

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.**

**FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACION.**

**CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACION EN PROGRAMACION Y EVALUACION DEL EJERCICIO.**

**Profesor:** Echevarría Lucas

**Fecha de Presentación del trabajo:** 13/07/2015

**"FACTORES FISIOLÓGICOS DE LA RESISTENCIA Y FUERZA  
ESPECÍFICA DEL FUTBOLISTA: UNA REVISIÓN  
BIBLIOGRÁFICA"**

# Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Objetivo General y Objetivos Específicos.....	5
1.0 Factores fisiológicos de la resistencia y fuerza específica del futbolista.....	6
2.0 Factores fisiológicos que conllevan a la fatiga.....	8
3.0 Componentes musculares del VO <sub>2</sub> MÁXIMO.....	10
4.0 Concepto de Ejercicio Intermitente, manifestaciones en el deporte y aspectos fisiológicos.....	13
5.0 Características fisiológicas del futbolista.....	15
5.1 Perfil de rendimiento del futbolista.....	17
5.2 Factores que afectan las intensidades de trabajo.....	18
6.0 La resistencia y la fuerza específica en el fútbol: consensos y controversias.....	19
6.1 Entrenamiento de la Fuerza Muscular.....	20
6.2 Fuerza muscular en el Fútbol. Manifestaciones y aplicaciones.....	22
6.3 Efectos del entrenamiento de Fuerza.....	23
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	26

## **Resumen**

En los aspectos fisiológicos del fútbol el análisis de las intensidades y de los factores que afectan las tasas de esfuerzo, brinda una base para describir las intensidades de ejercicio durante los partidos.

Las actividades relacionadas con el juego imponen un estrés fisiológico particular sobre los jugadores. Las demandas del partido tienen implicancias en la formulación de los sistemas de entrenamiento y en la atención a la especificidad de las habilidades en el fútbol. (Reilly T, 2007).

Por lo anteriormente mencionado, dicha revisión estudiará todos los factores fisiológicos de la resistencia y la fuerza del futbolista, para conocerlos en profundidad y así optimizar los conocimientos del preparador físico en su abordaje.

## **Introducción**

“... Las demandas fisiológicas del juego de fútbol están representadas por las intensidades a las cuales se llevan a cabo las distintas actividades durante un partido. Esto tiene implicancias en cuanto a la capacidad física necesaria de los jugadores y también para la determinación de adecuados regímenes de entrenamiento. Debido a que los esquemas de entrenamiento y competencia de los jugadores profesionales comprenden sus roles ocupacionales, esto tiene consecuencias para sus actividades habituales, requerimientos energéticos diarios y gastos calóricos. También existen repercusiones para la prevención de lesiones, en la medida de lo posible, y para la adecuada rehabilitación de lesiones de los tejidos blandos.

La intensidad del esfuerzo durante el fútbol competitivo puede indicarse por la distancia total cubierta. Esta representa una medición global de la tasa de esfuerzo, la cual puede ser dividida en las acciones discretas de un jugador particular, durante todo el juego. Las acciones o actividades se pueden clasificar de acuerdo al tipo, intensidad (o calidad), duración (o distancia), y frecuencia. La actividad se puede establecer en base al tiempo, por lo que puede calcularse el promedio de las proporciones ejercicio- pausa. Estas tasas de esfuerzo pueden ser aumentadas a través del monitoreo de las respuestas fisiológicas...”. (Reilly T, 2007).

# **TEMA: FACTORES FISIOLÓGICOS DE LA RESISTENCIA Y FUERZA ESPECÍFICA DEL FUTBOLISTA.**

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Conocer los factores fisiológicos de la resistencia y la fuerza específica del futbolista.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los factores fisiológicos que conllevan a la fatiga del futbolista.
- Determinar los componentes musculares del VO<sub>2</sub> MAXIMO, que influyen en la resistencia del futbolista.

# **1. Factores fisiológicos de la resistencia y fuerza específica del futbolista**

“... Durante mucho tiempo se ha considerado a la resistencia cardiorespiratoria como uno de los componentes fundamentales de la salud. Debido a que la acumulación de ácido láctico se asocia con la fatiga del músculo esquelético, el metabolismo anaeróbico no puede contribuir en un nivel cuantitativamente significativo con la energía gastada.

Pate y Kriska describieron un modelo que incorpora los 3 factores más importantes que explican la variación interindividual en el rendimiento de resistencia aeróbica: ellos son VO<sub>2</sub> MAX, el Umbral Láctico y la Economía de trabajo.

El VO<sub>2</sub> MAX probablemente es el factor más importante que determina el éxito en un deporte de resistencia aeróbica. Sin embargo, en una misma persona, el transporte de oxígeno máximo es específico de un cierto tipo de actividad.

La capacidad de mantener un ejercicio prolongado depende de una elevada potencia aeróbica máxima (vo<sub>2</sub>max), pero el límite superior al cual se puede sostener un ejercicio continuo está influenciado por el denominado umbral anaeróbico y por la alta utilización fraccional del vo<sub>2</sub>max.

Se ha estimado que en el fútbol se utiliza un consumo de oxígeno correspondiente al 75% del vo<sub>2</sub>max, valor probablemente cercano al umbral anaeróbico en los futbolistas de alto nivel.

El vo<sub>2</sub> máximo está relacionado con la distancia cubierta en un partido. Snaros reportó esta fuerte relación entre el vo<sub>2</sub> máximo y la distancia recorrida por partido, pero también notó que el vo<sub>2</sub> máximo influye en el número de piques que los jugadores realizan.

El umbral de lactato fue definido por Davis como la intensidad de trabajo o vo<sub>2</sub> donde la concentración de lactato sanguíneo empieza a aumentar gradualmente durante el ejercicio continuo. Los niveles de lactato sanguíneo representan un equilibrio entre la producción y degradación del lactato y existen patrones individuales para esta cinética. El lactato no se gasta. Si existe pérdida de energía el proceso de transformación de piruvato a lactato es reversible. Por lo tanto el piruvato puede oxidarse o en menor grado puede actuar como sustrato para la síntesis de glucosa y glucógeno. Cuando el piruvato se oxida, libera el 92 % restante de energía. El músculo esquelético en reposo, el músculo que realiza ejercicio submáximo, el músculo cardíaco y la corteza renal pueden utilizar lactato como sustrato. No se conocen bien cuáles son los factores que determinan el umbral de lactato. Sin embargo la distribución del tipo de fibra muscular, el potencial para el metabolismo de las grasas y la distribución de la isoenzima lactato deshidrogenasa en el músculo esquelético pueden ser determinantes importantes.

