PubliCE, (PubliCE) 2002

Monograph

Lo último en Ejercicio Físico, La Electroestimulación. Aplicaciones útiles para todas las personas y amplia documentación para expertos

Piti Pinsach Ametller

RESUMEN

Palabras Clave: EEM, electroestimulación, fuerza evocada, hertz, estimulación exógena

La electroestimulación muscular (EEM) es una innovación tecnológica de gran ayuda en la mejora de la salud y de la estética corporal. En la actualidad es imprescindible para el aumento del rendimiento deportivo y para la recuperación funcional en caso de lesiones tanto en deportistas como en personas sedentarias.

Un breve repaso a las investigaciones publicadas nos muestran el uso, la eficacia y el "conocimiento" de la EEM desde la antigüedad hasta nuestra época:

"... Ya en el antiguo Egipto era conocida la existencia de una corriente natural, como lo demuestra el encuentro de un grabado de un pez eléctrico en una tumba datada del 2750 a. C. ...El primer protocolo de electroterapia se remonta al 46 a. C. Cuando Scribonius Largus escribe: Para todo tipo de gota se debe colocar un pez torpedo vivo bajo el pie del paciente..."
GIANPAOLO BOSCHETTI, 2000

"Entre los métodos modernos de entrenamiento que disponen los deportistas, existe uno que surge de los paises del Este a finales de los años 60, la electroestimulación muscular. Proporciona aumentos muy rápidos de fuerza muscular sin fatiga y con sesiones muy cortas"
M. PORTMANN, 1976.

"Claramente la estimulación muscular inducida por electroestimulación debe ser comunmente integrada en un preciso programa de prevención, o restablecimiento de la capacidad propioceptiva"
M. VALDORA, 2.000.

"...Las nuevas tendencias del Fitness proponen programas de tonificación que utilizan conjuntamente la electroestimulación a largas caminatas, en la búsqueda del bienestar y de una forma física sin estrés..."
G. D'URBANO, 1999.

La aplicación de determinados programas de EEM resulta muy eficaz en contracturas, dolor en cervicales y/o lumbares, codo de tenista, piernas pesadas, calambres,... Son programas anti-dolor (TENS), descontracturantes o que aumentan el riego sanguíneo. Resultan sencillos de aplicar en casa, proporcionan resultados inmediatos y su uso continuado necesita supervisión médica.

Podemos evitar y solucionar problemas con la aplicación de nuevos conocimientos, las investigaciones así lo demuestran:

"Óptimos resultados se obtienen en la recuperación funcional postquirúrgica en pacientes operados con técnica artroscópica…es posible reforzar la musculatura con la EEM sin solicitar la articulación…"
L. RICCHIUTI, 2000

"Las investigaciones demuestran la superioridad de la EEM en la recuperación funcional frente a cualquier otro método de trabajo activo"
SPORT SCI, 1995

"En reeducación funcional, la EEM puede reemplazar el ejercicio voluntario. La EEM permite mejorar las cualidades de los músculos atrofiados y también de los músculos sanos. Para el/la deportista, la EEM representa una técnica complementaria de entrenamiento muscular partivularmente eficaz"
K. HAINAUT and J. DUCHATEAU, 1992

Los aumentos del rendimiento deportivo alcanzados con la EEM son sorprendentes, ello hace que su uso sea cada vez más extendido en el deporte. Los estudios realizados y publicados con deportistas van desde anécdotas realizadas con un solo deportista hasta investigaciones con grupos de control:

"Un jugador de voleibol de nivel medio siguió un entrenamiento por electroestimulación de 8 semanas en la universidad de Quebec en Montreal, obtuvo una ***ganancia de impulso vertical de 13 cm*** *como consecuencia de la estimulación de las pantorrillas y los cuádriceps…En el mismo periodo el saltador de altura Ferragne (2,26 m) ganó un* ***34,2% de fuerza en la pierna libre y un 28,8% en la de impulso****…Un culturista 5º en los campeonatos del mundo realizó 9 sesiones de entrenamiento con EEM en biceps braquial en 2 semanas, obtuvo un* ***aumento de 2 cm en el brazo izquierdo y 2,5 en el derecho****… 8 saltadores de altura en 3 semanas de entrenamiento con EEM a razón de 3 sesiones de 10 minutos,* ***obtuvieron una ganancia del perímetro del muslo (de la pierna de apoyo) de 2 a 5 cm.****"*
PORTMANN citado por COMETTI, 2000

"20 estudiantes de educación física se dividieron en dos grupos, uno entreno voluntariamente el cuádriceps (trabajo al 70% de la fuerza máxima) y otro únicamente EEM. El estudio duró 5 semanas, 3 sesiones por semana de unos 10 minutos de entrenamiento. Se estudiaron previa y posteriormente el indice de explosividad y la medición, por escaner, de la masa muscular. ***Los resultados dieron una mejora claramente superior de la fuerza explosiva y de la hipertrofia en los estudiantes que habían entrenado con EEM****"*
J.TUROSTOWSKI y otros, 1999

"Kotz (1971) aporta datos de ***ganancias del 53,9%*** *de fuerza en los gemelos y del 36,8 en el biceps. Adrianova et al (1971) obtuvo* ***mejoras de fuerza del 42,8 y 50,5*** *en los músculos extensores y flexores del pie"*
Citados por M. PORTMANN y R. MONTPETIT, 1991

"35 deportistas de ambos sexos. Se dividieron en 5 grupos, uno de control y los demás realizaron durante 10 semanas 30 sesiones de EEM de diferentes tipos. Se demuestra que ***hay ganancias de impulso vertical más allá de la 8ª semana e incluso de la 11ª*** *"*
F. TAILLEFER, 1996

"20 Jugadores de baloncesto de muy buen nivel siguen un entrenamiento voluntario idéntico de 5 sesiones a la semana. La mitad se les aplica, además, EEM en los cuádriceps. ***Los jugadores que han seguido el protocolo de EEM han progresado en fuerza de cuádriceps y en salto vertical (14%) mientras que los otros jugadores no han aumentado ni la fuerza ni el salto****. Cuatro semanas después del programa de EEM, las mejoras de fuerza y salto se mantienen con sólo el entrenamiento voluntario"*
A. NICOLA et al, 1998

"24 estudiantes se dividieron en dos grupos de 8 mujeres y 4 hombres. Un grupo no hizo ningún entrenamiento y el otro exclusivamente EEM en cuádriceps. ***El grupo de EEM mejoró significativamente la fuerza de sus cuádriceps****, las personas que más intensidades altas toleraron obtuvieron más ganancias y el aumento fue proporcionalmente idéntico en ambos sexos"*
D. M. SELKOWITZ, 1996

"12 estudiantes de educación física se dividen en dos grupos, 6 en grupo control y 6 entrenando con EEM sus gemelos. ***El grupo de EEM mejora significativamente la fuerza de sus gemelos en fuerza concéntrica (medida a diferentes velocidades de movimiento) y en fuerza isométrica****."*
L. MARTÍN et al, 1993

"14 nadadores de competición se dividen en dos grupos. efectuan el mismo entrenamiento voluntario de natación y uno se le añade la EEM en los músculos dorsales. ***En los nadadores que entrenaron con EEM hay una mejora significativa de la fuerza en estos músculos, mejoran sus records en 25 m con piernas atadas y en 50 m libres****. "*
F. PICHON et al, 1995

¿MAGIA O TECNOLOGÍA?

