

# Bases para el entrenamiento con electroestimulación

PARTE

1

## 1. Introducción

En la actualidad se está empezando a incorporar a los entrenamientos de cualquier deportista una nueva técnica: la electroestimulación neuromuscular (EENM).

Como cualquier método de entrenamiento que se utiliza por primera vez, se corre el riesgo de no medir bien las cargas, la frecuencia de los entrenamientos, los descansos entre sesiones, entre grupos musculares, etc.

Con este libro queremos aportar una guía práctica para que el deportista y el entrenador conozcan perfectamente los diferentes parámetros de la electroestimulación y sepan interpretar qué están haciendo cuando están utilizando un programa de fuerza, uno de hipertrofia, uno de capilarización, etc.; en qué momento de la temporada es mejor utilizar un programa u otro; de qué manera se debe combinar dentro de la sesión de entrenamiento, y todos los datos que necesita el entrenador para programar los entrenamientos.

A lo largo del libro proporcionaremos ejemplos de utilización de los diferentes programas y en los diferentes momentos de la temporada de un deportista, así como de la combinación de trabajo voluntario y electroestimulación (hay muchas maneras de hacerlo), y pondremos ejemplos para diferentes deportes.

En definitiva, intentaremos que el entrenador y el deportista se familiaricen con esta técnica de entrenamiento y que sepan qué están haciendo y por qué, y de igual manera que se planifican unas series de 1.000 metros a unas pulsaciones determinadas y con un descanso concreto, o se levantan unos kilogramos en el gimnasio repartidos en unas series y repeticiones concretas, sea posible programar un entrenamiento de fuerza máxima, incorporando la electroestimulación a la sesión de entrenamiento.



## ELECTROESTIMULACIÓN: ENTRENAMIENTO Y PERIODIZACIÓN

De este modo, expondremos una introducción sobre las bases fisiológicas de la electroestimulación pero sin aburrir con fórmulas matemáticas ni leyes de electrofisiología, ya que no es esto lo que se pretende, sino disponer de un libro eminentemente práctico y de consulta.

### 3. La ley fundamental de la electroestimulación

Como hemos comentado con anterioridad, no explicaremos las fórmulas matemáticas de las leyes de la electrofisiología, ya que no es el objetivo de este libro, aunque sí adjuntamos la bibliografía necesaria para quien quiera conocerlas y profundizar más en el tema.

Cuando hacemos una contracción de forma voluntaria, el cerebro emite una orden, que se llama potencial de acción. Ésta se propaga a gran velocidad a lo largo del nervio motor, invirtiendo la polaridad de las células que atraviesa. Al final del recorrido, gracias a un neurotransmisor (la acetilcolina), la información se encamina al interior de la célula muscular y desencadena una sacudida muscular. La electroestimulación es una técnica que consiste en producir potenciales de acción (PA) sobre las células excitables (nerviosas o musculares) a través de un impulso eléctrico haciendo lo mismo que hace el cerebro.

Desde principios del siglo XX se conocen las leyes fundamentales que rigen la excitación de las células nerviosas y musculares por impulsos eléctricos. Estas leyes fueron descubiertas y comprendidas por los eminentes fisiólogos franceses Lapicque y Weiss (1,2), quienes lograron, gracias a ingeniosas experiencias, poner en forma matemática la relación entre la cantidad de corriente y la duración necesaria de la aplicación de ésta para provocar excitaciones en los nervios motores. Más recientemente, Hill (3) permitió una comprensión todavía mejor del fenómeno. Sin embargo, teniendo en cuenta los medios de la época, únicamente se podía esperar obtener una respuesta muscular débil, asociada a dolores violentos y quemaduras.

Electroestimular una fibra nerviosa se resume, pues, en reducir en un punto de la membrana el potencial de reposo hasta un valor medio de una corriente eléctrica aplicada sobre la piel. La primera cuestión que se

## 5. Contracción voluntaria o electroinducida

En este apartado veremos la diferencia entre la estimulación voluntaria y la estimulación mediante un electroestimulador (figura 1).

