

# Módulo 1. Introducción a la fuerza en los deportes colectivos. Nuestro paradigma

## 1.1 Nociones básicas de fuerza en los deportes de equipo

Nuestro deseo para este curso es el de lograr ser un disparador en su proceso de perfeccionamiento como deportista, entrenador o kinesiólogo. Intentaremos, a lo largo de este trayecto, brindarle no solo las bases conceptuales en las cuales apoyarse, sino también el soporte científico y empírico que apoya determinadas actuaciones en el plano del entrenamiento de la fuerza aplicado a los deportes de conjunto.

Dividiremos la presentación en tres grandes partes: la primera se encargará de conceptualizar y definir cuestiones relacionadas a la fuerza; la segunda parte orientará sobre cómo periodizar y analizar los medios de entrenamiento más eficaces; y la tercera parte se dedicará a elaborar un efectivo programa de entrenamiento acorde a las necesidades de su equipo, de su deportista o de usted mismo.

Quisiéramos desearle éxito en este viaje que emprenderemos juntos; esperamos que pueda disfrutar de la lectura y que esta certificación le ayude en su realización profesional y le despierte curiosidad para seguir contribuyendo al crecimiento de nuestra disciplina.

### **Paradigma dominante y análisis del deportista como una estructura hipercompleja: ¿más es mejor?**

Tradicionalmente se ha vinculado al entrenamiento de la fuerza en los deportes colectivos con el trabajo aislado en la sala de musculación o gimnasio, desprovisto de toda relación con las acciones motoras que un jugador debe desarrollar en el campo. Siguiendo las teorías conductistas y mecanicistas, este tipo de trabajo ha intentado, por medio de prácticas cuantitativas y a través de secuencias lineales de ejercicios, “construir” un jugador que pueda satisfacer las necesidades de un modelo dominante.

Este paradigma conductista y mecanicista entiende al universo como un sistema mecánico compuesto por piezas, al cuerpo humano como una máquina y a la vida en



sociedad como una lucha competitiva por la existencia donde predomina la creencia en el progreso material ilimitado a través del incremento del poder económico y tecnológico (Capra, F. 1998).

A partir de este paradigma se desprende que el desarrollo del deportista depende, en mayor medida, de:

- La evolución del reglamento.
- La evolución de las exigencias de la competición.
- La evolución conceptual del entrenador.
- La evolución de la valoración social y económica del deporte.
- La evolución de la investigación y la tecnología aplicada al deporte.

Pero este modelo ha entrado en recesión y ha dado lugar a una nueva manera de entender el mundo según la cual el eje conformador del proceso optimizador es el de la persona-deportista cuyas experiencias vividas le proveerán una mezcla de flujos de energía únicos e irrepetibles. Esta mezcla genera una auto-conformación específica para cada individuo y produce un camino de auto-modelación personal irreproducible en otro sujeto e irrepetible en la misma persona-deportista en un momento diferente (Seirul-lo Vargas, F., 2003).

Según el paradigma de la complejidad, el eje conformador del proceso de entrenamiento es el hombre-deportista; no se trata de un cuerpo que se mueve, sino de una persona que se mueve. Esta concepción del movimiento involucra a todas las estructuras que comprometen a ese individuo de manera holística.

De este modo, es necesario comprender que aquello que denominamos **capacidades**, como son la fuerza, resistencia, amplitud de movimiento, etcétera, no son más que formas de evaluación sectoriales de una parte de los procesos que acontecen en un sistema perteneciente a una estructura hipercompleja (el ser humano) en un momento determinado de su existencia.

Dicho esto, intentaremos reinterpretar el proceso de entrenamiento de la fuerza dentro de una concepción sistémica y holística dando prioridad a las situaciones y a contenidos de alta variabilidad, ya que cada individuo interactúa con el ambiente en una experiencia única.

Pero no caigamos en una trampa: muchos preparadores y entrenadores, en su afán por brindar sólo cargas específicas, no contemplan los requerimientos necesarios para la práctica deportiva y obvian que mientras más específico es el entrenamiento respecto a



la competición, más estrés produce en el deportista y más se incrementa el riesgo de lesión.

Como veremos más adelante, el entrenamiento de la fuerza tiene, desde nuestra perspectiva, dos objetivos fundamentales, por un lado, el de optimizar las prestaciones de los deportistas y, por el otro, el de prevenir lesiones o al menos limitarlas. Mediante investigaciones y experiencias científicas intentaremos dilucidar algunos aspectos prácticos y teóricos para que usted sea capaz de modelar su práctica y cumplir con estas dos premisas fundamentales en su equipo, su club o con su deportista.

## **La dificultad de trabajar la fuerza en los deportes de equipo**

La principal característica de los deportes colectivos es la **variabilidad del entorno**: las situaciones que se presentan nunca pueden ser repetidas. Por ello es que es difícil su medición, sobre todo si consideramos que tradicionalmente los modelos de entrenamiento provienen de deportes individuales. Hoy en día, con el avance de la investigación científica, podemos afinar los modelos de entrenamiento y aproximarnos a la realidad de nuestro deporte dejando de lado visiones sesgadas por el atletismo y la natación como sucedía años atrás cuando sólo importaban los parámetros fisiológicos y/o bioquímicos para analizar el desempeño de nuestros jugadores.

Gracias a la evolución de la tecnología y la ciencia, existen actualmente herramientas validadas científicamente que se pueden llevar en el bolsillo, como, por ejemplo, aplicaciones para el teléfono celular. Con cuestionarios como el RPE (*rating of perceived exertion*; en español, escala de medición de esfuerzo subjetivo) podemos acercarnos a lo que realmente están sintiendo nuestros deportistas, lo cual puede ser muy distinto de lo que los entrenadores pensamos que nuestros deportistas sienten. Los softwares como el Data Volley, el Amisco Pro o el Sagit (para balonmano) nos permiten aproximarnos no solo a lo que sucede en el deporte en general, sino también a lo que acontece con nuestro equipo en tiempo real.

### **1.1.1 Delimitaciones conceptuales prácticas**

#### **Fuerza - cualidad física básica**

“El movimiento es vida, recuérdalo” dijo el antiguo Samurai Miyamoto Musashi y, para que exista movimiento, es necesario que haya una acción muscular. Debemos comprender que las amplias posibilidades de acciones musculares de las que es capaz el ser humano no serían posibles sin **fuerza muscular**, ya sea expresada en movimientos



como caminar, correr, lanzar, sentarse o hasta mover los ojos para leer este texto (ver Figura 1).

**Figura 1: Conceptos y ecuaciones básicas**

Desde el punto de vista de la física, la fuerza es la influencia que al actuar sobre un objeto hace que éste cambie su estado de movimiento como la definió Newton:

$$F = M \times A \quad (\text{Fuerza es igual a masa por la aceleración})$$

$$A = \frac{V_f - V_i}{T} \quad (\text{Aceleración es igual a Velocidad Final menos velocidad inicial sobre tiempo})$$

$$F = \frac{M \times (V_f - V_i)}{T} \quad (\text{Fuerza es igual a la masa multiplicada por la resultante de Velocidad Final Menos Velocidad Inicial sobre el tiempo empleado})$$

ahora bien: **Potencia** es la capacidad de realizar un trabajo en el menor tiempo posible:

$$P = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

pero como trabajo es igual a:

$$Tr = \text{Fuerza} \times \text{Distancia}$$

podemos decir entonces que:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Fuerza} \times \text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

y como velocidad es distancia sobre tiempo entonces simplificado esto decimos que:

$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$$

Las unidades de medida para estas manifestaciones son las siguientes:

FUERZA = Newtons (N)

TRABAJO = Joules (J)

POTENCIA = Watts (W)

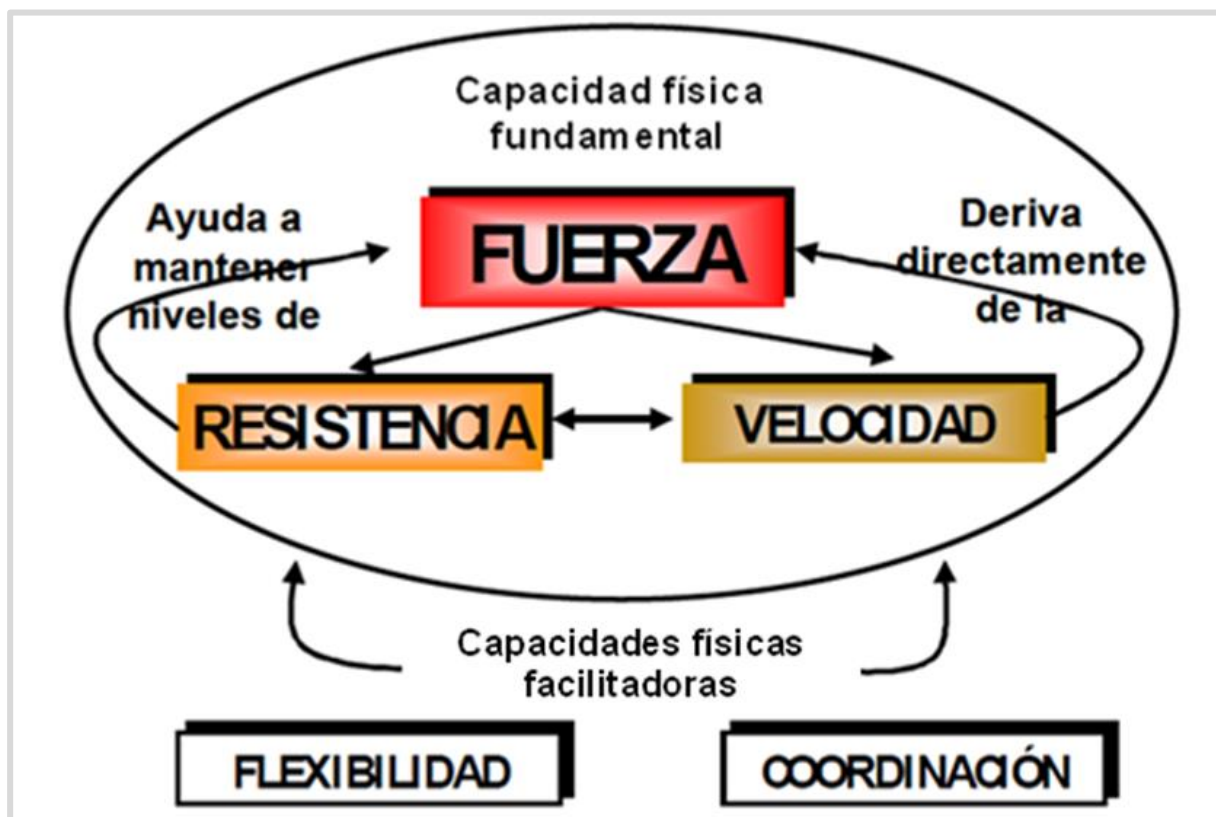
Fuente: adaptado de Knuttgen, y Kraemer, 1987.

Existen tres parámetros básicos para comprender la fuerza. Estos son:

**1) El nivel de fuerza:** la cantidad de fuerza aplicada en una acción determinada.

- 2) **El tiempo de aplicación de determinada fuerza:** la cantidad de fuerza que se aplica por segundo (relacionado al concepto de fuerza explosiva). Entendida la potencia como la capacidad para efectuar acciones motoras en un tiempo mínimo, esto cobra relevancia.
- 3) **El tiempo en que se puede mantener una determinada cantidad de fuerza:** cuando nos referimos a mantener acciones musculares sub-máximas durante una determinada cantidad de tiempo nos referimos al concepto de *resistencia*.

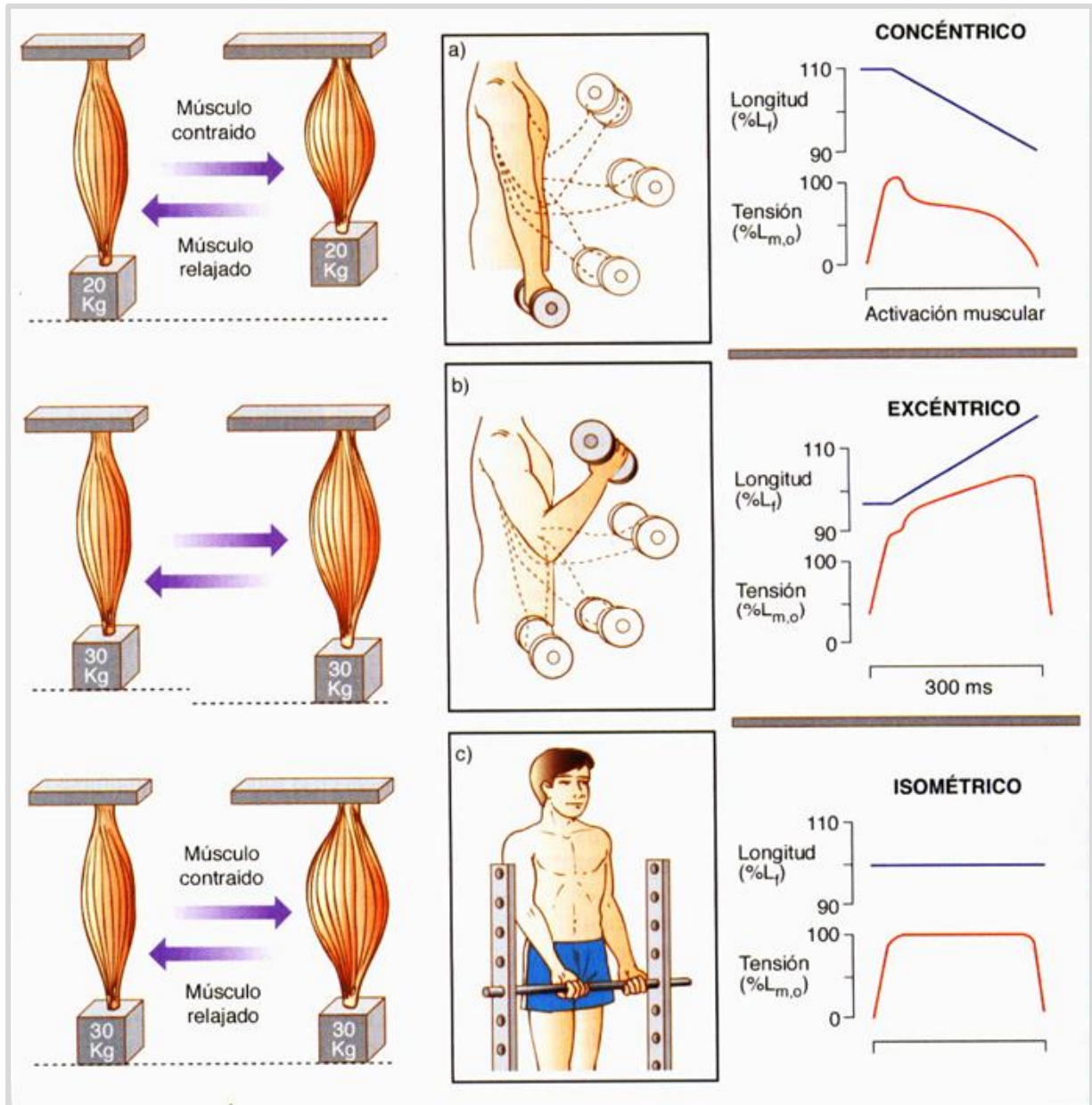
Figura 2: Manifestaciones de la fuerza muscular



Fuente: Adaptado de Tous Fajardo, 1999.

Según Zatsiorsky (2006), la **fuerza** es la habilidad para sobreponerse o contrarrestar una resistencia externa mediante un esfuerzo (tensión) muscular. Si la acción muscular es en dirección opuesta a la resistencia y la supera, ésta se denomina una **acción concéntrica**; si es en la misma dirección a la resistencia, pero no la supera, sino que se produce un estiramiento activo de la musculatura a favor de la gravedad, se denomina **acción excéntrica**; mientras que, cuando la longitud de la acción muscular no se modifica se denomina una **acción isométrica** (ver figura 3).

Figura 3: Acción concéntrica, excéntrica e isométrica



Fuente:Recuperado de López Chicharro, 2006. Adaptado de Knutgen,& Kraemer, 1987.

La fuerza es la capacidad de generar tensión que puede producir cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución

*Knutgen,& Kraemer (1987). Vol. 1 Num.1 pg. 6*

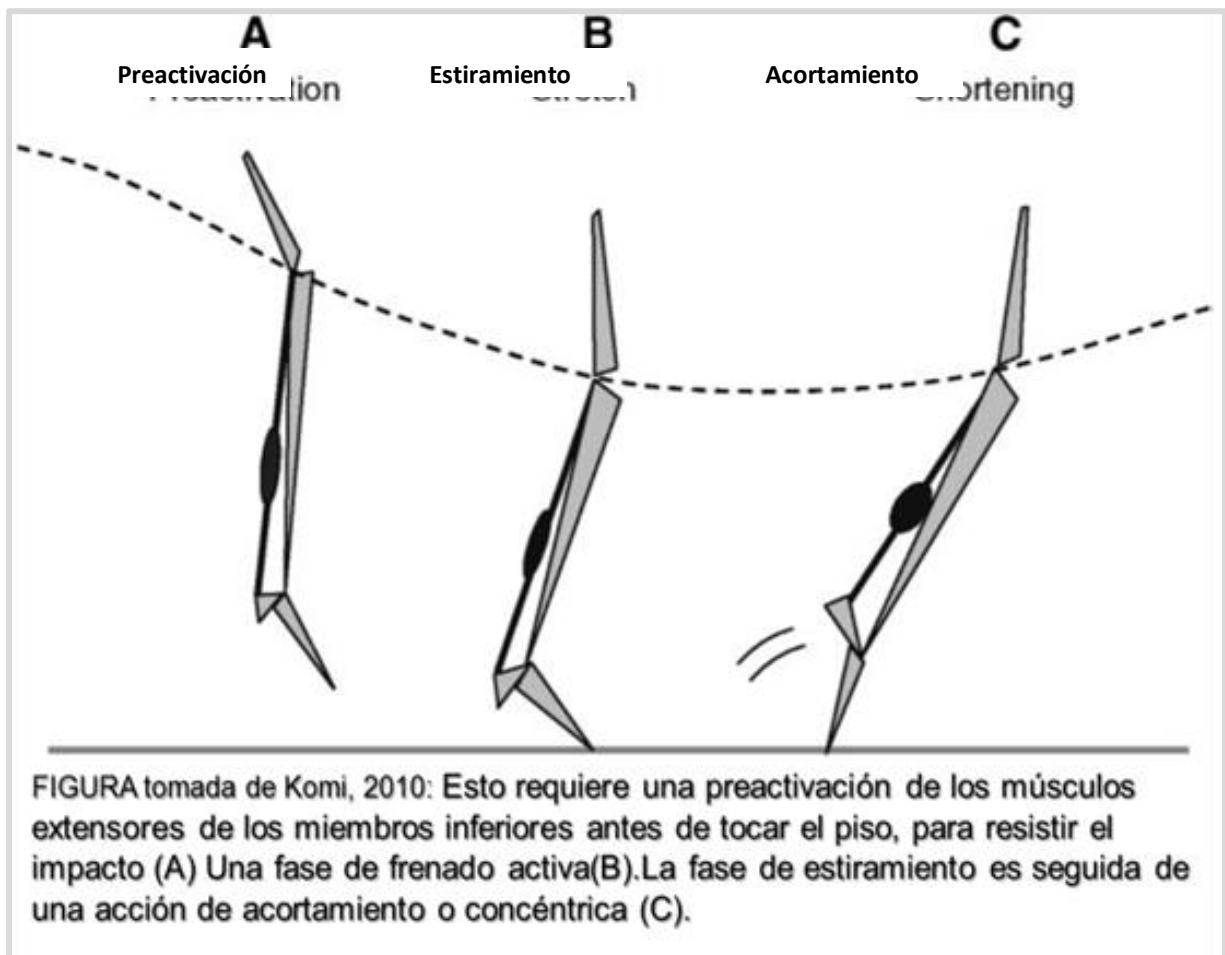
## 1.1.2 Ciclo estiramiento-acortamiento y la velocidad de desarrollo de la fuerza

### Ciclo estiramiento-acortamiento (CEA)

Cuando las acciones se dan de manera continuada a fin de que exista una pre-activación excéntrica-concéntrica y el tiempo de transición entre la fase excéntrica y concéntrica es muy corto, ocurre lo que se denomina **ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA)** (Komi, P. V., 1992).