La economía de trabajo hace referencia a la relación entre la producción de trabajo y el costo de oxígeno. Conley y Krahenbuhl y Helgerud han demostrado variaciones interindividuales en el costo de oxígeno bruto de la actividad en una velocidad de carrera normal. No se comprende con detalle cuáles son las causas de esta variabilidad, pero pareciera que las características anatómicas,

la habilidad mecánica, la habilidad neuromuscular y almacenamiento de energía elástica son importantes. La economía de carrera normalmente se define como el  $\text{VO}_2$  en  $\text{ml/kg}$  en estado estable en una velocidad estándar o como el costo energético de la carrera por metro  $\text{ml/kg/m}$ .

La capacidad de un músculo de desarrollar fuerza depende de muchos factores diferentes, de los cuales los más comunes son: la posición inicial, velocidad de estiramiento, velocidad de acortamiento, fase inicial excéntrica, tipos de fibras musculares, número de unidades motoras activas al mismo tiempo, área transversal del músculo, frecuencia de impulso y sustratos disponibles para el ejercicio del músculo.

Principalmente existen dos mecanismos diferentes que son la base para el desarrollo de la fuerza muscular, la hipertrofia muscular y las adaptaciones neurales.

La hipertrofia muscular es un efecto del entrenamiento de la fuerza y hay una conexión entre el área transversal del músculo y su potencial para el desarrollo de fuerza. Este aumento se asocia con un gran aumento en la cantidad de miofibrillas de las fibras.

Las adaptaciones neurales abarcan varios factores, como la activación selectiva de unidades motoras, la sincronización, activación selectiva de los músculos, las contracciones balísticas, tasa de disparo (frecuencia), mayor potencial de reflejo, mayor reclutamiento de unidades motoras y aumento en la co-contracción de los antagonistas.

Para desarrollar fuerza máxima el músculo depende de la mayor cantidad posible de unidades motoras activas. En una contracción voluntaria máxima, se reclutan primero las fibras oxidativas pequeñas y las fibras glucolíticas más rápidas se reclutan en último lugar. En las etapas tempranas de un periodo de entrenamiento, se observa un aumento en la actividad de las fibras glucolíticas rápidas con un aumento en la fuerza..." (Hoffman, J; Helgerud, J. 2014).

## **2. Factores fisiológicos que conllevan a la fatiga**

“...Una cuestión pertinente al planificar el entrenamiento es cuando la fatiga ocurre durante un partido de fútbol y cuál es la causa de esa fatiga. Varios estudios han provisto la evidencia de que la capacidad de los jugadores para realizar el ejercicio de alta intensidad está reducida hacia el final del partido en el fútbol de elite (Krustrup y Col, 2006; Mohr y Col, 2003, 2004)...”. Así se ha demostrado que la cantidad de sprints y de carreras de alta intensidad, y la distancia cubiertas son inferiores en la segunda mitad que en la primera mitad de un partido. (Bangsbo y Col, 1991). Es más, se ha observado que la cantidad de carrera de alta intensidad está reducida en los 15 minutos finales de un partido de clase top (Mohr y Col, 2003), y que el saltar, el esprintar y el rendimiento del ejercicio intermitente se disminuye vs antes de un partido de fútbol (Mohr y Col, 2004b, 2005). Sin embargo, el mecanismo subyacente detrás de un reducido rendimiento de ejercicio al final de un partido de fútbol es incierto. Uno es el vaciamiento de las reservas de glucógeno puesto que el desarrollo de la fatiga durante el ejercicio intermitente prolongado ha estado asociado con una falta de glucógeno muscular.

“...La fatiga durante la competencia es un fenómeno complejo con varios factores que contribuyen. Uno de estos puede ser cerebral en su naturaleza, sobre todo durante las condiciones de calor (Meeusen, Watson y Dvorok, 2006). Sin embargo se ha demostrado que para individuos bien motivados la causa de la fatiga es muscular (Bigland-Ritchie, Furbuask y Woods, 1986)...”

“...En el estudio de (Krustrup y Col, 2006), el decremento en el rendimiento durante el partido se relaciona al lactato muscular, sin embargo la relación era débil y los cambios en el lactato eran moderados. Es más varios estudios han demostrado que la acumulación de lactato no causa la fatiga (Bangsbo y Col, 1992)...”.

“...Otra causa para la fatiga muscular durante el ejercicio intenso es un PH muscular bajo (Sahlin 1992), sin embargo el PH muscular solo se reduce moderadamente (aproximadamente 6.8) durante un partido y ninguna relación con el rendimiento bajo se ha observado (Krustrup y Col, 2006)...”. Así es improbable que el lactato muscular elevado y el PH muscular bajo causen fatiga durante un partido de fútbol. Puede ser debido a las bajas concentraciones de fosfato de creatina de musculo, puesto que el rendimiento en el ejercicio intermitente intenso se ha demostrado de ser elevado después de un periodo de suplementacion de creatina (Balsom, Seger, 1995).

“...Otra de las causas se ha indicado que se relaciona con la fatiga durante el ejercicio de alta intensidad a una acumulación de potasio en el intersticio del musculo y las perturbaciones eléctricas concomitantes en la célula muscular (Bangsbo y Col, 1996)...” Esta hipótesis es apoyada por la observación de las concentraciones de potasio intersticiales musculares de más de 11 mmol durante el ejercicio exhaustivo (Mohr y Col, 2004<sup>a</sup>; Nielsen y Col, 2004), que según un estudio in vitro es bastante alto para despolarizar el potencial de membrana del músculo y reducir el

desarrollo de la fuerza notablemente (Cairns y Dulhunty, 1995). Además se ha observado que la actividad máxima de la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  está reducida con los diferentes tipos de ejercicio (Fraser y Col, 2002) lo que podría llevar a una mayor acumulación transitoria de potasio durante un partido. (Bangsbo, J et al 2006).

