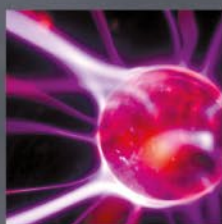




Nº 15 • ENERO 2017

DEPORTE, SALUD Y ENTRENAMIENTO



EL TENIS DESDE UN PUNTO DE VISTA FÍSICO Y FISIOLÓGICO

07



LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS DEPORTIVAS Y LA PROBLEMÁTICA DE SU CONTAMINACIÓN

18



EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO ELECTROESTIMULADO

31



EL MÉTODO HALLIWICK, UNA FORMA ESPECÍFICA DE TERAPIA EN EL AGUA

43



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE



FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL Ayuntamiento de Avilés



Unidad Regional de Medicina Deportiva GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CON EL DEPORTE,
de toda
la vida



FDM
avilés

SUMARIO

01



El tenis desde un punto de vista físico y fisiológico ▶	02	12
Las ayudas ergogénicas deportivas y la problemática de su contaminación ▶	13	30
Efectos del entrenamiento electroestimulado ▶	31	42
El método Halliwick, una forma específica de terapia en el agua ▶	43	53
Bibliografía ▶	54	57

Edita: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE.
DIRECCIÓN GENERAL DE DEPORTE.
Coordina: NICOLÁS TERRADOS CEPEDA.
UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Depósito Legal: AS-3692-2002
Diseño y maquetación: SIGNUM COMUNICACIÓN Y DISEÑO.
Filmación: TIPO PRODUCCIÓN GRÁFICA.
Imprime: TIPO PRODUCCIÓN GRÁFICA.



* La revista Deporte, Salud y Entrenamiento no se responsabiliza de las opiniones aquí vertidas por los diferentes autores de los artículos.



EL TENIS DESDE UN PUNTO DE VISTA FÍSICO Y FISIOLÓGICO

- ▶ Introducción
- ▶ Capacidad de repetir "sprints"
- ▶ Análisis de la carga interna del tenis
- ▶ Análisis de la carga externa del tenis
- ▶ Conclusiones

Introducción ◀

Iago Hermida Beneitez

CENTRO OLÍMPICO
DE ESTUDIOS SUPERIORES,
COE. MADRID



CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS DEL TENIS DESDE LOS PUNTOS DE VISTA ANTERIORMENTE INDICADOS, SERVIRÁ DE GUÍA A ENTRENADORES Y PREPARADORES FÍSICOS PARA ENTENDER Y PODER PLANIFICAR LA ENSEÑANZA DEL TENIS, ASÍ COMO LAS POSIBLES DEMANDAS FÍSICAS QUE REQUIEREN DE UN ENTRENAMIENTO O COMPETICIÓN.

El tenis es un juego intermitente donde predominan acciones de corta duración y elevada intensidad, la federación internacional de tenis establece cortos periodos de pausa entre puntos (un máximo de 20 s), cambios de lado (90 s) y al final de cada set (120 s) establecidos por una normativa específica. El conocimiento de las demandas físicas y fisiológicas en tenis va a resultar fundamental para poder explicar descensos en el rendimiento individual. De esta forma, el proceso de fatiga se traduce en un descenso del rendimiento técnico en el tenis, que puede ser uno de los factores más importantes que influyen sobre el rendimiento competitivo, puede ser debido a la incapacidad del deportista de mantener una velocidad de desplazamiento en la pista (Bishop, Girard, y Méndez-Villanueva, 2011). Durante el juego se dan de manera repetitiva aceleraciones y desaceleraciones en los que existen momentos de gran fuerza excéntrica, como son los



golpeos, cambios de dirección y saltos. Los partidos frecuentemente tienen una duración superior a una hora y en algunos casos superior a 5 horas (Fernández, Méndez-Villanueva, y Fernández-García, 2005); pero en la mayoría de los casos suelen oscilar desde los 40 minutos en partidos no muy disputados al mejor de tres sets, hasta las 4 o 5 horas en partidos al mejor de cinco sets.

Aunque el rendimiento competitivo depende en buena parte de las capacidades técnicas, tácticas, coordinativas y de potencia o velocidad (Fernández-Fernández, Ellenbecker, Sanz-Rivas, Ulbricht, y Ferrautia, 2013), el jugador necesita mantener todas estas capacidades durante el tiempo indeterminado de duración del partido. Por otro lado, a nivel competitivo, es importante considerar la fatiga producida por la acumulación de partidos a lo largo de un torneo, como por ejemplo le sucede a un jugador ganador de un torneo, el cual puede jugar 5 partidos individuales en días sucesivos.

Capacidad de repetir “sprints”

La capacidad para repetir “sprints” de forma intermitente o RSA (del inglés “*repeated-sprint-ability*”) se define como la realización de esfuerzos máximos o casi-máximos (al menos dos) de menos de 10 segundos de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta (típicamente menos de 90 segundos) (Girard, Méndez-Villanueva, y Bishop, 2011). Esta forma de ejercicio representa el patrón de movimiento típico en el tenis y en otros deportes de características similares como el pádel o el bádminton y en la mayor parte de los deportes de equipo (fútbol, baloncesto, balonmano o fútbol sala). Los deportistas que participan en estas modalidades deportivas necesitan realizar de forma repetida “sprints” cortos a intensidad máxima o casi máxima, separados por periodos de recuperación breves (Barbero et al., 2006). Dichos esfuerzos de máxima intensidad pueden ser determinantes en el resultado final de un partido y por ello, parece que un aspecto condicional importante en estas especialidades es lo que los expertos han definido como RSA (Girard et al., 2011).



De esta forma, un tenista deberá mantener su velocidad de desplazamiento durante un “*sprint*” a intensidad máxima, después de uno o varios esfuerzos previos. Aunque el rendimiento competitivo del tenis, como el de otros deportes de características similares, depende de varios factores y depende en gran medida de aspectos técnicos, tácticos y coordinativos (Hornery, Farrow, Mujika, y Young, 2007), recientes investigaciones relacionan ciertas cualidades físicas: como la potencia, fuerza, agilidad, velocidad o resistencia con el nivel competitivo de estos atletas (Bangsbo, 1994).

En la actualidad, se está analizando la relación entre la capacidad para mantener la velocidad de desplazamiento durante “*sprints*” intermitentes y el rendimiento del jugador durante un partido de tenis, aunque algunos estudios parecen indicar que la disminución en la velocidad de desplazamiento, provocada por la reiteración de “*sprints*” con recuperaciones incompletas, podría tener un efecto negativo en el rendimiento (Barbero et al., 2006). De esta forma en el tenis, una disminución en la velocidad de desplazamiento, podría resultar en una mala y tardía colocación de los segmentos corporales para un eventual golpeo, lo que implicaría una disminución en la precisión y/o velocidad del mismo, un aumento de bolas que no pueden ser alcanzadas, así como un cambio en la intención del golpeo, pasando de ser un golpe ganador a una devolución de bola para evitar el error (Davey, Thorpe, y Williams, 2002; Verguawen, Spaepen, Lefevre, y Hespel, 1998). Esto indicaría que el deterioro del rendimiento técnico en tenis, posiblemente sea el factor más decisivo desde el punto de vista competitivo (Smekal et al., 2001). Este descenso del rendimiento podría estar provocado, por la incapacidad del tenista de mantener su velocidad específica de desplazamiento, como consecuencia de la aparición de la fatiga, entendiendo la fatiga como la imposibilidad física, orgánica y psíquica para continuar un trabajo al mismo ritmo que se venía realizando y que resulta reversible con el reposo, a diferencia de otras condiciones patológicas, (Sandoval, 2011).

Análisis de la carga interna del tenis



En primer lugar el concepto de carga interna es el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas provocadas por las diferentes actividades que provocan desgaste, alteraciones fisiológicas y una alteración del equilibrio homeostático, (González y Izquierdo, 2006).

Este aspecto ha sido ampliamente estudiado y recogido en trabajos, lo que hace indispensable determinar qué aspectos fisiológicos establecen la carga interna del tenis y los sistemas utilizados para su valoración.





Variables y métodos de medición

En la realización de un análisis fisiológico deben de tenerse en cuenta varias variables como: la frecuencia cardíaca (FC), la concentración de lactato en sangre (LA) y el consumo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), (Fernández-Fernández, Fernández-García, Méndez-Villanueva, y Terrados, 2005). Aunque otros autores como Méndez-Villanueva, Fernández-Fernández, y Bishop (2007) también creen oportuno incorporar a la anterior lista la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

De esta forma existen dos posibilidades para establecer la carga interna del tenis, la utilización de test específicos de campo o exponer al deportista a un test en laboratorio. En el presente estudio se optó por la segunda opción por motivos económicos, si bien es verdad que en las pruebas en laboratorio donde se realizan pruebas máximas en tapiz rodante para obtener los valores de FC, $VO_{2\text{máx}}$ y LA se obtienen valores que no se asemejan tanto a la realidad, como los datos obtenidos en los test específicos de campo.

Consumo máximo de oxígeno en tenis

El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), se expresa en litros por minuto (l/m) o en mililitros por kilogramo por minuto (ml./kg./min), (Jódar Montoro, 2003). El $VO_{2\text{máx}}$ describe la región en el que el VO_2 alcanza la meseta y no aumenta (o aumenta solo ligeramente) a pesar de un mayor aumento de la intensidad del ejercicio, (McArdle, Katch, y Katch, 1990).

El $VO_{2\text{máx}}$ es uno de los aspectos más estudiados dentro de las características fisiológicas del tenista. De forma general durante un partido de tenis se han encontrado valores que oscilan entre el 55-70% del $VO_{2\text{máx}}$ (Christmass, Richmond, Cable, Arthur, y Hartmann, 1998) aunque en la tabla 1 (Tabla 1) se muestran los niveles de $VO_{2\text{máx}}$ encontrados por diferentes autores en tenistas masculinos en diferentes superficies de juego. Dichos valores de $VO_{2\text{máx}}$ son menores que los registrados en otros deportes intermitentes como el fútbol (Bangsbo, 1994), y similares a otros de raqueta como el bádminton (Faccini y Dal Monte, 1996). La determinación del perfil de los jugadores de tenis a través de este método (por ejemplo, a la hora de diferenciar jugadores ofensivos y defensivos) puede servir como referencia que proporcione información práctica a la hora de afrontar la preparación de diferentes jugadores. Los estudios que han abordado la diferencia de $VO_{2\text{máx}}$ entre tenistas ofensivos y defensivos han registrado niveles de VO_2 durante un partido de tenis que oscilan entre el 46% y el 56% del $VO_{2\text{máx}}$ (Girard y Millet, 2004). De lo que se extrae que existe una gran influencia entre la táctica del jugador



y el VO_2 , ya que hay evidencias de que el estilo de juego (ofensivo o defensivo) tiene influencia sobre las demandas del mismo. Por ejemplo, un jugador defensivo, que prefiere jugar desde el fondo, tiene una demanda energética mayor que un jugador ofensivo, que prefiere servir y subir a la red (Smekal et al., 2001). Por lo tanto, sería interesante describir los diferentes perfiles fisiológicos de los jugadores para elaborar programas de entrenamiento específicos. Por ejemplo, un jugador ofensivo que es especialista en pista rápida deberá realizar cambios en su preparación física cuando se acerque la temporada de tierra batida.

TABLA 1: Registros de consumo máximo de oxígeno durante un partido de tenis en jugadores masculinos, en función de los años y la superficie de juego

REFERENCIA	AÑOS	N	$VO_{2\text{máx}}$	SUPERFICIE DE JUEGO
SMEKAL, ET AL. (2003)	$26,0 \pm 3,7$	12	$51,1 \pm 10$	TIERRA
FERNÁNDEZ, ET AL. (2005)	$23,9 \pm 2,5$	6	$46,4 \pm 7,2$	TIERRA
MURIAS, ET AL. (2007)	$16,9 \pm 2,3$	4	$47,6 \pm 6,5$	TIERRA
MURIAS, ET AL. (2007)	$16,9 \pm 2,3$	4	$49,5 \pm 4,8$	DURA
BERGERON, ET AL. (1991)		10	$58,5 \pm 9,4$	¿?
BERNARDI, ET AL. (1998)		8	$65,9 \pm 6,3$	¿?
CHRISTMASS, ET AL. (1995)		8	$54,25 \pm 1,9$	¿?
SMEKAL, ET AL. (2003)		20	$57,3 \pm 5,1$	¿?
FERRAUTI, BERGERON, PLUIM, Y WEBER, (2001)	$47,0 \pm 5,4$	6	54,0	TIERRA

N. Sujetos , $VO_{2\text{máx}}$: Consumo máximo de oxígeno en ml/min/kg-1.

TIERRA: Tierra batida (eje: Roland Garros), Pista dura (eje: Open de Australia)





Frecuencia Cardíaca en tenis

La FC registrada durante un partido de tenis se ha estado utilizando como parámetro para medir la intensidad y de esta forma estimar el gasto energético durante un partido de tenis. Para ello, se han basado en la relación individual entre FC y el $VO_{2\text{máx}}$ (Fernández-Fernández, Fernández-García, Méndez-Villanueva, y Terrados, 2005), por ello la FC ha sido registrada por diferentes autores, tanto en el tenis individual como en dobles y sobre las diferentes superficies de juego. De forma general la FC media para jugadores entre 20 y 50 años oscila entre 140-165 latidos durante partidos individuales (Tabla 2). Además existen diferencias en la FC cuando se tiene en cuenta la situación de juego (servicio o resto).

- ▶ 1. Al comparar juegos al servicio y al resto, algunos autores encuentran que las FC medias eran similares, con unos valores ligeramente superiores y no significativos durante el servicio (Smekal et al., 2001), mientras que en otras investigaciones se registraron FC más altas durante juegos al servicio que al resto (Elliot, Dawson, y Pyke, 1985).
- ▶ 2. Las diferencias entre estos resultados se han atribuido a la necesidad de una mayor intensidad en el juego para mantener la posesión del servicio (Nig et al., 2001).

Las variaciones de FC deben interpretarse con cuidado debido a que la FC no siempre refleja las variaciones del VO_2 durante el partido, ya que algunos autores han demostrado cómo los niveles de VO_2 se recuperaban más rápido que la FC, y que la relación entre ambos parámetros estaba incrementada durante los períodos de recuperación (Novas, Rowbottom, y Jenkins, 2003). Cuando los valores de FC se convierten a VO_2 sobre una relación directa entre FC y $VO_{2\text{máx}}$ observada durante el ejercicio continuo submáximo, debe tenerse en cuenta que existen factores que pueden confundir esta relación (Méndez-Villanueva, Fernández-Fernández, Bishop, Fernández-Gracia y Terrados, 2007). Los valores de FC durante el juego pueden estar afectados por otros factores como la deshidratación o el estrés térmico, de esta forma, la FC está correlacionada con la temperatura corporal, y por lo tanto las condiciones ambientales influyen en este registro (Therminarias, Dansou, Chirpaz-Oddou, Gharib, y Quirion, 1991; Bergeron, Armstrong, y Maresh, 1995). Teniendo en cuenta estas relaciones, los factores nombrados han de tenerse en cuenta cuando se quieran usar los valores de FC como medida de la intensidad del ejercicio durante un partido de tenis, y por supuesto a la hora de diseñar protocolos de entrenamiento (Smekal et al., 2001; Nig et al., 2001). En la siguiente tabla se muestran los resultados de la FC registrada por otros autores en diferentes superficies de juego, en sujetos de edades que oscilan desde los 16 a los 47 años.





TABLA 2: Registros de frecuencias cardíacas medias durante un partido de tenis en jugadores masculinos en función de la edad y la superficie de juego

REFERENCIA	AÑOS	N	FC	SUPERFICIE DE JUEGO
SELIGER, ET AL. (1973)	24,7 ± 3,7	16	143,0 ± 13,9	¿?
BERGERON, ET AL. (1991)	20,3 ± 2,5	10	144,6 ± 13,2	DURA
GIRARD, ET AL. (2005)	23,4 ± 1,6	12	144 ± 8	DURA
FERRAUTI, ET AL. (2001)	47,0 ± 5,4	6	142,5 ± 12,7	TIERRA
SMEKAL, ET AL. (2003)	26,0 ± 3,7	12	151 ± 19	TIERRA
MURIAS, ET AL. (2007)	16,9 ± 2,3	4	143 ± 22	TIERRA
KINDERMANN, ET AL. (1981)		8	145 ± 19,8	¿?
REILLY Y PALMER, (1994)		20	144 ± 19	DURA
NOVAS, ET AL. (2003)		6	146 ± 20	DURA
SMEKAL, ET AL. (2001)			151 ± 19,2	TIERRA

N. Sujetos , **FC:** Frecuencia cardíaca en latidos por minuto, .

TIERRA: Tierra batida (eje: Roland Garros), Pista dura (eje: Open de Australia)





Concentración de lactato sanguíneo en tenistas masculinos

Debido al tipo de deporte de carácter intermitente, los valores medios de FC, $VO_{2\text{máx}}$ y los mostrados en la Tabla 3 de los valores de LA, no facilitan lo suficiente la comprensión de las demandas energéticas del tenis de competición. Por lo tanto, la descripción de los periodos de alta intensidad que se producen a lo largo de un partido puede ser más relevante, porque durante estos periodos se pueden dar situaciones cruciales para el resultado final. En consecuencia, se puede extraer que desde un punto de vista físico, una mala condición física podría ser un factor limitante del resultado de una competición (Babette et al., 2007).