Según Verkhoshansky (2006), se trata de la capacidad específica muscular de manifestar un esfuerzo motor muy fuerte, luego de un estiramiento mecánico intensivo, o sea, durante la transición rápida de trabajo excéntrico a concéntrico.

Figura 4: Pre-activación y CEA



Fuente: Komi, P. V., Y Nicol, C., 2010.

El CEA proviene de la observación de que todos los segmentos corporales están sujetos a impacto o a fuerzas de estiramiento. Correr, caminar, saltar, son típicos ejemplos en los que fuerzas externas, como por ejemplo la gravedad, alargan el músculo. En esta fase de alargamiento el músculo se mantiene actuando excéntricamente; y a esta fase le sigue una acción concéntrica.

### **Fuerza explosiva y tasa de desarrollo de la fuerza o RFD (*Rate of Force Development*)**

Maffiuletti et al. (2016) definen la **fuerza explosiva** como la habilidad de incrementar la fuerza o torque lo más rápido posible mediante una veloz acción muscular desde el reposo o desde un bajo nivel de activación muscular. Por su parte, Schmitz (1992) divide estas acciones explosivas en dos tipos: aquellas con un **CEA corto** (inferior a 250 milisegundos) y aquellas con un **CEA largo** (superior a 250 ms).

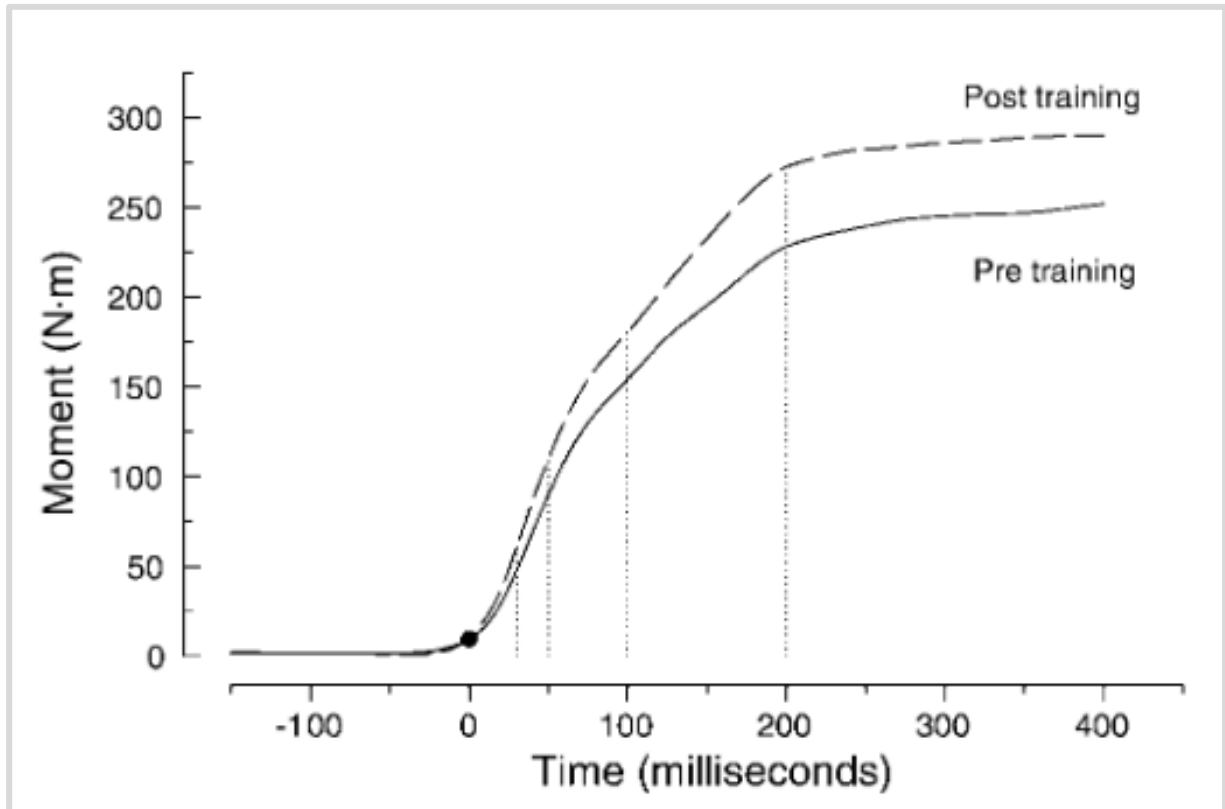
¿Por qué interesan tanto estos conceptos en los deportes colectivos? Porque, según las investigaciones realizadas por McInnes, Carlson, Jones, y Mc Kenna (1995) en baloncesto, si bien estas acciones representan solo el 15% del total de las acciones realizadas en un encuentro, son las responsables del éxito o la derrota en la competencia.

En los deportes colectivos, acciones como un salto para cabecear, un remate de voleibol, un lanzamiento en suspensión en baloncesto o un disparo en fútbol, por citar solo algunas, son acciones de corta duración y altísima potencia, como analizaremos más adelante.

La **tasa de desarrollo de la fuerza (RFD)**, por lo tanto, es derivada de la curva fuerza-tiempo registrada en una activación muscular explosiva y voluntaria. La evaluación de esta curva, si la comparamos con una contracción muscular máxima, tiene, principalmente, las siguientes ventajas: 1) parece estar más relacionada a las tareas deportivas, 2) es más sensible a detectar cambios agudos y crónicos en las funciones neuromusculares y 3) potencialmente está gobernada por diferentes procesos fisiológicos (Maffiuletti, 2016).

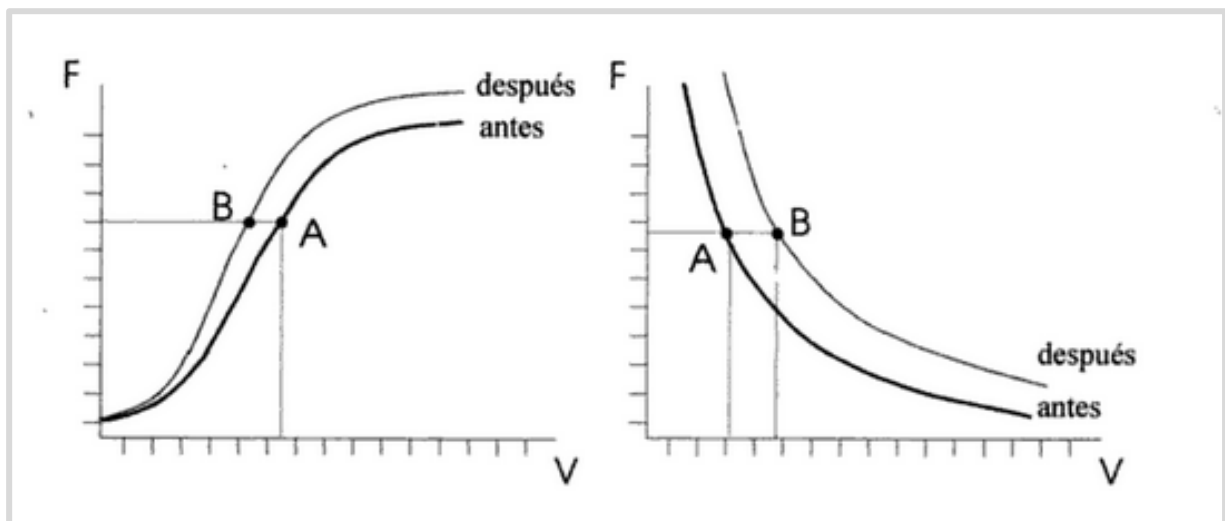
A su vez, esta capacidad de expresar fuerza en poco tiempo, está influenciada por numerosos factores del sistema neuromuscular, dentro de los cuales encontramos aquellos que contribuyen al incremento de la fuerza máxima (área transversal muscular y frecuencia de disparo de unidades motoras) así como los que afectan al tiempo necesario para alcanzar un determinado nivel de fuerza (el tipo de fibra y la rigidez o *stiffness* musculo-tendinoso) (Maffiuletti, N., 2016).

Figura 5: Tasa de desarrollo de la fuerza antes y después del entrenamiento



Fuente: Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002, p. 1319. Fig. 5. Curva promedio de Momento-tiempo para 15 sujetos antes y después de un entrenamiento de fuerza de 14 semanas. El comienzo de la contracción está marcado por el círculo negro en tiempo cero. Las líneas punteadas verticales indican intervalos de 30, 50, 100 y 200 ms relativos al comienzo de la activación. Se observan pendientes más pronunciadas luego del entrenamiento en los primeros 200 ms de la curva.

Figura 6: Comparación de curvas fuerza-tiempo y fuerza-velocidad



Fuente: adaptado de Gonzales Badillo & Ayestarán (2002) p. 49. A la izquierda observamos la curva Fuerza- Tiempo (f-t) mientras que a la derecha la curva Fuerza-Velocidad (f-v) ambos son analizados antes y después de un entrenamiento con cargas pesadas. Los cambios producidos en la curva F-T se equiparan a los observados en la curva F-V. En cuanto seamos capaces de generar más fuerza a la misma velocidad aplicada anteriormente, o cuanto más veloz alcancemos ante la misma resistencia, mejor será nuestra curva fuerza-velocidad.

Como vemos en la Figura 6, un correcto programa de entrenamiento tendrá como consiguiente resultado el **desplazamiento de la curva fuerza-tiempo hacia arriba y la izquierda**; esto quiere decir que el deportista es capaz de ejercer más fuerza para el mismo tiempo. Para ello, es fundamental la elección de las tareas que deberá realizar; pero nos centraremos en ello más adelante.

### 1.1.3 Aspectos fisiológicos de la acción muscular

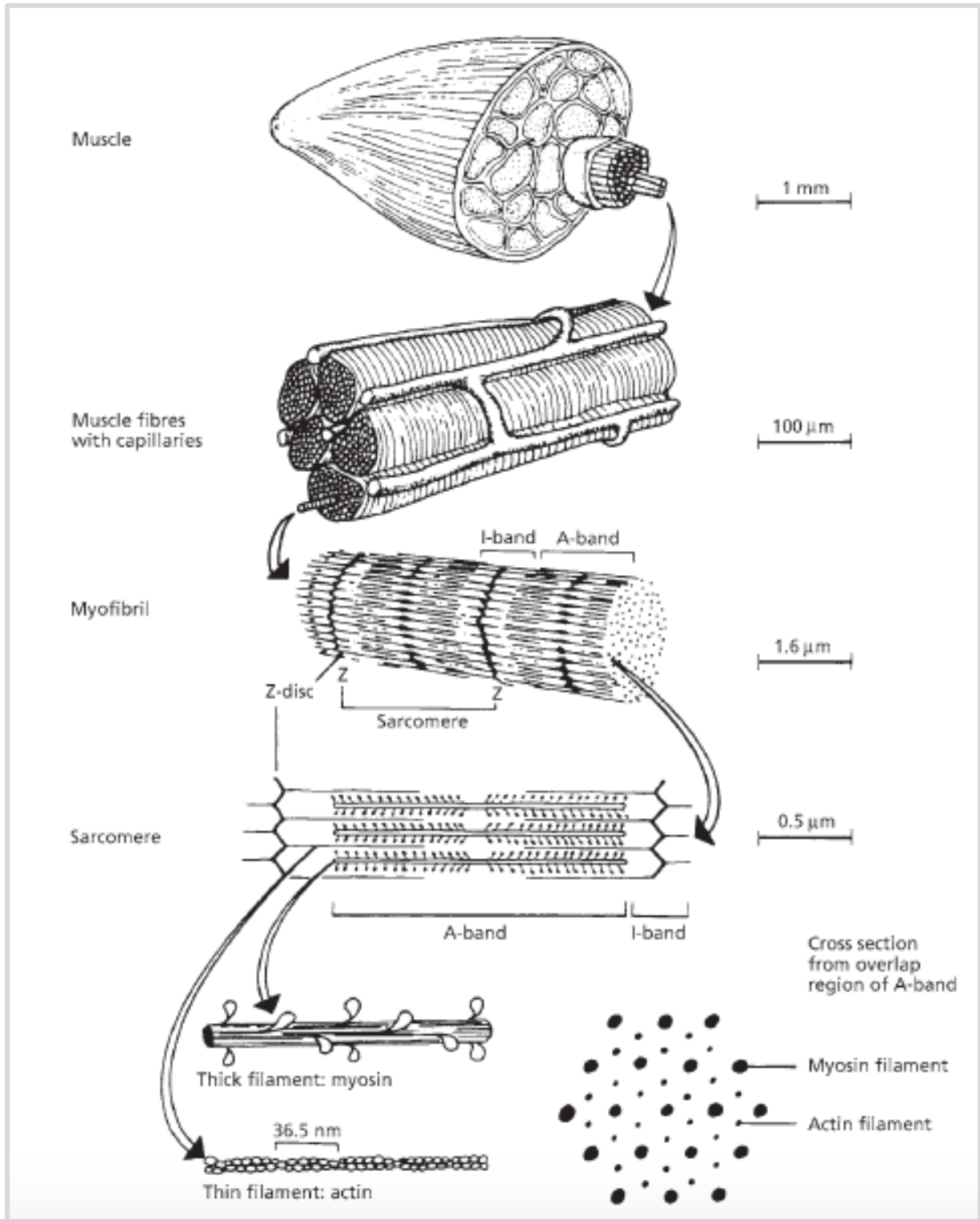
Los músculos están formados por dos componentes: uno **activo o contráctil** y el segundo **pasivo o no contráctil**. El primero consiste en miles de fibras entrelazadas y su gran objetivo consiste en deslizarse unas sobre otras para producir movimiento. Por otra parte, el componente pasivo se refiere a las vainas, aponeurosis y tendones, cuya finalidad es la de ofrecer un marco estructural y no de movimiento propiamente dicho.

Cada músculo está compuesto por miles de pequeñas fibras, todas ellas recubiertas de una vaina de tejido conectivo llamada **endomisio**. Cuando se agrupa un conjunto de fibras en haces, estos agrupamientos se denominan **fascículos**; éstos a su vez son recubiertos por su propia vaina llamada **perimisio**. El músculo entonces, compuesto por un conjunto de fascículos, está envuelto finalmente por la fascia o **epimisio** (Verkhoshansky, Y., 2004).

A nivel microscópico, una fibra muscular se compone de miles de miofibrillas dispuestas en paralelo, las cuales a su vez están formadas por grupos de sarcómeros. El **sarcómero** es la porción de una miofibrilla delimitada por dos **discos z** sucesivos y constituye la unidad funcional del músculo esquelético. Su longitud en estado relajado es de 2,2 micras aproximadamente y está compuesto por filamentos gruesos de una proteína llamada **miosina** y filamentos delgados de una proteína llamada **actina**. Para que se genere una contracción muscular es necesario que se produzca una conexión temporal de las cabezas de miosina con los filamentos de actina, o lo que se conoce como **“puente cruzado”** (Verkhoshansky, Y., 2004).



Figura 7: Representación de la composición estructural del tejido muscular



Fuente: Edman, K. (1992). Contractile performance of skeletal muscle fibres. Strength and power in sport, p 114.

Las miofibrillas son de carácter **estriado** y la capacidad de las proteínas musculares para alterar el plano de luz polarizada, permite diferenciar distintas zonas o bandas, como las **bandas-I** y las **bandas-A**. En la sección media de cada una de estas bandas existe una banda más luminosa denominada **banda-H**, que se puede observar microscópicamente

sólo cuando el músculo está relajado. En cada banda-H se encuentra una **banda-M**, en la cual se interconectan los filamentos de miosina adyacentes.

Por otra parte, los **discos Z** intersectan las bandas-I de manera transversal y mantienen los extremos de los filamentos de actina unidos. Junto con las conexiones transversales realizadas por bandas-M entre filamentos de miosina, una proteína llamada **desmina** interconecta sarcómeros entre miofibrillas adyacentes. Además, los filamentos elásticos de **titina** interconectan las bandas M con los discos-Z (Verkhoshansky, 2004).

### Teoría del deslizamiento

En el acortamiento muscular, las bandas I y H se estrechan, mientras que no se producen cambios en la longitud de las bandas-A. Por tanto, cuando un músculo se acorta, ocurre un incremento en la superposición de los filamentos delgados sobre los filamentos gruesos en los sarcómeros.