### **3. Componentes musculares del VO<sub>2</sub> MAXIMO**

Cinética del VO<sub>2</sub> muscular: se denomina cinética del consumo de oxígeno muscular al tiempo que necesita el músculo esquelético para aumentar la captación de oxígeno y acompañar el incremento de la potencia mecánica del esfuerzo.

Al comienzo del ejercicio, la respuesta integrada de los sistemas pulmonar, cardiovascular y muscular caracteriza la cinética del VO<sub>2</sub>. Esta respuesta es altamente sensible al entrenamiento aeróbico y puede ser medida con precisión. El rol que cada uno de estos sistemas juega para determinar la cinética del VO<sub>2</sub> en esfuerzo es tema de debate.

Bangsbo y col (2000) estudiaron la cinética del vo<sub>2</sub> muscular al inicio de un ejercicio dinámico intenso, demostraron que las contracciones musculares intensas luego de unos 12 segundos de ejercicio incrementaban la captación de o<sub>2</sub> muscular un 50 % y después de 50 segundos lograba un pico de extracción de o<sub>2</sub> del 90 %. La utilización del o<sub>2</sub> “limitada” al inicio del ejercicio intenso no parece estar relacionada con una insuficiente disponibilidad de o<sub>2</sub>, si puede responder a una inadecuada distribución del flujo sanguíneo en los músculos activos y así limitar la extracción de o<sub>2</sub> a nivel celular.

#### **Flujo Sanguíneo Muscular:**

El flujo sanguíneo muscular varía en función directa con el tipo de esfuerzo y el momento del mismo. La variación de la velocidad y el rápido incremento del flujo sanguíneo muscular al inicio del ejercicio están relacionados con el ciclo de contracción muscular.

Los cambios del flujo sanguíneo muscular durante el ejercicio son estudiados bajo un modelo “bifásico” el cual presenta una fase inicial de “rápida” respuesta, seguida por una segunda fase “más lenta” que comienza luego de 15 a 20 segundos en la que predomina el “feed – back”.

Kurjiaka y Segal (1995) señalan que el responsable inicial del incremento del flujo sanguíneo muscular durante el ejercicio es la Acetilcolina (Ach), considerada por los investigadores el verdadero enlace (link) entre la activación neuro-motriz del músculo y la hiperemia (gran concentración de sangre). Otro elemento importante es la adenosina, esta molécula se incrementa significativamente durante las contracciones musculares intensas.

Existe “un acoplamiento fisiológico” entre el flujo sanguíneo y el trabajo mecánico con la captación de oxígeno muscular, de características similares al que existe entre el Volumen minuto cardiaco y al captación de oxígeno a nivel sistémico (por cada 5 litros de sangre / 1 litro de oxígeno captado/minuto), en tanto que en un ejercicio realizado con los extensores de rodilla, por cada 7 litros de sangre/ 1 litro de oxígeno captado por minuto, estos valores varían en función de la masa muscular implicada y por supuesto por el status de entrenamiento.

Peterson y col. (2005) estudiaron el tiempo de incremento del flujo sanguíneo (arterial/ femoral) relacionado con el  $\text{VO}_2$  durante un ejercicio de alta intensidad y encontraron que la fase “lenta” (2) del  $\text{VO}_2$  fue acompañada por un incremento del aporte de oxígeno en respuesta a la mayor demanda. Estos datos inducen a pensar que existen elementos a nivel muscular con alto potencial regulatorio.

Tordi y col (2003) analizaron la influencia que tenía sobre la cinética del  $\text{VO}_2$  la alternancia de ejercicios de alta intensidad (>85%  $\text{VO}_2$  máx.) con aceleraciones y sprints. Los investigadores demostraron que la cinética del  $\text{VO}_2$  era más rápida en este tipo de ejercicios. Este tipo de ejercicios se corresponde con el de los deportes intermitentes.

#### Otros factores relacionados:

Los estudios realizados sobre la dinámica del oxígeno muscular confirmaron que la velocidad para incrementar la fosforilación oxidativa es limitada por los mecanismos adaptativos de transporte y utilización de oxígeno muscular.

Diferentes factores interactúan determinando la captación de oxígeno muscular. La velocidad de la adaptación (ajuste) del músculo esquelético al inicio del ejercicio está limitada por: a) factores intrínsecos celulares (activación de señales metabólicas o enzimas) y b) disponibilidad de oxígeno para la mitocondria (determinada por mecanismos extrínsecos convectivos y difusivos del oxígeno). La evidencia bioquímica indica que la velocidad respiratoria celular está relacionada con el potencial fosforilativo, el potencial redox y la presión celular de oxígeno mitocondrial ( $p_{\text{mitoO}_2}$ ). Los dos primeros son determinados por los factores intrínsecos celulares, en tanto la  $p_{\text{mitoO}_2}$  está determinado por mecanismos extrínsecos convectivos y difusivos del  $\text{O}_2$ . Dentro de un determinado rango de esfuerzo, la  $p_{\text{mitoO}_2}$  puede regular o modular el metabolismo muscular, equilibrando el uso de ATP con su resíntesis mitocondrial y el consumo de  $\text{O}_2$ . (Casas A, 2008)

#### Componentes musculares del $\text{VO}_2$ máximo y Ejercicio Intermitente

##### ➤ Gradientes Periféricos de Difusión de $\text{O}_2$

El ejercicio Intermitente tiene una mayor captación de  $\text{O}_2$  muscular luego de los 6 seg y alcanza un pico máximo a los 50 seg. (Bangsbo J y Col, 2000).

##### ➤ Oxígeno Mioglobínico

Los depósitos se utilizan en esfuerzos entre 5 y 15 seg. La relación C/P= 1, 1.5. Menor duración/ menor PSE. (Treuth M y Col, 1996).

##### ➤ Niveles Enzimáticos Mitocondriales

El Ejercicio Intermitente incrementa significativamente la Citocromo C, específicamente en las fibras FT. 300%... (Dudley y Col. Jap 1982).

La actividad contráctil crónica induce biogénesis mitocondrial.

El Calcio citosolico aumenta la velocidad respiratoria mitocondrial. (Wu, H y Col. Sc 2002).

## **4. Concepto de Ejercicio Intermitente, manifestaciones en el deporte y aspectos fisiológicos.**

“...Intermitente es definido por el diccionario como aquello que se interrumpe y vuelve a empezar alternativamente.