Un aparato algo mayor que un teléfono móvil que proporciona:

- Mayor y más rápido aumento del tono muscular localizado que otro sistema de entrenamiento (glúteos, abdominales, muslos,...)
- Mayor volumen muscular que con el entrenamiento con sobrecargas
- Más aumento de fuerza explosiva que el entrenamiento voluntario
- Excelente masaje y perfecta recuperación en lesiones (piernas pesadas, contracturas,...)
- Regeneración y oxigenación de tejidos aumentada por cinco
- Excelente ayuda para terapias de disminución de porcentaje de grasa
- Desaparición o reducción del dolor (cervicalgias, lumbalgias, epicondilitis,...)
- Aumento de la resistencia local por transformación de fibras intermedias en lentas
- Disminución de lesiones y de fatiga en deportistas
- Ganancia de tiempo para dedicarlo a la técnica

Todo resultaría difícil de creer si no estuviera avalado por la publicación de las investigaciones (muchas de ellas citadas en este reportaje) realizadas gracias a los progresos en electrónica y la llegada de los microprocesadores. Es la parte seria de la electroestimulación, la que nunca afirma que transforma la grasa en músculo como dice la publicidad de algunos gadgets que se hallan en el mercado.



Contrariamente a lo que muchas personas han creído desde hace tiempo y a lo que todavía algunos enseñan en electroterapia, no existe una corriente mágica. La electricidad no tiene virtudes particulares capaces de mejorar el estado de los tejidos vivos y del músculo en particular. La electricidad provoca el fenómeno natural de la excitación del nervio a lo que las fibras musculares responden con una unidad de trabajo, una sacudida (que sumada a otras, a una cierta frecuencia, provocará una contracción). La EEM es pues un medio de imponer a las fibras musculares un trabajo, y éstas progresan gracias al trabajo que realizan.

Únicamente haciendo trabajar un máximo número de fibras se logran resultados, si sólo trabajan las fibras de la superficie, los resultados serán superficiales. Hacer trabajar el máximo número de fibras es la principal finalidad de la EEM. Para ello hace falta aparatos potentes, capaces de aumentar la intensidad y reclutar el mayor número de fibras. Para aumentar la intensidad con seguridad y confort es preciso una tecnología avanzada, cosa que no todos los electroestimuladores lo consiguen.

Actualmente gracias a los componentes electrónicos modernos y de alta calidad se logra lo que se llama el impulso óptimo, que proporciona eficacia y seguridad. Pocos especialistas del entrenamiento o de la musculación lo saben: Es posible en ciertas condiciones de estimulación obtener resultados de contracción cercanos a la máxima fuerza voluntaria e incluso sobrepasarla.

¿CÓMO ACTÚA LA EEM?

La electricidad está en nuestro cuerpo, es utilizada para transmitir las órdenes del sistema nervioso. Para entender la acción de la EEM debemos compararla a la acción muscular voluntaria. En una acción voluntaria el sistema nervioso central envia un mensaje en forma de estímulo eléctrico hasta la placa motora que se halla en el músculo y éste se contrae. La EEM envia el estímulo directamente a la placa motora y logra el mismo resultado: la contracción de las fibras.

Algunos estudios recientes (LIEBER, 1996) demuestran que a una cantidad y naturaleza de trabajo idénticas, sea hecho en voluntario o por EEM, el resultado para el músculo es el mismo.

La EEM permite hacer trabajar selectivamente el tipo de fibras musculares. El parámetro que permite seleccionar el tipo de fibras a reclutar es la **frecuencia** del estímulo, se mide en **Hercios** "Hz". La frecuencia representa el número de impulsos por segundo. En función de la frecuencia (en Hz) aplicada, se obtienen resultados distintos.

EFECTOS DE LAS DISTINTAS FRECUENCIAS

En los parámetros de los electroestimuladores encontramos las frecuencias de sus diferentes programas, atendiéndonos a ellas (Hz) podemos conseguir los diferentes efectos:

1 a 3 Hz - Tiene un efecto descontracturante y relajante, es ideal para contracturas musculares. Algunos electroestimuladores lo denominan programa descontracturante.
Provoca un efecto descontracturante en los grupos musculares aplicados. La utilización médica de la EEM para disminuir el tono muscular existe desde hace años. Este efecto descontracturante se mantiene varias horas después de la sesión de electroestimulación y permite un mejor control de los movimientos efectuados. Está indicada su aplicación en molestias o dolores musculares ocasionados por contracturas. Se puede utilizar en cualquier momento y si el dolor es importante o persistente, se recomienda consultar a un médico.