Según Verkhoshansky (2004):

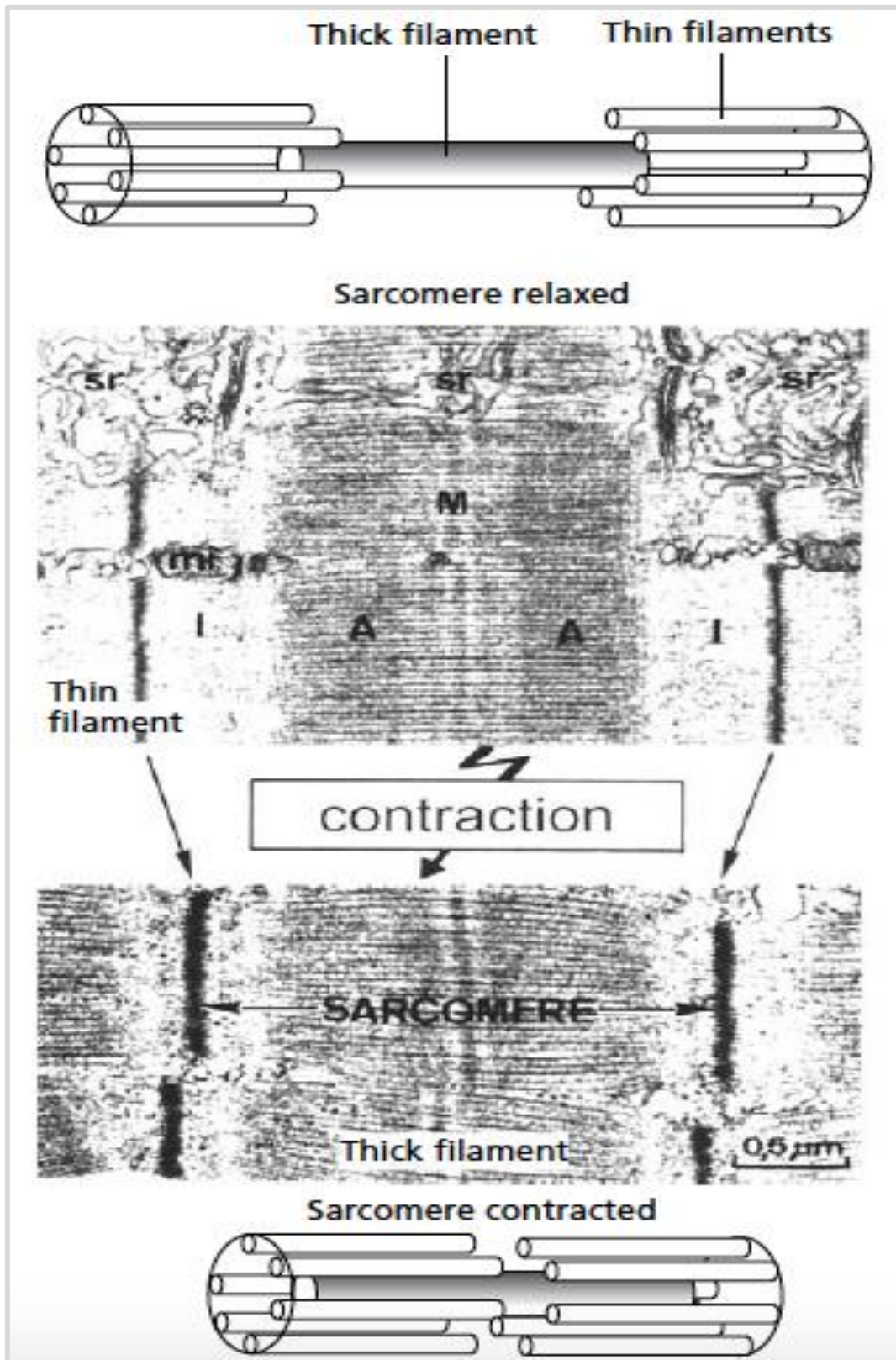
La teoría del deslizamiento postula que en estado de reposo las zonas activas de los filamentos de actina están inhibidas por el **complejo troponin-tropomiosina** y esto evita que los puentes cruzados de miosina interactúen con estas zonas. Cuando la concentración del ion calcio ( $Ca^{+}$ ) es suficientemente grande, se supera esta inhibición. Este hecho se produce cuando un impulso eléctrico se traslada por las fibras nerviosas hasta la fibra muscular y el retículo sarcoplasmático que rodea cada miofibrilla libera súbitamente iones calcio al sarcoplasma (el «plasma» dentro de las células musculares). Los nervios que suministran la estimulación se denominan **motoneuronas**. Sus cuerpos celulares se localizan en el cerebro o en la columna vertebral y envían largos cables (axones) a determinadas células musculares. Las terminaciones de estos axones se dividen en varias terminales al entrar en el músculo y cada terminal forma una **unión neuromuscular** con una única fibra muscular. Esta unión o sinapsis comprende un espacio muy estrecho entre las membranas de la terminación axonal y la fibra muscular, llamado **hendidura sináptica**. El impulso eléctrico provoca que las vesículas sinápticas dentro de la terminación axonal liberen una sustancia transmisora (un neurotransmisor) especial denominada **acetilcolina** que se traslada a través de la hendidura y da la señal al retículo sarcoplasmático para liberar los iones calcio. Cuando la concentración de iones de calcio liberados alcanza un cierto nivel, aparecen las cabezas de los puentes cruzados para adherirse a los lugares activos de los filamentos de actina, se inclinan en un ángulo más agudo y tiran de los filamentos de



actina entre los filamentos gruesos de miosina. Este proceso de producción de energía que involucra a la molécula de fosfato altamente energética **ATP (adenosín-trifosfato)** y a su subproducto derivado **ADP (adenosín-difosfato)** se produce aparentemente para establecer un ciclo de tirones sucesivos por parte de los puentes cruzados que provoca en pasos progresivos un acortamiento muscular. La contribución de numerosos y minúsculos tirones realizados por miles de miofibrillas se suman para producir la activación de todo el grupo muscular.

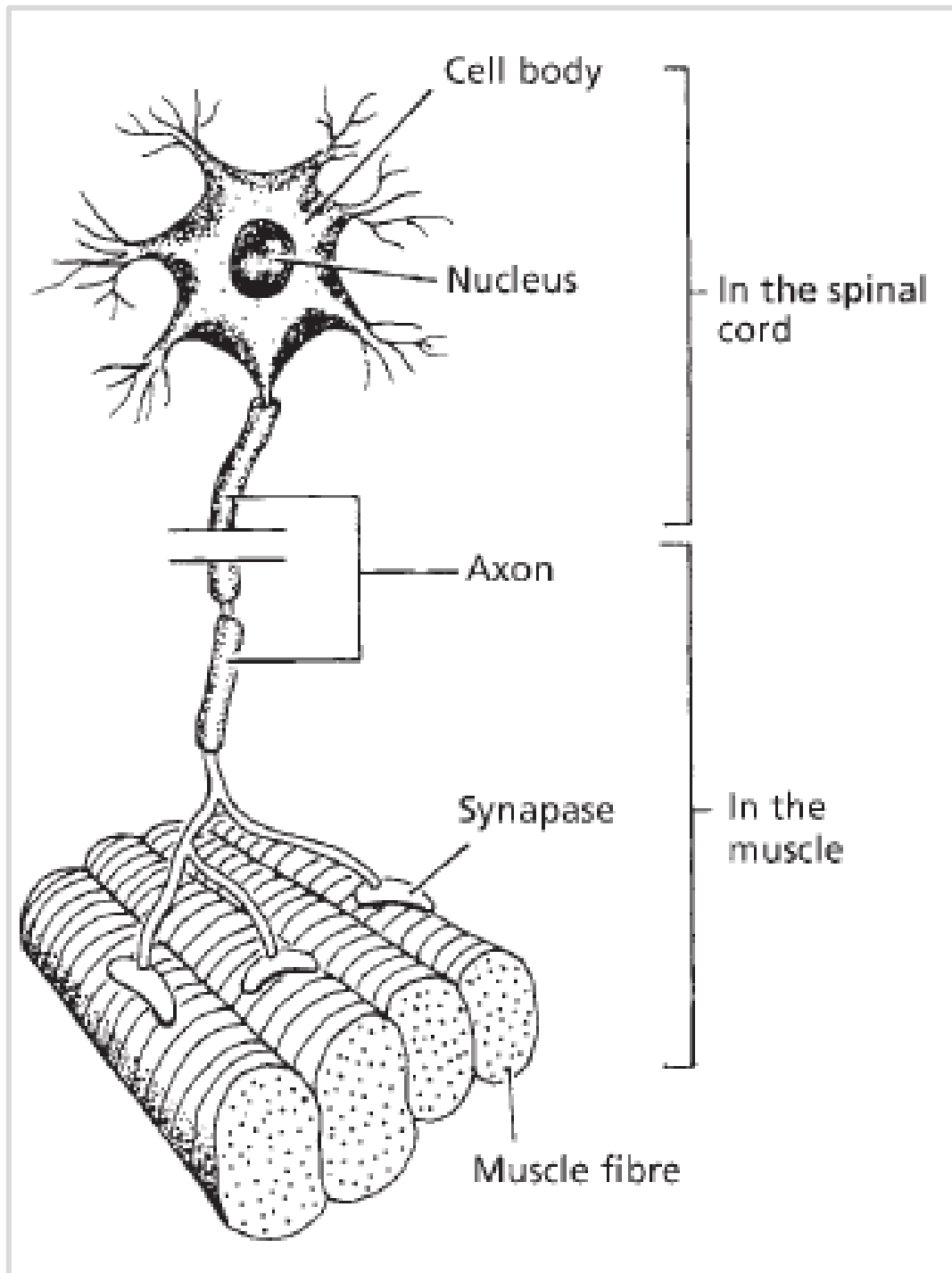


Figura 8: Ilustración de la teoría del deslizamiento muscular



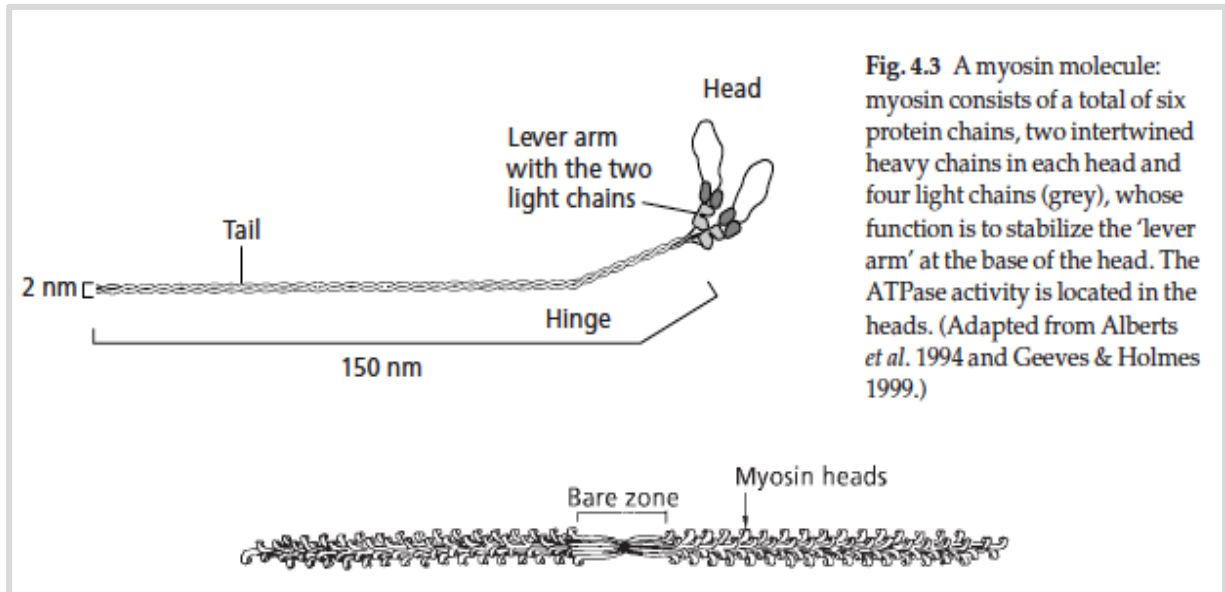
Fuente: Billeter, R., & Hoppeler, H. (2003). Muscular basis of strength. Strength and power in sport, 50. En estado de relajación, las líneas Z están separadas por aproximadamente 2,5  $\mu\text{m}$ . los filamentos delgados y gruesos se solapan sólo parcialmente. En el estado de acortamiento, las líneas z se encuentran más juntas, y los filamentos de actina y miosina se encuentran solapados casi en la totalidad de su longitud. A= Banda A, M=Línea M, Z Línea.

Figura 9: La unidad motora



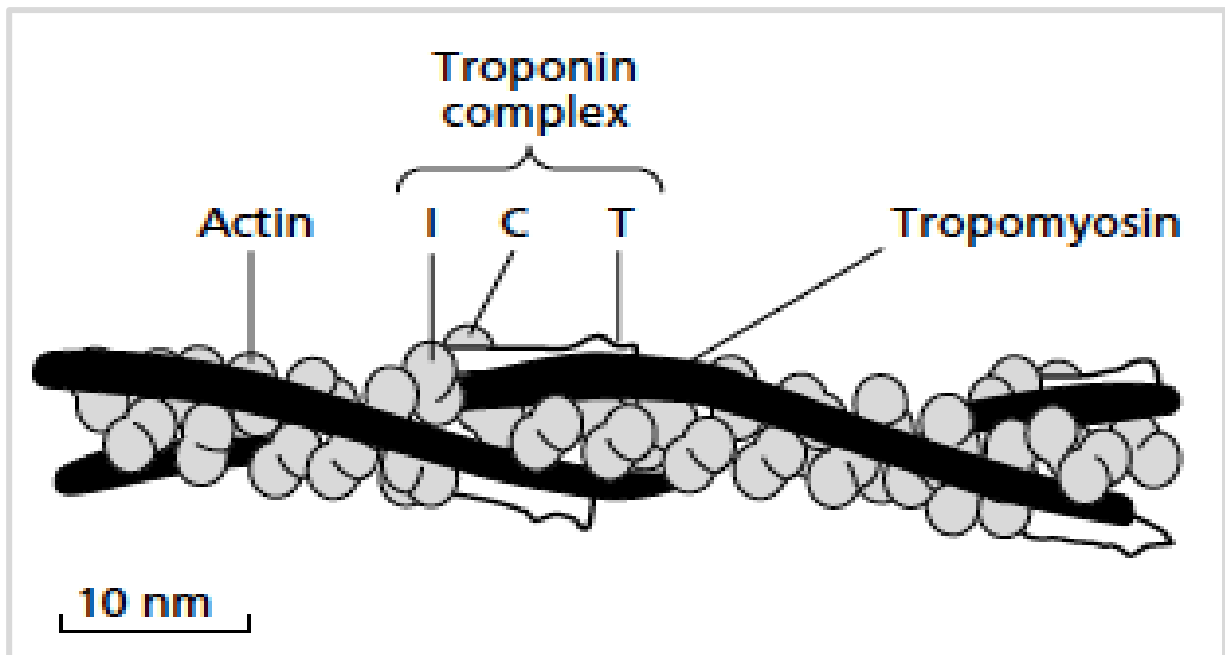
Fuente: Billeter, R., & Hoppeler, H. (2003). Muscular basis of strength. Strength and power in sport, 50.

Figura 10: Ilustración de la miosina



Fuente: Adaptado de Billeter, R., & Hoppeler, H. (2003). Muscular basis of strength. Strength and power in sport, 50. Cada molécula de filamento grueso (miosina) consiste en una cola en forma de vara (compuesta de meromiosina de doble hilo) y una cabeza (hecha de dos masas protéicas globulares). Unas 200 de estas moléculas, aproximadamente, se unen para formar un filamento de miosina con las protrusiones de cabeza/cuello situadas a los lados del filamento. Son estas protrusiones las que constituyen los puentes cruzados.

Figura 11: Ilustración del filamento delgado de actina



Fuente: Adaptado de Billeter, R., & Hoppeler, H. (2003). Muscular basis of strength. Strength and power in sport, p 50.

En la imagen el filamento delgado está compuesto por tres materiales: actina, tropomiosina y troponina. La columna del filamento tiene forma de hélice de lana entrelazada, determinada por dos longitudes de un mismo hilo básico de moléculas de

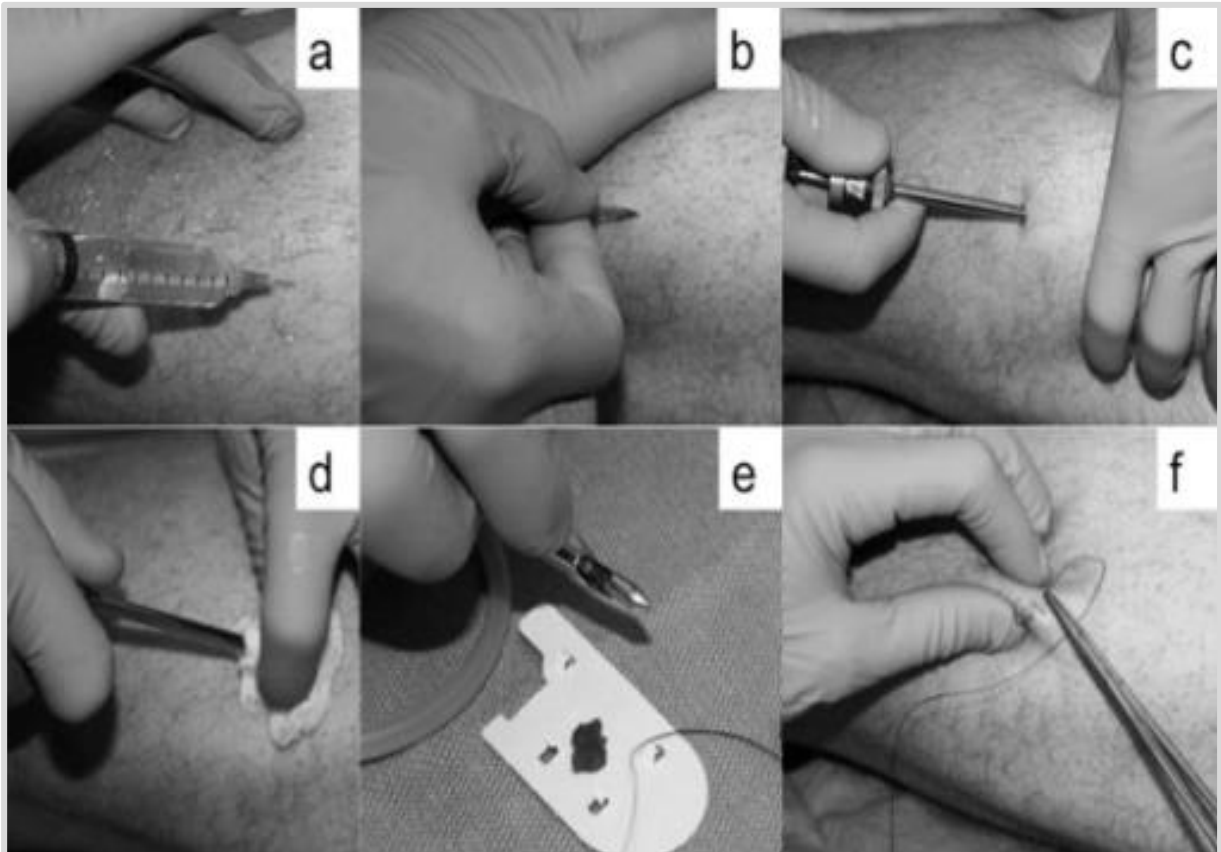
actina conectadas débilmente a una tira adyacente de tropomiosina. Las dos longitudes están enroscadas y a lo largo de la tropomiosina, de forma regular se adhiere una agrupación triple de troponina. Esta es una agrupación de tres unidades, cada una tiene utilidad diferente: un glóbulo tiene una acentuada afinidad por la actina, el otro por la tropomiosina y el tercero es afín al Calcio. Se cree que los dos primeros mantienen la actina y los hilos de la tropomiosina juntos, mientras que el glóbulo afín al Calcio juega un papel determinante en la interacción con los iones Calcio que inician la activación muscular generando un proceso en el que se exponen las zonas activas del filamento de actina para que los puentes cruzados de miosina puedan acoplarse a ellas (Billeter, R. &Hoppeler, H., 2003).