El ejercicio intermitente implica periodos de trabajo muscular intensivo seguidos por periodos de ejercicios moderados o incluso de reposo, el tiempo máximo para la carga es de 1 minuto. Así mismo el autor (Astrand P, 1960) indico que durante periodos cortos de trabajo con altas tasas energéticas, la provisión aeróbica resulta adecuada a pesar de un transporte incompleto de oxígeno durante la actividad de la carga.

Con periodos de trabajo muy breves, en el orden de los 30 segundos o menos, se puede imponer una carga muy intensa sobre los músculos y órganos de transporte de oxígeno, pudiendo llegar a alcanzar el consumo máximo de oxígeno siempre que las pausas sean iguales o inferiores en duración a las cargas, sin afectar los procesos anaeróbicos que conducen a cualquier elevación significativa del lactato sanguíneo.

Las diversas acciones dentro de la competición en el fútbol presentan aceleraciones, frenadas, cambios de dirección, múltiples acciones de reacción y partida, saltos, acciones defensivas y ofensivas, caídas, etc., todas ellas con alternancia aleatoria y propia de la circunstancia de la competición y realizadas a una alta intensidad, imponen una dinámica de carga mecánica y fisiológica propia de los deportes de conjunto y del ejercicio acíclico e intermitente.

Cuando se realiza un esfuerzo que compromete más de 1/6 o 1/7 de la musculatura corporal total (por ejemplo, correr), los sistemas cardiovascular, respiratorio, neuromuscular y metabólico participan activamente en el ejercicio. Si la duración es igual o inferior a 1 minuto, el sistema cardiovascular será importante a lo largo de las repeticiones (y en las pausas), pero no dispondrá del tiempo necesario (en cada repetición, principalmente en las primeras) para sumarse al sistema neuromuscular. “Se puede decir que existe un retraso fisiológico” en la respuesta y ajuste entre los sistemas cardiovascular y neuromuscular, durante el ejercicio intermitente.

Los ejercicios intermitentes enfatizan el estrés periférico (neuro-muscular, vascular y metabólico), es decir, en los factores musculares del VO<sub>2</sub>. Esto es muy significativo, ya que durante décadas el modelo de estudio aplicado en el campo de la fisiología del ejercicio y del entrenamiento deportivo exacerbó el papel de los factores centrales (cardíacos) por encima de los periféricos (musculares) en los rendimientos de resistencia de todas las disciplinas deportivas. Al llevar a cabo ejercicios intermitentes, el VO<sub>2</sub> máx., es implicado principalmente desde sus componentes periféricos (musculares), de manera que resulta más importante para el rendimiento del deportista la cinética del VO<sub>2</sub>, que el consumo máximo de oxígeno. Efectivamente este tipo de ejercicios incrementa la cinética del VO<sub>2</sub> muscular. Los trabajos de Tordi et al demostraron que la cinética del VO<sub>2</sub> es más

rápida durante ejercicios que superan el 85 % del VO<sub>2</sub> y en aquellos que alternan aceleraciones o sprints repetidos...” (Casas A, 2010).

## **5. Características fisiológicas de los futbolistas.**

“...El nivel de atracción que genera este deporte en la afición unido al creciente interés de los medios de comunicación y a intereses económicos, comerciales y hasta políticos han maximizado las presiones que reciben los profesionales del fútbol para la obtención de logros deportivos. Los calendarios de competencias actuales exigen a los equipos a competir con elevada frecuencia atentando con la capacidad de recuperación de los futbolistas. La interacción de estos hechos, han ido minimizando los márgenes de error a la hora de programar, ejecutar y controlar las cargas de entrenamiento que reciben los futbolistas...” (Metral, D).

“..Las cualidades técnicas, por consiguiente la habilidad neuromuscular es el factor indispensable y más importante que debe poseer el futbolista (Bosco C, 1990)...”.

“...Al igual que en la mayoría de los deportes de equipo, el futbolista además de poseer ciertas características técnicas, se encuentra involucrado en aspectos tácticos, esquemas de juegos o estrategias, y se ve condicionado por las exigencias de los distintos momentos del partido. No solo tiene que dominar las dimensiones antes mencionadas, sino que también debe poseer ciertas cualidades físicas y condicionales, que lógicamente deben mantenerse siempre en un alto estado de eficacia...” (Bosco C, 1990).

### **Características del futbolista**

**Variable estatura y masa corporal:** datos resumidos de varios autores muestran valores entre 174,6 y 180, 4 cm de estatura, 60,4 y 75,0 kg de peso, 9,4 y 14,9 de % graso. El tamaño corporal no parece ser un buen predictor del éxito en fútbol, ya que solo el 25 % de la información necesaria para predecir el éxito es debida al tamaño, con un 10% añadido debido a la densidad corporal (Raven, et al 1976).

**Variable potencia aeróbica:** Datos resumidos de varios estudios muestran valores entre 56,1 y 62,0 ml/kg/ min de VO<sub>2</sub> max, muy por debajo de los 70 y 80 de corredores, ciclistas y nadadores. El nivel de juego y las diferencias resultantes en el énfasis del entrenamiento se reflejan en el VO<sub>2</sub> máx. con valores más bajos en aficionados que en profesionales.

**Variable potencia anaeróbica:** algunos resultados sugieren que los jugadores de fútbol poseen alguna habilidad para amortiguar el lactato producido, pero su capacidad de tamponamiento no es excepcional cuando se compara atletas que compiten en pruebas de muy elevada intensidad como los 400 mts. lisos. Su capacidad aláctica también es consistente con la de otros atletas (Kirkendall et al, 1986; Holmyard et al ,1988).

**Variable fuerza:** Los porteros y defensas parecen tener mayor fuerza del cuádriceps y los jugadores en general poseen un mayor ratio gemelos/cuádriceps (isocineticamente) que los sujetos de control (Poulmedis et al, 1985; Cabri et al. 1988, Torgari, 1988). La resistencia de fuerza rápida, que es la capacidad de resistir en el tiempo a manifestaciones de fuerza dinámica desarrollada a la velocidad máxima es considerada por algunos como la capacidad física más importante que debería tener el futbolista. (Bosco, 1991)

**Capacidad de aceleración:** se considera importante la capacidad de desplazarse lo más rápidamente posible en un espacio limitado se ha comprobado valores superiores de aceleración en futbolistas de categoría A, frente a jugadores de niveles inferiores y tenistas (Bosco, 1991).