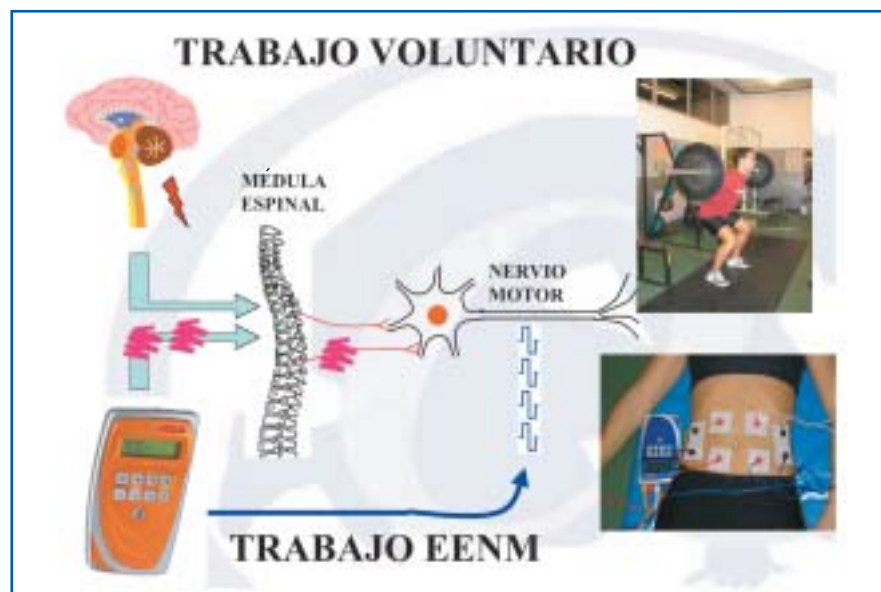


Figura 1

Se puede ver cómo, en una acción voluntaria, el cerebro envía un impulso eléctrico que va hacia la médula espinal y de ahí hacia el nervio motor. Esto no se produce en la electroestimulación, ya que será el elec-

# Aplicación práctica y periodización del entrenamiento con electroestimulación

PARTE

**2**

## 1. Introducción

En este capítulo vamos a exponer cómo podemos utilizar la electroestimulación para mejorar las diferentes manifestaciones de la fuerza. Para ello hemos seguido la estructura de la temporada que Tudor O. Bompa propone en su libro *Periodización del entrenamiento deportivo* (Paidotribo, 2ª ed., 2004).

Nos ha parecido que su estructuración es clara y a partir de ahí explicaremos cómo se usa la EENM para mejorar estas diferentes cualidades. Hay que decir que no se debe tomar esta periodización como la ideal (ya que dependerá de muchos factores), sino que a partir de ella explicamos cómo llevar a cabo un entrenamiento adecuado.

Bompa estructura la temporada de la siguiente manera:

*Primera fase:* adaptación anatómica

*Segunda fase:* hipertrofia

*Tercera fase:* fuerza máxima

*Cuarta fase:* conversión a potencia

*Quinta fase:* conversión a resistencia muscular

En cada capítulo daremos ejemplos de entrenamiento con electroestimulación y combinación de electroestimulación y entrenamiento voluntario, y una vez desarrollados éstos, daremos ejemplos de aplicación en diferentes deportes y diversos momentos de la temporada.

Todos los ejemplos expuestos deben tomarse como orientaciones, ya que la individualidad de cada persona es fundamental.

#### Primer ejemplo

8 min de iniciación muscular en cuádriceps y sin descanso un circuito de 4 x 6 ejercicios (45 s de trabajo – 30 s de descanso):

1. Press de banca
2. 1/2 squat
3. Abdominal
4. Remo horizontal
5. Split
6. Abdominal

8 min de firmeza en dorsal

3 x 6 min aeróbicos. No nos fijaremos en las pulsaciones. El ritmo debe ser cómodo.

En este ejemplo vemos que, al combinar los métodos, se reduce el número de ejercicios del circuito; si no, la cantidad de trabajo sería muy elevada. Además en este caso añadimos un trabajo aeróbico a pie al final, por eso las diferentes partes de la sesión no son excesivamente largas, pero entre ellas no debe haber prácticamente pausa. Podemos decir que los descansos los marcará el tiempo que tardemos en quitarnos y ponernos los electrodos.