### Tipos de fibra muscular

El músculo humano está compuesto por diversos tipos de fibras que pueden ser clasificadas de diferentes maneras y que para ser analizadas requieren de una técnica muy invasiva como es la **biopsia muscular**. El porcentaje de estas fibras difieren entre individuos, pero también entre los diversos músculos. Algunos grupos musculares se contraen más lentamente (los que tienen una proporción mayor de fibras de **tipo I o slowtwitch (ST)**) y otros grupos musculares tienen velocidades de contracción más rápidas (tienen una proporción alta de fibras musculares de **tipo II o fasttwitch (FT)**). De todas formas, la mayoría de los grupos musculares muestran una mezcla bastante homogénea de los dos tipos de fibras. El entrenamiento con cargas altas a altas velocidades puede beneficiar a los grupos musculares de contracción rápida, mientras que el entrenamiento con cargas bajas, velocidades bajas y muchas repeticiones puede beneficiar a los grupos musculares de contracción lenta. Conocer este aspecto es clave para la correcta selección de los ejercicios a emplear de acuerdo con el tipo de fibra predominante en un músculo determinado.



**Figura 12: Biopsia muscular**

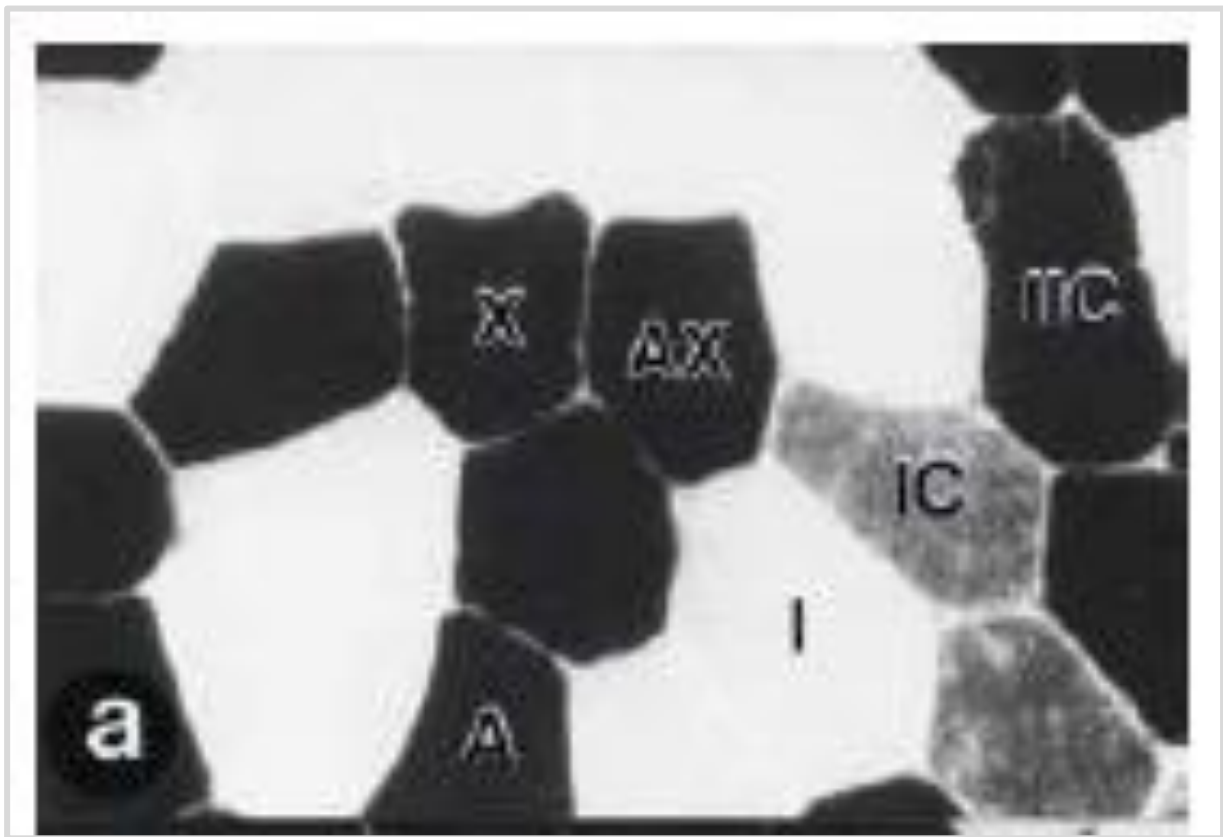


Fuente: [Imagen intitulado sobre Biopsia muscular] s.f. Recuperado de [goo.gl/SSBcV6](http://goo.gl/SSBcV6). Obtener una muestra de tejido muscular a través de una biopsia es un proceso complejo que requiere de anestesia local, realizar una pequeña incisión y e insertar una aguja para retirar un pequeño pedazo de músculo

En la actualidad uno de los métodos más utilizados para diferenciar distintos tipos de fibras es la sensibilidad de la enzima ATPasa a un PH determinado. La **miosin-ATPasa** es una enzima que se ubica en la cabeza de los puentes cruzados y está vinculada íntimamente a la ruptura de ATP en ADP, fósforo inorgánico (Pi), H+, y energía; por lo tanto, es vital en la generación de ciclos de puentes cruzados. Este sistema de clasificación es posible porque en las fibras musculares se encuentran diferentes tipos de miosin-ATPasa. Al teñirse las fibras seleccionadas y a diferentes condiciones de pH el color de las fibras varía según su composición.

Una vez discriminadas las fibras se analiza su velocidad de contracción, densidad capilar y mitocondrial, etcétera. Este método correlaciona muy bien con el contenido de las **cadena pesadas de miosina (MHC)** y con el análisis bioquímico de las enzimas metabólicas de cada fibra (Scott, Stevens, & Binder- Macleod, S. A., 2001).

**Figura 13: Muestra de biopsia muscular**



Fuente: Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing Resistance Training Programs*, 4E. Human Kinetics. Tejido muscular manchado a un pH de 4,6. Vemos las fibras tipo I, IIa, IIax, IIC y IIX.

Si bien dependiendo del método nos encontraremos con varios tipos de fibras, a modo de resumen podemos decir que existen dos grandes grupos de fibras musculares (cada una con subtipos) que cuentan con características propias y que analizaremos a continuación:

**Tabla 1: Principales diferencias entre las fibras tipo I Y tipo II**

Características	Tipo I	Tipo II
Fuerza por área transversal	Baja	Alta
Actividad miofibrilar de la ATPasa(pH 9,4)	Baja	Alta
Almacenamiento de ATP intramuscular	Bajo	Alto
Almacenamiento de PCintramuscular	Bajo	Alto
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida
Tiempo para la relajación	Lento	Rápido
Actividad de las enzimas glucolíticas	Baja	Alta
Resistencia	Alta	Baja
Depósitos de glucógeno intramuscular	Sin diferencias	
Depósitos de triglicéridos intramusculares	Altos	Bajos
Contenido en mioglobina	Alto	Bajo
Actividad de las enzimas aeróbicas	Alta	Baja
Densidad capilar	Alta	Baja
Densidad mitocondrial	Alta	Baja

Fuente: adaptada de Fleck, & Kraemer, 2014

Entonces vemos que las fibras musculares de **tipo I** presentan características adecuadas para el desarrollo de actividades de predominio aeróbico de baja intensidad y larga duración, ya que tienen una elevada capacidad mitocondrial, mayor densidad capilar y una gran actividad enzimática. Por otro lado, las fibras **tipo II** presentan mayor velocidad de fosforilación de la ATPasa, por lo que sus tiempos de contracción son veloces y se relajan más rápido; sus sustratos energéticos son de predominio anaeróbico, lo que las hace más susceptibles a fatigarse más rápido y por ello son ideales para actividades de corta duración y alta potencia.

Ha sido demostrada la existencia de varios subtipos de las fibras tipo I y tipo II. Particularmente, las fibras tipo II pueden ser del **tipo II a**, con características aeróbicas y anaeróbicas, o bien del **tipo II x** (llamadas anteriormente II b), que poseen características esencialmente anaeróbicas. En relación a la transformación de las fibras de un grupo a otro, se ha comprobado que esto ocurre dentro de un mismo grupo



muscular, y que puede ocurrir en varias direcciones, exceptuando la transformación de un tipo de fibra I al tipo II (Pette, D.& Staron, R. S., 1997).

Los siguientes videos son bastante gráficos a la hora de explicar cómo opera la contracción muscular a nivel neurofisiológico:

- <https://www.youtube.com/watch?v=C4fmTt01bbo> (Resumen del mecanismo de la contracción muscular, 2015)
- <https://www.youtube.com/watch?v=jqy0i1KXU04> (Crash Course, 2012)

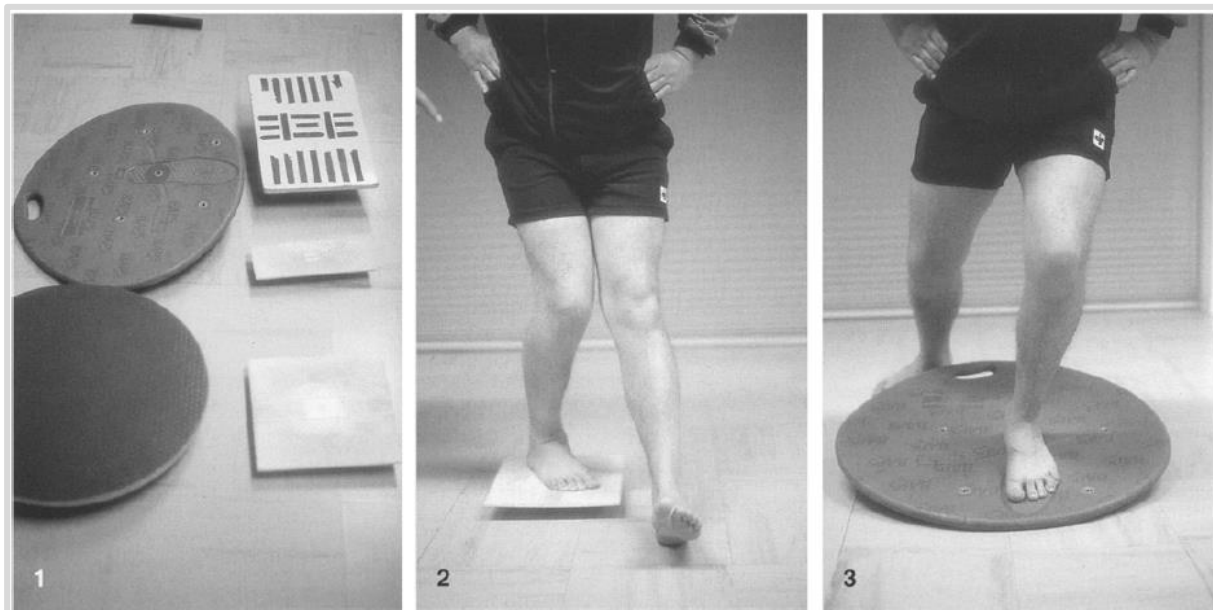
### 1.1.4 Objetivos de un correcto programa de entrenamiento

El correcto entrenamiento de la fuerza puede marcar la diferencia entre dos equipos de rendimiento parejo no solo durante un partido sino también a lo largo de una temporada. Las dos premisas fundamentales de un correcto programa de entrenamiento de la fuerza son: **mejorar la performance en la competencia** y **disminuir el riesgo de lesión**.

En relación a la incidencia en la prevención de lesiones, Caraffa, Cerulli, Projetti, Aisa y Rizzo (1996) encontraron disminuciones significativas de lesiones de ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol de la liga italiana luego de un entrenamiento propioceptivo con bases inestables. Los autores hicieron un seguimiento de tres temporadas a casi 600 jugadores de 40 equipos de Italia. Dividieron los grupos en grupos de control y experimentales. El grupo experimental realizaba ejercicios con bases inestables 20 minutos previos al entrenamiento durante cinco días a la semana. El grupo de control simplemente realizaba las sesiones. Luego del seguimiento, se encontró una incidencia de 1,15 lesiones de cruzado anterior por temporada por equipo en los que no se realizaba ningún ejercicio previo y solo del 0,15 por temporada en los equipos que realizaban el entrenamiento propioceptivo.



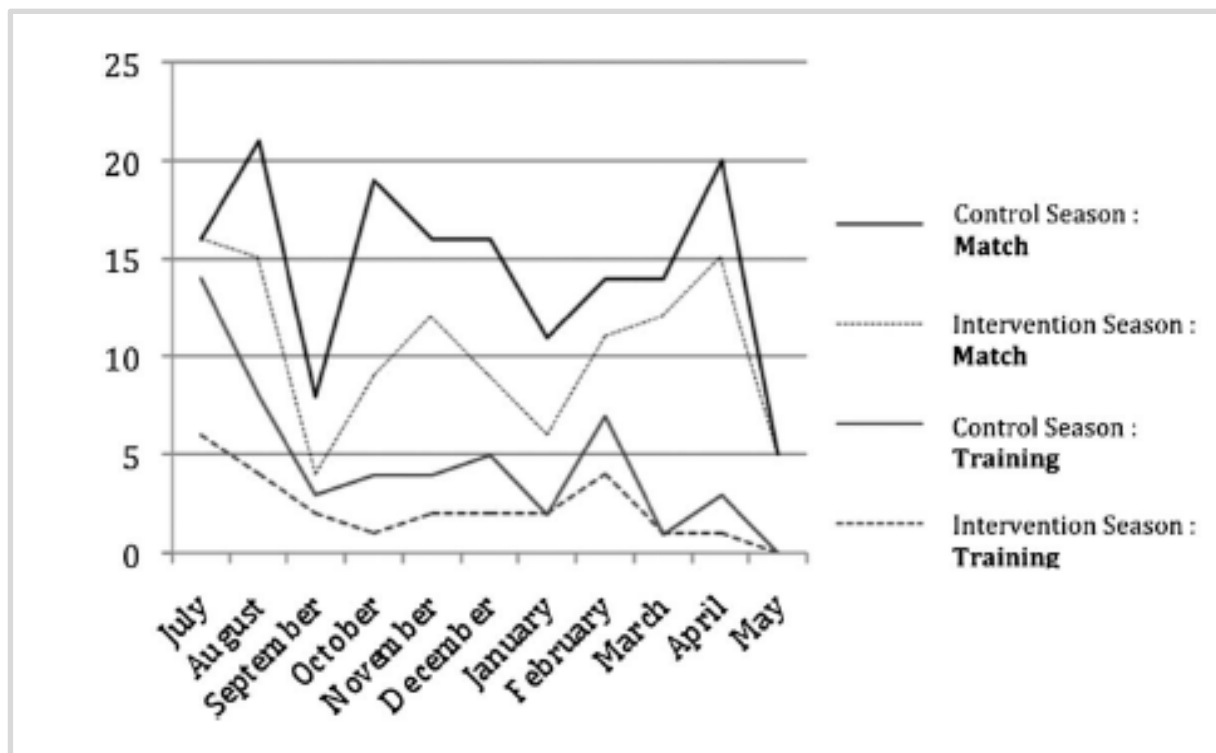
**Figura 14: Tablas inestables que formaron parte del estudio**



Fuente: Caraffa et al., Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer (1996), p4:19-21.

Owen et al (2013) encontraron resultados similares en 49 futbolistas, quienes analizaron la incidencia de un programa de dos entrenamientos semanales durante una temporada. Cada sesión incluía ejercicios de estabilidad, de fuerza, *core* y movilidad articular. Luego, los resultados de esa temporada fueron cotejados con los obtenidos en la temporada siguiente en la que no hubo intervención alguna.

**Figura 15: Comparación de lesiones durante la temporada control versus temporada preventiva**



Fuente: Owen et al., (2013) Effect of an injury prevention program on muscle injuries in elite professional soccer. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(12), 3275-3285.

Este estudio concluyó que un programa que involucre ejercicios de fuerza puede ayudar a disminuir efectivamente el riesgo de lesión en jugadores de fútbol, sobre todo de lesiones musculares.

Laursen, Bertelsen y Andersen (2014) realizaron un meta análisis que involucró 25 investigaciones, 26610 sujetos y 3464 lesiones. El objetivo de este análisis fue determinar el efecto de intervenciones de fuerza, propiocepción y estiramiento. Los autores concluyeron que el entrenamiento de fuerza y el trabajo propioceptivo influyen de manera significativa en la reducción de lesiones, mientras que los estiramientos no tuvieron incidencia. Asimismo, los trabajos de fuerza tuvieron efectos más positivos que el entrenamiento propioceptivo.

Si bien históricamente ha existido el mito de la inseguridad o peligrosidad del entrenamiento de pesas para deportistas, Hamill (1994) destacó la relativa seguridad de realizar entrenamientos de sobrecarga en jóvenes cuando se compara la cantidad de lesiones en esta disciplina en comparación con otras modalidades deportivas como el fútbol, baloncesto o rugby. Para ello realizó un seguimiento estadístico de diferentes modalidades deportivas y revisó la cantidad de lesiones que se producían en competencias y entrenamientos. Mientras el fútbol presentaba 6,2 lesiones cada 100



horas de práctica y el básquet 1,92, el entrenamiento con pesas presentaba un número notablemente más bajo de 0,0035 lesiones.

**Tabla 2: Sumario de lesiones y promedios comparativos por disciplina deportiva**

Table 1 Summary of Injury Statistics Derived From Survey							Table 2 Multi-Sport Comparative Injury Rates	
Sport	Serious injury	Other injury	Total	Participants	Particip. hrs (PH)	Injuries per 100 PH	Sport	Injuries per 100 participation hours
Rugby	10	40	50	520	6,250	0.8000	Schoolchild soccer	6.20
Soccer/Rugby	24	66	90	1,770	65,750	0.1400	UK Rugby	1.92
Cricket	0	3	3	950	18,525	0.0300	South African Rugby	0.70
Athletics	0	2	2				UK basketball	1.03
Winter sports <sup>†</sup>	17	58	75	3,230	125,700	0.0600	USA basketball	0.03
Summer sports <sup>†</sup>	1	13	14	2,840	142,355	0.0098	USA athletics	0.57
Soccer*	0	7	7	1,300	50,300	0.014	UK athletics	0.26
Basketball*	0	9	9	2 sch.	?		UK Cross-country	0.37
Gymnastics*	1	7	8	1 sch.	?		USA Cross-country	0.00
Badminton*	0	4	4	1 sch.	?		Fives	0.21
Cross-country*	0	3	3	1 sch.	?		P.E.	0.18
Tennis*	0	3	3	1 sch.	?		Squash	0.10
WT/WL <sup>a</sup>	1	0	1	4,698	80,725	0.0012	USA football	0.10
Weight training	1	2	3	520+	25,190	0.0120	Badminton	0.05
Weightlifting	1	1	2	560+	148,370	0.0013	USA gymnastics	0.044
Total 3-5	3	3	6	5,868+	254,285	0.0023	UK tennis	0.07
All WL (est) <sup>b</sup>	2	1	3	1,634+	168,551	0.0017	USA powerlifting	0.0027
All WT (est) <sup>c</sup>	1	2	3	4,040+	85,733	0.0035	USA tennis	0.001
							Rackets	0.03
							USA volleyball	0.0013
							Weight training	0.0035 (85,733 hrs)
							Weightlifting	0.0017 (168,551 hrs)

<sup>†</sup>Two schools provided a partial analysis by individual sport; these figures do not include that analysis (indicated by \*).  
<sup>a</sup>Respondents did not differentiate. <sup>b</sup>Assumes 25% of undifferentiated WT/WL time was WL and includes all WL injuries. <sup>c</sup>Assumes 75% of same (see<sup>b</sup>) and includes all WT injuries.

