partido, como la influencia de los factores tácticos y estratégicos, pues puede que el descenso en la *performance* durante un partido no sea consecuencia únicamente de la fatiga fisiológica de los futbolistas. En segundo lugar, si el entrenador o preparador físico es capaz de identificar los aspectos del rendimiento colectivo que están influenciados negativamente por alguna variable situacional o momento crítico, las causas de ese deterioro pueden ser luego aisladas y tenidas en cuenta de forma específica en la preparación de los siguientes partidos en los entrenamientos (Lago Peñas et al., 2011).

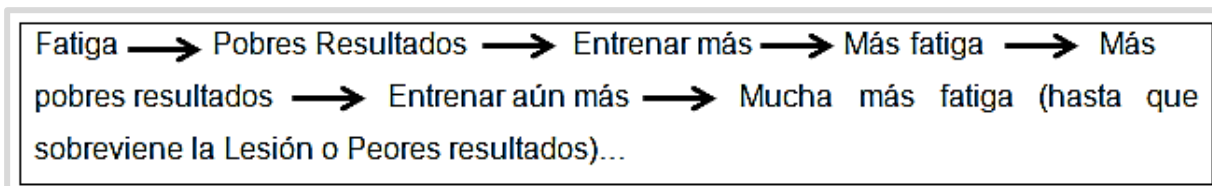
Hay que tener presente un aspecto muy importante vinculado a la fatiga y tiene que ver con las varias patologías (algunas de una gravedad considerable) que son concurrentes a la fatiga, pero que debemos diferenciarlas de la misma. Es importante un correcto diagnóstico médico para que la baja en el rendimiento a causa de la aparición de alguna patología no se confunda con fatiga deportiva, ya que esto podría suponer un error grave de diagnóstico.

Como ya hemos visto, se considera fundamental conocer el tipo de fatiga que tiene el deportista para ayudar a su recuperación. Así, por ejemplo, no sería efectivo utilizar estrategias para una recuperación rápida del glucógeno muscular si la fatiga del



deportista es de origen psicológico. Muchas veces, sin el correcto análisis de la etiología de la pérdida de forma, podemos caer en la siguiente secuencia de errores:

**Figura 9: La cascada de la fatiga**



Fuente: Adaptado de Terrados (2012), apuntes sin publicar.

Por ésta razón es fundamental la cuantificación correcta de las cargas de entrenamiento. Como vimos anteriormente, el conocimiento de los mecanismos de fatiga de un deporte ayudaría mucho a planificar los entrenamientos y las estrategias de recuperación del deportista, lo que sería importante para conservar su salud y ayudar en el mantenimiento de su buena forma. Tanto con respecto al fútbol como al resto de los deportes colectivos, Nédélec (2013) se refiere a la fatiga como un fenómeno multifactorial relacionado a:

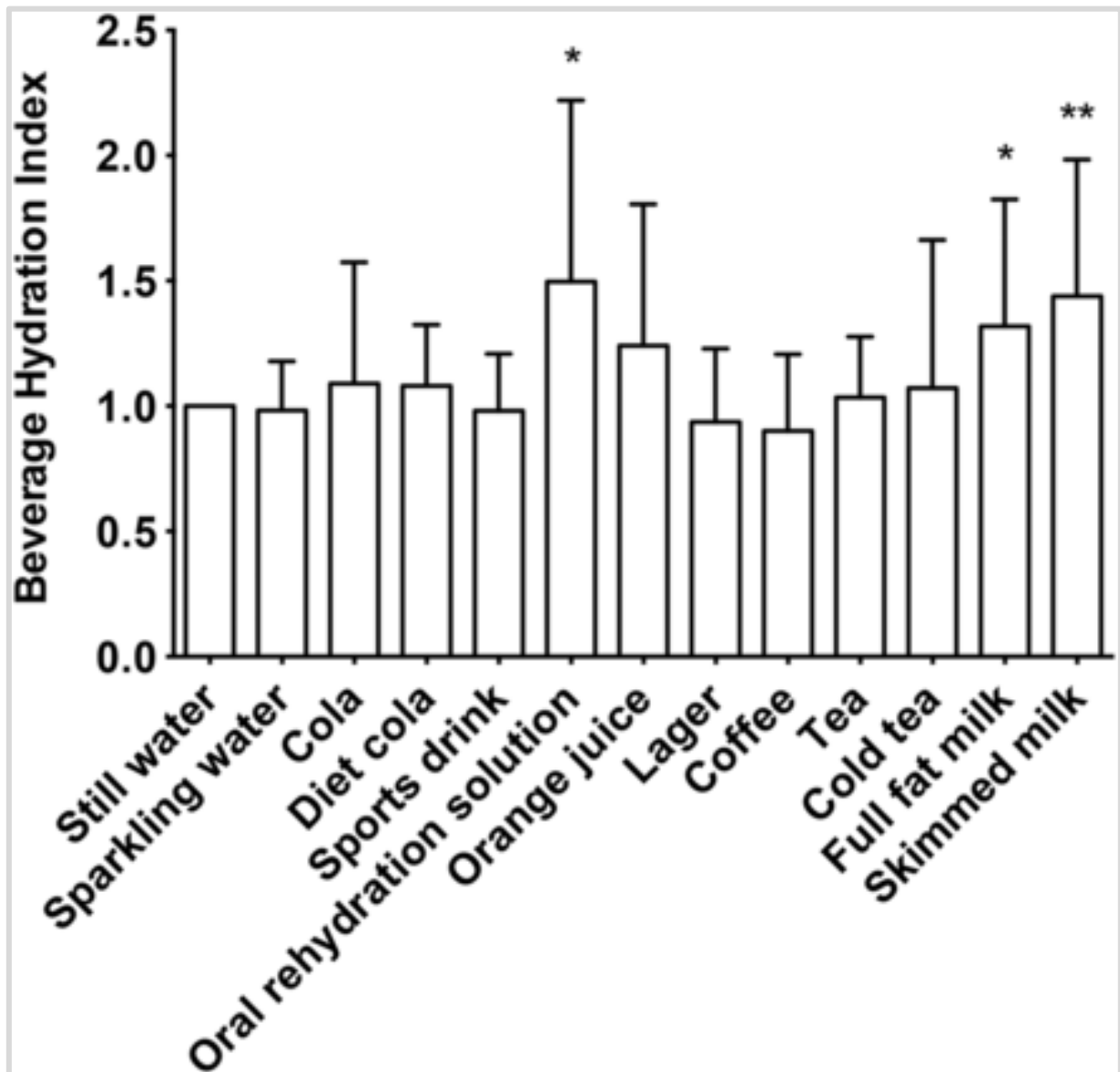
- La deshidratación.
- La depleción de los depósitos de glucógeno.
- El daño muscular.
- El estrés y el cansancio mental.

Por lo tanto, todo proceso de recuperación debería orientarse a satisfacer las demandas del deportista en los cuatro factores recién citados, sumado a lo analizado anteriormente respecto a las cuestiones táctico-estratégicas del equipo.

### **Estrategias de recuperación de la fatiga en los deportes colectivos**

- 1) **Rehidratación:** una disminución del 2 % del peso corporal conlleva una pérdida en el rendimiento, y una del 5 % puede ocasionar trastornos cognitivos (Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P., & Shirreffs, S. M., 2004). Inmediatamente luego del ejercicio, los deportistas deberían beber la suficiente cantidad de bebidas con carbohidratos para reemplazar las pérdidas de fluidos producidas por el ejercicio. Estas bebidas deberían contener sodio y aproximarse a ser entre una vez y media y dos veces el peso perdido a través del sudor. Asimismo, las bebidas alcohólicas y el café son desaconsejadas en estos periodos por su conocido efecto diurético. En el gráfico siguiente vemos una comparación del índice de hidratación de 13 bebidas comercialmente disponibles.

Figura 10: Índice de hidratación de 13 bebidas comercialmente disponibles



Fuente: Maughan et. al., 2016.