#### Segundo ejemplo

Después del calentamiento un circuito de 4 x 6 ejercicios (45 s de trabajo – 15 s de descanso):

1. Press de banca
2. Press tras nuca
3. Prensa de piernas
4. Aberturas (pectoral)
5. Remo vertical
6. Subir escalón

10 min de tonificación en pectoral

10 min de tonificación en dorsal

20 min aeróbicos a pie suaves



Es interesante saber que muchos ciclistas, por comodidad, suelen aplicar las sesiones de electroestimulación encima de la bicicleta, colocada en el rodillo, y así estimulan en la posición de carrera. En este caso se aconseja hacer el mismo número de contracciones con un pie delante que con el otro. Esto lo haremos siempre que se disponga de calapié automático (si no, la cosa se complica...).

#### – Ejemplo combinado en la misma sesión

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
8 x 1000 recuperando 3 min 20 s de carrera continua suave	40 min carrera continua a menos de 140 ppm + <b>resistencia aeróbica</b> en cuádriceps	Series de subida de 1 min recuperando la bajada rodando	40 min carrera continua a menos de 140 ppm + <b>resistencia aeróbica</b> en gemelos	3 x 5 x 200 recuperando 1 min y 2 min	40 min carrera continua a menos de 140 ppm + <b>resistencia aeróbica</b> en cuádriceps	Descanso

Como podemos ver, éste es un entrenamiento para un atleta de medio fondo, siendo importante que primero se haga siempre el entrenamiento voluntario y a continuación el entrenamiento con EENM. Si lo hiciese al revés, la fatiga creada no permitiría hacer el entrenamiento voluntario en condiciones.

Al hacerlo de este modo, primero el entrenamiento voluntario y después la EENM, el deportista consigue el mismo efecto muscular deseado con estos largos kilometrajes (aumentar la capacidad oxidativa del músculo) y, lo más importante, lo realiza sin impacto alguno contra el suelo, que en estos deportistas es la causa de numerosas lesiones por sobrecarga, como pueden ser periostitis, tendinitis, etc. Estas lesiones harán que el deportista deba detener la práctica deportiva, con la consiguiente disminución de su rendimiento.

hacia el aumento de volumen deseado en la parte superior del cuerpo. En cambio, la parte inferior se trabaja únicamente un día (miércoles), y en este caso no se especifica el entrenamiento, ya que se puede enfocar hacia otros objetivos (mejora del dente vertical, etc.).



#### – Ejemplo combinado en la misma sesión

Como en casi todos los casos, éste será el entrenamiento ideal, puesto que es en el que más provecho sacaremos. En la introducción de este apartado ya hemos comentado que en los entrenamientos de hipertrofia, en los que el deportista quiere incrementar la masa muscular, con electroestimulación se van a conseguir resultados sorprendentes, pues la cantidad de trabajo que se puede hacer en una sesión de electroestimulación es muy superior a la que se logra en el entrenamiento voluntario y, lo que es muy importante, sin el desgaste osteoarticular que tienen este tipo de entrenamientos voluntarios.

A continuación proponemos 2 días de entrenamiento.

#### Primer ejemplo

1. 20 min de **hipertrofia** en pectoral + 2 x 15 **press de banca** (recuperación: 1 min, velocidad lenta).
2. 20 min de **hipertrofia** en dorsal + 2 x 15 **remo horizontal** (recuperación: 1 min, velocidad lenta).
3. 20 min de **hipertrofia** en deltoides + 2 x 15 **press sentado** (recuperación: 1 min, velocidad lenta).

## 5. Conversión a potencia

Ésta es una fase de una importancia capital, ya que todo el entrenamiento realizado durante la temporada debe transformarse en la fuerza específica que necesita el deportista para su especialidad. De nada sirve mejorar la fuerza de forma general si esto no supone un beneficio directo sobre el rendimiento del deportista.

Cada deporte tiene unas necesidades diferentes, como hemos ido viendo, de fuerza máxima, fuerza explosiva, etc. Así que esta fase de conversión a potencia también diferirá mucho de unas especialidades a otras.

En este capítulo hablaremos sobre todo de la utilización de programas de fuerza explosiva y pliométricos, cuáles son sus efectos, beneficios, ventajas, etc. Recordemos que para la mejora de la fuerza explosiva también utilizaríamos los entrenamientos excéntricos, de los que ya hemos hablado en el capítulo anterior.

Los **objetivos** principales de estos programas son:

- Mejora de la velocidad a la que se consigue la fuerza máxima.
- Mejora de la velocidad de contracción.
- Mejora de la elasticidad muscular.