4 a 7 Hz - Aumenta la segregación de endorfinas y encefalinas, logrando una disminución del dolor y la ansiedad. En los electroestimuladores se suele encontrar como programa de endorfínico, relajación o recuperación activa.
Logra un efecto endorfínico máximo (5 Hz) provocando una anestesia local natural, una disminución del dolor (efecto antálgico) así como una relajación general de la musculatura y una disminución de la ansiedad. Facilita el sueño. A 7 Hz se consigue un aumento del flujo sanguíneo y una hiperoxigenación. Su aplicación es idónea para evitar calambres, reoxigenar tejidos, acelerar el retorno venoso, eliminar edemas y los metabolitos acumulados.

8 a 10 Hz - El aumento del flujo sanguíneo es máximo, se multiplica por cinco. Los electroestimuladores suelen tenerlo con el nombre de capilarización.
Crea nuevos capilares, permite una restauración de los tejidos y un verdadero drenaje venoso y parece ser que linfático. Al aumentar los capilares evita tener contracturas musculares. Es particularmente eficaz para el cansancio localizado y en la disminución del lactato. Este aumento del riego sanguíneo facilita la restauración de tejidos y, bajo consejo médico o fisioterapéutico, es de gran ayuda en problemas articulares."Siete voluntarios son sometidos a una electroestimulación de los nervios ciáticos poplíteos interno y externo. El resultado es que aumenta el flujo arterial femoral (181 a 271% del valor basal) El resultado es máximo a 9 Hz" M. ZICOT, P. RIGAUX, 1995 "Ocho deportistas de competición efectúan después de un esfuerzo de fuerte producción láctica uno de los dos métodos de recuperación: Footing aeróbico de 20 minutos o EEM a

8 Hz de los músculos solicitados en el esfuerzo. Se mide el lactato antes, después del esfuerzo y a los 3, 6, 15, 30 y 60 minutos. Durante los seis primeros minutos, después del esfuerzo, la tasa de lactato es menor con la EEM. En los minutos siguientes, se observa el fenómeno inverso y después de los 30 minutos los datos son muy iguales, siendo idénticos después de los 60 minutos. Ello revela la EEM como esencial en la recuperación después del esfuerzo." F. RIBEYRE, 1998.

10 a 33 Hz - Recluta las fibras ST, lentas, (tipo I) y aumenta la resistencia de las mismas. Los electroestimuladores tienen este programa con el nombre de resistencia aeróbica, iniciación muscular, hipertono, amiotrofia, tonificación, remusculación o firmeza muscular.
"Las investigaciones demuestran la transformación de fibras FTa, rápidas, (tipo IIa) en ST, lentas, (tipo I) con lo que aumenta el VO2 localizado" L. W. STEPHENSON y otros 1987 Es idónea para el aumento del tono muscular y en la mejora de la resistencia muscular localizada. Su aplicación para la mejora estética (abdominales o glúteos) conjuntamente con un entrenamiento que gaste calorías, cardiovascular (correr, bicicleta, ...) permite aunar esfuerzos y aumentar el tono a la vez que se utiliza la grasa como mecanismo de energía.

33 a 50 Hz – Solicita fibras intermedias, concretamente las IIa. Logra el mayor aumento de resistencia a la fatiga, es ideal para deportes de resistencia. En los electroestimuladores se encuentran estos programas con el nombre de fuerza-resistencia, musculación, anaeróbico o "bodybuilding".
Proporciona un mayor aumento del tono muscular sin desarrollar la musculatura. La sensación de potencia de contracción en grupos musculares determinados (glúteos, adductores, abdominales,...) es inalcanzable con ejercicios voluntarios.