*Note.* From data in Refs. 3, 12, 14, 19, 21, and 23.

Fuente: Hamill, 1994, 8(1), p 53-57.

Federaciones como la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociado) proponen programas de entradas en calor destinados a la mejora de la fuerza y la prevención de lesiones, tales como el FIFA 11+. La sesión del programa nombrado está compuesta de 15 ejercicios divididos en tres partes con una duración aproximada de 20 minutos y debe ser realizada al menos dos veces por semana. Los componentes principales son: 1) una parte inicial de activación aeróbica y estiramientos; 2) ejercicios de *core* y fuerza de piernas; y 3) ejercicios de agilidad y cambios de dirección. Al Attar (2015), con el fin de analizar la efectividad de estas intervenciones, realizó un meta-análisis que involucró nueve estudios, 5481 individuos, 428633 horas de exposición y 1753 lesiones. Como resultado encontró que aquellos jugadores que efectúen el FIFA 11+ tienen entre un 20% y un 50% más de chances de prevenir lesiones a largo plazo que aquellos que no realicen ningún entrenamiento de fuerza.

Pueden descargar el FIFA 11+ y ver videos explicativos en el siguiente enlace: <http://f-marc.com>



En relación a la mejora de la performance de los deportistas, son muchos los estudios que demuestran que un entrenamiento sistemático de fuerza conlleva el incremento de las capacidades físicas, como por ejemplo en el salto para rematar un balón de voleibol, el lanzamiento en béisbol y balonmano, el disparo en fútbol, el *scrum* en rugby, etcétera. Analizaremos a continuación algunos de esos estudios sobre la mejora en diferentes habilidades motrices como resultado de un entrenamiento de sobrecarga y su combinación con gestos técnicos específicos.

Newton y McEvoy (1994) analizaron la influencia de dos tipos de entrenamiento en la velocidad del lanzamiento de béisbol en jugadores de nivel amateur. Un grupo de jugadores efectuó lanzamientos con pelota medicinal de 3kg desde el pecho y sobre la cabeza y el otro grupo realizó ejercicios de *press* plano y *pullover*. La duración total del entrenamiento fue de ocho semanas y los resultados demostraron que, contrariamente a lo que esperaban los autores, el entrenamiento de fuerza tradicional produjo mejores resultados en la distancia máxima alcanzada y en la velocidad de los lanzamientos. De aquí se desprende la importancia de entrenar no solo con ejercicios específicos sino también con ejercicios de fuerza general.

**Tabla 3: Comparación de la velocidad de lanzamiento y la Fuerza en 6 RM en jugadores de béisbol**

Velocidad del lanzamiento						
		Previo entrenamiento (m . s <sup>-1</sup> )		Post entrenamiento (m . s <sup>-1</sup> )		
Grupo	N	M	DS	M	DS	% Cambio
Control	8	32.5	1.6	32.3	2.3	- 0.7
MedBall	8	31.0	1.9	31.5	1.5	1.6
Ent. Pesas	8	31.7	2.5	<b>33.0</b>	2.2	4.1*

\* Cambio significativo pre – post entrenamiento a p <0.05.

Fuente: Newton y McEvoy, 1994, 198-203



6 RM Fuerza Pre y Post Entrenamiento						
Grupo	N	Previo entrenamiento (Kg)		Post entrenamiento (Kg)		% Cambio
		M	DS	M	DS	
Control	8	59.6	12.3	61.6	12.9	3.4
MedBall	8	51.2	6.0	55.8	5.1	8.9*
Ent. Pesas	8	48.7	5.4	<b>59.8</b>	5.0	22.8**

\* Cambio significativo pre – post entrenamiento a  $p < 0.05$ . + Diferencia significativa en porcentaje de cambio entre grupo Ent. Pesas y los otros dos grupos a  $p < 0.05$ .

Fuente: Newton y McEvoy, 1994, 198-203

En el vóleybol, Newton, Kraemer y Haekkinen (1999) analizaron el efecto de un entrenamiento de tipo balístico en el salto de ataque en 16 jugadores de nivel universitario de la National Collegiate Athletic Association, NCAA I y encontraron una mejora significativa del 6,3% luego de ocho semanas de entrenamiento en el salto con tres pasos de aproximación (de 78 a 83 cm).

En el fútbol se podrían tomar algunos conceptos de estos estudios y aplicarlos a acciones como el salto de cabeceo o el entrenamiento de gestos específicos del portero.

Analizaremos detenidamente los efectos de diversas intervenciones en diferentes acciones propias de los deportes en la unidad II.



## 1.2 El rol de la fuerza, de lo teórico a lo práctico

### 1.2.1 Niveles de fuerza—características de los deportes colectivos

En los deportes colectivos, a medida que el nivel de exigencia aumenta, se incrementan los requerimientos fisiológicos y la carga que deben tolerar los jugadores. Existe, entonces, el concepto de **umbral de fuerza**, esto es, alcanzar determinados valores de fuerza que le permitan al deportista rendir de manera óptima de acuerdo a los requerimientos del nivel de competencia en el que participa, aunque, una vez alcanzado este umbral, adquirir valores de fuerza mayores no supondrá una mejoría ilimitada en el rendimiento. Por ejemplo, Neymar, es un jugador que debió incrementar sus niveles de fuerza al pasar de la liga brasilera a la liga española, o en baloncesto es famoso el caso de Michael Jordan, quien debió readaptar sus niveles de fuerza para poder sobreponerse a la dura defensa de los Pistons de Detroit, entre otros casos.

En algunas ligas como la NBA, se realizan evaluaciones de fuerza a los jugadores que van a ser seleccionados por las franquicias para conocer el estado en el que se encuentran. Esto facilita la obtención de datos a partir de diversos *test* que se realizan según el puesto que ocupan en el campo, a fin de conocer las diferencias y los pasos a seguir para aproximarse a la elite. En ligas como la NBA norteamericana de baloncesto, existe en su sitio oficial una base de datos relevantes de diferentes mediciones realizadas a los jugadores que han sido seleccionados para participar de dicha competencia.

En vóleybol, por ejemplo, las federaciones deben enviar los valores de altura alcanzada en acciones de bloqueo y de ataque de cada jugador del equipo. Esto quiere decir que podemos tener un indicador aproximativo de cuanto necesitamos que salten nuestros deportistas si queremos que compitan a un determinado nivel. Aun así, la literatura científica habla de valores absolutos en el nivel internacional de 325 (295–349) cm en el bloqueo y de 343 (320–362) cm de alcance en el salto de remate (Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. R., 2009).

En deportes como el fútbol no existen protocolos estandarizados para evaluar la fuerza. Por ello es extremadamente difícil comparar resultados entre estudios y/o determinar un perfil de los requerimientos para participar en determinado nivel de competencia. Asimismo, hay que reconocer la enorme diversidad de factores que complejizan el análisis del fútbol. Por ejemplo, Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard y Maffulli (2001) compararon el *sprint* de 10 m, de 30 m, el *squat jump* y el CMJ (*countermovement jump*) de jugadores de 1ª división francesa con jugadores de 2ª división y de liga amateur francesa. Los autores no encontraron diferencias significativas en ninguno de los saltos



evaluados entre jugadores amateurs y profesionales e incluso en los valores de CMJ fueron mayores en los deportistas amateurs ( $43.93 \text{ cm} \pm 5.65$  vs.  $41.56 \text{ cm} \pm 4.18$ ). Tampoco hallaron variaciones en el *sprint* de 30 metros. Por contrapartida, en la distancia de 10 metros encontraron que los de 1ª división fueron significativamente más veloces. La literatura científica encuentra en esta distancia valores entre 1,79 y 1,90 segundos (Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U., 2005), eso quiere decir que los jugadores de fútbol de 1ª división son capaces de adelantarse un metro a aquellos de 2ª división en una distancia de 10 m. Este tipo de ventajas, adquiere una importancia decisiva en el resultado de un encuentro.

Asimismo, en la literatura especializada podemos encontrar valores de salto vertical que rondan entre los 47,8 y 60,1cm de altura (Stølen et al., 2005). Los arqueros son los que tienen valores más elevados y los centrocampistas saltan significativamente más alto que los otros jugadores de campo.



**Tabla 4: Resultados de diferentes test condicionales según el puesto que ocupa cada jugador desde el 2000 al 2008 en la NBA (Liga de Baloncesto de Norteamérica)**

Componente condicional	Test	Bases (N=123)	Escolta (N=118)	Alero (N=101)	Ala Pivot (N=197)	Pivot (N=101)
Fuerza	Repeticiones máximas con 84 kg en Press Plano	8.0	10.5	11.2	12.8	11.5
Potencia	Salto Vertical sin carrera (cm)	74.7	75.2	75.7	72.3	67.7
	Salto Vertical con carrera previa (cm)	88.9	88.6	87.6	83.1	77.6
	Alcance máximo (cm)	333.7	345.9	351.8	353.4	355.9
Velocidad	Sprint de 23 m (s)	3.20	3.23	3.25	3.32	3.44
Agilidad	Lane Test (s)	11.16	11.34	11.37	11.73	12.17
Tamaño corporal	Altura (cm)	183.9	192.1	198.4	202.5	208.1
	Masa corporal (kg)	83.4	91.4	96.8	106.5	113.5
	Envergadura (cm)	194.5	203.7	209.4	215.1	220.2

Fuente: Adaptado de Drinkwater, 2012, p. 1839.

## 1.2.2 Análisis de las acciones musculares típicas de los deportes colectivos

En los deportes colectivos, las acciones que tienen que ver con la gambeta o regate, con cambios de dirección para superar a un rival en un duelo, con el salto para obtener una ventaja o con lanzamientos y los disparos a portería, representan situaciones relacionadas al éxito en la competencia. Analicemos ahora la agilidad y los cambios de dirección.

### Agilidad y cambios de dirección

La **agilidad** ha sido definida como un movimiento rápido de todo el cuerpo con cambio de velocidad o dirección en respuesta a un estímulo (Sheppard, J. M. & Young, W. B., 2006). Se encuentra implícito en esta definición que el término comprende tanto un mecanismo de toma de decisión como el resultado de dicho suceso: un cambio de dirección o velocidad. Los **cambios de dirección (CDD)** pueden describirse como los movimientos donde no es requerida una inmediata reacción a un estímulo, es decir, se trata de una respuesta planificada previamente (Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., y Chaouachi, A., 2008).

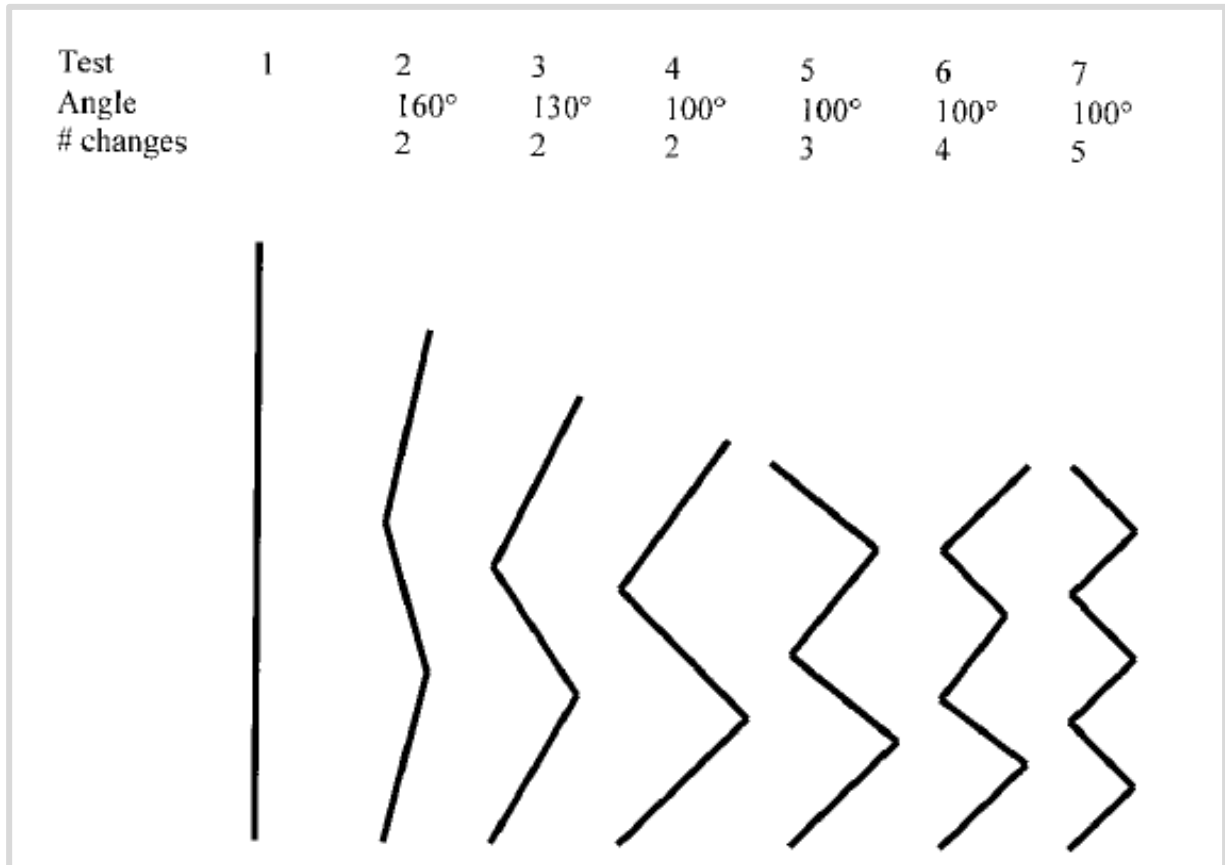
Un futbolista ejecuta entre 700 y 1400 CDD durante un partido, es decir, uno cada 2 a 4s (De Hoyo et al., 2016). Esta habilidad está principalmente determinada por la velocidad en *sprints*, la fuerza, la técnica y las características antropométricas (Brughelli, M., et al., 2008).

Históricamente los entrenadores hemos concebido una fuerte relación entre los *sprints* lineales y los cambios de dirección, sin embargo, la evidencia científica no apoya esta teoría. Por ejemplo, Young, Hawken y McDonald (1996) investigaron la relación entre la velocidad lineal y velocidad con CDD en jugadores de rugby australiano. En este estudio se compararon: *sprints* lineales, *sprints* siguiendo el rebote de un balón de rugby (imprevisto), *sprints* que incluyeron tres cambios de dirección planificados a 90°, ídem al anterior incluyendo botes de balón y, por último, *sprints* con tres cambios de dirección de 120°. Los autores encontraron que la correlación entre la velocidad lineal y los diversos exámenes de agilidad era muy baja, lo que indicaba que los *sprints*, los *sprints* con CDD, y los *sprints* siguiendo el bote de un balón están determinados por cualidades muy distintas y específicas.

Nuevamente Young et al. (2001) evaluaron a 36 deportistas en un *test* de velocidad lineal de 30m y 6 *test* de agilidad que incluían 2 a 5 cambios de dirección con diferentes ángulos. Luego de ser evaluados, los sujetos entrenaron dos veces por semana durante seis semanas en dos grupos, uno que realizaba *sprints* lineales de 20 a 40 m y otro *sprints* de 20 a 40 m con CDD (3 a 5 cambios de 100°). Luego del entrenamiento, los sujetos fueron reevaluados y el grupo de velocidad lineal mejoró significativamente en el *test* de línea recta, pero obtuvo ganancias no significativas en los *test* con cambios de dirección. Incluso mientras más compleja era la tarea (más CDD), menor era la mejora. Por contrapartida, el entrenamiento que incluyó CDD obtuvo incrementos significativos en los *test* con cambios de dirección, pero no mejoró en la velocidad lineal.



Figura 16: Descripción de los 7 tests de 30 m utilizados por Young (1996)



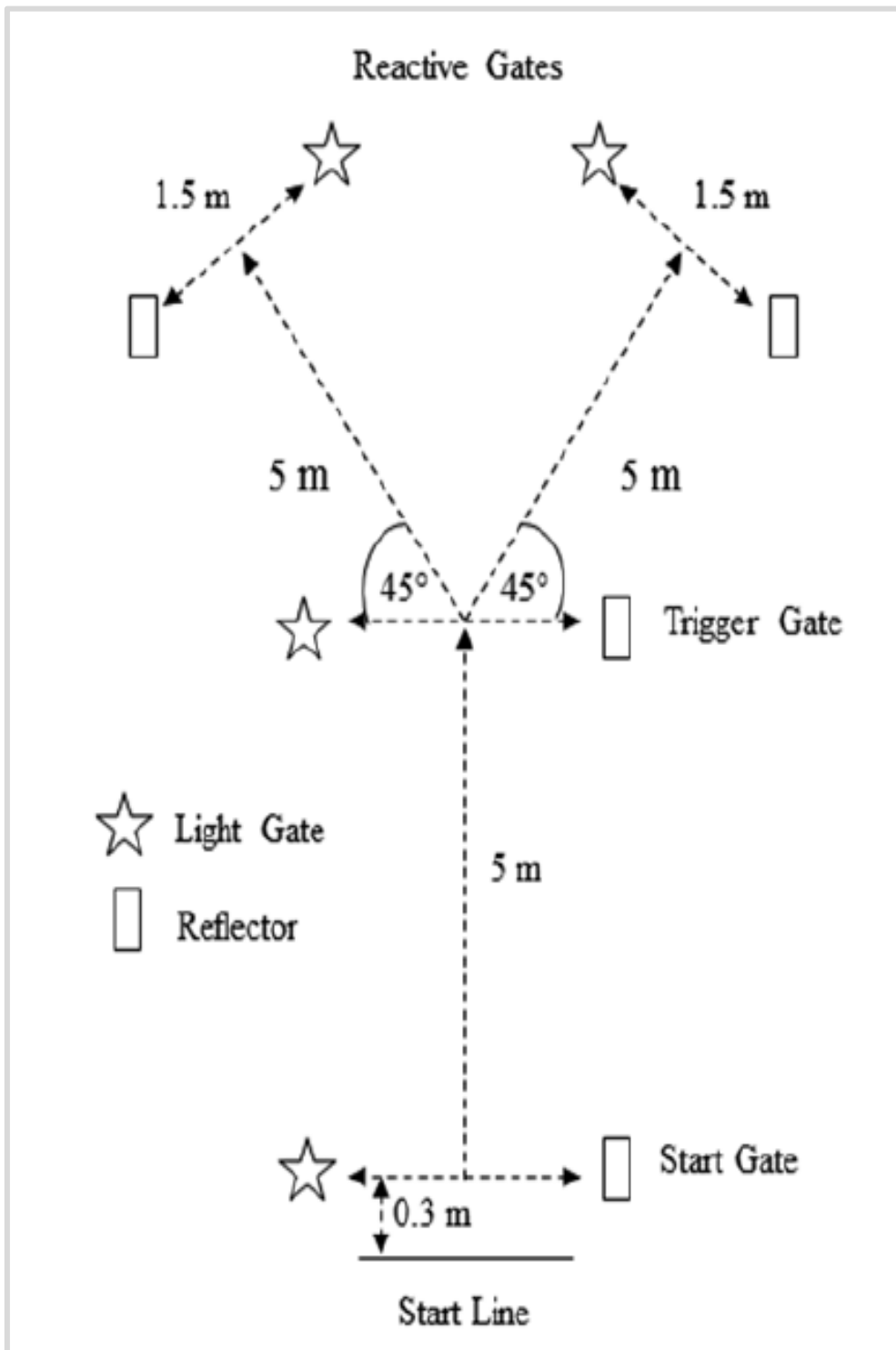
Fuente: Young, McDowell, & Scarlett, 2001, p. 316.