- 2) **Estrategias nutricionales adecuadas:** el consumo de carbohidratos de elevado índice glucémico y proteínas de elevado valor biológico constituye una estrategia fundamental para reponer los depósitos de glucógeno y optimizar la reparación muscular luego de los daños inducidos por el ejercicio intenso. Asimismo, estos deberían ser consumidos antes de cumplir la hora de finalizada la competencia. Además, es importante incorporar el consumo de alimentos que contengan dosis elevadas de ácidos grasos Omega 3 y antioxidantes (Nédélec, M., 2013).
- 3) **Sueño (dormir en calidad y en cantidad):** dormir bien es una parte esencial del proceso de recuperación del deportista, pues las perturbaciones del sueño los afectan negativamente. El sueño no solo es un importante factor en la recuperación muscular, sino también en la fatiga mental. Existen una serie de

recomendaciones tales como: dormir en un ambiente tranquilo, mantener una temperatura estable de alrededor de 18° C, utilizar ropa cómoda, mantener una rutina previa, evitar el uso de *tablets* o teléfonos con pantalla luminosa en la cama, cumplir un mínimo de siete horas por la noche, asegurar una buena oscuridad en el dormitorio, escuchar música tranquila y regular el consumo de alcohol o cafeína que pueden tener un efecto diurético y perturbar el sueño (Nédélec, M., 2013).

- 4) **Inmersiones en agua fría** a una temperatura entre 9°C y 10° C durante 10 a 20 minutos parece ser una estrategia útil para recobrar rápidamente los niveles de fuerza y disminuir la inflamación aguda pospartido. Los beneficios de esta metodología están relacionados más con la temperatura del agua que con la presión hidrostática. Algunas investigaciones indican que 15 minutos en agua que ronde los 15 °C reduce el flujo sanguíneo a las piernas y brazos redireccionándolo desde la periferia al *core* y, por ende, incrementando el retorno venoso y la eficiencia cardíaca. También limitaría la inflamación aguda provocada por el daño muscular y tiene un corto efecto analgésico gracias a la disminución de la velocidad de conducción nerviosa, de la actividad de los husos musculares, del reflejo miotático y de los espasmos musculares (Nédélec, M., 2013).
- 5) **Masajes y otros medios:** los masajes son un medio muy utilizado a pesar de que su eficacia sobre la función muscular no sea clara. Parece ser que el efecto psicológico que produce una sensación de bienestar en el individuo es más importante que los hechos fisiológicos propiamente dichos (Bishop, D., 2003).
- 6) La **Electroestimulación** y otros medios como la **recuperación activa, estiramientos pasivos** y **prendas de compresión** todavía carecen de evidencia científica que respalde su utilización, aunque esto no quiere decir que son inútiles en la recuperación. Quizás los protocolos realizados en la literatura científica no sean los ideales para evaluarlos o quizás se trate del efecto placebo que poseen estos medios para incrementar la sensación de bienestar del deportista; por lo tanto, no deberían ser descartados (Nédélec, M., 2013).



## Referencias

- Ascensão, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., & Magalhães, J.** (2008). Biochemical impact of a soccer match—analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery (Traducción propia). *Clinical biochemistry*, 41(10), 841-851.
- Andersson, H. M., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F.** (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery (Traducción propia). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 372-380.
- Bagnara, I.** (2011). El desarrollo tecnológico en las actividades físicas y el deporte. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 16(159). Buenos Aires. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>
- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, R.** (1994). Periodization: The Effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4), 235-242.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A.** (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance (Traducción propia). *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Häggglund, M.** (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study (Traducción propia). *British journal of sports medicine*, 47(12), 743-747.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K.** (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. (Traducción propia) *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Bishop, D.** (2003). Warm up I. (Traducción propia) *Sports medicine*, 33(6), 439-454.
- Bliss, L. S., & Teeple, P.** (2005). Core stability: the centerpiece of any training program (Traducción propia). *Current sports medicine reports*, 4(3), 179-183.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C.** (2015). *Periodization Training for Sports* (3<sup>rd</sup> ed) (Traducción propia). USA: Human Kinetics.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J.** (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football (Traducción propia). *International Journal of Sports & Physiology Performance*, 6(3), 311-321.