REFERENCIA	AÑOS	SUPERFICIE DE JUEGO
BERGERON, ET AL. (1995)	2,3 ± 1.2	¿?
REILLY AND PALMER (1997)	2 ± 0,4	¿?
FERRAUTI, ET AL. (2001)	1,53 ± 0,65	¿?
CHRISTMASS, ET AL. (1998)	5,86 ± 1,33	¿?
WEBER, ET AL. (1997)	2,15	DURA
KINDERMANN, ET AL. (1981)	2,0 ± 0,5	¿?
NOVAS, ET AL. (2003)	4 ± 1	DURA
GIRARD Y MILLET. (2011)	3,08 ± 1,12	TIERRA
FERRAUTI, ET AL. (2004)	1,53 ± 0,65	¿?
FERNÁNDEZ, ET AL. (2005)	4,0 ± 1,1	TIERRA
FERNÁNDEZ, ET AL. (2005)	3,79 ± 2,03	TIERRA
SMEKAL, ET AL. (2001)	2,07 ± 0,88	TIERRA

TABLA 3: Lactato sanguíneo en tenistas masculinos en función de la superficie de juego

CONCENTRACIÓN DE LACTATO: medido en $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. **TIERRA:** tierra batida (eje: Roland Garros), **PISTA DURA:** (eje: Open de Australia), **SUJETOS:** No se especifica el nivel.





El mayor problema de una elevada concentración de LA en el tenis, es que dicha concentración ocasionaría la disminución del pH, factor que está asociado a la inhibición de la enzima fosfofrutoquinasa⁽¹⁾ (PFK) y a una reducción en la glucólisis pudiendo contribuir con el proceso de fatiga precoz (Shephard, 1996). Esta situación metabólica está relacionada con un descenso de la fuerza muscular, (Sahlin, 1992), y afectaría negativamente al rendimiento técnico del jugador provocando un descenso de la eficacia y precisión en el golpeo, posiblemente debido a una interacción de diferentes factores como la disminución de la sincronización de los golpes, afectación de la coordinación dinámica general o una inadecuada posición de golpeo. La acumulación de ácido láctico en el músculo ejerce una influencia negativa en el rendimiento de golpeo en tenis. Cuando las LA son superiores a 7-8 mmol·L⁻¹ se asocian a una disminución del rendimiento, tanto técnico como táctico en tenis (Davey et al., 2002).

Por otro lado, atendiendo a que el tenis es un deporte de características aeróbicas y anaeróbicas alácticas, (Smekal et al., 2001; Renström, 2002), y que durante la actividad competitiva raramente se participa a intensidades superiores al umbral anaeróbico individual o cercanas al VO_{2max}' (Ferrauti et al., 2001; Christmass et al., 1998; Smekal et al., 2003; Fernández et al., 2005), cabe suponer que el jugador de tenis no está preparado específicamente para realizar los golpes en estado de acidosis metabólica.

Las concentraciones de LA halladas en tenistas, son similares a las halladas por otros autores en otros deportes intermitentes como el fútbol, con concentraciones de media a los 5 mmol·L⁻¹ (Bangsbo, Nørregaard, y Thorsoe, 1991), ligeramente inferiores a las concentraciones encontradas en baloncesto, 6-8 mmol·L⁻¹ (Terrados, Calleja-González, y Schelling, 2011) y más altas que las recogidas en otros deportes de raqueta como el pádel, 2.4 a 6 mmol·L⁻¹ (De la Fuente et al., 2014).

Análisis de la carga externa del tenis



El término carga externa del tenis hace referencia a aquellos movimientos o acciones que el deportista desarrolla, las cuales vienen determinadas por el volumen, la intensidad, la frecuencia y la orientación del entrenamiento (Navarro, 2000).

Métodos y variables de medición



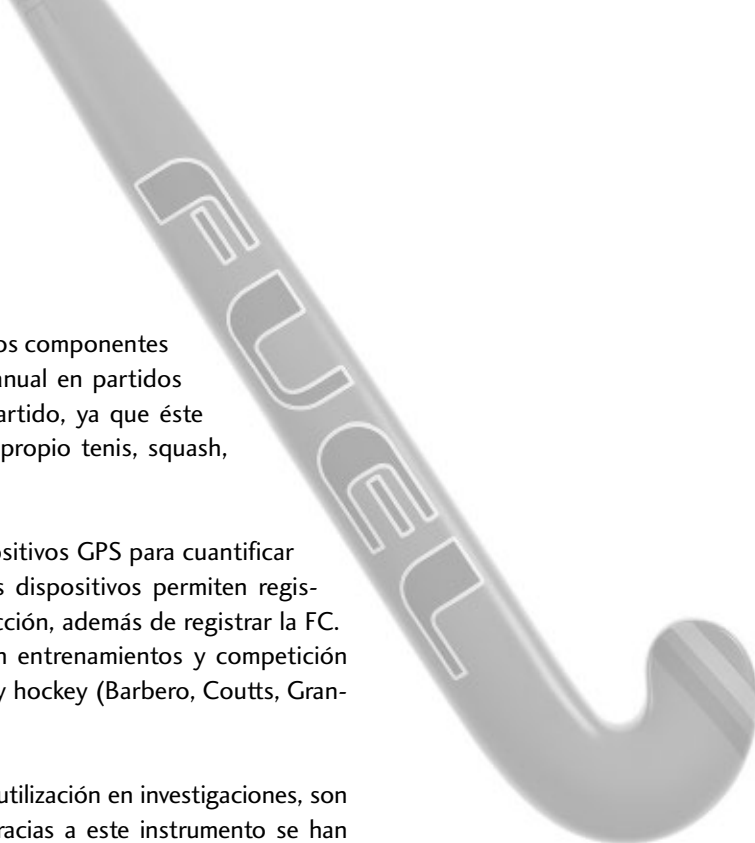
Aunque el presente estudio únicamente se centra en las características fisiológicas del tenis y por lo tanto de la carga interna del mismo, es fundamental hacer mención a los diferentes métodos así como las variables para establecer la carga externa del tenis. En primer lugar Pareja (1996) establece que los siguientes componentes forman la carga externa: intensidad, volumen, duración y número de estímulos parciales o totales de entrenamiento.



Varios han sido los métodos utilizados para valorar los componentes de la carga externa, grabación de video, anotación manual en partidos de fútbol, además del registro del tiempo total del partido, ya que éste no está delimitado por las reglas como sucede en el propio tenis, squash, voleibol, etc.

El avance tecnológico ha permitido introducir dispositivos GPS para cuantificar la carga externa de diferentes deportes, ya que estos dispositivos permiten registrar datos referentes al tiempo, posición, altitud y dirección, además de registrar la FC. En numerosos deportes de equipo se han utilizado en entrenamientos y competición como es el caso del: rugby o fútbol australiano, fútbol y hockey (Barbero, Coutts, Granda, Barbero, y Castagna, 2010).

En la actualidad, el uso de esta tecnología GPS y su utilización en investigaciones, son muy frecuentes en especial en el mundo del fútbol. Gracias a este instrumento se han realizado estudios de la carga externa del jugador de fútbol, mediante variables como la velocidad, distancia recorrida... Pero en relación a los deportes de raqueta se han realizado muy pocas publicaciones en la literatura científica, ya que a excepción del pádel, no se han llevado a cabo gran número de investigaciones con la utilización de dispositivos GPS.



Conclusiones

Después de revisar la literatura científica observamos que existe un vacío en torno a la realización de entrenamientos específicos de RSA en jugadores de nivel competitivo, aunque esta cualidad sea un factor limitante del rendimiento. Tampoco hemos podido encontrar estudios que analicen de qué manera el entrenamiento de RSA mejora las capacidades físicas y fisiológicas.



Tras conocer el perfil físico y fisiológico, gracias al análisis de la carga interna, es posible concluir que:

- En el tenis intervienen varias vías metabólicas, siendo de gran relevancia una base aeróbica que permita al jugador poder recuperarse de la manera más eficaz tras los sucesivos esfuerzos requeridos por la competición.
- La participación de la vías anaeróbicas, van a resultar fundamentales para el desarrollo del resultado final, ya que la mayor intensidad de los puntos durante el partido va a requerir de dichas vías y en los puntos de mayor intensidad y tiempo será donde se decidirá el resultado del partido.
- Los métodos de entrenamiento que deberán ser utilizados son aquellos que se asemejen a las características de la competición, con tiempos de trabajo que oscilan entre 5 y 20 segundos, con descansos de entre 20 y 90 segundos, es decir, un ratio de esfuerzo: trabajo de 1:3 a 1:5. Por lo tanto métodos de entrenamiento interválico.
- Pero no solo los valores anteriores han de tomarse en cuenta para realizar una planificación de carácter físico preciso u óptima, otros aspectos también tienen que tenerse en cuenta: la situación de juego que se entrene, ya que las demandas fisiológicas durante el saque son mayores que durante el resto, las características individuales del jugador, los jugadores más defensivos que juegan al fondo de la pista registran valores más altos en los diferentes apartados estudiados que los jugadores ofensivos de saque y volea, y por último la recuperación después de un torneo de varios partidos, requiere de varios días.



LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS DEPORTIVAS Y LA PROBLEMÁTICA DE SU CONTAMINACIÓN

13

Introducción ◀

Ventajas ◀

Inconvenientes ◀

Manipulación de estudios sobre
la efectividad de suplementos ◀

Contaminación en suplementos
e incumplimiento de etiquetado ◀

Efectos adversos provocados
por incumplimiento de etiquetado ◀

Conclusiones ◀

► Introducción



Juan Ruiz López

SE DEFINE UNA AYUDA ERGOGÉNICA, EN RELACIÓN CON EL DEPORTE, COMO AQUÉLLA QUE PERMITE MEJORAR LA ECONOMÍA EN LA UTILIZACIÓN, CONTROL Y EFICIENCIA DE LA ENERGÍA.

CENTRO DE ENTRENAMIENTO
PERSONAL JRL, MADRID

Es decir, son influencias externas que mejoran el rendimiento atlético o facilitan el ejercicio físico. Aunque existen diversas clasificaciones de las ayudas ergogénicas, Williams (2012) establece la siguiente clasificación distinguiendo 5 tipos de ayudas:

- **Mecánicas:** Corresponden a reducciones en el peso del material deportivo o a incorporaciones de mecanismos que ayuden el gesto deportivo.
- **Psicológicas:** Son técnicas de reducción de la ansiedad, control del estrés o reducción de la percepción de la sensación de fatiga.



- **Farmacológicas:** Corresponden a la administración de sustancias químicas para la mejora del rendimiento deportivo.
- **Fisiológicas:** Son ayudas que causan una modificación en el metabolismo del sujeto que las recibe.
- **Nutricionales:** Corresponden a complementos de los nutrientes base tales como hidratos de carbono o proteínas, o agua y soluciones electrolíticas.

El este trabajo nos centraremos en aquellas sustancias que pueden ser administradas en forma de suplementos al organismo de un atleta.

La suplementación deportiva es algo casi tan antiguo como el ser humano. Hace 5.000 años, los médicos chinos alentaban el consumo de una sustancia extraída de la efedra, el Ma huang, que tenía efectos broncodilatadores. Como mencionan Burgueño et al. (2012), en los Juegos Olímpicos de la Antigua Grecia, los atletas consumían diferentes sustancias para mejorar su rendimiento, tales como miel, jalea real, aguardiente, vino, hongos alucinógenos, semillas de sésamo, higos secos y hasta pan cocido con especias extraídas de la planta de la adormidera. Incluso se llegaban a consumir testículos de toro para tratar de aumentar la testosterona. Este tipo de prácticas terminó con la prohibición de los Juegos por parte del emperador Teodosio por considerar que se habían convertido en una fuente de trampas, lo cual puede ser considerado como uno de los primeros precedentes del dopaje de deportistas.

Según Burke et al. (2006), el consumo de suplementos deportivos tiene una serie de ventajas e inconvenientes:

Ventajas

- **Asistencia para conseguir los objetivos nutricionales del deportista** (con una mejora indirecta en el rendimiento). En ocasiones es difícil alcanzar las necesidades nutricionales específicas de los atletas puramente a través de la alimentación, por lo que con el uso de suplementos nutricionales podemos conseguir lograr estos objetivos.
- **Mejora directa del rendimiento.** Aunque en ocasiones las mejoras causadas por los suplementos son pequeñas, habitualmente merecen la pena en el mundo del alto rendimiento deportivo, como comentan Hopkins et al. (1999), donde una pequeña mejora en el rendimiento puede marcar la diferencia entre el primero y el segundo.
- **Efecto placebo** (estímulo psicológico). En multitud de ocasiones no es solamente el producto, sino el uso del mismo el que causa la mejora en el rendimiento por cuestiones psicológicas.



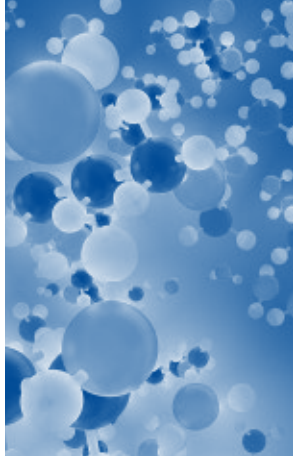


Inconvenientes

- **Gasto económico.** Según apuntan Baylis et al. (2001), el uso de suplementos deportivos en ocasiones puede ser tan caro como el gasto semanal en comida del atleta.
- **Efectos secundarios.** De acuerdo con la información de registros médicos de Perharic et al. (1994), Kozyrskyj et al. (1997), y Shaw et al. (1997) aunque el riesgo para la salud pública del uso de suplementos es bajo, se han dado casos de toxicidad y efectos secundarios incluyendo reacciones alérgicas, sobredosis causada por automedicación y intoxicación por contaminantes.
- **Dopaje causado por contaminación por errores en el etiquetado.** Aunque se profundizará en mayor medida a lo largo del trabajo, se han detectado problemas en el etiquetado de diversos suplementos, no estando reflejado en la etiqueta el contenido real del suplemento y conteniendo sustancias que pueden causar que el deportista no supere un control antidopaje.
- **Cambio en las prioridades del atleta.** Un efecto más sutil derivado del consumo de suplementos es el desplazamiento de las prioridades del atleta al centrarse más en el suplemento que está consumiendo que en el entrenamiento para mejorar realmente su rendimiento, o en el descanso y la alimentación.

En cualquier caso, cuando el deportista se esté planteando el uso de alguna ayuda ergogénica, debe tener en cuenta una serie de consideraciones, que incluyen, pero no están limitadas, saber si el suplemento es seguro, si es legal y si es realmente efectivo.





Manipulación de estudios sobre la efectividad de suplementos



Para validar la efectividad de un suplemento, el procedimiento habitual consiste en establecer un grupo experimental y otro de control, de manera que al primero se le administra la sustancia a validar y al segundo una sustancia placebo, y se realiza un estudio para determinar si existen diferencias significativas entre ambos grupos. Los grupos deben seleccionarse de manera aleatoria y el experimento debe realizarse siguiendo la técnica del doble ciego; es decir, los sujetos no deben conocer el propósito del estudio y los evaluadores no deben conocer a qué grupo pertenece cada sujeto.

Sin embargo, éste no siempre es el caso. En ocasiones, la creación de los grupos no se realiza de forma totalmente aleatoria, sino que se realiza un estudio previo para determinar la sensibilidad de los sujetos respondedores al placebo, y en base a los resultados obtenidos se realiza la división de los grupos, tal como se analiza en la investigación realizada por Lee et al. (2001). Esta forma de realizar la división de los grupos introduce un sesgo que favorece la validación de la sustancia experimental. Por otra parte, pueden encontrarse casos en los que el doble ciego no se realiza de manera correcta. En un estudio realizado por Rabkin et al. (1986), la mayoría de los sujetos y de los evaluadores fueron capaces de determinar si pertenecían al grupo de control o al experimental, de manera que los resultados obtenidos están fuertemente condicionados por este hecho.

En otros casos, no se proporcionan estudios científicos evaluando los resultados del suplemento en cuestión. En su lugar, se justifican sus bondades en base a testimonios de clientes satisfechos que lo han probado, lo cual carece de validez desde el punto de vista científico. Además, en la comercialización de estos suplementos, su etiquetado se acompaña de descripciones sofisticadas acerca de reacciones bioquímicas y vías metabólicas, afirmando que una mejora de éstas garantiza un éxito deportivo. Estas afirmaciones carecen de datos que las respalden, y cuando los tienen, proceden de estudios realizados en personas con una carencia hereditaria de los compuestos presentes en el suplemento, quienes realmente responden cuando el suplemento es capaz de corregir su deficiencia, tal como se indica en el estudio realizado por Burke et al. (2006).

Adicionalmente, existen casos en los que el estudio de validación no se diseña correctamente. Muchas investigaciones están sesgadas hacia el rechazo de la hipótesis de que el suplemento mejora el rendimiento. Para ello, se toman muestras excesivamente pequeñas, las cuales, como demostraron Hopkins et al. (1999) dan lugar a resultados erróneos.





Contaminación en suplementos e incumplimiento de etiquetado

El mercado de los suplementos nutricionales ha crecido continuamente en las últimas décadas. Para 2006, el mercado mundial se estimó en más de 60 millones de dólares estadounidenses. En los atletas, el uso de suplementos está más generalizado que en la población general. Para los atletas de élite, las cifras del suplemento están en el rango del 44 al 100 %, a pesar de que la prevalencia depende en gran medida del tipo de deporte, edad, sexo y nivel de competición.

Sobre la base de este conocimiento, los rumores llegaron hasta que los suplementos nutricionales tales como vitaminas, minerales y aminoácidos también pueden contener sustancias dopantes no declaradas en las etiquetas y que conduce a casos accidentales de dopaje positivo.