**Variable Flexibilidad:** los jugadores de fútbol tienden a ser menos flexibles que otros deportistas. Se ha demostrado que un programa profiláctico que incluya un entrenamiento de flexibilidad reduce la incidencia de lesiones (Torgari et al 1988).

**Variable agilidad:** la capacidad controlada para cambiar la posición y dirección rápidamente y precisamente parece ser una característica necesaria para jugar al fútbol. Se ha comprobado en pequeñas muestras que los futbolistas puntúan en el percentil 99 en el test de carrera de agilidad de Illinois (Raven et al, 1976)

**Variable composición de fibras:** considerando las demandas del juego, una predominancia de un tipo de fibras sobre otra no debería ser necesaria. El juego demanda tanto resistencia como elevada potencia. De este modo, no debe sorprender datos existentes del 45% a 60% de fibras de contracción rápida.

**Variable repleción de glucógeno:** se han recomendado dietas ricas en carbohidratos durante el periodo de 24 horas previos al partido, tratando de alcanzar de 500 a 600 gr/24 h, con el fin de mejorar el nivel de glucógeno asimismo los jugadores deberían tratar de comer 50 gramos o mas de carbohidratos en las primeras 2 horas después del partido debido a que la repleción de glucógeno ocurre en un ritmo más rápido cuando los carbohidratos son consumidos inmediatamente después del ejercicio ( Ivy et al, 1988)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Navarro Valdivielso, Fernando; Barrio, E; Sánchez, Francisco. Propuesta Metodológica de la Preparación física del Futbolista. Curso a distancia. Pág. 5

## **5.1 Perfil de Rendimiento del Futbolista**

“...Un resumen de las tasas de esfuerzo generales reportadas en la literatura indica que los defensores deberían ser capaces de cubrir 8-12 km durante el transcurso del partido. Esto se realiza de manera más o menos continua. La distancia total cubierta solo es una medición somera de la tasa de esfuerzo, debido a los frecuentes cambios en las actividades. Estas se acercan a 1000 actividades diferentes en un partido, o a una pausa en el nivel o tipo de actividad cada 6 segundos. Los cambios abarcan alteraciones en el ritmo y en la dirección del movimiento, ejecución de habilidades de juego, persecución de los movimientos de los oponentes.

La distancia total cubierta por los jugadores de campo durante un partido se reparte de la siguiente manera: el 25 % caminando, el 37 % haciendo jogging o trote suave, 20 % corriendo a velocidad crucero submaxima, 11% haciendo piques y 7 % moviéndose hacia atrás. Mezcladas con las categorías principales se encuentran los movimientos laterales y diagonales. Estas cifras son representativas del juego contemporáneo en las primeras divisiones de Inglaterra, como se confirmó a través de las observaciones de dos jugadores de Copa del Mundo que jugaron en la liga inglesa en 1990.

Las categorías de “velocidad crucero” y piques pueden combinarse representando la actividad de alta intensidad en el fútbol. Se observa entonces, que la proporción entre el ejercicio de baja y alta intensidad es de casi 2.2 a 1, en términos de distancia cubierta. En términos de tiempo, esta proporción es de casi 7 a 1. Esto denota un gasto de energía predominantemente aeróbico. En promedio, cada jugador tiene un corto periodo de pausa de solo 3 segundos cada 2 minutos, sin embargo, en los niveles inferiores de juego, donde los jugadores son más reacios a correr para apoyar a un compañero en posesión de la pelota, los descansos son más largos y ocurren más frecuentemente por lo general, menos del 2% de la distancia total cubierta por futbolistas de alto nivel se cumple en contacto con la pelota. La gran mayoría de las acciones se llevan a cabo sin la pelota, ya sea corriendo para buscar una pelota, apoyar a un compañero de equipo, contrarrestar la marca de un jugador, saltar o marcar a un oponente, o tocar la pelota con un solo pase.

Si bien la mayor parte de la actividad durante un juego de alto nivel se realiza a una intensidad baja o submaxima, no se puede subestimar la importancia de los esfuerzos de alta intensidad. Los jugadores generalmente tienen que correr con esfuerzo (velocidad crucero) o realizar un pique cada 30 segundos, pero corren al máximo una vez cada 90 segundos. El timing o coordinación de estos esfuerzos anaeróbicos, sean o no sean en posesión de la pelota, es crucial ya que su éxito juega un papel predominante en el resultado del partido. (Reilly T, 2007)...”.

## **5.2 Factores que afectan las intensidades de trabajo**

“...La tasa de esfuerzo está determinada, en gran parte, por la posición del juego del futbolista. Las mayores distancias son cubiertas por los mediocampistas, quienes tienen que actuar como lazos entre la defensa y el ataque. Esto se ha observado en la Liga Inglesa, Sueca, y Danesa. En los estudios con los jugadores de la Liga Inglesa, los defensores mostraron la mayor versatilidad. A pesar de que los defensores cubrieron una mayor distancia total, recorrieron menos distancia con sprints. La mayor distancia cubierta con piques se observó entre los atacantes y mediocampistas. La mayor distancia total cubierta por los mediocampistas daneses se llevó a cabo corriendo a velocidades bajas. Esto denota un tipo de actividad aeróbica para los mediocampistas en particular. En los zagueros centrales y los liberos se observa un perfil de tipo más anaeróbico. El ritmo de caminata se observó que era más lento en los zagueros centrales que en cualquier jugador de otra posición. Los zagueros centrales y los atacantes tienen que saltar más frecuentemente que los defensores o los mediocampistas. La frecuencia de salto cada 5-6 min denota que si bien la Resistencia en saltos podría no ser tan importante en fútbol como en basquetbol y voleibol, la potencia anaeróbica y la habilidad para saltar bien verticalmente son requisitos para jugar en la defensa central y en el ataque como jugador clave.

Se ha observado que el arquero cubre casi 4 km durante un partido. El perfil de intensidad supone esfuerzos anaeróbicos de corta duración cuando está comprometido directamente con el juego.