*El entrenamiento de velocidad lineal y el de agilidad son específicos y producen limitadas transferencias de uno a*

Otra parte importante de los CDD es la de la ejecución de habilidades complejas como trasladar el balón en fútbol o driblar en baloncesto. Estas tareas conllevan una dificultad que puede afectar la performance del deportista. En este sentido, en el entrenamiento de esta habilidad se debe contemplar la influencia de la toma de decisión, tal como observaron Lockie, Jeffriess, McGann, Callaghan y Schultz (2014). Estos autores analizaron la correlación de un *sprint* de 10 m, un *sprint* con forma de "Y" de 10 m totales y otro igual al segundo, pero respondiendo a un estímulo visual. El objetivo fue determinar en dos grupos (el primero conformado por jugadores semi-profesionales de baloncesto y el segundo por basquetbolistas de nivel amateur) si existen diferencias en la realización de estos *test*. Los investigadores no encontraron diferencias significativas entre los grupos en la distancia de 10 m ni tampoco en el evento planificado. Sin embargo, sí hubo diferencias significativas en el tercer *test*, con lo que se concluyó que

las tareas planificadas y aquellas que incluyen reacción a estímulos constituyen cualidades físicas diferentes.

Figura 17: Test de agilidad planeada y reactiva propuesto por Lockie (2014)



Fuente: Adaptado de Lockie, R. G., Jeffriess, M. D., McGann, T. S., Callaghan, S. J., & Schultz, A. B. (2014), p. 771.

**Tabla 5: Cambios de dirección y toma de decisiones**

	Semi profesional	Amateur	Valor P
Sprint de 10 – m (s)	1.812 + 0.094	1.880 + 0.072	0.087
Planificado a la Izquierda (s)	1.877 + 0.087	1.936 + 0.124	0.237
Planificado a la derecha (s)	1.889 + 0.144	1.960 + 0.144	0.288
Reactivo a la izquierda (s)	2.519 + 0.167	2.672 + 0.132	0.036*
Reactivo a la derecha (s)	2.528 + 0.191	2.696 + 0.118	0.029*

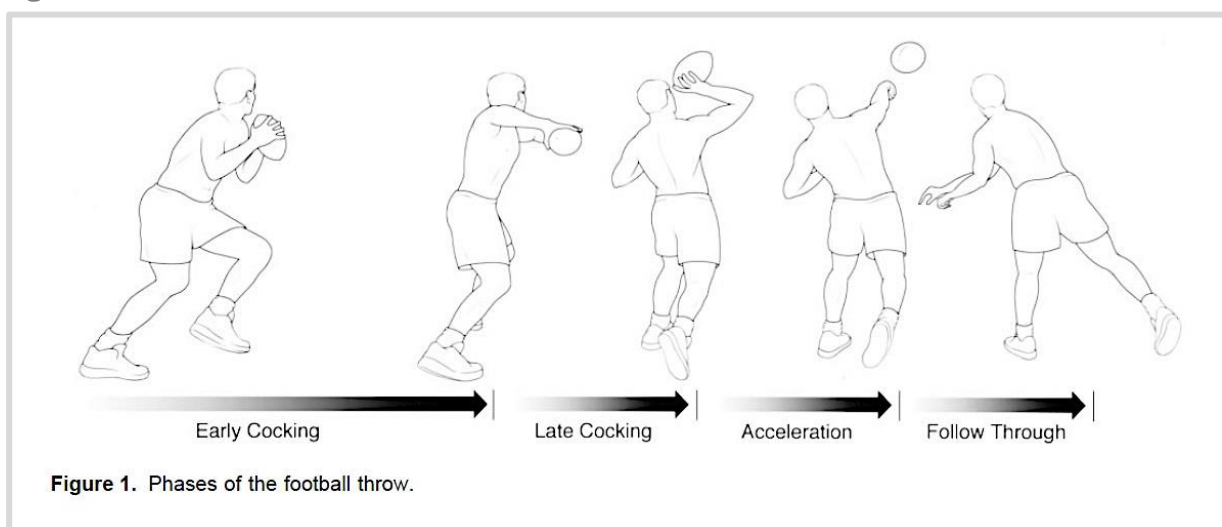
\* Diferencia Significativa ( $P < 0.05$ ) entre el grupo semi profesional y el amateur.

Fuente: Adaptado de Lockie, R. G., Jeffriess, M. D., McGann, T. S., Callaghan, S. J., & Schultz, A. B. (2014), p. 771. Estadística descriptiva de jugadores semi-profesionales (n=10) y amateurs (n=10) de baloncesto en sprints de 10 m y un sprint en forma de "Y" en condiciones planificadas y reactivas con cortes a la izquierda y derecha. s = segundos; P= significancia.

## Los lanzamientos

Este tipo de gestos han sido muy estudiados en Norteamérica en deportes como el fútbol americano. Su mejora es motivo de estudio para el balonmano y el waterpolo; también han sido estudiados los golpes, que son acciones similares al lanzamiento, desde el punto de vista biomecánico para el vóleybol y el tenis. Kelly, Backus, Warren y Williams (2002) describieron cuatro fases en un lanzamiento de fútbol americano: el armado temprano, el armado tardío, la aceleración y el seguimiento (ver Figura 18).

**Figura 18: Cuatro fases del lanzamiento en fútbol americano**



Fuente: Kelly et al., 2002, p.838.

En este estudio, los autores analizaron el comportamiento de los músculos principales vinculados al lanzamiento a través de electromiografía (EMG) y describieron una duración de 1,00 +/- 0,22 s en la realización del gesto. De todos los músculos *testeados*, los del manguito rotador presentaron los mayores niveles de activación no solo durante la fase de seguimiento, sino durante todo el lanzamiento (ver Tabla 6). Gracias a este estudio podemos inferir la importancia del correcto trabajo de este grupo muscular en la prevención de lesiones y en la mejora del lanzamiento.

**Tabla 6: Activación muscular en las cuatro fases del lanzamiento en fútbol americano**

Muscle	Early cocking		Late cocking		Acceleration		Follow-through		Total throw	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Supraspinatus	45	19	62	20	65	30	87	43	65	22
Infraspinatus	46	17	67	19	69	29	86	33	67	21
Subscapularis	24	15	41	21	81	34	95	65	60	28
Anterior deltoid	13	9	40	14	49	14	43	26	36	9
Middle deltoid	21	12	14	14	24	14	48	19	27	9
Posterior deltoid	11	6	11	15	32	22	53	25	27	11
Pectoralis major	12	14	51	38	86	33	79	54	57	27
Latissimus dorsi	7	3	18	9	65	30	72	42	40	12
Biceps brachii	12	7	12	10	11	9	20	18	14	9

<sup>a</sup> Muscle activation given as percentage of maximal voluntary contraction (%MVC).

Fuente: Kelly et al., 2002, p. 840.

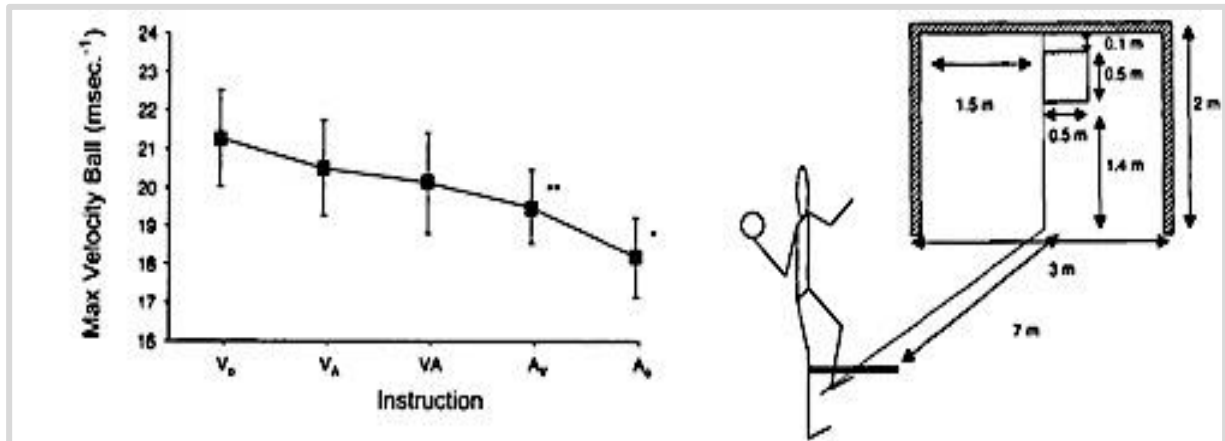
Otro análisis importante a realizar en este tipo de gestos es el de cómo influye en la velocidad del lanzamiento y su efectividad la instrucción al lanzador de intentar acertar a un blanco (ver Figura 19). Van den Tillaar, R. y Ettema, G. (2003) se dispusieron a analizarlo en jugadores de balonmano para lo que propusieron cinco tareas de lanzamientos:

- 1) Se les pidió a los atletas lanzar lo más rápido posible.
- 2) Lanzar lo más rápido posible con la intención secundaria de ser precisos.
- 3) Se les pidió que asignen igual importancia a velocidad y precisión.
- 4) La precisión era el objetivo primario y la velocidad el secundario.
- 5) El único objetivo era dar en el blanco.

Los investigadores obtuvieron interesantes conclusiones de esta experiencia:

- 1) Si se pide precisión se reduce la velocidad.
- 2) Los lanzadores experimentados no lanzan por debajo del 85% de la máxima velocidad.
- 3) Los lanzadores experimentados son más consistentes cuando el gesto es realizado a máxima velocidad o cerca de ésta que en ejecuciones lentas.

Figura 19: Velocidad y efectividad de lanzamientos



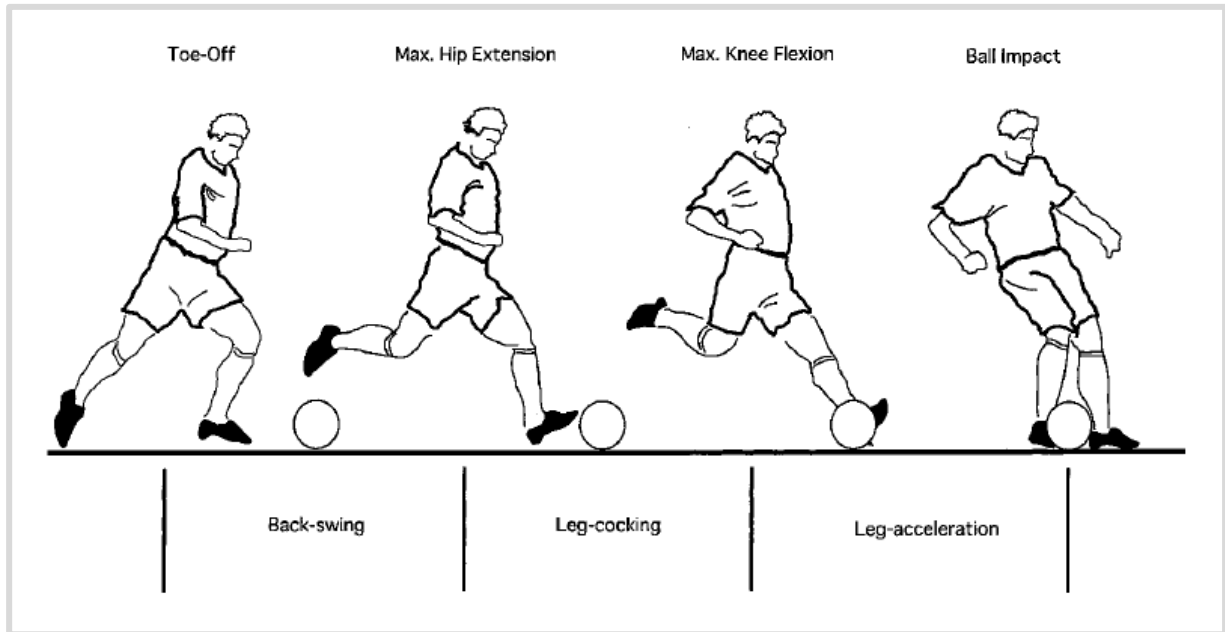
Fuente: Adaptado de Van den Tillaar & Ettema (2003) p. 426. A la izquierda se observa el gráfico de la velocidad promedio según la instrucción recibida por cada grupo y a la derecha el diseño experimental indicando el objetivo y la distancia propuestas por Van den Tillaar y Ettema (2003)

Forthomme, Croisier, Ciccarone, Crielaard y Cloes (2005) compararon los factores que afectan a la velocidad del remate de vóley en jugadores de primera y segunda división en Bélgica. En este interesante estudio, los autores encontraron diferencias interesantes entre los deportistas sanos y aquellos con historial de tendinitis de hombro; los segundos presentaban reducido ángulo de rotación interna pasiva en relación a los jugadores sin historial de lesiones ( $60^{\circ} \pm 13,5^{\circ}$  vs.  $67,9^{\circ} \pm 8,9^{\circ}$ ) y menores *ratios* de rotación externa/rotación interna (ER/EI  $0,57 \pm 0,13$  vs.  $0,75 \pm 0,12$  a 60 grados/s en el modo concéntrico y  $0,91 \pm 0,14$  vs.  $1,13 \pm 0,24$  para el ratio variado). La velocidad de remate se correlacionó de manera significativa con la fuerza de rotación interna del hombro y el codo dominante. También se hallaron diferencias significativas entre la velocidad del remate según el nivel del deportista: los de 1ª división remataron a 100 km/h  $100,9 \pm 6$  vs.  $90,4 \pm 8,3$  los de 2ª división. La altura del impacto fue de  $321,8 \pm 10,8$  cm vs.  $305 \pm 7,6$  (siendo este un factor que influye en la rapidez con la que vuela el balón).

## Disparos

Los disparos en fútbol:

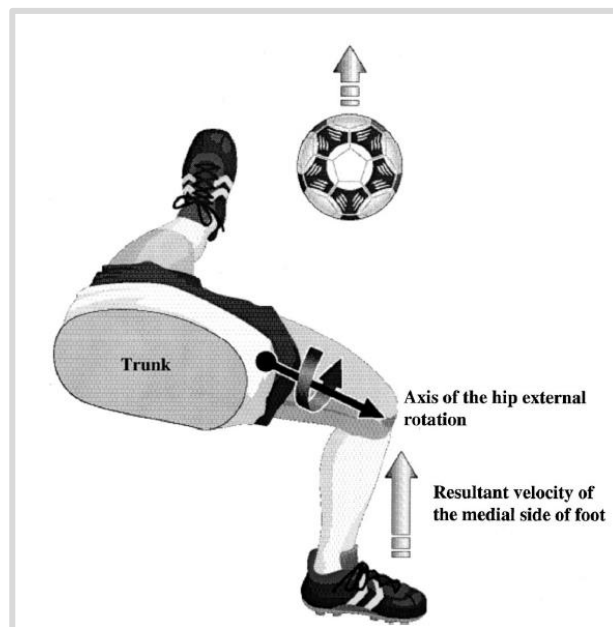
Figura 20: Las fases de un disparo de fútbol



Fuente: adaptado de Nunome, Asai, Ikegami, & Sakurai, 2002, p. 2030.

Los entrenadores sugieren que el incremento de la **velocidad del pie al momento del impacto**, el **coeficiente de restitución** y la **masa del pie y/o la pierna** son los factores más importantes a la hora de aumentar la velocidad con la que sale despedido el balón.

Figura 21: Modelo mecánico del disparo en fútbol



Fuente: adaptado de Nunome, Asai, Ikegami, & Sakurai, 2002, p. 2035. Vista superior de una hipotética mecánica de un disparo con la parte interna del pie. Al momento de la aceleración, el plano del muslo rota en dirección de las agujas del reloj, orientándose hacia el exterior. Esto permite a la cadera rotar externamente y así incrementar directamente la velocidad hacia delante de la cara interna del pie.

El coeficiente de restitución es la medida de la elasticidad del impacto y la transferencia del *momentum* desde el pie hacia el balón. Éste se encuentra influenciado por factores tales como la parte del pie que hace contacto con el móvil y la rigidez del pie al momento del impacto. Asami y Nolte (1983) observaron que la rigidez del pie es crucial para obtener un impacto exitoso y que, cuando el balón es contactado muy cerca de los dedos de los pies, la velocidad se ve comprometida. Por otra parte, el tibial anterior se encuentra fuertemente activado al momento del contacto con el balón, por eso, mantener adecuados niveles de fuerza de los dorsiflexores de tobillo es muy importante a la hora de impactar con fuerza la pelota. La duración de la fase de contacto con el balón puede durar aproximadamente 16 milisegundos. En este periodo la rodilla se extiende entre 8° y 20°, lo cual es un indicador de que los cuádriceps tienen el potencial de aumentar el valor del chute.

La aceleración del pie al momento del impacto no solo se correlaciona significativamente con la velocidad a la que es despedido el balón en fútbol, sino también con la distancia de vuelo del móvil en rugby australiano (Ball, K., 2008).

Analizar los aspectos biomecánicos y las activaciones musculares vinculadas al disparo resulta bastante complejo por la gran variabilidad técnica. Sin embargo, a grandes rasgos, entre los grupos musculares que participan activamente en el disparo, se encuentran los flexores de cadera y extensores de rodilla como el psoas y recto femoral respectivamente, seguidos de los vastos laterales. El recto femoral es particularmente importante en esta acción ya que es el más propenso a lesionarse (Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A., 2002). Los isquiotibiales y glúteos se encuentran muy activos al realizar un disparo. Sin embargo, aunque participen mayormente durante la fase de seguimiento como antagonistas para desacelerar el balanceo del pie, los isquiotibiales no están significativamente activos al momento de patear, lo cual explicaría por qué no se lesiona este músculo en esta acción y sí en otras como los sprints y desaceleraciones. Cuando el muslo comienza su movimiento hacia adelante, durante la flexión de cadera, el ángulo de flexión de rodilla disminuye causando una contracción excéntrica del cuádriceps. A medida que la pierna continúa hacia delante, la rodilla se extiende provocando un CEA (ciclo estiramiento acortamiento) del cuádriceps, lo que puede generar alrededor de un 20% más de fuerza que en una acción concéntrica aislada (Bober, T., Putnam, C. A., & Woodworth, G. G., 1987).