El uso de suplementos dietéticos está muy extendido en el deporte y la mayoría de los atletas que compiten en el más alto nivel de rendimiento utilizan alguna forma de suplemento dietético. Algunos suplementos contienen dosis excesivas de ingredientes potencialmente tóxicos, mientras que otros no contienen cantidades significativas de los ingredientes que figuran en la etiqueta. Ahora hay también evidencia de que algunos suplementos dietéticos, aparentemente legítimos a la venta, contienen ingredientes que no han sido declarados en la etiqueta, pero que están prohibidos por la normativa antidopaje del Comité Olímpico Internacional (COI) y de la Agencia Mundial Antidopaje (AMA). Los contaminantes que se han identificado en la gran mayoría de suplementos incluyen una gran variedad de esteroides androgénicos anabólicos (incluyéndose entre ellos la testosterona y nandrolona, así como prohormonales de estos compuestos) o la efedrina. Antes de que la cafeína fuera considerada sustancia ergogénica legal, también era incluida en esta lista. La contaminación por estas sustancias ha llegado hasta tal punto que actualmente es ampliamente aceptado que alguno de los casos que implican dopaje por nandrolona o alguno de sus precursores puede ser el resultado de la ingestión accidental de los atletas en el consumo de suplementos. Delbeke et al. (2002) han demostrado que la ingestión de suplementos contaminados en cantidades sustancialmente menores que la dosis recomendada pueden causar positivo en un control antidoping ya que las concentraciones de nandrolona en orina se encuentran por encima del umbral de dopaje durante un máximo de 120 horas.

La Administración de Alimentos y Drogas de EE.UU. (Food and Drugs Administration, FDA) está proponiendo realizar cambios que requieren que todos los complementos alimenticios sean fabricados y manipulados de tal manera que se minimice, cuando no elimine, el riesgo de contaminación accidental.

Esta contaminación de los suplementos puede, en la mayoría de los casos, que sea el resultado de una mala práctica de fabricación, pero hay alguna evidencia de adulteración



deliberada en los productos, ya que las cantidades encontradas eran excesivamente altas. Según informa Geyer et al. (2003), se han encontrado suplementos nutricionales adulterados con más de 1 mg/g con esteroides anabólicos tales como oxandrolona, testosterona o estanozolol entre otros.

El principio de la responsabilidad objetiva que se aplica en el deporte significa que la ingestión inocente de sustancias prohibidas no es una excusa aceptable y los atletas que dan positivo a causa de la toma de dichos suplementos son objeto de sanciones. A pesar de que es, sin duda, el caso de que algunos atletas son culpables de engaño deliberado, es probable que algunas pruebas positivas sean el resultado de la ingestión accidental de sustancias prohibidas presentes en suplementos dietéticos de otro modo inocuos.

Según Ronsen et al. (1999), cualquier atleta ingiere un multivitamínico, ya que están considerados como una póliza de seguros para la salud. En una encuesta realizada por estos autores a más de 100 atletas noruegos, el 84 % los utilizaba. La gran mayoría de ellos, además, sin prestar atención a la dieta. Geyer et al. (2006) analizaron compuestos vitamínicos de magnesio, vitamina C y tabletas multivitaminas, encontrando que contenían entre sus sustancias estanozolol y metandienone. De Hon et al. (2007) reporta un caso en el que un suplemento para la pérdida de peso contenía metilenedoximetanfetamina (MDMA). Parr et al. (2007) detectaron efedrina y pseudoefedrina (análogos a la metilefedrina) en dos productos para la pérdida de peso. En todos los casos no había ninguna indicación del contenido estimulante en la etiqueta del producto.

En otra encuesta realizada por Rockwell et al. (2001) entre entrenadores e instructores universitarios estadounidenses demostraron que el 94 % de los atletas encuestados recibieron algún tipo de suplemento de nutrición.



Según una revisión bibliográfica publicada en la literatura científica (que implica un meta-análisis de 51 estudios publicados donde estuvieron implicados más de 10.000 atletas tanto masculinos como femeninos), sugiere que el uso de suplementos es más prevalente en los atletas (46 %) que en la población general (35-40 %), mientras que el uso es más frecuente en los deportistas de élite con un reporte del 59 % del uso de suplementos, de acuerdo con Sobal et al. (1994). Es reseñable que el estudio es del año 1994, pero por lo observado durante la realización de este trabajo, el consumo de suplementos sigue una tendencia creciente.

En algunos estudios se encontró que el 100 % de los levantadores de pesas utilizaban algún tipo de suplemento nutricional, como se muestra en el estudio de Burke et al. (2006). Lo mismo ocurre con los culturistas, según el estudio de Brill et al. (1994). Estos resultados vienen a confirmar lo que habíamos visto en el apartado anterior en los estudios de Ariel y Maganaris. Ambos afirmaban que los atletas relacionados con deportes de fuerza tienen una



gran confianza en que los suplementos dietéticos mejoren su rendimiento así como su composición corporal.

El hecho de que la mayoría de estos suplementos disfruten solamente de breves períodos de popularidad antes de desaparecer del mercado indica que los beneficios percibidos por los atletas no son lo suficientemente fuertes como para justificar su uso continuo o recomendación a amigos y colegas. No obstante, como se mencionaba anteriormente, las marcas tratan de captar usuarios a través del uso de opiniones falsas o sesgadas, así como la utilización de atletas mediáticos para promocionar su producto.

Como se ha comentado anteriormente, multitud de estudios, como los realizados por Ayotte et al. (2002), Catlin et al. (2000), Geyer et al. (2000), Kamber et al. (2001) o Pipe et al. (2002), todos ellos posteriores al año 2000, han conseguido demostrar que suplementos legales contenían sustancias prohibidas o ilegales. Además, se ha llegado a encontrar en algunos productos impurezas potencialmente dañinas para el organismo, tales como plomo, vidrio roto o heces de animales, entre otros.

Otras investigaciones, como las de Gurley et al. (2000) o Parasrampur et al. (1998), han demostrado que algunos productos no contienen ninguna cantidad medible de las sustancias especificadas en la etiqueta, mientras que otros podían llegar a contener hasta el 150 % de la dosis indicada, con los daños que ello podría suponer para la salud dependiendo de la sustancia. Además, Green et al. (2001) han observado que cuando los ingredientes especificados en la etiqueta resultan ser relativamente caros, parece que la gran mayoría de productos contienen poco o ningún ingrediente activo de los especificados. Según Consumer Labs, siete de los nueve productos de una prestigiosa marca no contenía una dosis adecuada de uno o varios compuestos importantes.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, el ingrediente más caro, la proteína, se encuentra en un porcentaje muy inferior al especificado en la etiqueta y a la normativa de la Unión Europea. Por contra, el contenido en carbohidratos, que es más barato, está en un porcentaje mucho mayor al indicado en la etiqueta y a lo establecido en la normativa europea. Un consumo excesivo de carbohidratos simples como los que se pueden encontrar en estos productos puede provocar diabetes, resistencia a la insulina u otro tipo de enfermedades de carácter cardiovascular, además de afectar significativamente a la composición corporal.

DIFERENCIA ENTRE CONTENIDO Y ETIQUETADO (EN PUNTOS PORCENTUALES)	PROTEÍNAS	CARBOHIDRATOS
NORMAS DE LA UNIÓN EUROPEA	+/- 8 %	+/- 2 %
LOTES ANALIZADOS ISO 100	De -13.33 A - 30.4	De +8,8 A +29
LOTES ANALIZADOS ELITE WHEY	De -10.5 A -25.2	De +10,87 A +32.2

TABLA 1: Análisis de un laboratorio independiente de suplementos de proteínas de la marca Dymatize.



Parr et al. (2003) informaron de contaminación por efedrina y cafeína (en el momento en el que se consideraba sustancia dopante) en 14 de 110 suplementos analizados, no estando presentes ninguno de estos compuestos en la lista de ingredientes declarados en la etiqueta del producto. Este tipo de sustancias estimulantes suele incluirse en productos dietéticos para la pérdida de peso.

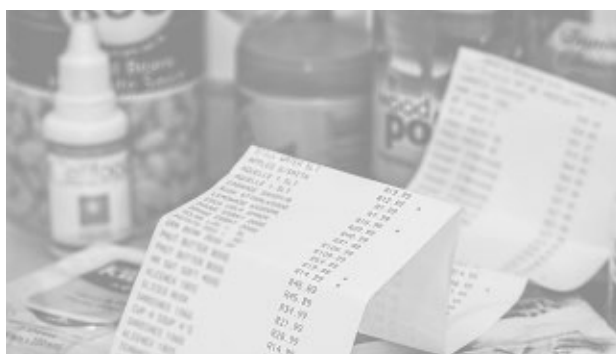
La oxilofrina, también conocida como metilsinefrina, hidrosiefrina u oxyefrina, se encuentra en varios productos que anuncian la pérdida de grasa (fat burner) o el aumento del rendimiento mental (neuroenhancer), pero no se encuentra incluida en la lista de ingredientes de la etiqueta de los productos analizados por la AEMPS. También contenían sibutramina y metilhexanamina. El consumo de estos suplementos puede dar lugar a controles positivos de dopaje, además de acarrear graves daños para la salud, como se verá en el apartado siguiente.

La sibutramina también ha sido encontrada por Jung et al. (2006) y Koehler et al. (2007) en productos de adelgazamiento tales como cápsulas supuestamente hechas solamente a base de hierbas y en infusiones de té. Incluso 50 horas después de una única administración de dicho té, eran fácilmente detectables metabolitos de sibutramina en un análisis de orina, lo que habría causado una prueba fallida de dopaje.



La administración antidroga de Estados Unidos (US- DEA) advierte que la situación jurídica de los suplementos deportivos no es clara. Con las nuevas sustancias y forma de fabricación de los esteroides era posible eludir controles de dopaje con esteroides anabólicos según la Ley 2004.53. Aunque este estudio se remonta a 2004, en la actualidad sabemos que es posible sortear los controles antidopaje con ciertas sustancias. Además, en este estudio de 2004 los esteroides utilizados en los suplementos no estaban en la lista de sustancias esteroideas prohibidas a pesar de serlo. De acuerdo a la legislación europea, estos productos deben ser clasificados como productos farmacéuticos sin licencia, incluso si son comercializados como suplementos nutricionales.





Un ejemplo de esteroides utilizado para contaminar suplementos deportivos era el producto Novedex que contenía 6-metil-androstenediona. Esta sustancia ni aparecía en su momento dentro de las sustancias prohibidas por la Agencia Mundial Antidroga, ni como ingrediente de cualquier medicamento entonces disponible. Y sólo se producía para un determinado suplemento nutricional de venta en cualquier supermercado o tiendas específicas de suplementos según Geyer et al. (2003, 2008). Esto, viene a confirmar lo comentado anteriormente dónde afirmaban que la contaminación de ciertos suplementos no era accidental sino intencionada.

También, aparte de efedrina y otras sustancias estimulantes comúnmente utilizadas para contaminar suplementos alimenticios para pérdida de peso, es utilizado el clenbuterol. En el estudio de Parr et al. (2008) se encontró que cada pastilla de un suplemento nutricional para pérdida de peso contenía como ingrediente activo 30 g. El clenbuterol es una sustancia clasificada como sustancia prohibida y que sólo es legalmente disponible con receta médica. En el mismo estudio se observó que tras la administración de una única pastilla de dicho suplemento, la concentración de clenbuterol en orina era de 2 ng/ml 3 horas después de la ingestión de la misma, lo que hubiera supuesto una prueba fallida de doping.

Como comentábamos al principio, la situación en el mercado de los suplementos nutricionales va empeorando a cada año que pasa, no sólo a la contaminación cruzada de los suplementos con prohormonas y estimulantes, sino también con esteroides anabólicos androgénicos clásicos. La principal razón de que esto ocurra es el aumento del comercio y disponibilidad de material a granel de esteroides anabólicos, especialmente en el comercio chino. En los próximos años se espera que la contaminación cruzada con esteroides de nuevo esteroides. Como hemos visto anteriormente, tienden a utilizar productos que no están registrados para saltar los controles sanitarios.

La regulación de suplementos y alimentos deportivos es un tema bastante conflictivo ya que abarca variables desde su producción como etiquetado y comercialización. Además de las preocupaciones de eficacia (principalmente debida a la gran manipulación que hemos visto que se realiza) los consumidores en general también se enfrentan a preocupaciones por su seguridad. Como veremos a lo largo del trabajo existen multitud de casos dónde el consumidor ha sufrido graves daños a la salud llegando a ser incluso en algunos casos irreversibles. También, por parte de los atletas, se enfrentan con el problema de la contaminación con sustancias prohibidas que podrían dar lugar a una infracción de dopaje.



Ya que por parte de los entrenadores y atletas no se llega a creer ni entender cómo las marcas de suplementos deportivos pueden contaminar sus productos. Además, existe una confianza generalizada entre ellos en que los productos que se encuentran en el mercado han pasado un minucioso control en lo que se refiere a niveles de cada ingrediente, cumplimiento de etiquetado así como la evitación de ingredientes ilegales.

Uno de los problemas que encontramos a la hora de regular la producción de suplementos deportivos es que no existe un sistema universal de regulación para ellos. Los diferentes países difieren en su enfoque y práctica de regulación de las ayudas ergogénicas.

Aunque los fabricantes no tienen la intención de hacer afirmaciones sin fundamento sobre los beneficios de salud o de rendimiento provocados por los suplementos, los anuncios de productos y testimonios muestran una amplia evidencia de que este aspecto de suplemento de marketing no está regulada y explotados. Por ejemplo, una encuesta de cinco números de las revistas que forman el cuerpo encontrado 800 demandas de desempeño individual para 624 productos diferentes dentro de los anuncios (Grunewald y Bailey 1993). Es fácil ver cómo las reclamaciones entusiastas y emotivas proporcionan una falsa sensación de confianza en los productos. La mayoría de los consumidores no son conscientes de que la regulación de este tipo generalmente no se cumple. Por lo tanto, los atletas son propensos a creer que las afirmaciones sobre suplementos son médicamente y científicamente respaldado, simplemente porque creen que las afirmaciones falsas que no se permitiría a existir.

Un problema obvio con el uso de suplementos es el gasto, que en casos extremos puede ser igual o mayor presupuesto semanal de alimentos del atleta. Tales extremos incluyen el pequeño número de atletas identificados en muchas encuestas (Baylis et al., 2001) que informan de un enfoque de "polifarmacia" a los suplementos, la identificación de una larga lista de productos que a menudo se superponen en los ingredientes y funciones reivindicadas. Pero incluso cuando existen beneficios, el costo es un problema que los atletas deben reconocer y priorizar adecuadamente dentro de su presupuesto total.

En Australia, un país con una regulación muy completa, estos productos entran dentro de la jurisdicción de la Therapeutic Goods Administration (administración de productos terapéuticos de Australia en vigor desde 1989). Aquí aunque los productos dietéticos pueden estar presentados de manera tal que sugieran rigor científico o médico, la mayoría se consideran productos de lista, lo que significa que reciben menos controles y atención que los productos farmacéuticos de prescripción, aunque estos productos deben cumplir con estándares importantes, (por ejemplo excluir componentes prohibidos por las leyes aduaneras australianas) Se consideran medicamentos de autoprescripción de bajo riesgo y no se someten a revisiones completas de calidad, seguridad y eficacia.



En nuestro país la única legislación específica está dada para las bebidas de reposición hidroelectrolítica, y sólo en materia de iones, osmolaridad, carga calórica e hidratos de carbono. La falta de evaluación rigurosa de los gobiernos hace que el control de calidad de la fabricación de suplementos se confíe a las empresas productoras. Es posible que los grandes fabricantes que producen suplementos convencionales, como vitaminas, y minerales, sujetos a estándares utilizados en la producción de medicamentos, logren un buen control de calidad. Esto incluye:

- Precisión en las cantidades.
- Precisión en el rotulado de los componentes.
- No inclusión de productos no declarados.
- No inclusión de productos contaminantes.



El que un compuesto esté registrado no quiere decir nada más que eso, que está registrado y no que vaya a cumplir todas las alegaciones en materia de salud o de rendimiento.