La capacidad de mantener un ejercicio prolongado depende de una elevada potencia aeróbica máxima ( $VO_{2max}$ ), pero el límite superior al cual se puede sostener un ejercicio continuo está influenciado por el denominado umbral anaeróbico y por la alta utilización fraccional del  $VO_2$  máximo. Se ha estimado que en el fútbol se utiliza un consumo de oxígeno correspondiente al 75 % del  $VO_2$  máximo, valor probablemente cercano al umbral anaeróbico en los futbolistas de alto nivel. Se ha mostrado que los jugadores de medio campo de la Liga Inglesa tienen valores más elevados  $VO_2$  máximo, que los jugadores de otras posiciones. Se observó que el  $VO_2$  máximo, esta significativamente relacionado con la distancia cubierta en un partido, subrayando la necesidad de altas intensidades y un elevado nivel de capacidad aeróbica, particularmente en los mediocampistas. Snaros reportó esta fuerte relación entre el  $VO_2$  máx. y la distancia recorrida por partido, pero también notó que el  $VO_2$  máximo influye en el número de piques que los jugadores realiza...” (Reilly T, 2007).

## **6. La resistencia y la fuerza específica en el fútbol: consensos y controversias.**

“...En el ámbito del deporte, la resistencia no existe como un objetivo en sí misma, sino que forma parte del objetivo deportivo, es decir del rendimiento buscado por ese deporte. (Martin D, Carl K, Lehnertz, 2001). En los deportes de conjunto, por ejemplo en el fútbol la resistencia está relacionada con la capacidad para repetir aceleraciones y desaceleraciones durante el juego y con el desarrollo de otras acciones musculares repetitivas (como los cambios rápidos de dirección, las detenciones bruscas, los intervalos regulares de esfuerzos intensos, las combinaciones de saltos, los lanzamientos, las carreras, etc.

El entrenamiento de la resistencia en el deporte debe estar relacionado con la estructura del rendimiento deportivo. (Neumann G, 1990).

Es preciso considerar la especificidad y particularidad del modelo de rendimiento (la competición) y no asumir un modelo universal para el entrenamiento de la resistencia como ha ocurrido durante décadas. Es un error emplear para el entrenamiento de la resistencia de las disciplinas deportivas acíclicas los sistemas de entrenamiento de los deportes cíclicos como el atletismo, el ciclismo y la natación. Esta práctica se ha difundido mucho y aun persiste en la actualidad.

Los rendimientos de resistencia, como cualquier otro rendimiento corporal, son el resultado de la utilización coordinada de la fuerza muscular. (Martin D, Carl K, Lehnertz, 2001). Verchosanskij expresa que la resistencia está determinada no solo y no tanto por la cantidad de oxígeno que llega al músculo, sino por la adaptación de este a una actividad intensa y prolongada. De este modo queda claro que los factores musculares de la resistencia son condicionantes y modelan las adaptaciones al entrenamiento. En los deportes de conjunto, la carrera implica mayores fases de aceleración y desaceleración, si se compara con otras disciplinas en las que las carreras son lineales y cíclicas o bien la frecuencia e intensidad de las acciones mencionadas son menores. Las carreras intermitentes de los deportes de conjunto conllevan un mayor gasto energético. La cinética y cinemática de las acciones musculares es siempre cambiante (por la diversidad de situaciones) y esto implica efectos neuromusculares y metabólicos también diferentes...” (Casas A, 2008).

“...La resistencia específica es una capacidad compleja, que permite movilizar y disponer el rendimiento óptimo de la resistencia dentro de las exigencias específicas de una modalidad deportiva y sus demandas en la competición. El entrenamiento de la resistencia específica desarrolla la capacidad de soportar y sostener altas tasas e intensidades de acciones específicas

durante la competición deportiva, desarrolla las condiciones volitivas para soportar el desgaste de los esfuerzos y asegura la máxima disponibilidad corporal del deportista durante toda la competición.

Para Balsom, la resistencia específica en los deportes de conjunto es la capacidad de poder realizar esfuerzos de corta duración y alta intensidad alternados con periodos aleatorios de baja intensidad y descanso de mucha mayor duración.

Los deportes de conjunto se basan en el ejercicio acíclico e intermitente y por tanto la carrera debe ser no lineal, las aceleraciones y desaceleraciones tienen que ser cortas, intensas y repetitivas con recorridos similares a los que realiza el deportista dentro de la competición, la alternancia de esfuerzos cortos e intensos (aeróbicos e anaeróbicos alácticos) con pausas de recuperación variables, los cambios de dirección a una velocidad elevada y otras acciones caracterizan los contenidos esenciales del entrenamiento de la resistencia en los deportes de conjunto...” (Casas A, 2010).

## **6.1 Entrenamiento de la fuerza muscular**

“...En general los jugadores de fútbol necesitan tener fuertes la mayoría de sus grandes grupos musculares del cuerpo, ya que la fuerza muscular es un componente importante de muchas actividades llevadas a cabo durante los partidos, tales como pelear por la posición del balón y esprintar. Sin embargo, la fuerza muscular requerida depende de varios factores tales como el estilo de juego del jugador y la posición del equipo. Por ejemplo, debido a la naturaleza explosiva de los movimientos que debe realizar el portero en un partido este jugador tiene una especial necesidad de tener un alto nivel de fuerza muscular. Además algunos jugadores pueden beneficiarse del hecho de tener una fuerza especial en grupos musculares específicos. Por ejemplo un jugador que se especializa en saques de banda puede mejorarlos incrementando la fuerza dinámica de los músculos pectorales.

Otra función importante de los músculos es proteger y estabilizar las articulaciones del sistema esquelético. Por lo tanto el entrenamiento de la fuerza es importante también para prevenir lesiones así como la recurrencia de las mismas. También se ha descrito que el entrenamiento de la fuerza puede mejorar la eficiencia mecánica (Hoff, J. y B, Almasbakk, 1995), lo cual es importante para incrementar los niveles de resistencia de futbolista mediante la estrategia del ahorro energético.

Un periodo prolongado de inactividad, debido por ejemplo a una lesión, debilitara considerablemente los músculos. Se ha demostrado que 5 semanas después de inmovilizar una pierna, la fuerza del musculo cuádriceps puede reducirse en un 50 %. Por tanto, antes que un

jugador vuelva a entrenarse para el fútbol después de una lesión, se necesita un periodo de entrenamiento de fuerza. El tiempo necesario para recuperar la fuerza depende del periodo de inactividad, pero generalmente se necesitan varios meses.