### ■ 5.1. Programas de fuerza explosiva

Tal y como hemos dicho, estos programas aprovechan todo el trabajo muscular anteriormente realizado (durante la primera fase de la temporada) para transformarlo en fuerza rápida.

En la gráfica siguiente apreciamos los resultados que el deportista obtendrá después de hacer un entrenamiento de fuerza explosiva; al-

## 8. La electroestimulación en el programa de entrenamiento del futbolista

### ■ 8.1. Introducción a los modelos de preparación física en el fútbol

El entrenamiento y la mejora de la capacidad de rendimiento del futbolista están evolucionando constantemente. El fútbol actual se caracteriza por un período extenso de competiciones y trata de mantener a los futbolistas en una forma física excelente. Al mismo tiempo se desarrollarán técnicas de entrenamiento preventivas ante las posibles lesiones. Éstas son las cuestiones más importantes dentro de la preparación física actual.

En la preparación a largo plazo del futbolista, cuando las competiciones aún no son el objetivo principal, la preparación física está centrada en el incremento y el desarrollo de las capacidades orgánicas y funcionales del joven futbolista. Sin embargo, cuando éste se inicia en un sistema de competiciones exigente, normalmente a partir de los 17 años, este concepto de ampliación y desarrollo de las capacidades funcionales se debe compatibilizar con un nuevo concepto: la expansión. Este nuevo concepto trata sobre las formas y métodos de elaboración del entrenamiento y la preparación para que el deportista, antes y durante la competición, pueda desplegar todo su potencial de rendimiento.

A partir de estas realidades que conforman y configuran el rendimiento del futbolista en un período de competiciones tan largo, la intervención de la preparación física puede quedar estructurada en las cuatro áreas que se observan en la figura 1.

**Tabla 5.** Esquema de la preparación inmediata a la competición: tareas, concepciones, medidas.

Medidas para la preparación inmediata a la competición			
↓	↓	↓	
<b>Transformación de los requisitos de rendimiento</b>	<b>Armonización de todos los requisitos de rendimiento</b>	<b>Expresión óptima del rendimiento en la competición</b>	
En el ámbito condicional	En el ámbito técnico	En el ámbito táctico	En el ámbito psíquico
Expansión del rendimiento →→→	<b>Optimización del sistema funcional locomotor</b>	←←← Expansión del rendimiento	
<b>Conceptos de la preparación inmediata a la competición</b>			
<b>Estructura de duración óptima para la adaptación y organización</b>			
<b>Características resumidas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Dominancia diferente de las de entrenamiento.</li> <li><input type="checkbox"/> Integración de la preparación a la competición en las etapas de la competición.</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición ajustada al tipo de adaptación de los deportistas.</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición a través de las series de competición previas.</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición mediante el <i>tapering</i> (natación).</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición por entrenamiento elevado con y sin competiciones.</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición en altura en conexión con cámaras hiperbáricas artificiales.</li> <li><input type="checkbox"/> Preparación de la competición mediante el entrenamiento de modelización.</li> </ul>			
<b>Características especiales obligadas por condiciones especiales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Campo de entrenamiento</li> <li><input type="checkbox"/> Clasificación del tiempo</li> <li><input type="checkbox"/> Ciclo de menstruación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Logística.</li> <li><input type="checkbox"/> Ajuste (anterior) del biorritmo.</li> <li><input type="checkbox"/> Adecuación a la organización del entrenamiento, utilización de la fase posmenstrual.</li> <li><input type="checkbox"/> Adaptación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Clima extremo</li> <li><input type="checkbox"/> Diagnóstico de rendimiento complejo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Expertos.</li> </ul>

¿Cómo puede ayudar la electroestimulación a expandir el rendimiento en el partido de fútbol? En primer lugar describimos el entrenamiento que se va a desarrollar 24-48 horas antes de la competición. Este tipo de

## 9. Ejemplos para 45 diferentes especialidades deportivas

La intención en este capítulo es dar unas orientaciones generales sobre cuáles son los músculos más importantes que hay que trabajar en las especialidades deportivas más frecuentes y qué programas son más recomendables.