NOMBRE DEL PRODUCTO (FORMA FARMACÉUTICA)	COMPAÑÍA	Ingredientes declarados	Esteroides anabólicos androgénicos no declarados y referencias
STANOZOLON II (POLVO)	PHARMATEC	NUTRIENTES COMPLEJOS AD-4, MEZCLA METX SINERGÍSTICA, 1-T MATRIX, MONOHIDRATO DE CREATINA, MEZCLA CON PROPIEDADES TERMOGÉNICAS, RIBOSA-4 MATRIX	METANDIENONA 4MG / SERVICIO (10G EN POLVO)
PARABOLON (POLVO)	PHARMATEC	NUTRIENTES COMPLEJOS AD-4, MEZCLA METX SINERGÍSTICA, 1-T MATRIX, MONOHIDRATO DE CREATINA, MEZCLA CON PROPIEDADES TERMOGÉNICAS, RIBOSA-4 MATRIX	METANDIENONA 10MG / SERVICIO (10G EN POLVO)
MET-AD17-DIOL (CÁPSULA)	PHARMATEC	MET-AD17-DIOL, 1-T MATRIX	METANDIENONA 9 MG / CÁPSULA
STANOZOLON-S (PASTILLAS EFERVESCENTES)	SENESCO-PHARMA	VARIAS PROHORMONAS	STANOZOLOL 15 MG/ PASTILLA, BOLDENONE, DHT

TABLA 2: Suplementos nutricionales que incluyen esteroides anabólicos androgénicos desde 2002 (parte 1)





TABLA 2: Suplementos nutricionales que incluyen esteroides anabólicos androgénicos desde 2002 (parte 2)

NOMBRE DEL PRODUCTO (FORMA FARMACÉUTICA)	COMPAÑÍA	Ingredientes declarados	Esteroides anabólicos androgénicos no declarados y referencias
PARABOLON-S (PASTILLAS EFERVESCENTES)	SENECO-PHARMA	VARIAS PROHORMONAS	METANDIENONE 17 MG / PASTILLA
OXA 17-DION (CÁPSULAS)	MUSCLE INC. LTD., CYPRUS	5 ALPHA-ANDROSTAN-2- OXA-17 ALPHA-METIL-17, BETA-OL-3-ONA	OXANDROLONA 25MG / CÁPSULA
TESTEXX (CÁPSU-LAS)	MUSCLE INC. LTD., CYPRUS	1,4-ANDROSTADIEN-4-CLORO- 17 α - METIL-17 β -OL-3-ONA	DEHIDROCLORO- METILTESTOSTERONA 25 MG/ CÁPSULA
PRIMO 17-ACETOXY (CÁPSULAS)	MUSCLE INC. LTD., CYPRUS	17 β -ACETOXY-1-METIL-5- ALPHA- ANDROST-1-EN-3-ONA	METENOLONA ACETATO 50 MG / CÁPSULA
PARABOLON-B (PASTILLAS)	PHARM-TEC	P-BLADE 17TREN-1.4DIEN-3-ONA COMPUESTO BETA	METANDIENONA 10 MG / PASTILLA
STANANOZOLON- B (PASTILLAS)	PHARM-TEC	S-BLADE 5-ALPHA COMPUESTO PYRAZOL	STANOZOLOL 10 MG / PASTILLA





25

PAÍS	Nº Testados	Nº Positivos	% Positivos
HOLANDA	31	8	25,8
AUSTRIA	22	5	22,7
REINO UNIDO	37	7	18,9
ESTADOS UNIDOS	240	45	18,8
ITALIA	35	5	14,3
ESPAÑA	29	4	13,8
ALEMANIA	129	15	11,6
BÉLGICA	30	2	6,7
FRANCIA	30	2	6,7
NORUEGA	30	1	3,3
SUIZA	13	0	0
SUECIA	6	0	0
HUNGRÍA	2	0	0
TOTAL	634	94	14,8

TABLA 4: País de origen de suplementos dietéticos que dieron resultado positivo en un control por uno o más compuestos con esteroides.

Datos procedentes de un análisis realizado por la comisión médica del Comité Olímpico Internacional en el laboratorio de Colonia.



► **Comentario:** A la vista de los estudios analizados, parece evidente que estamos ante un sector en el que existe un control muy relajado o incluso inexistente en muchos casos. Una gran cantidad de productos están contaminados o mal etiquetados. Esto implica un gran riesgo para quienes los consumen ya que están siendo engañados respecto a la composición real del suplemento que están tomando. Aunque actualmente existen algunos intentos para crear organismos que regulen este mercado, aún sigue siendo necesario un mayor esfuerzo por parte de las instituciones para velar por la seguridad de quienes consumen este tipo de ayudas ergogénicas.





Efectos adversos provocados por incumplimiento de etiquetado

- Aunque existen numerosos suplementos deportivos que ayudan al rendimiento deportivo, existen otros que, según Maughan (2005), ni mejoran la salud ni el rendimiento, y que como consecuencia de un incumplimiento en su etiquetado, pueden provocar graves daños en la salud de quienes los consumen y además empeorar su rendimiento cuando se consumen en dosis altas durante periodos prolongados. Algunos suplementos contienen dosis excesivas de ingredientes potencialmente tóxicos. Se han realizado numerosos análisis de diferentes suplementos que pueden encontrarse en el mercado, demostrando que algunos de ellos han provocado problemas en la salud y efectos adversos, entre los que podemos destacar los siguientes:
- Van der Merwe et al. (2005) realizaron un estudio en el que se cuestionaban si la ingesta de suplementos nutricionales contaminados podría causar que un atleta diese positivo en un control de dopaje. En dicho estudio mostraron que incluso tomando cantidades de microgramos de la sustancia prohibida presente en el suplemento nutricional podría causar el positivo en el control de dopaje.
- La colestasis hepática es un síndrome resultante de trastornos en la formación, secreción o drenaje de la bilis al intestino, que puede provocar alteraciones morfológicas, fisiológicas y clínicas. Desde el punto de vista clínico, se suelen producir un conjunto de signos y síntomas como ictericia, coluria, hipocolia, prurito, xantelasmas (tumores benignos), etc., secundarios a la acumulación en el plasma de productos normalmente excretados por la bilis, tales como bilirrubina, ácidos biliares y colesterol. En algunos casos la toxicidad generada por colestasis puede provocar un fallo hepático. El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España retiró del mercado en 2013 el principio activo Metilepitostanol (suplementos Episdro, Epistane) por causar colestasis hepática, además de positivo por anabolizantes y antiestrógenos.
- Se han analizado también productos para la pérdida de peso, dando resultado positivo en sibutramina, una sustancia con efectos parecidos a la anfetamina. Esta sustancia provoca un aumento del riesgo en padecer enfermedades cardiovasculares un 16 %. Este producto no fue objeto de evaluación y autorización previa a su comercialización por la Agencia Estatal de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS).
- La AEMPS también retiró del mercado el producto PHREAK por incluir principios activos como el halodrol, metasterona y metiltestosterona, clasificados esteroides anabolizantes que pueden tener graves consecuencias para la salud, afectando al sistema hormonal, al musculoesquelético y al cardiovascular. El consumo de sustancias anabolizantes también puede tener consecuencias muy graves a nivel hepático.



- Además, la AEMPS retiró varios productos para la pérdida de peso o el aumento de la concentración por contener sustancias tales como la oxilofrina o la sibutramina sin estar declaradas en la lista de ingredientes de la etiqueta de dichos productos, las cuales suponen un importante riesgo para la salud de quienes las consumen.
- Como se ha visto anteriormente, la sibutramina también ha sido encontrada en cápsulas adelgazantes a base de hierbas y en infusiones de té, como reflejan los estudios de Jung et al. (2006) y Koehler et al. (2007).
- El laboratorio acreditado del COI en Viena encontró un esteroide anabolizante duro conocido como dianabol en un suplemento comprado en Inglaterra, tal como se reporta en la investigación de Maughan (2005). Esta sustancia estaba presente en cantidades tan grandes como para producir un efecto anabólico, pero también como para provocar toxicidad hepática y cancerinogenicidad.
- En un estudio realizado por Abbate et al. (2015), se analizaron 24 productos disponibles en el Reino Unido, detectando que 23 de ellos contenían 13 tipos de esteroides diferentes. Se considera que estos productos, en base a su estructura química, tienen una actividad farmacológica considerable, pudiendo situar a los consumidores en un riesgo considerable para su salud, sobre todo si desconocen lo que están consumiendo.

En un estudio internacional, reportado en el estudio de Geyer et al. (2004), se analizaron 634 suplementos y se encontró que el 15% contenían esteroides anabolizantes androgénicos. Estas sustancias pueden provocar funcionamiento anormal del hígado, trastornos menstruales, virilización, ginecomastia, trastornos psicológicos o psiquiátricos graves, y un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular. La aplicación a largo plazo de grandes dosis ha demostrado la aparición de dependencia de la sustancia asociado a un síndrome de abstinencia agudo. El uso de estos esteroides anabolizantes en los niños puede llevar a la virilización y el cierre prematuro de la epífisis interfiriendo en el crecimiento lineal natural. La aplicación también puede resultar en efectos adversos irreversibles. En las mujeres estos efectos son la profundización de la voz y el crecimiento del clítoris. Durante el embarazo, el uso de tales esteroides puede dar lugar a una virilización del feto. Debido al hecho de que la mayoría de esteroides son compuestos metilados, su uso está asociado con un alto grado de toxicidad de hígado y cancerinogenicidad. La Academia Americana de Pediatría en 2005 condenó el uso de ayudas ergogénicas en niños y adolescentes, incluyendo varios suplementos dietéticos. Estas políticas se basan en las consecuencias desconocidas pero potencialmente adversas para la salud de algunos suplementos y las implicaciones en la moral de un atleta joven.



- Según Roufs (1992), durante la década de los 80, se sucedieron diversas muertes y problemas médicos como resultado del uso de suplementos de triptófano. Algunos productos que contienen efedra y cafeína son una fuente de problemas médicos más reciente, incluso llegando a causar la muerte de individuos susceptibles. Muchos informes reclaman una mejor regulación y vigilancia de los suplementos y productos herbales, así como un incremento en la concienciación de los riesgos potenciales, como se indica en los trabajos de Perharic et al. (1994), Kozyrskyj et al. (1997), o Shaw et al. (1997).
- El clenbuterol es otra de las sustancias estimulantes que se utilizan habitualmente en suplementos para la pérdida de peso. Parr et al. (2008) encontraron hasta 30g. de esta sustancia en un suplemento con este propósito. El clenbuterol está clasificado como sustancia prohibida y solamente se puede adquirir con receta médica. Además, en dicho estudio, se mostró que con la ingesta de una sola cápsula podría fallarse un control anti-dopaje por observarse una concentración de clenbuterol en la orina de 2 ng/ml hasta tres horas después de su administración.
- La droga venenosa DNP o 2,4-dinitrofenol, que puede hacer que el cuerpo se caliente en exceso, conduce a las entrañas de hipertermia y quema de los usuarios, es ampliamente utilizado como explosivo y un plaguicida agrícola.

Por último, Li et al. (2015) han observado un aumento de casos de cáncer testicular relacionado con la toma de ciertos suplementos contaminados con esteroides androgénicos, incluyendo prohormonas de nandrolona.

► **Comentario:** A consecuencia de lo que se comentaba en el apartado anterior respecto a la contaminación de los suplementos y su incorrecto etiquetado, hemos podido observar que numerosos estudios han determinado que se han causado graves daños a la salud de quienes los han consumido, incluyendo desde positivos en controles antidopaje hasta trastornos hepáticos o cáncer. Se trata de un problema muy serio ante el cual se debe, en primer lugar, establecer una legislación que obligue a pasar unos controles de calidad y que castigue a quienes incumplan la normativa; y en segundo lugar, establecer mecanismos para que los deportistas que aún quieran tomar este tipo de ayudas puedan hacerlo sabiendo cuáles de ellas no suponen un problema para su salud.





A pesar de todas las situaciones adversas que se han presentado en este estudio, el mercado de los suplementos deportivos continúa experimentando crecimiento. A su vez, el incumplimiento del etiquetado y la contaminación de suplementos, así como los daños a la salud derivados de ello, sigue aumentando. Por tanto, parece necesario que se tomen medidas al respecto para garantizar la seguridad de los deportistas que decidan tomar suplementos.

Como se ha presentado a lo largo de este trabajo, no existe un acuerdo entre los diferentes países a la hora de establecer una legislación común para determinar la legalidad de las diferentes sustancias comercializadas, así como de las sanciones que se impongan ante el incumplimiento de dicha legislación. Sería necesario que, al menos a nivel europeo, se estableciese una política común en este sentido, orientada a garantizar la comercialización de sustancias legales y con un etiquetado correcto, velando por la seguridad de los deportistas. De igual manera, dicha política debería definir las sanciones que se impondrán a aquellos distribuidores de sustancias ergogénicas que incumplan la citada ley.

En esta misma línea, deberían crearse organismos de control para analizar los suplementos deportivos previo a su comercialización. Estos laboratorios deberían analizar la composición de los suplementos para velar por la salud pública, así como retirar de manera inmediata aquéllos que no cumplan con la legalidad.

Asimismo, cada país debería crear una base de datos con los suplementos que se han analizado y verificado conforme a la legalidad, de manera similar a las bases de datos existentes en los Países Bajos y Alemania.



Otro problema que se ha planteado durante la redacción de este trabajo es que algunos deportistas se centran más en los beneficios aparentes de una ayuda ergogénica que en los derivados del entrenamiento u otros factores. Esto causa un cambio de prioridades en el atleta haciendo que deje de lado algunos factores que pueden mejorar en mayor medida su rendimiento. De acuerdo con Burke et al. (2006), los suplementos deportivos pueden contribuir a una mejora del rendimiento en torno a un 1-3 %. Aunque en el deporte de alto rendimiento esta pequeña mejora puede resultar clave, aspectos tales como una buena nutrición o la calidad del sueño pueden aportar mayores beneficios que cualquier suplemento. Habría que, por tanto, centrarse en aspectos básicos más importantes para el rendimiento del deportista. En ese sentido, la educación y la formación adquieren un papel importante como complemento al entrenamiento para que el atleta conozca los beneficios y perjuicios de cada ayuda ergogénica, pueda adoptar una actitud crítica ante lo que encuentra en el mercado y decida de manera razonada si quiere o no tomar una determinada sustancia.

En resumen, existen numerosas ayudas ergogénicas de probada eficacia que pueden ayudar a mejorar el rendimiento de un deportista, pero a su vez existe una multitud de productos en el mercado que resultan fraudulentos, bien por contener sustancias prohibidas, bien por no tener un etiquetado correcto. Se requiere, por tanto, un mayor control por parte de las instituciones para asegurar que todo lo que se comercializa cumple con las pautas establecidas para garantizar que no sea un peligro para la salud pública, así como una mayor responsabilidad por parte de los atletas y entrenadores a la hora de decidir qué suplementos adquirir para complementar el entrenamiento deportivo.



EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO ELECTROESTIMULADO

31

- Introducción ◀
- Bases de la electroestimulación integral ◀
- Efectos fisiológicos inducidos por la EMS al atravesar un tejido biológico ◀
- Efectos de la frecuencias sobre la fibra muscular según el tipo de frecuencia utilizada ◀
- Características de los impulsos según los programas de entrenamiento ◀
- Efectos de la EMS sobre la fibra muscular específicos en la prevención, rehabilitación y readaptación de lesiones ◀
- Rehabilitación y readaptación de lesiones ◀
- Mejora de las cualidades básicas: la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la velocidad ◀
- Programación de entrenamientos ◀
- Beneficios y contraindicaciones ◀



Marta Fernández Troyano

LOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO Y LA TECNOLOGÍA PARA LA CONSECUCCIÓN DE RESULTADOS HAN EVOLUCIONADO DE MANERA NOTABLE EN LA ÚLTIMA MITAD DEL SIGLO XXI, ANTE UNA ERA QUE NO CONOCE LIMITES TECNOLÓGICOS, ES DE REAL IMPORTANCIA EL TRATO Y MANEJO DE CADA UNA DE LAS HERRAMIENTAS QUE LA MODA Y EL AVANCE INDUSTRIAL LANZAN AL MERCADO COMO NUEVO, ÚNICO E INDUDABLE SISTEMA DE ENTRENAMIENTO.

CENTRO OLÍMPICO
DE ESTUDIOS SUPERIORES,
COE. MADRID

El deporte y la actividad física, no solo desde un punto de vista saludable si no también visual, ha alcanzado su culmen en los últimos años, produciéndose así un notable incremento en la apertura de centros de entrenamiento, gimnasios, maquinarias, complementos y demás accesorios utilizados para la consecución del mencionado objetivo, pero del mismo modo, el ámbito de la investigación deportiva ha disparado sus publicaciones ante una situación tan desbordante.



Son varias las técnicas, métodos y maquinarias utilizadas para las nuevas modas de entrenamiento, desde aquellas que contemplan la consecución de resultados únicamente con la utilización de un accesorio y la carencia de actividad física, hasta aquellas que por redundancia obligan al sistema muscular al movimiento de manera pasiva mientras que el sujeto también lo hace de manera activa.

La carencia de tiempo para la realización de actividad física ha privado a la población de manera completa o parcial de una calidad de vida adecuada, siendo responsable de esto el actual ritmo de vida, en el que se deben cumplir numerosas obligaciones de carácter laboral, familiar, o social, por lo que el tiempo dedicado al mantenimiento de la salud física se ha visto renegado a un segundo plano. De estas circunstancias nace el sistema de entrenamiento electroestimulado, en el que tras la aplicación de diferentes corrientes eléctricas a diferentes grupos musculares y en combinación con un entrenamiento personalizado se podrían obtener grandes resultados en un lapso muy corto de tiempo.

La electroestimulación (EMS) se lleva aplicando en el ámbito fisioterapéutico como medida rehabilitadora y de readaptación para la musculatura dañada desde hace varias décadas, de hecho, existen diversas teorías sobre sus orígenes, algunos de ellos se remontan al siglo 46 a.C donde la utilización de la electricidad transmitida por un pez era utilizada para calmar los dolores de pacientes con gota. Más adelante, en el siglo XVII Voltany anotaría las respuestas musculares ante el paso de un estímulo eléctrico. Pero no es hasta el siglo XIX, donde la electroestimulación se utilizaría como método de terapia. ⁽¹⁾

Las mejoras obtenidas tras dichos tratamientos han llevado a la sociedad tecnológica del fitness a plantearse la opción de la aplicación integral del sistema de electroestimulación, negocio ahora en auge del cual la bibliografía científica recoge hasta el momento insuficiente material en los que documentarse.

Bases de la electroestimulación integral



Desde el punto de vista terapéutico, la electroestimulación integral ofrece todos los beneficios de la EMS localizada, logrando además una compensación completa del resto de musculatura corporal, invirtiendo casi la totalidad de los músculos que conforman la cadena cinética del movimiento, además ofrece la posibilidad de mejorar el metabolismo tisular de la región lesionada gracias al aumento del riego sanguíneo local y periférico.