**Calder, A. W., Chilibeck, P. D., Webber, C. E., & Sale, D. G.** (1994). Comparison of whole and split weight training routines in young women (Traducción propia). *Canadian Journal of Applied Physiology*, 19(2), 185-199.

**Candow, D. G., & Burke, D. G.** (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 204-207.

**Cappozzo, A., Felici, F., Figura, F., & Gazzani, F.** (1985). Lumbar spine loading during half-squat exercises (Traducción propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 17(5), 613-620.

**Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O.** (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177-186.

**Coutts, A. J., & Duffield, R.** (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports (Traducción propia). *Journal of science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.

**Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C.** (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review (Traducción propia). *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042.

**DeMichele, P. L., Pollock, M. L., Graves, J. E., Foster, D. N., Carpenter, D., Garzarella, L., & Fulton, M.** (1997). Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development (Traducción propia). *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 78(1), 64-69.

**Deminice, R., Sicchieri, T., Mialich, M. S., Milani, F., Ovidio, P. P., & Jordao, A. A.** (2011). Oxidative stress biomarker responses to an acute session of hypertrophy-resistance traditional interval training and circuit training (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 798-804.

**Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U.** (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate (Traducción propia). *The American journal of sports medicine*, 38(9), 1752-1758.



**Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M.** (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup (Traducción propia). *British journal of sports medicine*, 38(4), 493-497.

**Escamilla, R. F., & Andrews, J. R.** (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports (Traducción propia). *Sports medicine*, 39(7), 569-590.

**Faries, M. D., & Greenwood, M.** (2007). Core Training: Stabilizing the Confusion (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 29(2), 10-25.

**Feigenbaum, M. S., & Pollock, M. L.** (1997). Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs (Traducción propia). *The physician and sportsmedicine*, 25(2), 44-64.

**Fleck, S. J., & Kraemer, W.** (2014). *Designing Resistance Training Programs* (4<sup>th</sup> ed) (Traducción propia). USA: Human Kinetics.

**Fredericson, M., & Moore, T.** (2005). Core stabilization training for middle-and long-distance runners (Traducción propia). *New studies in athletics*, 20(1), 25-37.

**Gabbett, T. J.** (2008). Do skill-based conditioning games offer a specific training stimulus for junior elite volleyball players? (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 509-517.

**González, J. C., Domínguez, C. G., y Cepeda, N. T.** (2009). Recuperación en balonmano de alto nivel. *Revista de Ciencias del Deporte*, 5(1), 45-54.

**González-Badillo, J. J., Gorostiaga, E. M., Arellano, R., & Izquierdo, M.** (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 689-697.

**Graves, J. E., Pollock, M. L., Foster, D., Leggett, S. H., Carpenter, D. M., Vuoso, R., & Jones, A.** (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength (Traducción propia). *Spine*, 15(6), 504-509.

**Hagins, M., Adler, K., Cash, M., Daugherty, J., & Mitrani, G.** (1999). Effects of practice on the ability to perform lumbar stabilization exercises (Traducción propia). *Journal of Orthopaedic & Sports physical therapy*, 29(9), 546-555.



**Halson, S. L.** (2013). Recovery techniques for athletes (Traducción propia). *Sports Science Exchange*, 26(120), 1-6.

**Harris, N. K., Cronin, J., Taylor, K. L., Boris, J., & Sheppard, J.** (2010). Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 32(4), 66-79.

**Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D.** (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review (Traducción propia). *BMC medicine*, 10(1), 1.

**Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I.** (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength (Traducción propia). *Sports medicine*, 38(12), 995-1008.