Para un grupo de jugadores observados 2 años después de una operación de rodilla, se descubrió que la fuerza media del musculo cuádriceps de la pierna lesionada fue solo del 75% de la fuerza de la otra pierna. A pesar de esto, los jugadores creían que eran tan fuertes como antes de lesionarse...” (Dr. Bangsbo J).

“...En los últimos años las evidencias científicas han demostrado que cuando el entrenamiento de fuerza se integra adecuadamente dentro de una programación desarrollada con una solida base científica, causa efectos positivos tanto para mejorar el rendimiento como para prevenir la incidencia de lesiones en los deportes con alto grado de exigencia de fuerza y velocidad como son la mayoría de los deportes de conjunto.

En el campo de los deportes de equipo, existen diversas opiniones respecto de la utilidad o la forma de implementar el entrenamiento de fuerza, ya que si bien muchas investigaciones han demostrado la importancia de alcanzar altos niveles de fuerza en la musculatura central y el tren inferior, para lograr buenos rendimientos en acciones de velocidad o explosividad así como disminuir la incidencia de lesiones en el fútbol.

Actualmente no existe un consenso respecto a la forma de implementar el entrenamiento para alcanzar estos beneficios, ya que la dinámica de las acciones específicas de los deportes de conjunto integradas con acciones explosivo-balísticas, como los cambios de dirección, los saltos, remates, etc., que han de ser ejecutados en una constante y compleja situación de cooperación- oposición, es muy diferente de la observada al realizar algunos de los ejercicios de musculación utilizados tradicionalmente para mejorar la fuerza ( Tous, 2005). Aunque de todos modos, debe considerarse que si bien el entrenamiento de fuerza no es un medio específico relacionado con las acciones predominantes en los deportes de conjunto este sería un medio “**AUXILIAR**” sumamente eficaz para mejorar el rendimiento global y reducir el índice de lesiones en estos deportes, cuyo índice de lesiones es más elevado respecto a otros deportes en donde se realizan esfuerzos más específicos y no existe contacto entre los oponentes como los de levantamiento de peso...”(Naclerio F).

## **6.2 Fuerza muscular en el fútbol. Manifestaciones y aplicaciones, modelos de entrenamiento más frecuentes.**

“...La capacidad de un jugador para ejercer fuerza durante un partido de fútbol no depende solamente de la fuerza de los músculos implicados en el movimiento. La producción de potencia es influida también por la capacidad del jugador para coordinar la acción de los músculos en el momento apropiado (sincronización).

A fin de entender los factores que limitan el desarrollo de la potencia en un movimiento de fútbol, se introducen 3 clasificaciones de la fuerza: fuerza básica, coordinación de la fuerza y fuerza en el fútbol.

La fuerza básica: se refiere a la fuerza de los grupos musculares implicados en un movimiento determinado. Cuando los músculos se están contrayendo de una forma similar a como lo hacen durante el movimiento.

La coordinación de la fuerza: se refiere a la capacidad de un jugador para coordinar los diferentes grupos musculares en un movimiento determinado y para utilizar la fuerza básica.

La fuerza en el fútbol: hace referencia a la cantidad de fuerza producida durante una acción en el fútbol, por ejemplo un disparo. Esta viene determinada en parte por la capacidad para utilizar la coordinación de la fuerza en el momento apropiado (sincronización).

Un alto nivel de fuerza básica no puede utilizarse eficazmente durante un partido si el jugador no es capaz de coordinar la activación de los diferentes grupos musculares durante un movimiento. De este modo parecido, la capacidad para coordinar los músculos implicados tiene un valor limitado si el jugador no posee un buen sentido de sincronización en una situación de juego. Esta es la razón por la que los jugadores pequeños, que poseen una buena capacidad para coordinar y sincronizar los movimientos, frecuentemente son capaces de competir, por ejemplo en un cabeceo con jugadores más altos y que tienen mayores niveles de fuerza básica, pero que tienen una mala capacidad de coordinación y sincronización de sus movimientos.

El entrenamiento de la fuerza para los jugadores de fútbol puede dividirse en entrenamiento de la fuerza funcional y entrenamiento de la fuerza básica.

**En el entrenamiento de la fuerza funcional** se usan movimientos relacionados con el fútbol. El entrenamiento puede componerse de juegos en que los movimientos del fútbol se realizan bajo condiciones que son físicamente más agotadoras de lo normal, por ejemplo jugando sobre una superficie inusualmente blanda, como puede ser la arena o jugando mientras se lleva un chaleco pesado (no más del 3-5% del peso corporal). Alternativamente el entrenamiento de la fuerza funcional puede adoptar la forma de desarrollo de la fuerza máxima en movimientos aislados que guardan relación con el fútbol. La ventaja de la fuerza funcional radica en que las

mejoras en fuerza muscular pueden utilizarse eficazmente durante los partidos, mientras que una de las desventajas es la dificultad de control y ajuste de la carga de resistencia.

**En el Entrenamiento de la fuerza básica** se entrenan grupos musculares en movimientos aislados. Para este tipo de entrenamientos pueden usarse diferentes clases de maquinas convencionales de entrenamiento de la fuerza o pesos libres, que permitan realizar ajustes sencillos de la carga de resistencia. Esto facilita que los jugadores entrenen por su cuenta una vez diseñado un programa de entrenamiento. Una desventaja del entrenamiento básico de la fuerza es que las ganancias de fuerza son específicas del movimiento concreto que se practique.

El entrenamiento de la fuerza básica no exige necesariamente maquinas de entrenamiento de pesas o pesos libres, ya que puede usarse el peso del propio cuerpo como carga de resistencia, por ejemplo al ejecutar flexiones de brazo. Aunque este tipo de entrenamiento hace que sea difícil ajustar la resistencia, dicho trabajo puede variarse cambiando el número de repeticiones de una o más series...” (Dr. Bangsbo J).

### **6.3 Efectos del entrenamiento de fuerza**

“...El entrenamiento de la fuerza funcional mejora tanto la fuerza básica como la coordinación de la fuerza, la cual tiene un efecto beneficioso sobre la fuerza en el fútbol. El entrenamiento de la fuerza básica llevara principalmente a mejoras en la fuerza básica, con solo un efecto inmediato sobre la coordinación de la fuerza y la fuerza en el fútbol. Esto se debe en parte a que los movimientos durante tal entrenamiento difieren de los movimientos en el fútbol, por ejemplo, el musculo cuádriceps se entrena convencionalmente con un ángulo de 90 grados entre la pierna y la parte superior del cuerpo, mientras que el ángulo en que trabaja este grupo muscular durante el fútbol suele ser mayor.