Actualmente el sistema de corrientes como método de readaptación y rehabilitación física se encuentra en auge, no sólo en el ámbito deportivo, si no en el de mejora de la salud en general. De esto nace el uso de la EMS como método complementario al entrenamiento, en el cual con sólo veinte minutos de aplicación combinado con ejercicio y un máximo de dos sesiones semanales se pueden encontrar resultados beneficiosos tanto en el ámbito de la prevención de lesiones, como en el de la mejora de la condición física en general.

La bibliografía científica, refiere grandes hallazgos en la reducción del dolor crónico muscular tras intervenciones con EMS integral en sujetos que presentan dicha sintomatología. ⁽²⁾

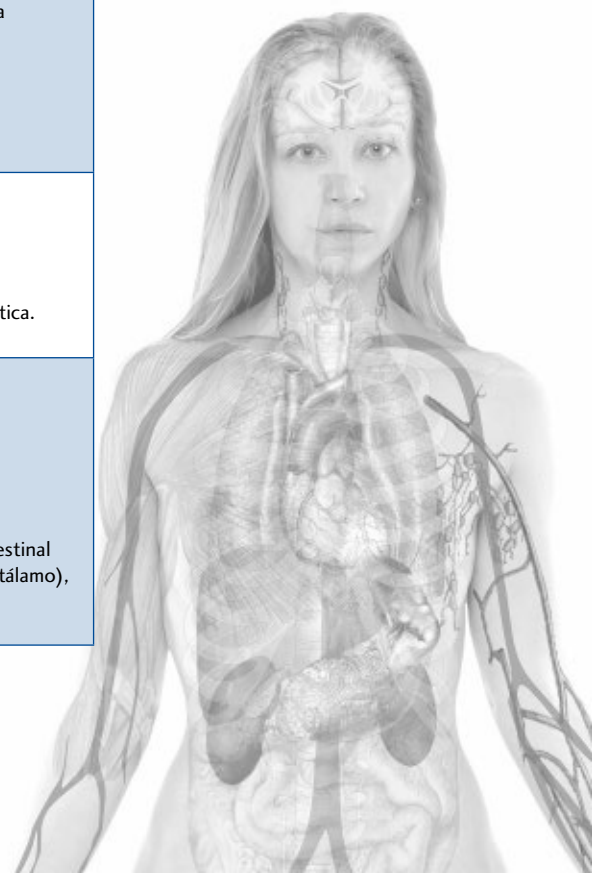


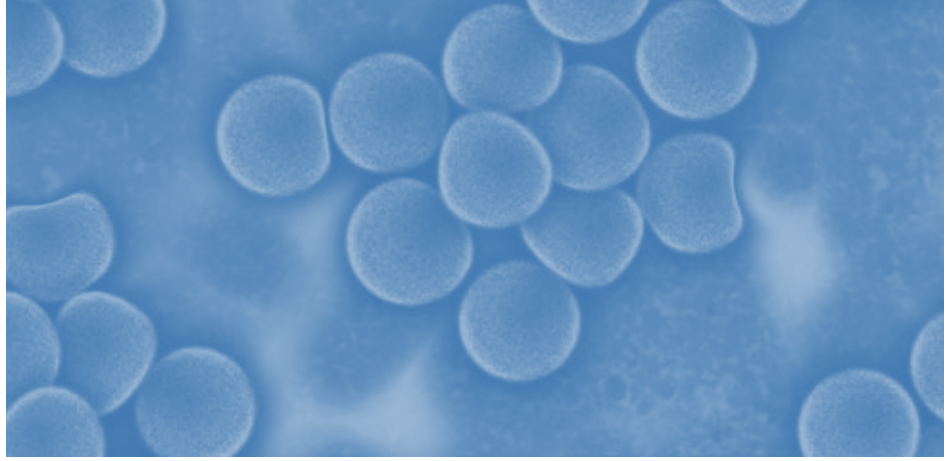
Además ofrece grandes mejoras aeróbicas y anaeróbicas en el rendimiento físico, proporcionando mayor fortalecimiento y resistencia muscular y mejorando de manera general cualquier aspecto relacionado con el estado de forma del sujeto, lo que resulta de vital importancia para el desarrollo e impulso de la actividad física llevada a cabo por y para la población. ⁽²⁾⁽³⁾

Efectos fisiológicos inducidos por la EMS al atravesar un tejido biológico

CELULAR	Aumento de la síntesis de proteínas ► Acelera la reconstrucción y el aumento de la masa muscular Modificación de la microcirculación ► Arterial, venosa y linfática, lo que ocasiona un mejor flujo capilar y por lo tanto un aumento en la capacidad de recuperación de la fatiga muscular ocasionada por el entrenamiento así como una aceleración en la recuperación de lesiones. Cambios en la permeabilidad de la membrana celular de células menos excitatorias (canales de calcio) ► Mejora el metabolismo al facilitar el flujo en los canales de calcio (Excitación del nervio periférico ► Acetilcolina ► Metabolismo) Modificación de la formación de fibroblastos, fibroclastos osteoblastos y osteoclastos ► Fundamental en la regeneración de tejido conectivo Modificación del tamaño y de la concentración de mitocondrias ► Mayor capacidad para transportar energía en la actividad celular Aumento de la concentración de proteínas y células sanguíneas y mejora en la producción y concentración de lactato muscular
	Contracción del musculo esquelético enervado Regeneración tisular ► Incluye hueso, ligamento, tejido conectivo y dérmico, favoreciendo la recuperación y readaptación de lesiones además de prevenirlas. tiga muscular ocasionada por el entrenamiento así como una aceleración en la recuperación de lesiones. Contracción y/o relajación del musculo liso ► Efectos positivos sobre el flujo sanguíneo arterial y venoso.
	Contracción de grupos musculares ► Efectos en la movilidad articular y la actividad de músculos sinergistas. Efecto de bombeo sobre el drenaje linfático, flujo sanguíneo venoso y arterial. Favorece el drenaje linfático y sanguíneo arterial no asociado con la contracción muscular esquelética.
	Efectos analgésico asociados con polipetidos endógenos tales como betaendorfinas, dopaminas y dinorfinas. Efectos analgésicos asociados con neurotransmisores, como la serotonina encefalina y sustancia P (undecapéptido involucrado en percepción del dolor) Efectos circulatorios asociados con polipéptidos, como el polipéptido vasoactivo intestinal (28 residuos aminoácidos producidos por el páncreas, el núcleo supraquiasmo y el hipotálamo), tiene por lo tanto propiedades vasodilatadoras.

TABLA 1: Efectos Fisiológicos de la EMS. Pombo, M (2004) ⁽⁴⁾





Otros usos y efectos aplicables al deporte



TABLA 3: Efectos Fisiológicos de la EMS. Pombo, M (2004) ⁽⁴⁾

MEDICINA CARDIOVASCULAR	Insuficiencias cardíacas refractoras/crónicas Mejora de la circulación periférica y del bombeo sanguíneo a los grandes grupos musculares.
MEDICINA ORTOPÉDICA	Todo tipo de lesiones- principalmente Articulación de la cintura escapular por fortalecimiento de tendones. ▶ Manguito rotador ▶ Bíceps ▶ Tríceps ▶ Deltoides Articulación de la rodilla por fortalecimiento y compensación del cuádriceps: ▶ LCA - LCP ▶ LLI - LLE ▶ Menor carga en meniscos Articulación de la cadera por fortalecimiento del CORE (faja abdominal y complementarios) ▶ ODP (osteopatía dinámica del pubis) ▶ Hernias inguinales y abdominales Articulación del tobillo por fortalecimiento de tendones y ligamentos ▶ Ligamento peroneo-astragalino ▶ Ligamento calcáneo-peroneo ▶ Ligamento astrágalo-calcáneo Lesiones en raquis y espalda por fortalecimiento de la musculatura estabilizadora de la espalda y del cinturón abdominal ▶ Escoliosis ▶ Cifosis ▶ Lordosis Control suelo pélvico e incontinencia urinaria por fortalecimiento del perineo
MEDICINA NEUROLÓGICA	Parálisis cerebral y medula espinal Prevención, rehabilitación y readaptación de lesiones. Activación neuromuscular Trabajo específico del control motor
MEDICINA PSIQUIÁTRICA / PSICOLÓGICA	Mejora el autocontrol y autopercepción Mejora de la calidad motivacional y autoconfianza por efectos endorfinico Activación SNS

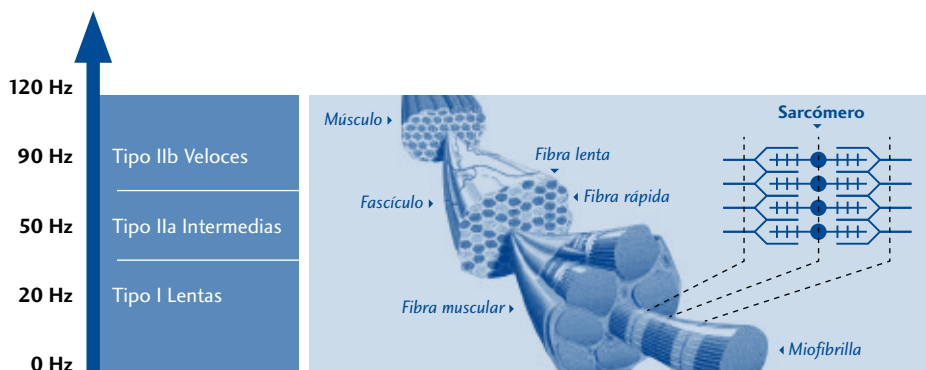




35

Efectos fisiológicos inducidos por la EMS al atravesar un tejido biológico

En el ámbito del entrenamiento deportivo, la frecuencia de electroestimulación es aplicable al tipo de fibra que desea estimular de manera que: ⁽¹⁾



1 Hz-10Hz	Relajación muscular, efecto analgésico, favorece la circulación y mejora la resistencia aeróbica
10Hz-20Hz	Mejora resistencia aeróbica muscular y la capacidad oxidativa muscular
20 Hz-50 Hz	Mejora del tono muscular, definición y firmeza muscular.
40-70Hz	Mejora de la capacidad láctica del musculo e incremento del volumen muscular, la fuerza y la resistencia.
70-120hz	Mejora de la fuerza máxima
90-150hz	Mejora de la fuerza explosiva elastiva y reactiva.





Características de los impulsos según los programas de entrenamiento

TABLA 5: Efectos de entrenamiento adaptados de Pombo, M et al. (2004). ⁽⁴⁾

PROGRAMA	FRECUENCIA	DURACIÓN DEL IMPULSO	PAUSA DE IMPULSO	AMPLITUD DEL IMPULSO	OBJETIVOS Y EFECTOS DE ENTRENAMIENTO
ADAPTACIÓN AL IMPULSO	85 Hz	CONTINUO	-	350	MEJORA RESISTENCIA FUERZA
FORTALEC. AVANZADO	85 Hz	4 s	4 s	350	MEJORA FUERZA MÁXIMA
FORTALEC. AVANZADO 3	85 Hz	8 s	4 s	350	MEJORA FUERZA MÁXIMA. MEJORA RESISTENCIA FUERZA RÁPIDA
FUERZA EXPLOSIVA	110 Hz	4 s	6 s	350	MEJORA FUERZA EXPLOSIVA
HIPERTROFIA 2	70 Hz	10 s	4 s	350	MEJORA CAPACIDAD LÁCTICA DEL MÚSCULO. INCREMENTO VOLUMEN MUSCULAR, FUERZA Y RESISTENCIA
METABÓLICO	7 Hz	CONTINUO	-	350	RELAJACIÓN MUSCULAR/ANESTÉSICO Y FAVORECE LA CIRCULACIÓN. MEJORA RESISTENCIA AERÓBICA.
AERÓBICO	20 Hz	1 s	0,5 s	350	MEJORA TONO Y LA DEFINICIÓN MUSCULAR. MEJORA RESISTENCIA AERÓBICA
RELAJACIÓN	100 Hz	1 s	1 s	350	RELAJACIÓN CORPORAL/MENTAL. MEJORA DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA DEL TEJIDO



Efectos de la EMS sobre la fibra muscular específicos en la prevención, rehabilitación y readaptación de lesiones



Prevención

PROGRAMAS	CARACTERÍSTICAS
FORTELECIMIENTO AVANZADO	85 Hz
HIPERTROFIA	70 Hz

El entrenamiento monitorizado con estos programas ofrece propiedades de reeducación de la acción muscular, ayuda eficazmente al fortalecimiento y/o readaptación de músculos en sujetos lesionados.

- **Musculatura Suboccipital:** Aunque no reciben estimulación eléctrica directa, se han observado resultados indirectos por la activación neuromuscular de la musculatura dorsal superficial y profunda.
- **Musculatura Dorsal:** Directamente en los grupos superficiales y profundos, mediante activación paravertebral consecución de mayor movilidad por inervación general de ambos grupos.
- **Musculatura de la región pectoral:** Estabilización de la articulación esternoclavicular y facilitación neuropropioceptiva de la musculatura estabilizadora del hombro.



- **Musculatura de la región abdominal:** Junto con la activación de la musculatura dorsal previene cualquier tipo de descompensación que pueda provocar dolores en región lumbar.⁽⁶⁾
- **Musculatura de la región glútea:** Previene específicamente cualquier contractura o lesión muscular (piramidal) que pueda afectar al nervio ciático mediante la liberación de tensiones en dicha región muscular
- **Musculatura del perineo:** Especialmente para mujeres que necesiten fortalecer suelo pélvico bien por programa post parto o por incontinencia urinaria.⁽⁷⁾⁽⁸⁾
- **Musculatura de la extremidad inferior:** Anterior y posterior ,superior e inferior ,que favorecen la rehabilitación readaptación y prevención de lesiones de:
 - ▶ Ligamentos cruzados anterior y posterior
 - ▶ Ligamento lateral Externo e interno
 - ▶ Meniscos externos e internos
(al trabajar sin impacto articular la musculatura compensatoria de los cuádriceps)
 - ▶ Condromalacia rotuliana
 - ▶ Lesiones propias del tríceps sural

Además se produce un incremento de la capacidad funcional y de la resistencia muscular, dando como resultado un incremento de la velocidad de contracciones musculares.

Entre los 7 y 9 Hz la influencia de la electroestimulación neuromuscular en la pierna sobre el flujo de la arterial femoral es óptima o hay mayores aumentos en el flujo artero femoral, predominando así un mayor riego sanguíneo de las arterias accesorias de los cuádriceps y abdominales, grandes grupos musculares que requieren mayor aporte sanguíneo en la realización de las acciones específicas de deportes de equipo.

Según Zicot y Rigaux (1995) El uso de la electroestimulación producirá una vasodilatación general que facilitará el transporte de nutrientes a los tejidos, beneficioso por lo tanto en la recuperación de lesiones musculares. Las frecuencias óptimas para ello son aquellas utilizadas en programas de EMS de entre 40-70Hz, en los que se observa una mayor producción de fuerza en el cuádriceps. ⁽⁹⁾

Al utilizar programas de frecuencia media de 50Hz se mejora la amplitud de movimiento, y combinado con técnicas de movilización (FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva) se mejora así la eficacia en acciones técnicas y previene la aparición de lesiones.

En programas de 70 Hz se producen mejoras y fortalecimiento significativo de extensores de rodilla con movimiento isométricos, por lo tanto es óptimo para la prevención de lesiones típicas de rodilla.





Rehabilitación y readaptación de lesiones



PROGRAMAS	CARACTERÍSTICAS
FORTALECIMIENTO AVANZADO	85 Hz
METABÓLICO	7 Hz
HIPERTROFIA	70 Hz
RELAJACIÓN	100 Hz

Se garantiza una reducción del tiempo de rehabilitación y regreso seguro a las competencias de los lesionados con un entrenamiento que combine técnicas de readaptación funcional convencional y técnica de readaptación electroestimulada.

Programas de rehabilitación electroestimulada han registrado mayores ganancias de fuerza muscular en los cuádriceps debido al reclutamiento preponderado de las fibras de tipo II por: ⁽¹⁰⁾

- Proliferación de núcleos y mayor contenido de ADN nuclear, por lo tanto incremento en el tamaño y volumen de la fibra muscular.
- Mayores cambios en fibras tipo II
- Incremento de la fracción mitocondrial en fibras de tipo II

En músculos sanos la EMS es un complemento a las contracciones voluntarias, ya que específicamente inducen la actividad de unidades motoras de gran tamaño que son más difíciles de activar durante la contracción voluntaria. Existe un consenso de que la fuerza inducida por la EMS es similar a la que se produce de manera voluntaria pero no es superior. La razón de la complementariedad entre la EMS y el ejercicio voluntario, es que en las contracciones voluntarias las unidades motoras se reclutan en orden, de menor resistencia a la fatiga (Tipo I) a unidades más grandes rápidamente fatigables (Tipo II) mientras que en la secuencia de EMS esto parece revertirse, en este caso la EMS no se recomienda como un sustituto, si no como un complemento del ejercicio voluntario tanto en músculos en desuso como en músculos saludables, para ello cada uno de los programas utilizados es realizado bajo la supervisión de un profesional de la materia que monitorice los ejercicios a realizar y las intensidades a utilizar según las características y necesidades del sujeto. ⁽¹¹⁾



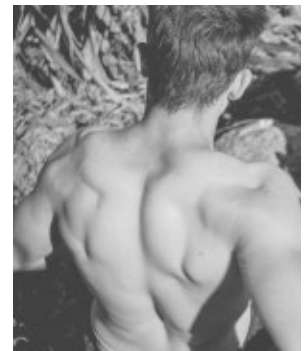
Recuperación más rápida tras el esfuerzo, por el uso de los programas mencionados que mejoran la vascularización, relajan y disminuyen las irritaciones que se producen en los músculos debido a sobrecarga en el entrenamiento.