Como cada deportista es diferente, hay que tomarse este capítulo como unas recomendaciones a seguir, que después debemos adaptar a las características de cada persona para que sea lo más efectivo posible. Podemos poner el ejemplo de la final de 1.500 metros de unos Juegos Olímpicos. Compiten en ella doce atletas, y teniendo prácticamente las mismas marcas, haciendo la misma prueba, unas características físicas y fisiológicas parecidas, seguro que hacen doce entrenamientos diferentes, porque cada uno tiene sus particularidades. Así que después cada uno debe profundizar todavía más en la adaptación personal del entrenamiento.

En cuanto a los músculos implicados en los deportes, hay que tener en cuenta que se mencionarán los más importantes en las diferentes especialidades deportivas, ya que en cada gesto intervienen infinidad de músculos que no vamos a detallar, puesto que no es el objeto de este libro.

A veces veremos que un deportista de una especialidad explosiva pura tiene como trabajo complementario un entrenamiento de fuerza resistencia. Esto nos indica que seguramente algunos de los músculos secundarios los debe trabajar así (abdominales, lumbares, etc.), aunque no los principales. También dependerá de ciertos momentos de la temporada que se centre más en un tipo de entrenamiento o en otro.

### ■ 9.2. ATLETISMO. Medio fondo

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, glúteos, gemelos, isquiotibiales
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, peroneos, sóleo, pectoral, dorsal ancho, tibial anterior
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza resistencia
	<b>Secundario</b>	Fuerza máxima
	<b>Complementario</b>	Resistencia aeróbica

### ■ 9.3. ATLETISMO. Fondo

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, glúteos, sóleo, isquiotibiales
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, peroneos, gemelos, pectoral, dorsal ancho, tibial anterior
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Resistencia aeróbica
	<b>Secundario</b>	Fuerza resistencia
	<b>Complementario</b>	Fuerza máxima

### ■ 9.4. ATLETISMO. Saltos horizontales

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, glúteos, gemelos, isquiotibiales
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, peroneos, sóleo, pectoral, dorsal, tibial anterior
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza explosiva, pliométrico
	<b>Secundario</b>	Fuerza máxima
	<b>Complementario</b>	Fuerza resistencia

■ 9.5. ATLETISMO. Salto de pértiga

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, gemelos, isquiotibiales, pectoral
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, peroneos, sóleo, dorsal ancho, tibial anterior, glúteos, deltoides, bíceps, tríceps
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza explosiva, pliométrico
	<b>Secundario</b>	Fuerza máxima
	<b>Complementario</b>	Fuerza resistencia

■ 9.6. ATLETISMO. Salto de altura

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, gemelos, isquiotibiales, glúteo
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, peroneos, sóleo, tibial anterior
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza explosiva, pliométrico
	<b>Secundario</b>	Fuerza máxima
	<b>Complementario</b>	Fuerza resistencia



### ■ 9.11. BALONCESTO

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, pectoral, dorsal ancho, abdominales
	<b>Secundarios</b>	Deltoides, isquiotibiales, tríceps, gemelos, glúteo, lumbares, trapecio
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza máxima
	<b>Secundario</b>	Fuerza explosiva / pliométrico
	<b>Complementario</b>	Fuerza resistencia

### ■ 9.12. BALONMANO. Extremo

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Cuádriceps, pectoral, isquiotibiales, gemelos
	<b>Secundarios</b>	Deltoides, tríceps, glúteo, lumbares, trapecio, dorsal ancho, abdominales, bíceps, flexores y extensores de la mano
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza explosiva / pliométrico
	<b>Secundario</b>	Fuerza máxima
	<b>Complementario</b>	Fuerza resistencia

■ 9.34. NATACIÓN. Crol velocidad

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Dorsal ancho, glúteos
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, bíceps, flexores y extensores de la mano, pectoral, cuádriceps, deltoides, trapecio, tríceps
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza máxima
	<b>Secundario</b>	Fuerza resistencia
	<b>Complementario</b>	Resistencia aeróbica

■ 9.34 bis. NATACIÓN. Crol fondo

<b>Músculos</b>	<b>Principales</b>	Dorsal ancho, glúteos
	<b>Secundarios</b>	Abdominales, lumbares, bíceps, flexores y extensores de la mano, pectoral, cuádriceps, deltoides, trapecio, tríceps
<b>Entrenamiento/ programas</b>	<b>Principal</b>	Fuerza resistencia
	<b>Secundario</b>	Resistencia aeróbica
	<b>Complementario</b>	Fuerza máxima

## 10. Mapa corporal de la ubicación de los electrodos para la electroestimulación