50 a 75 Hz – Se estimulan preferentemente las fibras intermedias tipo IIb, proporciona un aumento de la fuerza y de la resistencia localizada. En los electroestimuladores hallamos los términos, hipertrofia, "bodybuilding" o fuerza-resistencia.
"Los estudios que comparan la EEM con el entrenamiento voluntario muestran un mayor aumento de la fuerza, de la potencia y de la muscular en la EEM y todo ello sin sobrecargar las articulaciones" G. COMETTI, J. TUROSTOWSKI, M. CORDANO, 1999. La hipertrofia es máxima a 70-75Hz y los resultados se pueden comprobar en pocas semanas, las investigaciones así lo demuestran. Combinar el entrenamiento voluntario en sala de Fitness con la EEM en la misma sesión, proporciona un eficaz aumento de volumen muscular y preserva las articulaciones. La EEM posibilita aumentar determinadas zonas musculares difíciles de localizar con entrenamiento voluntario. "La EEM selectiva del pectoral alto es indicada en todos los casos en los que es necesario estabilizar la clavícula como la subluxación acromio-clavicular. En estas circunstancias la EEM tiene una ventaja con respeto a los ejercicios voluntarios...Un buen campo eléctrico permite un aislamiento igual o mejor que el que se obtiene con ejercicios convencionales" A. LANZANI, 2000

75 a 120 Hz e incluso 150 Hz – Consigue una supratetanización de las fibras FT, rápidas, (tipo IIm). Las mejoras en fuerza y explosividad son mayores que las conseguidas con esfuerzos voluntarios y todo ello sin lesionar. Algunos electroestimuladores tienen programas con el nombre de fuerza, fuerza explosiva sprint o pliometría .
En determinados deportes como el esquí alpino, el concepto de entrenamiento es reemplazar parte de la musculación clásica por la EEM. Esta tendencia es seguida por otros deportes. Es así como en Italia, los equipos de voleibol disminuyen los entrenamientos muy traumáticos de pliometría o musculación con cargas pesadas en provecho de la EEM. Las lesiones han disminuido y los equipos italianos alinean jugadores con 110 cm de salto vertical. El fútbol es otro deporte que se beneficia de las ventajas de entrenar con la EEM para proteger los ya castigados cartílagos articulares. "Es de crucial importancia para mejorar la fuerza en altas velocidades de contracción" (V. ORTIZ, 1996). "Impone regímenes de actividad a las fibras musculares que habitualmente sólo se pueden conseguir de forma voluntaria con esfuerzos brutales y de fuerza máxima, es decir, muy traumatizantes" (P. Rigaux, 1999)

Los electroestimuladores más avanzados, como acaban de comprobar, tienen ya programados los Hercios y en función de la frecuencia poseen una terminología apropiada para la mejora del rendimiento deportivo (fuerza explosiva, fuerza, fuerza-resistencia, hipertrofia,...), la búsqueda de una mejora estética (firmeza muscular, tonificación, body-building,...), en la recuperación funcional y la mejora de la calidad de vida (Descontracturante, lumbalgia, cervicalgia, recuperación activa, capilarización, relajación, drenaje,...)

POTENCIACIÓN Y TENS, OTROS PROGRAMAS

Algunos electroestimuladores incorporan programas muy evolucionados como la POTENCIACIÓN destinado a preparar los músculos para optimizar su rendimiento antes de un esfuerzo voluntario. Permite aumentar la amplitud y la velocidad de la respuesta mecánica elemental de las fibras musculares, especialmente las rápidas. Se alcanza el nivel de fuerza máxima más rápidamente y de una manera óptima, un músculo potenciado es más veloz y necesita menos "esfuerzo nervioso". Es

un programa muy interesante para los deportistas que practican una disciplina que exige una puesta en acción rápida e intensa, para preparar los músculos implicados en movimientos explosivos como los realizados en movimientos que necesitan fuerza y velocidad (sprint, saltos, lanzamientos, previo a la entrada en juego de un futbolista, un jugador de baloncesto, de voleibol,...) Permite alcanzar un nivel del 100% de rendimiento desde los primeros segundos. Se aplica menos de 10 minutos antes de la prueba o competición. El programa dura unos 3 minutos, se logra una potenciación máxima que se mantiene con la actividad y desaparece después de 10 a 15 minutos de inactividad.