En el período de reposo es posible seguir utilizando esta técnica de estimulación muscular para mantener e incluso mejorar la condición de la musculatura. Posibilidad trabajo secuencial para obtener un trabajo neuromuscular eficaz agonista antagonista.

Mejora de las cualidades básicas: la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la velocidad



PROGRAMAS	CARACTERÍSTICAS
ADAPTACIÓN AL IMPULSO	85 Hz
FORTALECIMIENTO AVANZADO	85 Hz
FUERZA EXPLOSIVA	90 Hz
HIPERTROFIA	70 Hz



- **Fuerza Máxima:** Una combinación de entrenamiento electroestimulado con ejercicios específicos de ganancia de fuerza en cualquiera de sus vertientes proporciona mayor incrementos de fmax isométrica que si se realizara de manera voluntaria únicamente. ⁽¹²⁾
- **Fuerza resistencia:** Incremento de la fuerza y la resistencia abdominal y de los cuádriceps y además una apreciable firmeza en ambos por el uso de los programas mencionados debido a la gran implicación ejercida en cada uno de los entrenamientos monitorizados con electroestimulación.
- **Fuerza rápida, explosiva y velocidad:** Al realizar un gesto explosivo las motoneuronas descargan a las fibras musculares frecuencias elevadas de 80 a 100 Hz. En entrenamientos voluntarios el tiempo que permanecen las fibras entrenándose a alto nivel es muy corto lo que no ocurre con la electroestimulación. Este método nos permite trabajar con una frecuencia programada continua imponiendo a las fibras musculares un alto nivel de actividad. ⁽⁴⁾



ATENCIÓN: Cabe destacar que la mejora de la fuerza en cada una de sus manifestaciones siempre debe ser controlada por un especialista de la electroestimulación y del entrenamiento específico para pacientes lesionados para evitar que produzcan transferencias negativas entre los entrenamientos convencionales y los aplicados específicamente con electroestimulación, por lo que el uso de los mismos queda sujeto a cualquier entrenamiento o actividad física que el sujeto realice fuera del centro y debería quedar restringido a cualquiera que no posea las cualidades mencionadas con anterioridad



Entrenamientos de rehabilitación

PROGRAMAS	CARACTERÍSTICAS
MEJORA DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS Y FISIOLÓGICAS ESPECÍFICAS	Estas sesiones de entrenamiento se caracterizarán por el uso de ejercicios y tareas de: ▶ Ejercicios Fuerza máxima de tren superior e inferior con bajo impacto articular ▶ Gestos de alta especificidad ▶ Transferencia de acciones de fuerza máxima a acciones explosivas específicas del gesto en el caso de que el sujeto sea un deportista lesionado. Combinación de este tipo de ejercicios con tareas de velocidad de reacción y/o toma de decisiones.
PREVENCIÓN DE LESIONES	▶ Estas sesiones de entrenamiento se caracterizarán por: ▶ Menor especificidad en el gesto ▶ Ganancia de fuerza y tono muscular ▶ Fortalecimiento de tendones y ligamentos ▶ Ejercicios de equilibrio, estabilidad y propiocepción (Trabajo en inestabilidad)
ENTRENAMIENTO COMPENSATORIO	▶ Estas sesiones de entrenamiento se caracterizarán por el uso de ejercicios no específicos orientados a fortalecer CORE, Tren Superior, etc. ▶ El trabajo compensatorio estaría presente en casi todas las sesiones sea cual sea el objetivo. No obstante, existe la posibilidad de enfocar sesiones únicamente a realizar trabajo de compensación.

TABLA 6:
Entrenamientos de preparación





Beneficios y contraindicaciones

Beneficios

TABLA 7: Beneficios del entrenamiento electroestimulado

DIRECTOS - INDIRECTOS	▶ Mejora del Vo2max ▶ Mejora del consumo de oxígeno muscular ▶ Pérdida de peso global y localizado ▶ Ganancia de masa muscular ▶ Mejora la resistencia aeróbica ▶ Mejora resistencia aeróbica muscular y la capacidad oxidativa muscular ▶ Mejora del tono muscular, definición y firmeza muscular. ▶ Mejora de la capacidad láctica del músculo e incremento del volumen muscular, la fuerza y la resistencia. ▶ Mejora de la fuerza máxima ▶ Mejora de la fuerza explosiva elástica y reactiva. ▶ Mejora de la rápida y la velocidad.
-----------------------------	---

Contraindicaciones

TABLA 8: Contraindicaciones del entrenamiento electroestimulado

DIRECTAS	▶ Hernias viscerales no tratadas. ▶ Epilepsia. ▶ Enfermedades cardiovasculares severas. ▶ Enfermedades cardiorespiratorias sin tratar. ▶ Enfermedades infecciosas. ▶ Fiebre, febrícula. ▶ Flebitis, tromboflebitis, trombocitopenia. ▶ Enfermedades renales. ▶ Enfermedades contagiosas.
----------	--



EL MÉTODO HALLIWICK, UNA FORMA ESPECÍFICA DE TERAPIA EN EL AGUA

43

Introducción ◀

Antecedentes ◀

Principios básicos ◀

Fases: El programa de los 10 puntos ◀

Aplicaciones ◀

▶ **Introducción**



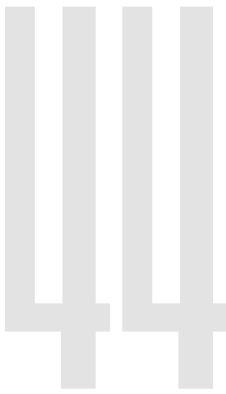
Ana Amelia Menéndez Bernardo

LAS LESIONES SON SIEMPRE UN RETO PARA EL TERAPEUTA: LA AUSENCIA DE MIEMBROS, LIMITACIONES POSTRAUMÁTICAS, PROBLEMAS ARTICULARES, TONO MUSCULAR ALTERADO, PATRONES REFLEJOS ATÍPICOS,... PUEDEN IMPEDIR LA ACTIVIDAD DE LAS PERSONAS Y DISMINUIR SU CAPACIDAD FUNCIONAL, AFECTANDO A SU EQUILIBRIO Y A LA PERCEPCIÓN DE SU IMAGEN CORPORAL. LA INCAPACIDAD PARA PARTICIPAR EN JUEGOS Y DEPORTES PUEDE DESARROLLAR TAMBIÉN, EN PACIENTES JÓVENES, SENTIMIENTOS DE AISLAMIENTO CON UNOS DEVASTADORES EFECTOS FÍSICOS Y PSICOLÓGICOS (MC. MILLAN, JAMES 1978)

ENFERMERA Y FISIOTERAPEUTA
DE LA UNIDAD REGIONAL
DE MEDICINA DEPORTIVA DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS –
FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL
DE AVILÉS

Las propiedades físicas del agua hacen que este medio sea especialmente idóneo para la rehabilitación, tanto de personas con un alto grado de discapacidad como de personas con lesiones, más o menos graves, que no pueden desarrollar su actividad adecuadamente en “tierra”.





A pesar de ser un medio ideal puede ser percibido como “hostil”, bien por miedo tras experiencias traumáticas, inadaptación o por un grado de discapacidad alto. El **temor** es una emoción que impide la realización de cualquier terapia acuática.

El método Halliwick constituye una herramienta muy importante en estos casos y es usado como paso indispensable para iniciar cualquier otra terapia o actividad en el agua, tanto en personas sanas como en personas con discapacidad u otros trastornos músculo esqueléticos que no tengan experiencia en el medio acuático y/o tengan miedo.

Se centra en la consecución y desarrollo de habilidades motoras en el agua y está en estrecha relación con el modelo de desensibilización sistemática usado en psicoterapia, la biomecánica de la natación y las propiedades físicas del agua. Su objetivo es el desarrollo de un control del movimiento a través de un programa progresivo de 10 puntos y su filosofía es que nadar, o conseguir independencia en el agua, incrementa significativamente la independencia fuera de ella.

Antecedentes



El método Halliwick fue propuesto en 1950 por James Mc Millan en una escuela británica con ese mismo nombre. Este ingeniero de mecánica de fluidos desarrolló el concepto para enseñar a nadar y ser independientes en el agua a niños con discapacidad física y cuyos objetivos principales eran la PARTICIPACIÓN y la AUTONOMÍA. La rápida mejoría en natación y la mejora de las capacidades de socialización observadas tras meses de trabajo con el método, propició el inicio de clubes de natación adaptada en el Reino Unido bajo las siglas AST (Association of Swimming Therapy). Poco después, analizando las causas neuromotrices que permitían el desarrollo de esta capacidad se descubrió que **un buen control postural era el precedente indispensable para el desarrollo del movimiento libre**; de este modo el enfoque fue haciéndose más terapéutico, surgiendo la “Water Specific Therapy (WST)” y se empezó a aplicar en personas con desórdenes reumatológicos, ortopédicos y neurológicos. Aunque Mc Millan hizo una descripción exhaustiva tras su visita al centro Baz Ragaz de Suiza en 1974, no se publicaron estudios sobre esta metodología de rehabilitación hasta 1995, año en el que son retomados por el suizo Urs Gamper y más recientemente por Johan Lambert en Holanda.





Principios básicos

Lamberck, J., Gamper U. "The Halliwick Concept" (2000)

El programa se basa en 10 objetivos de aprendizaje motor que el paciente debe superar hasta conseguir, de manera gradual, mayor seguridad y destreza en el agua.

Usa el principio de flotación (P. de Arquímedes) y la resistencia del agua, como bases terapéuticas. Gracias a ese empuje y resistencia el paciente, al moverse o ser movido, perderá el equilibrio despacio, con tiempo para reaccionar de manera voluntaria.

Aprovecha el efecto metacéntrico ^(FIG 1) creado por las fuerzas de gravedad y flotación, que provoca rotaciones y torsiones. El efecto metacéntrico es, según el teorema de Bou-gier: "Para mantener un equilibrio estable en el agua, un cuerpo puede rotar continuamente hasta lograr que los centros de gravedad y flotación estén alineados en la misma vertical".

La flotación permite cambiar de posición de manera fácil, lo que estimula el sistema vestibular y la integración sensorial.

Es un método activo y la mayor parte dinámico, lo que facilita el movimiento y la carga sensorial. También tiene una parte estática que estimula la activación selectiva de algunos músculos y la estabilización de articulaciones específicas.

Es una técnica de bajo impacto que se centra en el control postural y el "core".

Se realiza sin necesidad de usar ninguna ayuda para flotar pero siempre con la supervisión directa del terapeuta.





Fases: El programa de los 10 puntos

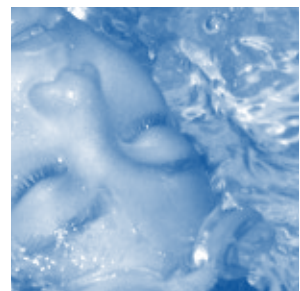
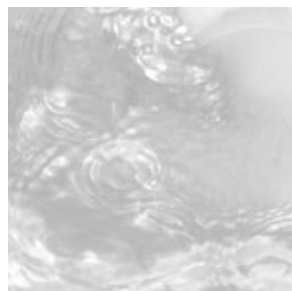
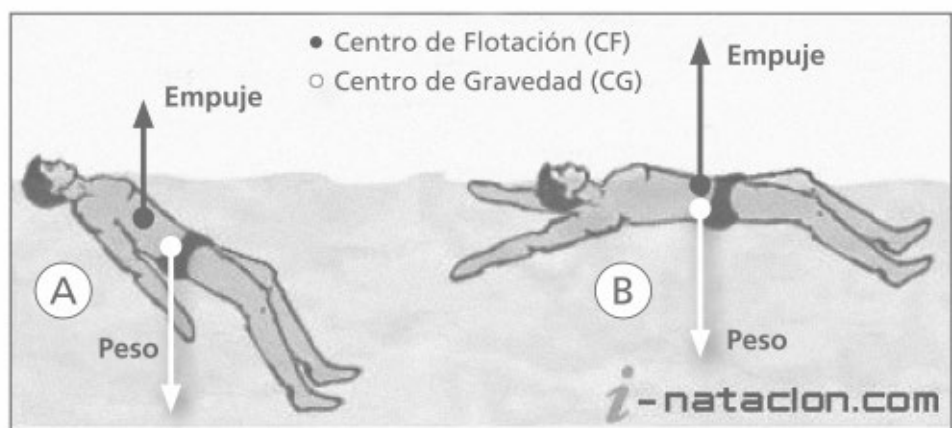
Lamberck, J., Gamper U. "The Halliwick Concept" (2000)

La fases del programa de los 10 puntos (Lamberck y Gamper. 2000) son:

- ▶ **1.- Ajuste Mental.-** Se refiere a la adaptación física y psíquica al medio acuático y la "soltura" dentro de él.
- ▶ **2.- Control del Equilibrio.-** Es la habilidad de mantener la posición o cambiarla controladamente en el agua. Al principio es insuficiente pero a través de muchos movimientos periféricos, en ocasiones provocados por el propio terapeuta, se irá logrando un control automático.
- ▶ **3.- Movimiento.-** Entendido como la habilidad de crear una actividad voluntaria, efectiva y dirigida.

FIGURA 1:

Fuente: www.i-natación.com



■ EL PROGRAMA DE LOS 10 PUNTOS.

Lamberck,J, Gamper U. "The Halliwick Concept"(2000)

- ▶ 1.- Ajuste mental y desapego
- ▶ 2.- Control de la rotación Sagital
- ▶ 3.- Control de la rotación transversal
- ▶ 4.- Control de la rotación longitudinal
- ▶ 5.- Control de la rotación combinado
- ▶ 6.- Inmersión mental
- ▶ 7.- Balance estático
- ▶ 8.- Desplazamiento por turbulencia
- ▶ 9.- Progresión simple
- ▶ 10.- Movimiento básico de Halliwick



□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ▶ 1. Ajuste mental

El ajuste mental i.e perder el miedo y familiarizarse con el medio, es absolutamente necesario para iniciar la terapia Haliwick.

Es básico que el paciente reconozca que el agua está mojada, es inestable, es fuerte (empuja), está en movimiento y "se cuele" en nuestros orificios. El miedo que muchos pacientes manifiestan en el agua deriva de la inseguridad para la respiración y para el correcto control de la cabeza y del tronco. Puede ser necesario empezar en un vaso de poca profundidad.

El proceso de ajuste es continuo a lo largo de toda la terapia y tiene bastante similitud con las técnicas de desensibilización sistemática de la psicoterapia. El control de la respiración es una parte fundamental en esta fase, puesto que pasa de ser realizada de manera automática a ser voluntaria y controlada, con una inspiración más breve y una espiración activa para mantener el agua fuera de la boca.

Ejercicios que se proponen: Soplar la superficie del agua o sumergir progresivamente la boca, la nariz y los ojos. A lo largo de la terapia, se creará un espacio de confianza y/o dependencia del terapeuta. La dependencia irá disminuyendo progresivamente (desapego) hasta que el paciente desarrolla la habilidad para responder de manera adecuada y automática ante cualquier situación en el agua.





2. Control Sagital



Se refiere a los movimientos en torno a un eje sagital: inclinaciones laterales del tronco, aducción y abducción de los miembros. Son más funcionales de pie aunque también se pueden realizar en supino (esto es: tumbado de espalda).

Siempre hay una colaboración muy estrecha del terapeuta que provoca inestabilidades de pequeño rango, cambiando el centro de gravedad. Las reacciones incluyen en ocasiones levantamiento de brazos y manos.

Un buen control sagital permitirá movilizar, estirar y estabilizar el raquis en inclinaciones laterales, estimular la abducción de brazos y piernas y ser capaz de cambiar el peso del cuerpo de derecha a izquierda.

3. Rotación transversal.



Hace referencia a movimientos en torno a un eje transversal. Se comienza también con pequeñas inclinaciones del tronco adelante y atrás. Se pueden usar los ejercicios de ajuste mental como por ejemplo inclinar el tronco hacia adelante al soplar el agua, aumentando progresivamente la dificultad hasta ser capaz de pasar de flotar boca arriba a ponerse de pie. En definitiva, controlar el tránsito de gravedad dominante (de pie) a flotación dominante (flotar en supino).





49



4. Control de la rotación longitudinal

Se refiere a los movimientos en torno a un eje longitudinal. Se puede trabajar de pie o en flotación supina. De pie se realiza indicando al paciente que realice pequeñas rotaciones a ambos lados o flotando en supino indicando al paciente que gire sobre si mismo.



5. Control de la rotación combinada

Se refiere a los movimientos que combinan rotaciones. Proporciona al paciente el control en las tres dimensiones de movimiento en el agua. Un ejemplo sería pasar de estar sentado en el borde de la piscina a flotación supina.

Un buen control de la rotación combinada nos permite enseñar al paciente como caer y levantarse ya que el agua les permite perder el equilibrio sin sufrir las consecuencias de una caída en seco.

Es conveniente empezar siempre en agua más profunda e ir disminuyendo paulatinamente la profundidad.





6. Empuje



Este punto está en estrecha relación con la adaptación al medio. Muchas personas tienen miedo a sumergirse y no ser capaces de respirar cuando lo necesitan. Con actividades simples un paciente puede aprender que su cuerpo flota y tener la seguridad de que el agua “le dará apoyo”. También se puede denominar “inversión mental”. Ej. Retirar los pies del fondo de la piscina y sentir que el agua “les sostiene” o intentar coger cosas del fondo sintiendo el “empuje” del agua hacia arriba pueden ser ejercicios usados en esta fase.