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

**[Imagen sin título sobre sistemas de GPS 1].** (s. f.). Recuperada de: [http://www.marcaen zona.com/detalle.php?id\\_news=3557](http://www.marcaen zona.com/detalle.php?id_news=3557)

**[Imagen sin título sobre sistemas de GPS 2].** (s. f.). Recuperada de: <http://www.techflow.co/firstbeat-the-heartbeat-behind-2016-mvp-steph-curry-and-gsw/>

**[Imágenes sin título sobre VBT].** (s. f.). Recuperada de: <http://www.innervations.com/products/ballistic-measurement-system/linear-position-transducer/>.

**[Imagen sin título sobre acelerómetro].** (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/OjjZ7l>. <http://www.trainwithpush.com/portal/>.

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

**Konin, J. G., Beil, N., & Werner, G.** (2003). Facilitating the serape effect to enhance extremity force production (Traducción propia). *Athletic Therapy Today*, 8(2), 54-56.

**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.

**Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M.** (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes (Traducción propia). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 926-934.

**Mann, J. B., Ivey, P. A., & Sayers, S. P.** (2015). Velocity-Based Training in Football (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 37(6), 52-57.

**Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P., & Shirreffs, S. M.** (2004). Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training (Traducción propia). *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 14(1), 333-346.

**Maughan, R. J., Watson, P., Cordery, P. A., Walsh, N. P., Oliver, S. J., Dolci, A., & Galloway, S. D.** (2015). A randomized trial to assess the potential of different beverages to affect hydration status: development of a beverage hydration index (Traducción propia). *The American journal of clinical nutrition*. Recuperado de <http://ajcn.nutrition.org/content/early/2015/12/23/ajcn.115.114769.abstract>.

**McGill, S.** (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 32(3), 33-46.

**McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B.** (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications (Traducción propia). *Sports Medicine*, 45(11), 1523-1546.

**Miranda, H., Fleck, S. J., Simão, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H., & Novaes, J.** (2007). Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1032-1036.

**Montgomery, P. G., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., Dorman, J. C., Cook, K., & Minahan, C. L.** (2008). The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball (Traducción propia). *Journal of sports sciences*, 26(11), 1135-1145.

**Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G.** (2012). Recovery in Soccer (Traducción propia). *Sports Medicine*, 42(12), 997-1015.



**Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G.** (2013). Recovery in Soccer (Traducción propia). *Sports Medicine*, 43(1), 9-22.

**Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N.** (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 250-255.

**Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D.** (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development (Traducción propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 35(3), 456-464.

**Santana, J. C., McGill, S. M., & Brown, L. E.** (2015). Anterior and Posterior Serape: The Rotational Core (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 37(5), 8-13.

**Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G.** (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 706-715.

**Seitz, L. B., Trajano, G. S., & Haff, G. G.** (2014). The back squat and the power clean: elicitation of different degrees of potentiation (Traducción propia). *International Journal of Sports & Physiology Performance*, 9(4), 643-9.

**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.

**Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Schilling, B. K., Johnson, R. L., Pierce, K. C., Haff, G. G., & Koch, A. J.** (1999a). Periodization: Effects Of Manipulating Volume And Intensity. Part 1 (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 21(2), 56.

**Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Schilling, B. K., Johnson, R. L., Pierce, K. C., Haff, G. G., & Koch, A. J.** (1999b). Periodization: Effects of Manipulating Volume and Intensity. Part 2 (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 21(3), 54.

**Tan, B.** (1999). Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 289-304.

**Terrados, N., Calleja-González, J., & Schelling, X.** (2011). Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(2), 84-88.



**Tillin, M. N. A., & Bishop, D.** (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities (Traducción propia). *Sports medicine*, 39(2), 147-166.

**Willardson, J. M., & Burkett, L. N.** (2008). The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 146-152.

**Willardson, J. M.** (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 978-984.

**Wilson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M.** (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury (Traducción propia). *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(5), 316-325.

**Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M. & Ugrinowitsch, C.** (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.

**Woods, K., Bishop, P., & Jones, E.** (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury (Traducción propia). *Sports Medicine*, 37(12), 1089-1099.

**Zois, J., Bishop, D. J., Ball, K., & Aughey, R. J.** (2011). High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine (Traducción propia). *Journal of science and medicine in sport*, 14(6), 522-528.