A fin de utilizar eficazmente las mejoras en la fuerza muscular básica durante los partidos, el entrenamiento de la fuerza debe combinarse con la práctica de fútbol...” (Dr. Bangsbo).

“...Algunos autores proponen organizar el entrenamiento de fuerza basándose en el número máximo de repeticiones posibles de realizar con cada peso como el valor de referencia para determinar el objetivo de cada entrenamiento (1 a 6 MR para entrenar la fuerza máxima, > de 6 a 12 MR para fuerza resistencia y ganar masa muscular, o más de 12 MR para resistencia muscular) (Baechle y col., 2000; Fleck y Kraemer, 1997; Hasegawa y col., 2002), mientras otros como Bosco (1991) o Baker (2001) proponen considerar además del peso la velocidad o la potencia de movimiento alcanzada en cada repetición. Obviar la influencia de la velocidad y potencia de movimiento para determinar la intensidad y la zona de fuerza entrenada constituye un error metodológico muy importante...” (Naclerio F).

zona	% 1 MR	% vel máx. potencia	Rep./series	Ser/grupo muscular	Rest	RPE (0-10)	RES. FISIOL
Fuerza	>80-100% >100%	>25-100%	1-6	1-9	1-3min 1-5 Rep. ≥5m ≥(5 rep)	8-10	Hipert FT2 a aum reclut U.M
Hipertrofia Resistencia pesos altos	>60-80%	>50-89% <50% fallo muscular	6-12	4 principiante 6 intermedio 6-9 avanzado >9-12 atletas muy entrenados	30s-1.30 >1.30-5 >5 min entre ejercicios	5/6-10	Hipert general MHC cambia FTFX- AX-A
Resistencia Muscular	>30-60%	>50/89% <50-25% fallo muscular	>12	1-9 promedio 6 40-80-100	>30s 1.30m >90s para result específicos	3/4-10 fallo	MHC cambia FTFX- AX-A coord. interm adap anatom
Explosiva  Potencia	20-55%  >55-80%	  >90%	  1-5	  3 -6	1-3Rep.(1min) >3rep(≥3min) 1-2 rep(2 min) >3 rep( 3 min) >5 min entre ejercicios	0-3 inic. final <5 Inic 4- 6. final <8	coord interm RFD reclut selec FTF

Orientaciones para organizar las sesiones de entrenamiento de fuerza (Naclerio et al 2011)

## **Conclusiones**

Las características fisiológicas de los jugadores de fútbol y las respuestas al juego indican que durante la competencia se impone una combinación de demandas sobre los futbolistas. Las fases críticas de un jugador están representadas por los esfuerzos anaeróbicos, pero estos están superpuestos con muchas actividades aeróbicas submáximas. Si bien las consideraciones fisiológicas ocupan un lugar en la preparación taxonómica para la competencia, el rendimiento depende de la calidad técnica del jugador y las tácticas de equipo.

Las respuestas fisiológicas al juego del fútbol indican intensidades moderadas a altas, respuestas anaeróbicas elevadas e intervaladas y la reducción en las reservas de glucógeno muscular hacia el final del partido.

El  $\text{VO}_2$  máximo no es determinante para el fútbol, si lo son los factores musculares y metabólicos del  $\text{VO}_2$  máximo.

Los esfuerzos intermitentes son fundamentales en el fútbol ya que se aprecia una alternancia de variaciones de Intensidad, Duración, Cinética y Cinemática de las acciones musculares.

La falta de glucógeno muscular representa ser un factor muy importante para la fatiga en los ejercicios intermitentes prolongados y/o competitivos.

La fatiga del futbolista es multifactorial y compleja, correspondiéndose a la acumulación de potasio en el intersticio muscular, provocando disminución en los niveles de fuerza y disturbios neuromusculares específicos.

En el fútbol el estrés (carga) mecánico es más importante que el fisiológico.

## **Bibliografía**

1. Bangsbo, J. Libro entrenamiento de la condición física en el fútbol. 2ª edición. Editorial Paidotribo. Barcelona España (Pág. 234-241).
2. Bangsbo, J, et al. (1991) Activity profile of competition soccer. Canadian Journal of Sport.
3. Bosco, C. (1990) Aspectos fisiológicos de la preparación del futbolista. Editorial Paidotribo. Barcelona España.
4. Brooks G, Fahey T, Baldwin K. (2005) Exercise Physiology: Human bioenergetics and its applications. 4º Ed.
5. Bangsbo, J et al (2006). “Demandas físicas y energéticas del entrenamiento y de la competencia en el jugador de fútbol de élite”. Journal of Sports Sciences.
6. Casas A, (2008). “Fisiología y metodología del entrenamiento de resistencia intermitente para deportes Aciclicos. Journal of Human Sport and Exercise”. (Pág. 27-32; 40)
7. Casas A, (2010). Entrenamiento de resistencia para deportes de conjunto. Naclerio: Libro Deportes. Capitulo 14, (pág. 214-216).
8. Hoffman, J; Helgerud, J. (2014) “Entrenamiento de la Resistencia y la Fuerza para jugadores de Fútbol. Consideraciones fisiológicas”. Art. Publicado en el journal Publice Standard.
9. Metral, Gustavo D. Simposio Virtual de Ciencias Aplicadas al Fútbol. Pág. 1-2.
10. Naclerio, F. Libro de Entrenamiento Deportivo. (2011) Editorial Médica Panamericana. España. Cap. 14.
11. Naclerio F, Evaluación y Planificación del entrenamiento de fuerza en deportes de conjunto. Curso a distancia de entrenamiento físico en deportes de conjunto. (Pág. 1,2; 45 y 46)
12. Navarro Valdivielso, F; et al. Propuesta Metodológica de la Preparación física del Futbolista. Curso a distancia. (Pág. 5).
13. Reilly, Thomas. (2007) Aspectos Fisiológicos del Fútbol. Centro de Ciencias del deporte y el ejercicio. Universidad John Moore. Liverpool, Inglaterra. Pág. (1-15).
14. (Wu, H y Col. Sc 2002). Seminario Rendimiento 1, (pág. 58-59).