7. Equilibrio en Inmovilidad o balance en quietud



Es el punto más estático del programa. Se define como la capacidad para mantenerse flotando sin movimiento en el agua. Puede realizarse en distintas posiciones, dependiendo en gran medida del equilibrio físico y mental. Consiste sencillamente en mantenerse en flotación boca abajo o boca arriba. El terapeuta provoca pequeños desequilibrios creando turbulencias alrededor de la persona o jugando con el efecto metacéntrico. Dominar este punto permite al paciente mantener la estabilidad mediante co-contracciones o con actividad isométrica. Las zonas más importantes para trabajar son la cintura escapular y pelviana, el tronco y la cadera.

8. Desplazamiento en turbulencia



Es la expresión dinámica del balance en quietud. El paciente mantiene su posición, controlando rotaciones indeseadas, cuando es movido indirectamente por el terapeuta a través de turbulencias creadas bajo sus hombros o a su espalda.



9. Progresión simple

Una vez que el paciente puede controlar la posición durante las turbulencias, se introduce la propulsión. Inicialmente a través de pequeños movimientos simétricos de las manos del paciente bajo el agua y cerca de la pelvis aumentando progresivamente la complejidad y la amplitud hasta conseguir el gesto básico de natación.

10. Movimiento básico de natación

En la última fase se añade dificultad incluyendo movimientos más complejos, como por ejemplo la elevación coordinada y repetida de los brazos fuera del agua, promoviendo un desplazamiento de espalda.



Una vez dominados los puntos del programa Halliwick, la persona puede saltar, sumergirse moverse con total libertad y seguridad. Tendrá **independencia en el agua** y estará en disposición de realizar cualquier otra terapia y/o nadar



Beneficios



Los beneficios de este método están asociados a los efectos de la hidrocinesiterapia, de la hidroterapia y de las propias movilizaciones que lo caracterizan. Proporciona una mejoría en el control respiratorio, especialmente en espiración, lo que es muy útil para afrontar problemas de atragantamiento. La gran variedad de movimientos rotacionales ponen en “stress” al tejido conectivo, provocando una disminución de la rigidez y estimulando la realineación de nuevas fibras de colágeno (Lamberck and Urs Gamper 2010)

Normalmente el programa se inicia con apoyo del terapeuta en las extremidades superiores, progresando hacia la fijación en distintos puntos del cuerpo y por tanto hacia la estabilización consciente de las áreas que no están sometidas a apoyo, lo que proporciona una mayor estabilidad articular.

Casi todas los ejercicios de Halliwick requieren actividad de tronco por el uso del efecto metacéntrico y las turbulencias. Esto provoca trabajo excéntrico del músculo en su intento de estabilización rítmica. También se potencia la actividad abdominal especialmente en ejercicios de estabilización en rotación transversal.

Los movimientos rotacionales facilitados por la flotación y la presión hidrostática, de manera suave pero constante, ayudan a mantener el tono muscular. Facilitan información quinésica al sistema nervioso central donde comienzan las bases de una adaptación neural

Las habilidades sociales, comunicación, capacidad mental, bienestar psicológico y autoestima pueden ser desarrollados a través de sesiones de Halliwick (Harris 1978, Adams & Mc Cubbin 1991, Cole & Becker 2004, Getz 2006)

En resumen podríamos decir que el programa de los 10 puntos mejora la habilidad del paciente para iniciar y ejecutar movimientos que le son difíciles en el ambiente terrestre. El movimiento en el agua proporciona patrones de aprendizaje motor, procesamiento sensorial, desarrollo cognitivo que permiten al paciente tener mayor control en sus actividades de la vida diaria (AVD).. (MaKinnon 1997, Bumin et al 2003, Getz 2006, Getz et al 2007)



Aplicaciones

Halliwick es especialmente útil en neurorehabilitación y en patologías que cursan con deficiencias en el equilibrio y la estabilidad: Parkinson, secuelas tras ictus o parálisis cerebral infantil entre otras, prevención de caídas en ancianos con dificultad de movimiento y alteraciones de la marcha, etc.

Constituye un valor añadido al tratamiento “en seco” de cualquier patología músculo esquelética asociado a otras terapias

Facilita el inicio de actividad acuática en personas que tienen miedo al agua o manifiestan mucha inseguridad en la piscina.



Artículo 1

⁽¹⁾ La fosfofructoquinasa es la enzima que fosforila a la fructosa 6-fosfato en la glicólisis. Esta enzima cataliza la transferencia de un grupo fosfato desde el ATP a la fructosa 6-fosfato para formar un derivado bifosfato. Esta es una reacción de enorme importancia en un amplio número de procesos biológicos, (Shephard, 1996).

Álvarez, B., y Álvarez, J. C. B. (2002). Capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. Relationship between the maximal oxygen uptake and repeated sprint ability in futsal players. *Revista de entrenamiento deportivo*, 17(2), 13-24.

Babette, M., Villanueva, A. M., Fernández-Fernández, J., y Terrados, N. (2007). Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (2). *Archivos de medicina del deporte*, 35-41.

Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., y Castagna, C. (2010). The validity and reliability of global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.

Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer—with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 619, 1.

Bangsbo, J., Nørregaard, L., y Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16(2), 110-116.

Barbero, J., Méndez-Villanueva, A., y Bishop, D. (2006). La capacidad para repetir esfuerzos máximos intermitentes: Aspectos Fisiológicos (1). *Archivos de Medicina del Deporte*, 13(14), 299-303.

Bergeron, M. F., Maresch, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., y Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *International Journal of Sports Medicine*, 12(5), 474-9.

Bergeron, M. F., Armstrong, L. E., y Maresch, C. M. (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 23-32.

Bishop, D., y Spencer, M. (2004). Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 1-7.

Bishop, D., y Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 97(4), 373-379.

Bishop, D., Girard, O., y Méndez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(9), 741-56.

Calbet, J. A., y García, D. C. (2006). Fatiga, dolor muscular tardío y sobreentrenamiento. *Fisiología del Ejercicio*. Cap. 41, 755-810.

Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., y Hartmann, P. E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Sciences*, 16(8), 739-747.

Cooke, S. R., Petersen, S. R., & Quinney, H. A. (1997). The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(6), 512-519.

Davey, P. R., Thorpe, R. D., y Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 311-318.

Dawson, B., Fitzsimons, M., y Ward, D. (1993). The relationship of repeated sprint ability to aerobic power and performance measures of an aerobic work capacity and power. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(4), 88-93.

De la Fuente, F. P., Zagalaz, J. C., Benedí, D. O., Hijós, A. Q., Castellar, A., y Otín, C. (2014). Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de élite. *Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (25), 107-112.

Dupont, G., Millet, G., Guinhouya, C., y Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 27-34.

Elliot, B., Dawson, B., y Pyke, F. (1985). The energetics of single tennis. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 11-20.

Faccini, P., y Dal Monte, A. (1996). Physiologic demands of badminton match play. *American Journal of Sports Medicine*, 24(6), S64-S66.

Fernández-Fernández, J., Méndez-Villanueva, A., y Fernández-García, B. (2005). Patrón de actividad, Perfil de Lactato y RPE durante un Torneo de Tenis Profesional. *Tecnología y Ciencias del Ejercicio Físico y del Deporte*, 3-6.

Fernández-Fernández, J., Fernández-García, B., Méndez-Villanueva, A., y Terrados, N. (2005). La intensidad de trabajo en tenis: el entrenamiento frente a la competición. *Archivos de medicina del deporte*, 23(107), 187-192.

Fernández-Fernández, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A., y Ferrautia, L. (2013). Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(2), 232-239.

Fernández-Fernández, J., Méndez-Villanueva, A., y Sanz-Rivas, D. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15-26.

Ferrauti, A., Bergeron, M. F., Pluim, B. M., y Weber, K. (2001). Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1-2), 27-33.

Girard, O., y Lattier, G. (2006). Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. *British Journal of Sports Medicine*, 40(6), 521-526.

Girard, O., y Millet, G. P. (2004). Effects of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis players. *Science and Racket Sports III*. London: E y FN Spon, 43-8.

Girard, O., Méndez-Villanueva, A., y Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(8), 673-94.

Girard, O., y Millet, G. (2009). Neuro-muscular fatigue in racket sports. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 20(1), 161-173.

González-Badillo, J. J., y Izquierdo-Redín, M. (2006). La carga de entrenamiento y el rendimiento de fuerza y potencia muscular. Encuentro sobre alto rendimiento deportivo. Málaga. Ed: Instituto Andaluz del Deporte.

Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., y Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sport Medicine*, 41(8), 531-6.

Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., y Young, W. (2007). Fatigue in tennis. *Sports Medicine*, 37(3), 199-212.

Jódar Montoro, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el VO₂máx. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 3(11) 173-181.

Kindermann, W., Schnabel, A., Schnitt, K., Flothner, G., Biro, G., y Lehmann, M. (1981). Behaviour of pulse rate and metabolism in tennis and squash. *Dtsch. Z. Sportmed*, 9(2), 229-238.

Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381-385.

Lees, A. (2003). Science and the major racket sports: a review. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 707-732.



Luque, G., Cárceles, F., Fiol, C., y Gutiérrez, C. (2006). Estudio cineantropométrico del jugador de tenis adolescente. (Cinematic anthropometric study of adolescent tennis players). *CCD. Cultura Ciencia y Deporte*, 2(4), 27–32.

McArdle, W., Katch, F. I., y Katch, V. L. (1990). *Fisiología del ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento Humano*, 2, 119–36.

McGawley, K., y Bishop, D. (2008). Anaerobic and aerobic contribution to two, 5 x 6-s repeated-sprint bouts. *Coaching and Sport Science Journal*, 3, 52–58.

Méndez-Villanueva, A., Fernández-Fernández, J., Bishop, D., Fernández-Gracia, B., y Terrados, N. (2007). Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *British Journal of Sport Medicine*, 41(5), 296–300.

Navarro, F. (2000). *Principios del entrenamiento y estructuras de la planificación deportiva*. Madrid: Ed. Comité Olímpico Español

Nig, D. K., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., y Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 35(6), 654–658.

Novas, A. M. P., Rowbottom, D. G., y Jenkins, D. G. (2003). A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 40–50.

Pareja, A. (2010). *Carga física y adaptación orgánica*. Educación Física y Deporte, 8(1–2), 57–65.

Pyne, D. B., Boston, T., Martin, D. T., y Logan, A. (2000). Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser. *European Journal of applied physiology*, 82(1–2), 112–116.

Renström, P. (2002). *Handbook of Sports Medicine and Science*. Oxford: Blackwell Science

Rota, S., Morel, B., Saboul, D., Rogowski, I., y Hautier, C. (2013). Influence of fatigue on upper limb muscle activity and performance in tennis. *Journal of electromyography and kinesiology: official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 22, 294–300.

Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 13(2), 99–107.

Sandoval, P. (2011). *Prevención de la acumulación de la fatiga residual y del sobreentrenamiento deportivo. Una nueva definición: fatiga subaguda severa*. Colección ICD: Investigación en Ciencias del Deporte, (56).

Shephard, R. (1996). *La resistencia en el deporte* (Vol. 2). Madrid: Editorial Paidotribo.

Smekal, G., Von Duvillard, SP., Pokan, R., Baron, R., Hofmann, P., Tsachan, H., Bachil, N. (2003). Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *European Journal of applied physiology*, 89(5), 489–495.

Smekal, G., Von Duvillard, SP., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., Tsachan, H., Bachil, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999–1005.

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

Therminarias, A., Dansou, P., Chirpaz-Oddou, M.-F., Gharib, C., y Quirion, A. (1991). Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. Effect of ageing. *International Journal of Sports Medicine*, 12(01), 10–16.

Tomlin, D. L., y Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1–11.

Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., y Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(8), 1281–1288.

Artículo 2

Abbate, V., Kicman, A., Evans Brown, M., McVeigh, J., Cowan, D., Wilson, C., Coles, S. e Walker, C. (2015). «Anabolic steroids detected in bodybuilding dietary supplements a significant risk to public health», *Drug testing and analysis*.

Ariel, G. e SAVILLE, W. (1971). «Anabolic steroids: the physiological effects of placebos», *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (4).

Ayotte, C., Lévesque, J.-F., Cléroux, M., Lajeunesse, A., Goudreault, D. e Fakirian, A. (2001). «Sport nutritional supplements: quality and doping controls», *Canadian journal of applied physiology*, vol. 26 (S1), p. S120–S129.

Baylis, A. (2001). «Inadvertent Doping Through Supplement Use By Athletes: Assessment and Management», *international journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 11, p. 365–383.

Brill, J. B. e Keane, M. W. (1994). «Supplementation patterns of competitive male and female bodybuilders», *International journal of sport nutrition*, vol. 4, p. 398–398.

Burgueño Menjibar, R., López Blanco, David., García Sánchez, A. (2012). «EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires - Año 17 - N° 168

Burke, L., Cort, M., Cox, G., Crawford, R., Desbrow, B., Farthing, L., Minehan, M., Shaw, N. e Warnes, O. (2006). «Supplements and sports foods», *Clinical Sports Nutrition*. Sydney, Australia: McGraw-Hill, p. 485–579.

Catlin, D. H., Leder, B. Z., Ahrens, B., Starcevic, B., Hattton, C. K., Green, G. A. e Finkelstein, J. S. (2000). «Trace contamination of over-the-counter androstenedione and positive urine test results for a nandrolone metabolite», *Jama*, vol. 284 (20), p. 2618–2621.

De Hon, O. e Coumans, B. (2007). «The continuing story of nutritional supplements and doping infractions», *British journal of sports medicine*, vol. 41 (11), p. 800–805.

Delbeke, F. T., Van Eenoo, P., Van Thuyne, W. e Desmet, N. (2002). «Prohormones and sports», *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, vol. 83 (1), p. 245–251.

Geyer, H., Mareck-Engelke, U., Reinhardt, U., Thevis, M. e Schänzer, W. (2000). «Positive doping cases with norandrosterone after application of contaminated nutritional supplements», *Dtsch Z Sportmed*, vol. 51 (11), p. 378–82.

Geyer, H., Bredehöft, M., Mareck, U., Parr, M. e Schänzer, W. (2003a). «High doses of the anabolic steroid metandienone found in dietary supplements», *European Journal of Sport Science*, vol. 3 (1), p. 1–5.

Geyer, H., Bredehöft, M., Mareck, U., Parr, M., Reinhardt, U. e Schänzer, W. (2003b). «Oxandrolone and high doses of metandienone found in nutritional supplements», in «Proceedings of the Manfred Donike Workshop. 21st Cologne Workshop on Dope Analysis. Cologne: Sport & Buch Strauß», p. 77–84.

Geyer, H., Parr, M., Mareck, U., Reinhardt, U., Schrader, Y. e Schanzer, W. (2004). «Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids: results of an international study», *International journal of sports medicine*, vol. 25 (2), p. 124–129.

Geyer, H., Mareck, U., Köhler, K., Parr, M., Schänzer, W., Schänzer, W., Geyer, H., Gotzmann, A. e Mareck, U. (2006). «Cross-contaminations of vitamin- and mineraltablets with metandienone and stanozolol», *Recent advances in doping analysis*, vol. 14, p. 11–16.

Geyer, H., Parr, M. K., Koehler, K., Mareck, U., Schänzer, W. e Thevis, M. (2008). «Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances», *Journal of Mass Spectrometry*, vol. 43 (7), p. 892–902.



Green, G. A., Catlin, D. H. e Starcevic, B. (2001). «Analysis of over-the-counter dietary supplements», *Clinical Journal of Sport Medicine*, vol. 11 (4), p. 254–259.

Grunewald, K. K. e Bailey, R. S. (1993). «Commercially marketed supplements for bodybuilding athletes», *Sports Medicine*, vol. 15 (2), p. 90–103.

Gurley, B. J., Gardner, S. F., Hubbard, M. A. et al. (2000). «Content versus label claims in ephedra-containing dietary supplements», *American Journal of Health System Pharmacy*, vol. 57 (10), p. 963–969.

Hopkins, W. G., Hawley, J. A. e Burke, L. M. (1999). «Design and analysis of research on sport performance enhancement», *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 31 (3), p. 472–485.

Jung, J., Hermanns-Clausen, M. e Weinmann, W. (2006). «Anorectic sibutramine detected in a Chinese herbal drug for weight loss», *Forensic science international*, vol. 161 (2), p. 221–222.

Kamber, M., Baume, N., Saugy, M. e Rivier, L. (2001). «Nutritional supplements as a source for positive doping cases?», *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, vol. 11, p. 258–263.

Koehler, K., Geyer, H., Guddat, S., Orlovius, A., Parr, M., Thevis, M., Mester, J. e Schänzer, W. (2007). «Sibutramine found in chinese herbal slimming tea and capsules», *Recent advances in doping analysis*, vol. 15, p. 367–70.

Kozyskyj, A. (1997). «Herbal products in Canada. How safe are they?», *Canadian Family Physician*, vol. 43, p. 697.

Li, N., Hauser, R., Holford, T., Zhu, Y., Zhang, Y., Bassig, B., Honig, S., Chen, C., Boyle, P., Dai, M. et al. (2015). «Muscle-building supplement use and increased risk of testicular germ cell cancer in men from Connecticut and Massachusetts», *British journal of cancer*, vol. 112 (7), p. 1247–1250.

Maganaris, C. N., Collins, D., Sharp, M. et al. (2000). «Expectancy effects and strength training: do steroids make a difference?», *Sport Psychologist*, vol. 14 (3), p. 272–278.

Maughan, R. (2005). «Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport», *Journal of Sports Sciences*, vol. 23 (9), p. 883–889.

Parasrampur, J., Schwartz, K. e Petesch, R. (1998). «Quality control of dehydroepiandrosterone dietary supplement products», *Jama*, vol. 280 (18), p. 1565–1565.