Shan y Westerhoff (2005) analizaron, desde el punto de vista biomecánico, el disparo en fútbol con cámaras 3D y describieron los movimientos del tronco y de los brazos asociados al evento. De este análisis obtuvieron dos conclusiones importantes:



- 1) Un buen disparo no se debe solo a la acción del tren inferior, sino a una compleja interacción de todos los segmentos del cuerpo.
- 2) Los músculos del tronco o *core* deberían ser entrenados de manera tal que faciliten una correcta transmisión de las fuerzas dentro del movimiento. El rol de la pierna de sostén en la generación de fuerza, por su parte, no es claro; apenas se puede especular que la fuerza de soporte es importante para proveer una superficie estable desde la cual balancear velozmente la pierna que patea.

## **Relación entre el entrenamiento de fuerza y la *performance* del chute**

Al relacionar el entrenamiento de fuerza y la habilidad del disparo se debe poner énfasis en los sujetos que se estudian. Anthrakidis, Skoufas, Lazaridis y Zaggelidis (2008) compararon la correlación entre la fuerza del cuádriceps y la velocidad del balón en chutes de dos grupos: el primero estaba compuesto por jugadores inexpertos y el segundo por jugadores con experiencia. En aquellos futbolistas sin experiencia se encontró que mientras más fuertes eran los cuádriceps, más fuertes eran los disparos. Pero en jugadores hábiles no hubo una correlación significativa.

Esto sugiere que, en deportistas experimentados, existen factores más influyentes que la simple fuerza de un grupo muscular en la performance del chute como lo es la coordinación.

Manolopoulos (2006) diseñó un programa de entrenamiento de diez semanas con un incremento de las cargas desde el 50% al 95% de la fuerza máxima con ejercicios generales y aumentando la especificidad con el correr de las semanas. Este autor encontró mejoras significativas en la fuerza máxima, así como también en la velocidad del pie y del balón.

El estudio de Jelusic, Jaric y Kukolj (1992) investigó el efecto de un ejercicio específico de fuerza aplicada al chute. Dividió a los jugadores de fútbol en un grupo control que realizó 5 sesiones de entrenamiento y un partido a la semana y un grupo experimental al que le agregaba a lo anterior dos sesiones semanales constituidas por tres series de seis repeticiones de un ejercicio de chute con carga: se les amarraba un cable al tobillo de la pierna que pateaba y se simulaba el disparo a puerta. Luego de 15 semanas, el grupo experimental incrementó en un 25% la velocidad del balón mientras que el grupo control solo aumentó en un 4%. Como conclusión se obtuvo que un volumen modesto (36 repeticiones semanales) de ejercicios específicos como suplemento puede tener un efecto significativo en la performance del disparo.

A pesar de ello, Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo y Klausen (1996) no obtuvieron los mismos resultados. Estos autores observaron que trabajar de manera aislada los



ejercicios de extensión y flexión de rodilla se tradujo en ganancias de fuerza del 11% y 30% respectivamente. Sin embargo, estas ganancias no reportaron incrementos significativos en el chute en futbolistas daneses de elite luego de 12 semanas de entrenamiento. De aquí se desprenden dos cosas:

- 3) La importancia de entrenar con ejercicios específicos.
- 4) Cómo trabajar acciones aisladas no se traduce en ganancias en la performance del disparo.

## **Análisis de los saltos**

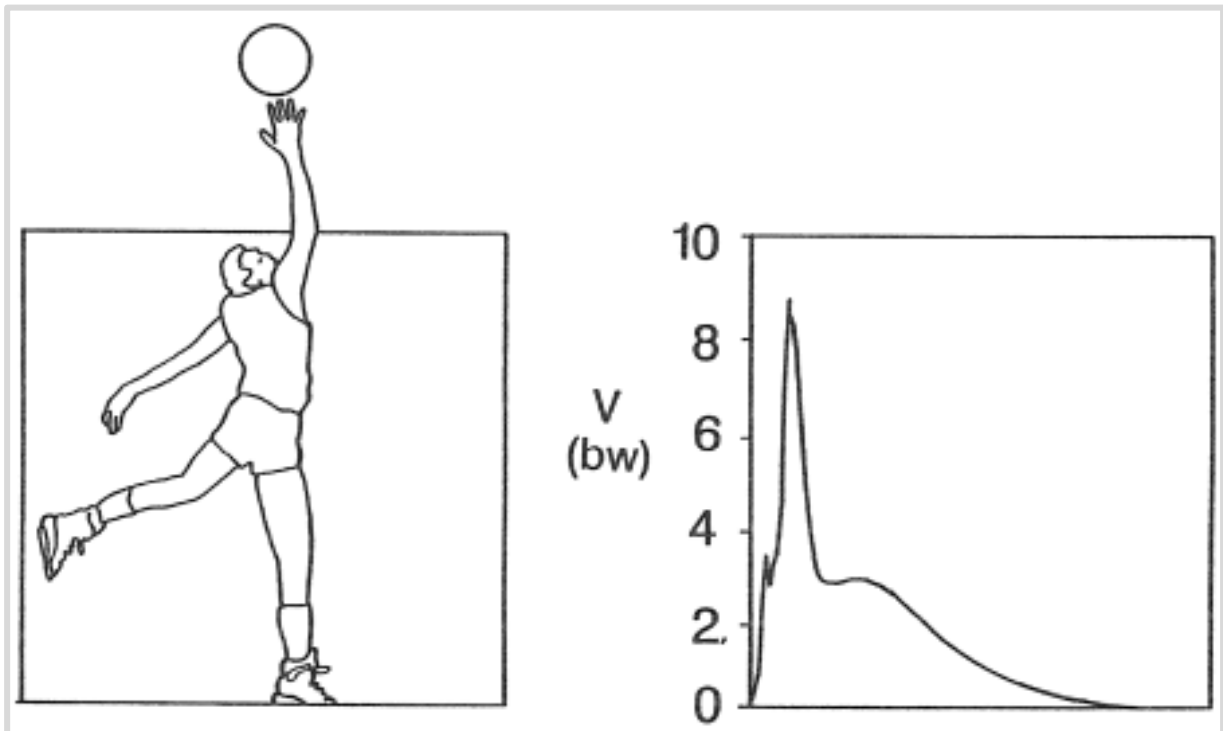
Los saltos son gestos fundamentales en los deportes colectivos, no solo de las acciones más determinantes, sino también de las más espectaculares, como lo son los remates y bloqueos en voleibol, los lanzamientos en baloncesto y balonmano, los saltos a cabecear y los despejes de arquero en fútbol, solo por citar algunos ejemplos. El problema de esta habilidad es el importante impacto que ocasiona el aterrizaje en las articulaciones.

En este apartado nos centraremos en los programas de entrenamiento que optimizan esta prestación y en la importancia de los aterrizajes de los saltos como acción que genera una gran activación muscular y que puede reportar grandes riesgos de lesión a los deportistas.

Mc Clay et al. (1994) analizaron la duración y la intensidad de las acciones a las que son sometidas las articulaciones de jugadores baloncesto profesionales de la NBA cuando toman contacto con el suelo. A diferencia de otros deportistas (como los corredores de larga distancia quienes toleran alrededor de 2,6 veces su propio peso corporal en cada zancada), los basquetbolistas pueden llegar a tolerar 8,9 veces su propio peso en el aterrizaje de acciones máximas como son la entrada en bandeja o el salto a bloquear, y hasta 6 veces en un lanzamiento en suspensión (Cavanagh, P. R. y Lafortune, M. A., 1980).



**Figura 22: Valores de fuerza vertical registrados en aterrizajes de entradas a canasta en baloncesto**



Fuente: Adaptado de Mc Clay, I. Robinson & Andriacchi et al. P. 230.

Así de elevada es la intensidad que conllevan las acciones de juego sobre las articulaciones en tan solo 200 milisegundos aproximadamente, algo muy diferente a entrenar la fuerza de manera tradicional en el gimnasio donde es muy difícil aplicar fuerzas mayores a dos o tres veces el peso corporal.

En el vóleybol, alrededor del 50% de los saltos de ataque son recibidos con los dos pies, mientras que en el 38% se aterriza primero con el pie izquierdo y luego el derecho y en el 12% restante se invierte el orden de los pies (Tillman, M. D., Hass, C. J., Brunt, D. & Bennett, G. R., 2004).

De aquí se desprende la importancia de educar a nuestros deportistas en este tipo de gestos, ya que con un correcto *feedback* podemos reducir la intensidad del impacto. Onate et al. (2001) encontraron, en un estudio realizado con 63 sujetos, que el grupo al que le aportaban *feedback* reducía los picos de fuerza vertical de forma significativa. Prapavessis y McNair (1999), en una investigación realizada con 91 adolescentes (con una edad entre 13 y 19 años) que caían desde una altura de 0,3 m, dividieron la muestra en dos grupos, a uno de los cuales se le brindó retroalimentación sobre enfocarse en una movilidad de cadera y rodilla determinadas, así como también en apoyar correctamente la planta del pie. Los autores encontraron reducción del pico de fuerza vertical desde  $4,53 + 1,51$  a  $3,57 + 1,10$  del propio peso corporal en el grupo que recibía instrucciones, mientras que el grupo control no tuvo cambios significativos.

Si bien los impactos generados en los aterrizajes pueden contribuir a la salud ósea de nuestros deportistas, debemos tener en cuenta que la constante repetición de dichos traumatismos puede generar lesiones por sobreuso. Por ejemplo, en una temporada de vóleybol se pueden esperar alrededor de 40000 remates de ataque (Reeser, J., Verhagen, E., Briner, W., Askeland, T. & Bahr, R., 2006), mientras que en un solo partido de básquetbol se realizan alrededor de 70 saltos (Mc Clay et al., 1994).

En relación a la mejora del salto, Baker (1996) clasificó los tipos de entrenamiento para optimizar esta capacidad según la biomecánica de los ejercicios y el impacto en el sistema neuromuscular. Para ello identificó los **ejercicios de fuerza general**, los **especiales** y los **específicos** según el orden de aproximación al gesto deportivo.

A continuación, detallaremos cada uno de ellos:

- Entre los ejercicios generales se encuentran aquellos movimientos que están destinados a mejorar la fuerza máxima del sujeto, tales como sentadillas, estocadas, despegues, etcétera.
- Entre los especiales se encuentran aquellos ejercicios que están destinados a generar potencia una vez que se han incrementado los valores de fuerza máxima. Estos ejercicios se caracterizan por generar mayor potencia, una ejecución más rápida y un despegue mínimo de los pies del suelo; ejemplos de esto son el arranque, las cargadas o segundo tiempo de potencia.
- Los específicos se refieren a aquellos estímulos similares a los gestos que se realizan en competencia. Estos pueden ser ejercicios de saltos con cargas añadidas (pesos en la cintura o elásticos de resistencia), multisaltos repetitivos (donde el volumen y la variación son el factor que altera la intensidad) y saltos con profundidad o pliométricos (donde la altura de caída es la que genera el estrés en el individuo).

La capacidad de salto se ve influenciada por dos factores: la capacidad contráctil de los músculos y la habilidad de utilizar la energía elástica de un CEA. Si efectuamos un salto vertical (sin impulso de los brazos) precedido de un CEA veloz, decimos que es un **CMJ (countermovement jump)**. Si, en cambio, no pre-estiramos, es decir, nuestra posición de partida del salto es con una flexión de rodillas de 90°, decimos que realizamos un **squat jump (SJ)**. Tradicionalmente estos dos saltos han sido objeto de estudio y análisis por su aproximación a los gestos deportivos; la literatura científica nos indica que existe una diferencia entre estos dos *test* de alrededor del 20% si utilizamos el CEA. Y si al CMJ le agregamos el impulso de brazos, esta acción puede incrementar un 15% la altura alcanzada (Baker, D. 1996).

*El tiempo de realización de un CMJ varía entre 530 y 550 ms. Dentro de este tiempo, la fase concéntrica puede alcanzar unos 330 a unos 370 ms. El hecho de tener que aplicar mucha fuerza en tan corto periodo de tiempo hace que la correcta integración entre los ejercicios generales, especiales y específicos garantice una mejora en esta prestación.*

A partir de los trabajos publicados en la literatura científica podemos obtener ocho recomendaciones para mejorar la capacidad de salto:

- 1)** En principiantes son recomendables ejercicios generales de fuerza como la sentadilla y sus derivados ya que pueden mejorar el salto vertical de manera significativa. Pero en deportistas entrenados esto no es suficiente; para incrementar el salto de manera significativa es necesario incorporar ejercicios especiales y específicos.
- 2)** Combinar métodos de entrenamiento parece ser la manera más efectiva para estimular independientemente los componentes contráctiles y elásticos (neurales) musculares y así mejorar los índices de saltabilidad.
- 3)** En caso de que no se implemente un entrenamiento combinado, la manera más eficiente de incrementar la altura del salto parecen ser los saltos de sentadillas con carga, con un peso que estimule la producción máxima de potencia.
- 4)** Respecto a la saltabilidad, el rol de la periodización no es del todo claro, quizás debido a la dificultad para elaborar periodizaciones de entrenamiento que se cumplan a largo plazo.
- 5)** En los ejercicios como los saltos con carga es conveniente comenzar con cargas livianas para adaptar progresivamente al organismo y disminuir los riesgos de lesión.
- 6)** En los ejercicios de carácter específico, si se utilizan cargas, es recomendable que éstas sean muy livianas (<10% peso corporal). Cargas mayores pueden alterar la biomecánica del ejercicio causando la reducción su especificidad y/o la fuerza específica aplicada. En el caso de los saltos con caída, es muy importante que el deportista cuente con elevados niveles de fuerza (para lo que debe poder levantar 1,5 a 2 veces su peso corporal en una repetición máxima de sentadillas) así como comenzar desde alturas bajas.
- 7)** Los programas de entrenamiento pueden ser confeccionados y modificados gracias a los valores obtenidos en el SJ y el CMJ.

- 8) Es importante revisar que los deportistas se encuentren aptos, libres de lesiones y sin limitaciones ortopédicas al momento de comenzar con este tipo de entrenamiento.

### 1.2.3 Titulares vs. Suplentes. Cambios a lo largo de la temporada

En los deportes colectivos, los jugadores que ingresan con relativa frecuencia en la formación que el entrenador alinea para participar de los encuentros se denominan *titulares*. Estos cuentan con más minutos en la rotación que aquellos que participan menos (los *suplentes*). En los párrafos siguientes examinaremos las diferencias existentes entre estos dos grupos al comenzar la temporada y veremos si se manifiestan cambios durante una temporada en ambos grupos.

Hoffman, Tenenbaum, Maresh y Kraemer (1996) analizaron la relación entre diferentes componentes de la condición física de jugadores de baloncesto y el tiempo que estos permanecían en el terreno de juego. Los autores encontraron que aquellos jugadores que permanecían más en el terreno de juego tenían mayores índices de fuerza de piernas, saltaban más y eran más veloces. Sin embargo, es muy interesante reconocer que aquellos que jugaban menos tiempo tenían mejores resultados en los *test* de resistencia.



Figura 25: Aaron Gordon de Orlando Magic



Fuente: <http://www.trbimg.com/img-56fb3814/turbine/os-orlando-magic-score-139-to-beat-brooklyn-nets-20160329>  
González et al. (2013) estudiaron, en una investigación excelente, los cambios que se producen en diferentes variables de la condición física de los jugadores a lo largo de una temporada en un equipo de la NBA (Orlando Magic), así como también analizaron las diferencias entre titulares y suplentes. Luego de terminar una temporada en la que se disputan 82 partidos en 5 meses y medio (dos a cinco juegos por semana), los resultados indicaron que los jugadores que jugaban más tiempo no solo fueron capaces de mantener los niveles de fuerza y velocidad a lo largo de una temporada, sino que, aparentemente, la competencia les brindaba un estímulo que les permitió aumentar su capacidad de salto significativamente mientras que los suplentes la disminuyeron.

Además, los titulares mantuvieron su masa muscular mejor que los suplentes y, a pesar de jugar más, se sentían menos fatigados y más alerta.

En cuanto al fútbol, por otra parte, Kraemer et al. (2004) encontraron que en un equipo de nivel universitario tanto los jugadores que inician el cotejo como sus reemplazantes disminuyeron, ambos grupos, su fuerza de extensores de rodilla significativamente a lo largo de la temporada entre un 10% y 12%. Al finalizar la temporada, los titulares disminuyeron su saltabilidad en un 13% y fueron un 4% más lento en *sprints* lineales. Los suplentes, por su parte, incrementaron significativamente su grasa corporal en relación a los titulares. Ambos grupos tuvieron niveles bajos de *testosterona* en sangre y elevados de *cortisol* (un indicador de sobreentrenamiento). Los autores concluyeron que es muy importante el nivel de condición que presentan los jugadores al comenzar la temporada, ya que tanto titulares como suplentes pueden verse afectados por el sobreentrenamiento.

En deportes donde hay más colisiones, las diferencias de condición física entre titulares y suplentes se hacen más evidentes. Young et al. (2005) encontraron que, en rugby australiano, tanto en *sprint* de 10m, velocidad lanzada de 30 m y salto vertical, los jugadores titulares fueron más eficientes (ver gráfica).

**Tabla 7: Diferencias en sprint, salto vertical, resistencia y Yo Yo test analizando las diferencias entre jugadores titulares y suplentes en de Rugby australiano**

	Titulares	Suplentes
<b>10 m sprint (s)</b>	1.86 + 0.06 (17)	1.94 + 0.09 (10)
<b>Velocidad lanzada 30 m (s)</b>	3.46 + 0.06 (17)	3.57 + 0.13 (10)
<b>Salto vertical (cm)</b>	62.8 + 3.7 (17)	59.4 + 5.2 (10)
<b>VO2 predicción (ml.kg-1.min-1)</b>	61 + 3.3 (16)	60 + 3.8 (6)
<b>Yo Yo (m)</b>	747 + 128 (17)	547 + 61 (4)

Media y desviación estándar ± (SD). El tamaño de la muestra se encuentra entre paréntesis.

Fuente: Adaptado de Young et al., 2005, p 26.

Los factores relativos a la condición atlética cobran mayor o menor importancia dependiendo del deporte del que se trate. Es innegable, por ejemplo, la multiplicidad de condicionantes que intervienen en la *performance* de un futbolista, y que en otros deportes no resultan determinantes.



## 1.2.4 El rol del entrenador y del preparador físico

En estos días, la presencia de un profesional del ejercicio y movimiento en los cuerpos técnicos y clubes deportivos está legitimada y ampliamente validada. Es una pieza fundamental del trabajo de cada día, del trabajo que no se ve pero que los jugadores sienten, del trabajo que les da seguridad en cada acción que realizan a lo largo del partido en el puesto y en las funciones que su entrenador le asigna (Seirulo, F. L., 1987). El trabajo de estos especialistas no sólo es de acción directa sobre los jugadores, sino que tiene muchas más y más amplias funciones. A continuación, intentaremos hacer un análisis de ellas.