Parr, M., Geyer, H., Sigmund, G., Köhler, K. e Schänzer, W. (2003). «Screening of nutritional supplements for stimulants and other drugs», *Recent advances in doping analysis*, vol. 2.

Parr, M. K., Geyer, H., Hoffmann, B., Köhler, K., Mareck, U. e Schänzer, W. (2007). «High amounts of 17-methylated anabolic androgenic steroids in effervescent tablets on the dietary supplement market», *Biomedical Chromatography*, vol. 21 (2), p. 164–168.

Parr, M. K., Koehler, K., Geyer, H., Guddat, S. e Schänzer, W. (2008). «Clenbuterol marketed as dietary supplement», *Biomedical chromatography*, vol. 22 (3), p. 298–300.

Perharic, L., Shaw, D., Colbridge, M., House, I., Leon, C. e Murray, V. (1994). «Toxicological problems resulting from exposure to traditional remedies and food supplements», *Drug Safety*, vol. 11 (4), p. 284–294.

Pipe, A. e Ayotte, C. (2002). «Nutritional supplements and doping», *Clinical Journal of Sport Medicine*, vol. 12 (4), p. 245–249.

Rabkin, J. G., Markowitz, J. S., Stewart, J., McGrath, P., Harrison, W., Quitkin, F. M. e Klein, D. F. (1986). «How blind is blind? Assessment of patient and doctor medication guesses in a placebo-controlled trial of imipramine and phenelzine», *Psychiatry research*, vol. 19 (1), p. 75–86.

Rockwell, M. S., Nickols Richardson, S. M., Thye, F. W. et al. (2001). «Nutrition knowledge, opinions, and practices of coaches and athletic trainers at a division I university», *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 11, p. 174–185.

Ronsen, O., Sundgot-Borgen, J. e Maehlum, S. (1999). «Supplement use and nutritional habits in Norwegian elite athletes», *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, vol. 9 (1), p. 28–35.

Roufs, J. B. (1992). «Review of L-tryptophan and eosinophilia-myalgia syndrome», *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 92 (7), p. 844–850.

Shaw, D., Leon, C., Kolev, S. e Murray, V. (1997). «Traditional remedies and food supplements», *Drug safety*, vol. 17 (5), p. 342–356.

Sobal, J. e Marquart, L. F. (1994). «Vitamin/mineral supplement use among high school athletes», *Adolescence*, vol. 29 (116), p. 835.

Van der Merwe, P. e Grobbelaar, E. (2005). «Unintentional doping through the use of contaminated nutritional supplements», *South African Medical Journal*, vol. 95 (7), p. 510–511.

Williams, M. H. (2002). *Nutrición para la salud la condición física y el deporte* (Bicolor), Editorial Paidotribo.

Artículo 3

⁽¹⁾ Boschetti, G. ¿Qué es la electroestimulación? teoría práctica y metodología del entrenamiento. Barcelona: Paidotribo. 2004

⁽²⁾ Vatter, J. La estimulación eléctrica del músculo como entrenamiento de todo el cuerpo - Estudio multicéntrico sobre el uso de EMS integral en los gimnasios Universidad de Bayreuth, 2003; publicación AVM Verlag, Munich 2010.

⁽³⁾ Speicher U, Nowak S, Schmithüsen J, Kleinöder H, Mester, J. Los efectos, a corto y largo plazo, del entrenamiento relacionados con los parámetros de diagnóstico de la estimulación mecánica y eléctrica. Universidad del Deporte Colonia 2008; publicado en la red "medicina deportiva" 04/2007 entre otros.

⁽⁴⁾ Pombo, M., Rodríguez, J., Bruñe, X & Requena, B. La electroestimulación entrenamiento y periodización. Barcelona: Paidotribo. 2004

⁽⁵⁾ Linares M, Escalante K, La Touche R. Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electroestimulación del cuádriceps, 2004;26(4):235-44.

⁽⁶⁾ Porcari, J., Miller, J., Cornwell, K., Foster, C., Gibson, M., McLean, K. & Kernozek, T. Efectos del Entrenamiento con Estimulación Eléctrica Neuromuscular sobre la Fuerza y la Resistencia Abdominal y sobre Mediciones Antropométricas Seleccionadas. Revista de Ciencias del Deporte y Medicina 4, (2005) 66-75.

⁽⁷⁾ Boeck-behrens W.U, Schäffer G. Electroestimulación muscular (EMS) de la musculatura de todo el cuerpo – Un método innovador para aliviar la incontinencia urinaria. Universidad de Bayreuth, 2002.

⁽⁸⁾ Lorenzo Gómez M.F., Silva Abuín J.M., García Criado F.J., Geanini Yagüez A, Urrutia Avisrorr M. Treatment of stress urinary incontinence with perineal Biofeedback by using superficial electrodes. Servicio y Cátedra de Urología. Departamento de Cirugía. Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario de Salamanca. Universidad de Salamanca.

⁽⁹⁾ Zicot M, Rigaut p. Effect of the frequency of neuromuscular electric stimulation of the leg on femoral arterial blood flow. Journal of Malaysian Vascular 20(1) 9-13. 1995.

⁽¹⁰⁾ Lake, D.A. (1992) Neuromuscular electrical stimulation. An overview and its application in the treatment of sport injuries. Sports Med. 13(5): 320-336

⁽¹¹⁾ Dufary A. La electroestimulación neuromuscular y su aplicación en el desarrollo de la fuerza en el deporte. Universidad del Valle. Instituto de educación y pedagogía. Área de Educación Física y Deporte Santiago de Cali. 2011.



⁽¹²⁾ P. Ruiz Gallardo, José Luis González Montesinos, Jesús Mora Vicente. La electroestimulación como complemento al entrenamiento isométrico voluntario en la mejora de la fuerza isométrica máxima. Diferencias entre hombres y mujeres de mediana edad) Apunts: Educación física y deportes, ISSN 1577-4015, N° 89, 2007, págs. 56-63

Artículo 4

Adams CR,Mc Cubbin JA. *Games sports and exercise for the physically disabled*,4th ed.Portland: Lea&Febiger,1991

Andrew J. Cole, M.D and Bruce E.Becker,M.D.Comprehensive Aquatic Therapy. Second Edition Butterworth Heinemann. Elsevier. 2004.

Bumin, G., Uyanik, M., Yilmaz, I., Kayihan, H., Topçu, M., Topcu, M., . & Topcu, M. (2003). Hydrotherapy for Rett syndrome.Journal of rehabilitation medicine,35(1), 44-45.

García – Giralda Bueno María L, “El concepto Halliwick como base de hidroterapia infantil”. Fisioterapia 2002,24 (3):160-4

Getz, M., Hutzler,Y., Vermeer,A. (2006). Effects of aquatic intervention in children with neuromotor impairments:a systematic review of the literature. Clinical Rehabilitation,11 (20),927-936

Getz, M., Hutzler, Y., & Vermeer, A. (2007). The effects of aquatic intervention on perceived physical competence and social acceptance in children with Cerebral Palsy. European.

Journal for Special Needs Education, 22, 217-228.

Harris,S.R. (1978). Neurodevelopmental treatment approach for teaching swimming to cerebral palsied children. Physical therapy,58 (8),979-983

Lamberck J, Gamper U. “The Halliwick Concept”. Comprehensive aquatic therapy. In: Bruce E, Becker et Andrew J Cole, Editors (2010)

Lochau A.C. (1973).“The Halliwick Swimming method for handicapped (adults and children)”. Developed by the Association of swimming therapy. UK

Mackinnon, K. An evaluation of the benefits of Halliwick in a child with spastic diplegia.A.P.C.P Journal. December: 30-39, 1997

Mc.Millan, James M.B.E (1978) “The role of water in rehabilitation”. Pysioterapeuten.Vol 45. March

Mogollón Méndez Ángela. “Principios de terapia acuática”. Rev ASCOFI-Vol 50 2005.



► Revistas



Nº1 _____

- EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD DE LOS ADULTOS
Nicolás Terrados Cepeda / Javier Pérez-Landaluce
Benjamín Fernández García
- NUEVOS ASPECTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO
Y DE LA FATIGA EN DEPORTES DE LARGA DURACIÓN
Nicolás Terrados Cepeda / Javier Pérez-Landaluce
Benjamín Fernández García

Nº2 _____

- EJERCICIO FÍSICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. LA FUERZA
Javier Pérez-Landaluce / Raquel Ortolano Ríos
Benjamín Fernández García / Nicolás Terrados Cepeda
- RESPUESTAS Y ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL EJERCICIO
DE ALTA INTENSIDAD: APLICACIONES AL ENTRENAMIENTO
Benjamín Fernández García / Javier Pérez-Landaluce
Nicolás Terrados Cepeda
- ANTIOXIDANTES Y DEPORTE
Dr. Juan Carlos Bango Melcón

Nº3 _____

- LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EDAD ESCOLAR. SU RELACIÓN CON LA SALUD
Javier Rodríguez Ordax / Sara Márquez Rosa
Serafín de Abajo Olea / Nicolás Terrados Cepeda
- CICLO MENSTRUAL Y DEPORTE
María Luisa Ruiz Fernández / Luis María Gutiérrez Glez.
- EJERCICIO FÍSICO DURANTE EL EMBARAZO
María Esther Álvarez Cueto

Nº4 _____

- MEDICINA DEPORTIVA APLICADA A DEPORTES DE EQUIPO (BALONCESTO)
Antonio Tramullas
- EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL FÚTBOL MODERNO
Ricardo Rodríguez Suárez
- NUTRICIÓN Y FÚTBOL: NECESIDADES NUTRICIONALES
Y PRÁCTICAS DIETÉTICAS RECOMENDADAS
Eduardo Iglesias / Ángeles M Patterson
- NOVEDADES EN GENÉTICA Y EJERCICIO
Raquel Ortolando Ríos / Nicolás Terrados Cepeda

Nº5 _____

- EL ESQUÍ ALPINO. ACONDICIONAMIENTO FÍSICO PREVIO AL INICIO
DE LA TEMPORADA
Javier Pérez-Landaluce López
- ACTUALIZACIONES SOBRE LA ACIDOSIS LÁCTICA
Y EL ENTRENAMIENTO AERÓBICO
Nicolás Terrados Cepeda
- OBESIDAD Y EJERCICIO. METABOLISMO DE LA GRASA DURANTE EL EJERCICIO
Nicolás Terrados Cepeda

Nº6 _____

- CARGAS DE TRABAJO SALUDABLES EN EL DEPORTE
Y APLICACIÓN DE LA GENÉTICA
María Ramos Bueno / Tania Fernández González
Nicolás Terrados Cepeda
- ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL TENIS DE COMPETICIÓN
Jaime Fernández Fernández / Alberto Méndez Villanueva
Babette Pluim / Nicolás Terrados Cepeda

Nº7 _____

- IMPORTANCIA DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA PREVENCIÓN
Y TRATAMIENTO DE CIERTAS PATOLOGÍAS
Nicolás Terrados Cepeda
- METABOLISMO DEL BALONCESTO
Nicolás Terrados Cepeda / Enrique Salinas
Julio Calleja
- AYUDAS ERGOGÉNICAS NATURALES EN LA SALUD Y EL RENDIMIENTO
DEPORTIVO. UTILIZACIÓN DE SUBSTANCIAS TAMPÓN PARA MEJORAR
EL RENDIMIENTO DEPORTIVO
Manuel Rodríguez Alonso
- PAPEL DE LA FISIOTERAPIA EN LA RECUPERACIÓN DEL DEPORTISTA
Tania Fernández González

Nº8 _____

- NIÑOS, EJERCICIO, OBESIDAD Y ESTILO DE VIDA.
Javier Pérez Landaluce
- ANEMIAS NUTRICIONALES
Xabier Leibar
- EL EJERCICIO FÍSICO COMO FUENTE DE SALUD EN EL
NIÑO Y EL ADULTO.
Nicolás Terrados Cepeda



Nº9

- ▶ ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN ESCOLARES DE MEDIO URBANO.
Hernández L. A. / Ferrando J. A. / Quílez J.
Aragonés M. / Terreros J. L.
- ▶ NUEVOS EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO Y DEL ENTRENAMIENTO EN
LOS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EMERGENTES.
Gracia Valcárcel Piedra / Nicolás Terrados Cepeda
Rafael Venta Obaya
- ▶ ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE ÉXITO ASOCIADOS AL ENTRENAMIENTO
DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN EL BALONCESTO MODERNO.
Julio Calleja-González / Argia Langarika Rokafort
Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ EL CORE. LA ESTABILIDAD LUMBOPÉLVICA EN EL DEPORTISTA.
Belén Fernández Alonso

Nº10

- ▶ INTRODUCCIÓN AL ENTRENAMIENTO EN CICLISMO.
Yago Alcalde.
- ▶ ACTUALIZACIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD.
Nicolás Terrados Cepeda.
- ▶ CONSIDERACIONES PARA EL RENDIMIENTO DEPORTIVO
EN ALTURA EXTREMA Y PERFIL DEL DEPORTISTA.
Gaizka Mejuto.

Nº11

- ▶ EXIGENCIA EN BALONCESTO: CARGA EXTERNA E INTERNA.
Xavi Schelling i del Alcázar
- ▶ DEMANDA FÍSICA DEL BADMINTON EN CATEGORÍA JUNIOR.
Francisco Félix Álvarez Dacal
- ▶ BASES COMUNES PARA LA RECUPERACIÓN DEL JUGADOR
EN DEPORTES DE EQUIPO.
Nicolás Terrados Cepeda / Julio Calleja-González
- ▶ REFLEXIONES DESPUÉS DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES 2012.
Nicolás Terrados Cepeda / Julio Calleja-González
Xabier Leibar Mendarte

Nº12

- ▶ APLICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CARGA
EN EL FÚTBOL, PARA LA RECUPERACIÓN DEL FUTBOLISTA
Ramón Moré García / Álvaro Vázquez García
- ▶ ACTUALIZACIÓN SOBRE EL METABOLISMO ANAERÓBICO
Nicolás Terrados Cepeda
Francisco Sánchez Sotomayor
- ▶ EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDOS GRASOS
OMEGA 3 EN LA RECUPERACIÓN MUSCULAR
Juan Martínez Fernández

Nº13

- ▶ PLATOS Q-RING – BUSCANDO LA PEDALADA PERFECTA.
José Luis de Santosa
- ▶ EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA
INTENSIDAD EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD.
Luis Camacho Mateo
- ▶ HIDROXIMETILBUTIRATO Y SU POSIBLE APLICACIÓN DEL DEPORTE
A LA SALUD.
Sergio Martínez López

Nº14

- ▶ ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO.
CUIDADOS DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA.
Pedro Luis del Mazo Tomé / Belén Fernández Alonso
- ▶ EFECTOS DEL CALOR AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD
Juan Andrés Jiménez Luna / Nicolás Terrados Cepeda
- ▶ LOS MONITORES DEPORTIVOS DE LA FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL
DE AVILÉS ANTE LA PARADA CARDIACA
Pedro Luis del Mazo Tomé / Belén Fernández Alonso
- ▶ HIDROXIMETILBUTIRATO Y SU POSIBLE APLICACIÓN DEL DEPORTE A LA SALUD.
Ana Amelia Menéndez Bernardo
- ▶ LAS GRASAS COMO APOORTE ENERGÉTICO DURANTE EL EJERCICIO.
Alberto Mourinho Cabaleiro / Nicolás Terrados Cepeda

Nº15

- ▶ EL TENIS DESDE UN PUNTO DE VISTA FÍSICO Y FISIOLÓGICO
Iago Hermida Beneitez
- ▶ LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS DEPORTIVAS Y LA PROBLEMÁTICA
DE SU CONTAMINACIÓN
Juan Ruiz López
- ▶ EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO ELECTROESTIMULADO
Marta Fernández Troyano
- ▶ EL METODO HALLIWICK, UNA FORMA ESPECÍFICA DE TERAPIA EN EL AGUA
Ana Amelia Menéndez Bernardo



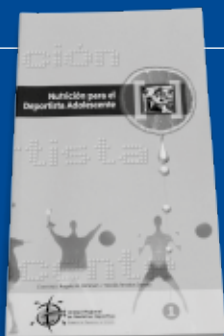
► Monografías



Nº 1 NUTRICIÓN PARA EL DEPORTISTA ADOLESCENTE

Editores: Ángeles M. Patterson
Nicolás Terrados Cepeda

Eduardo Iglesias
Ángeles M. Patterson
Xabier Leibar
Nicolás Terrados



- CAP.1 NECESIDADES NUTRICIONALES Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS ADOLESCENTES. GENERALIDADES
- CAP.2 INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN DEPORTIVA: EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL Y LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS DE FUTBOLISTAS ADOLESCENTES ASTURIANOS
- CAP.3 ANEMIAS NUTRICIONALES
- CAP.4 RECOMENDACIONES NUTRICIONALES Y CONSEJOS PRÁCTICOS

Nº 2 ACTUALIZACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA

Editor: Nicolás Terrados Cepeda

Benjamín Fernández García
Nicolás Terrados Cepeda
Dionisio Alonso Curiel
Juan M. del Campo Vecino
Ricardo Rodríguez Suárez
Daniel Alonso Curiel



- CAP.1 METABOLISMO ENERGÉTICO DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA
- CAP.2 ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE LARGA DURACIÓN
- CAP.3 LA RESISTENCIA EN BALONCESTO
- CAP.4 EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL FÚTBOL MODERNO
- CAP.5 DE LA INICIACIÓN ATLÉTICA AL ALTO RENDIMIENTO EN LA PRUEBA DE MARATÓN: UNA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO



LA EPILAS SOWEP

deporte en Avilés

CON:





DEPORTE ASTURIANO

GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

www.asturias.es/deporteasturiano