**1) Planificar y poner en marcha los programas de entrenamiento:** La misión del preparador físico (PF) consiste en conseguir la mejor forma deportiva posible de parte de sus deportistas y mantenerla el mayor tiempo posible, evitando así lesiones que limiten las posibilidades de los jugadores. En un equipo compuesto por un número relativo entre 12 y 30 jugadores, conseguir un estado de forma elevado y mantenerlo es algo muy complejo. Se requiere en este apartado realizar un análisis y seguimiento diario del entrenamiento, tanto de cuestiones relacionadas a aspectos de cargas condicionales como aspectos técnico-tácticos y socio-afectivos entre otros condicionantes (Seirulo, F. L., 1987). A grandes rasgos, podemos decir que en este apartado se incluyen las siguientes funciones competentes al PF:

- Planificación de la pretemporada: organización, lugar, y contenidos a llevar a cabo.
- Durante el transcurso de la temporada
  - Programación de sesiones.
  - Llevar a cabo entrenamientos especiales para los jugadores suplentes que no ingresaron del encuentro.
  - Sesiones especiales de recuperación post-partido para los jugadores que sí participaron.
  - Sesiones individuales especiales para optimizar puntos débiles de algún jugador determinado.
  - Control de las acciones y rendimiento de los jugadores durante el partido.
- En la posttemporada, recomendar programas de entrenamiento en periodos de transición que posibiliten comenzar la nueva temporada en óptimas condiciones.

- 2) **Sesiones individuales de desarrollo de capacidades específicas:** los deportistas siempre tienen puntos débiles que perfeccionar, por lo que el desarrollo de tareas especiales es parte importante del trabajo del preparador físico, ejemplo de esto es la necesidad de optimizar gestos coordinativos, de entrenamiento visual, de la fuerza del *core*, etcétera.
- 3) **Prevención y recuperación de lesiones:** Éste apartado se refiere a la aplicación del llamado "Entrenamiento Coadyuvante" (Seirulo, F. L., 1987, p. 73). La realización de sesiones orientadas a disminuir el riesgo de lesión por parte del deportista y en el caso de que ésta ya se haya producido, preparar actividades que permitan al jugador reintegrarse rápidamente a la dinámica de entrenamiento y competición del equipo. Aquí es fundamental mantener una buena comunicación con los integrantes del cuerpo médico para delinear objetivos y maneras de aproximación a las diferentes lesiones que presenten los deportistas durante el transcurso de la temporada.
- 4) **Realización de Test de detección, captación y seguimiento de jugadores que interesan a la institución:** El preparador físico puede colaborar en la captación de talentos por parte de los ojeadores del club, aportando una variedad de *test* de orientación condicional que considere relevantes para los deportistas de la institución, y que la información recolectada permita tomar decisiones tanto a corto como a largo plazo, sobre las posibilidades de incorporar a un determinado jugador.
- 5) **Asesoramiento y programación de contenidos condicionales de los equipos de divisiones inferiores:** Generalmente todos los clubes que tienen equipos tanto en ligas superiores como de nivel mediano y local, tienen la obligación federativa de presentar una determinada cantidad de equipos en categorías formativas, también es rentable y necesario desde el punto de vista deportivo y económico. Es por lo tanto muy importante presentar una serie de pautas y orientaciones para que los jugadores juveniles que estén en condiciones de incorporarse al primer equipo, se encuentren capaces desde el punto de vista condicional de integrarse al ritmo del entrenamiento de una categoría superior.
- 6) Por lo tanto, el preparador físico debe:
  - Mantenerse en contacto permanente con los técnicos y preparadores físicos de categorías menores.
  - Elaborar programas de entrenamiento y organización de contenidos en conjunto con los profesionales citados anteriormente.
  - Llevar a cabo control y revisión permanente de esos programas.
- 7) **Análisis de la eficacia en las acciones de juego de los deportistas durante los partidos:** El preparador físico puede colaborar con información útil para el entrenador en tiempo real, que le facilite al mismo la toma de decisiones tácticas

y estratégicas. La información recogida puede ser tanto de nuestro propio equipo como del oponente.

- 8) Formación y capacitación de los jugadores en higiene deportiva, nutrición y cuidados:** en la literatura científica están bien documentados los efectos del exceso de alcohol, del deterioro de la salud que produce fumar, y de cómo afecta a la *performance* la privación del sueño, para citar algunos ejemplos de este punto. Es fundamental, para adoptar o modificar una conducta personal ante estos u otros hechos, generar entornos que provoquen el auto-convencimiento de los deportistas ante la evidencia presentada. Es importante realizar charlas con los jugadores en las que se les presenten razones para comprender la necesidad de ciertas exigencias a las que la competición los somete, razones de cómo hay que alimentarse antes, durante y después de un partido, de la importancia de dormir mejor, de qué actividades ayudan a recuperarse luego de sesiones y competencias, de cómo evitar hábitos negativos, etc. El preparador físico puede hacer este tipo de charlas durante las concentraciones, en la pretemporada, o en el momento en que jugadores interesados lo soliciten. Este planteo es fundamental en jugadores jóvenes para lograr mejorar su nivel de cultura deportiva y de auto-modelación sobre bases válidas y sustentables en el tiempo.
- 9) Realizar material audiovisual, investigaciones y publicaciones:** es de un valor fundamental reconocer la transmisión de la información recolectada a lo largo de la temporada, analizar casos puntuales e intentar transmitirla misma, para compartirla con otros profesionales y con los diferentes estamentos de la institución con la finalidad de brindar una capacitación permanente y para contribuir a la evolución de la profesión.

Para concluir, es importante recalcar que, dentro de la sesión de fuerza, el *coach* debe velar por la seguridad de todos los deportistas, analizar la ejecución técnica de las tareas, brindar un *feedback* efectivo y rápido, hacer un correcto y no abusivo uso de la tecnología y, lo más importante, estar motivado.

Analicemos, para entender esto, la actitud del entrenador. Rampinini, Impellizzeri y Castagna (2007) examinaron el efecto de una experiencia que contemplaba factores respecto del número de jugadores, las dimensiones del campo y la motivación que aporta el entrenador en la intensidad de ejercicios de campo reducido designados para la mejora de la capacidad aeróbica: veinte jugadores de fútbol amateur realizaron dos veces por semana durante ocho meses un total de 67 mini partidos con intervalos (partidos de tres vs. tres, cuatro vs. cuatro, cinco vs. cinco o seis vs. seis). Los partidos fueron realizados en campos de juego de tres dimensiones diferentes:

Pequeño (12-24m de ancho X 20-32m de largo)



Medio (15-30 m de ancho X 25-40 m de largo)

Grande (18-36 m de ancho X 30-48 m de largo)

Cada mini partido consistía en tres tiempos de cuatro minutos con tres minutos de recuperación activa entre cada tiempo. Estos partidos se efectuaron con y sin la presencia y acción motivacional del entrenador.

Los autores encontraron que el factor que tenía mayor impacto sobre la respuesta fisiológica era el estímulo que proporcionaba el entrenador, seguido por el de la cantidad de jugadores y de las dimensiones de la cancha. En todas las situaciones la presencia activa del entrenador aumentaba el 2,5% la frecuencia cardíaca y un 30 % la concentración de lactato en sangre

*Si queremos transmitir intensidad, debemos permanecer  
activos e intensos durante los entrenamientos*



## Referencias

**Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K.** (1996). Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength (Traducción Propia). *Acta Physiologica Scandinavica*, 156(2), 123-129.

**Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P.** (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training (Traducción Propia). *Journal of applied physiology*, 93(4), 1318-1326.

**Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Pappas, E., Sinclair, P. J., & Sanders, R. H.** (2015). How effective are F-MARC injury prevention programs for soccer players? A systematic review and meta-analysis (Traducción Propia). *Sports medicine*, 46(2), 205-217.

**Anthrakidis, N., Skoufas, D., Lazaridis, S., & Zaggelidis, G.** (2008). Relationship between muscular strength and kicking performance (Traducción Propia). *Physical training*, 10(2), 2008.

**Asami, T., Nolte, V.** Analysis of powerful ball kicking. In: Biomechanics VIII-B, H. Matsui and K. Kobayashi (Eds.). (Traducción Propia). Champaign, IL: Human Kinetics, 1983, pp. 695-700

**Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G.** (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo* (Vol. 302). Inde.

**Baker, D.** (1996). Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 131-136.

**Ball, K.** (2008). Biomechanical considerations of distance kicking in Australian Rules football (Traducción Propia). *Sports Biomechanics*, 7 (1), 10-23.

**Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P.** (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player (Traducción Propia). *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.

**Barros, T., Valquer, Wellington., & Sant'Anna, M.** (1999). High intensity motion pattern analysis of Brazilian elite soccer players in different positional roles (Traducción Propia). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (5 Supplement), S260.



**Billeter, R., & Hoppeler, H.** (2003). Muscular basis of strength. *Strength and power in sport*, 50.

**Biospia Muscular.** Recuperado de [http://userscontent2.emaze.com/images/1d92b1a4-edd6-4c33-a702-ce819640c68f/Slide32\\_Pic1\\_635994151594005891.png](http://userscontent2.emaze.com/images/1d92b1a4-edd6-4c33-a702-ce819640c68f/Slide32_Pic1_635994151594005891.png)

**Bober, T., Putnam, C. A., & Woodworth, G. G.** (1987). Factors influencing the angular velocity of a human limb segment (Traducción Propia). *Journal of biomechanics*, 20(5), 511-521.

**Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A.** (2008). Understanding change of direction ability in sport (Traducción Propia). *Sports Medicine*, 38(12), 1045-1063.

**Capra, F.** (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos.* Barcelona, Anagrama.

**Caraffa, A., Cerulli, G., Projetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A.** (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer (Traducción Propia). *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 4(1), 19-21.

**Cavanagh, P. R., & LaFortune, M. A.** (1980). Ground reaction forces in distance running (Traducción Propia). *Journal of biomechanics*, 13(5), 397-406.

**Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N.** (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players (Traducción Propia). *International journal of sports medicine*, 22(1), 45-51.

**Crash Course** (Uploader). (2012, Agosto, 27). *Big Guns: The Muscular System - CrashCourse Biology #31* [Archivo de video en YouTube]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=jqy0i1KXU04>

**De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E.** (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players (Traducción propia). *Int J Sports Physiol Perform*, 10(1), 46-52.

**Drinkwater, E. J.** (2012). Fitness and Anthropometric Testing in Basketball Players (Traducción Propia). En *Handbook of Anthropometry*, pp. 1837-1856. New York: Springer.

**Edman, K.** (1992). Contractile performance of skeletal muscle fibres. *Strength and power in sport* (pp. 114-133) Oxford: Blackwell scientific publications.



**Fleck, S. J., & Kraemer, W.** (2014). *Designing Resistance Training Programs, 4E* (Traducción propia). USA: Human Kinetics.

**Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M., & Cloes, M.** (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity (Traducción Propia). *The American journal of sports medicine*, 33(10), 1513-1519.

**Gonzalez, A. M., Hoffman, J. R., Rogowski, J. P., Burgos, W., Manalo, E., Weise, K., & Stout, J. R.** (2013). Performance changes in NBA basketball players vary in starters vs. nonstarters over a competitive season (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 611-615.

**Gonzales Badillo, J.J., y Ribas Serna, J.** (2002). *Programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde Publicaciones.

**Hamill, B. P.** (1994). Relative Safety of Weightlifting and Weight Training (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(1), 53-57.

**Hoff, J., & Helgerud, J.** (2004). Endurance and strength training for soccer players (Traducción Propia). *Sports medicine*, 34(3), 165-180.

**Hoffman, J. R., Tenenbaum, G., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J.** (1996). Relationship Between Athletic Performance Tests and Playing Time in Elite College Basketball Players (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 67-71.

**Izquierdo, M.** (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Bs.As., Madrid: Panamericana.

**Jelusic, V., Jaric, S., & Kukolj, M.** (1992). Effects of the stretch-shortening strength training on kicking performance in soccer players (Traducción Propia). *Journal of Human Movement Studies*, 22(6), 231-238.

**Kelly, B. T., Backus, S. I., Warren, R. F., & Williams, R. J.** (2002). Electromyographic analysis and phase definition of the overhead football throw (Traducción Propia). *The American journal of sports medicine*, 30(6), 837-844.

**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.



**Komi, P. V. (Ed.).** (1992). Stretch–Shortening Cycle. Komi, P. *Strength and power in sport* (pp. 169-179) Oxford: Blackwell scientific publications.

**Komi, P. V., & Nicol, C.** (2010). Stretch–shortening cycle of muscle function. *Neuromuscular aspects of sport performance, (Traducción Propia)1st edn.* Wiley-Blackwell, Chichester, 15-31.

**Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Häkkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., ... &Vescovi, J. D.** (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*,18 (1), 121-128.

**Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B.** (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials (Traducción Propia). *British journal of sports medicine*, 48(11), 871-877.

**Lockie, R. G., Jeffriess, M. D., McGann, T. S., Callaghan, S. J., & Schultz, A. B.** (2014). Planned and reactive agility performance in semiprofessional and amateur basketball players (Traducción Propia). *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 9(5), p766-771.

**Luca Merlini** (uploader). (2015, Marzo, 3). Mecanismo de la contracción muscular [Archivo de video en YouTube]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=C4fmTt01bbo>

**Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., &Kellis, E.** (2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. (Traducción Propia). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(2), 102-110.

**Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., y Duchateau, J.** (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations (Traducción Propia). *European journal of appliedphysiology*,116(6), 1-26.

**McClay, I. S., Robinson, J. R., Andriacchi, T. P., Frederick, E. C., Gross, T., Martin, P., & Cavanagh, P. C.** (1994). A Profile of Ground Reaction Forces in Professional Basketball (Traducción Propia). *Journal of Applied Biomechanics*, 10(3), 222-236.

**McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J.** (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition (Traducción Propia). *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.



**McNair, P. J., Prapavessis, H., & Callender, K.** (2000). Decreasing landing forces: effect of instruction (Traducción Propia). *British Journal of Sports Medicine*, 34(4), 293-296.

**Newton, R. U., & McEvoy, K. I.** (1994). Baseball Throwing Velocity: A Comparison of Medicine Ball Training and Weight Training (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(3), 198-203.

**Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Haekkinen, K.** (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players (Traducción Propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 31(2), 323-330.

**Newton, R. U., Rogers, R. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J.** (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 955-961.

**Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S.** (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks (Traducción Propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 34(12), 2028-2036.

**Onate, J. A., Guskiewicz, K. M., & Sullivan, R. J.** (2001). Augmented feedback reduces jump landing forces. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(9), 511-517.

**Owen, A. L., Wong, D. P., Dellal, A., Paul, D. J., Orhant, E., & Collie, S.** (2013). Effect of an injury prevention program on muscle injuries in elite professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3275-3285.

**Pette, D., & Staron, R. S.** (1997). Mammalian skeletal muscle fiber type transitions (Traducción Propia). *International review of cytology*, 170(1997), 143-223.

**Prapavessis, H., & McNair, P. J.** (1999). Effects of instruction in jumping technique and experience jumping on ground reaction forces (Traducción Propia). *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 29(6), 352-356.

**Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M.** (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games (Traducción Propia). *Journal of Sports Science and Medicine*, 25(6), 659-666.



**Reeser, J. C., Verhagen, E. A. L. M., Briner, W. W., Askeland, T. I., & Bahr, R.** (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries (Traducción Propia). *British journal of sports medicine*, 40(7), 594-600.

**Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T.** (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on *sprint* and jump performance in professional soccer players (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 773-780.

**Schmidtbleicher, D.** (1992). Training for power events. *Strength and power in sport (Traducción Propia)*, 1, 381-395.

**Scott, W., Stevens, J., & Binder-Macleod, S. A.** (2001). Human skeletal muscle fiber type classifications (Traducción Propia). *Physical therapy*, 81(11), 1810-1816.

**Seirul-lo Vargas, F.** (2003). *Sistemas Dinámicos y Rendimiento en Deportes de Equipo*. 1st Meeting of Complex Systems and Sport. INEFC, Barcelona.

**Seirulo, F. L.** (1987). Las funciones y competencias del preparador físico en un club deportivo. *Red: Revista de entrenamiento deportivo*, 1(1), 70-77.

**Shan, G., & Westerhoff, P.** (2005). Soccer: Full-body kinematic characteristics of the maximal instep Soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality (Traducción Propia). *Sports Biomechanics*, 4(1), 59-72.

**Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. R.** (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1858-1866.

**Sheppard, J. M., & Young, W. B.** (2006). Agility literature review: classifications, training and testing (Traducción Propia). *Journal of Sports Science and Medicine*, 24(9), 919-932.

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

**Stephen M. Dowell** (Orlando Sentinel) (uploader) (2016, Marzo, 29). Orlando forward Aaron Gordon slam dunks during the Brooklyn Nets at Orlando Magic NBA game at the Amway Center on Tuesday, [Entrada en una página web]. Recuperado de: <http://www.orlandosentinel.com/sports/orlando-magic/os-orlando-magic-score-139-to-beat-brooklyn-nets-20160329-photogallery.html>

**Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U.** (2005). Physiology of soccer (Traducción Propia). *Sports medicine*, 35(6), 501-536.

**Tillman, M. D., Hass, C. J., Brunt, D., & Bennett, G. R.** (2004). Jumping and landing techniques in elite women's volleyball (Traducción Propia). *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(1), 30-36.

**Tous Fajardo, J.** (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Autor.

**Van den Tillaar, R., & Ettema, G.** (2003). Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team-handball players. (Traducción Propia). *Perceptual and motor skills*. 2003: 97: 423-434.

**Verkhoshansky, Y.** (2006). Todo sobre el método pliométrico (Vol. 24). Editorial Paidotribo.

**Wisløff, U. L. R. I. K., Helgerud, J., & Hoff, J.** (1998). Strength and endurance of elite soccer players (Traducción Propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 30(3), 462-467.

**Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J.** (2004). Strong correlation of maximal squat strength with *sprint* performance and vertical jump height in elite soccer players (Traducción Propia). *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.

**Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A.** (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries (Traducción Propia). *British journal of sports medicine*, 36(6), 436-441.

**Young, W. B., Hawken, M., & McDonald, L.** (1996). Relationship between speed, agility, and strength qualities in Australian rules football (Traducción Propia). *Strength and Conditioning Coach*, 4(4), 3 6.

**Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J.** (2001). Specificity of *sprint* and agility training methods (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 315-319.

**Young, W. B., Newton, R. U., Doyle, T. L. A., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, C., & Dawson, B.** (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study (Traducción Propia). *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.



**Young, W. B., & Rath, D. A.** (2011). Enhancing foot velocity in football kicking: the role of strength training (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25 (2), 561-566.

**Zatsiorsky, V.** (2006). *Science and practice of Strength training* (2<sup>nd</sup>ed) (Traducción Propia). USA: Human Kinetics.