Los fisioterapeutas conocen y utilizan la electroestimulación desde hace mucho tiempo y uno de los programas que más utilizan es el TENS (Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea). Un programa anti-dolor para aliviar las manifestaciones dolorosas. No ejerce acción alguna sobre los músculos. El principio consiste en provocar una cantidad importante de influjos de sensibilidad táctil con el fin de bloquear la entrada del retorno de los influjos dolorosos en la médula espinal.

Este fenómeno, llamado "Gate Control" es sobradamente conocido: después de un golpe, tenemos el reflejo de frotarnos la región dolorosa para provocar esta llegada masiva de influjos de sensibilidad táctil. Se trata de una estimulación mecánica: el frotamiento de la piel con la mano excita los receptores de la sensibilidad táctil, provocando una disminución del dolor gracias a la activación del fenómeno "Gate Control".

Se puede obtener el mismo efecto, de manera duradera, estimulando a través de micro-impulsos eléctricos, las fibras nerviosas de la sensibilidad táctil, que se encuentran en la superficie cutánea de la región dolorosa.

Todos los fenómenos dolorosos pueden tratarse a través del programa "TENS". Sin embargo, conviene señalar que, aunque el programa tiene un importante efecto antálgico (disminución del dolor), en general, no tiene ningún efecto sobre la causa del dolor. Si el dolor es importante y/o persistente, se recomienda consultar a un médico que es la única persona habilitada para hace un diagnóstico preciso de la lesión y tomará las medidas necesarias para su curación. No hay límite en la aplicación de este programa, que se puede utilizar cotidianamente y varias veces al día si es necesario.

El efecto anti-dolor aparece progresivamente durante su aplicación y llega al máximo después de 20 minutos, manteniéndose una vez finalizado el programa, durante un tiempo más o menos prolongado, según el caso.

Para el programa "TENS" hace falta, pues, cubrir con electrodos autoadhesivos la mayor superficie posible de la región dolorosa. Generalmente, se elegirán electrodos grandes (rectangulares) y se utilizará casi siempre el mayor número de canales de estimulación, siempre y cuando la superficie a tratar sea suficientemente extensa (por ejemplo, es difícil colocar cuatro electrodos grandes sobre un pulgar).

Contrariamente a los otros programas, una colocación precisa de los electrodos en función de su polaridad (conexión roja para el electrodo positivo y conexión transparente para el electrodo negativo) no tiene ningún interés en el programa "TENS". Por lo tanto se podrá colocar correctamente los electrodos, sin preocuparse de su polaridad.

Contrariamente a los programas de entrenamiento, el programa "TENS" no necesita utilizar intensidades máximas. De todos modos hay que asegurar que se utilicen intensidades suficientemente elevadas para que se pueda percibir una clara sensación de cosquilleo u hormigueo en la región estimulada. El nivel de intensidad necesario puede variar mucho de un sujeto a otro. Después de algunos minutos de estimulación, es muy típico constatar una disminución e incluso una interrupción de los hormigueos. En ese caso, se recomienda aumentar de nuevo las intensidades para que la sensación de hormigueo se mantenga durante toda la sesión.

ELECTROESTIMULACIÓN Y EFICACIA

La eficacia de la EEM está en relación con la intensidad aplicada, a mayor intensidad más número de motoneuronas activadas. La intensidad se mide en Ma (miliamperios) y se aumenta manualmente en el electroestimulador. La intensidad, la cantidad de electricidad, tiene mucha importancia en la búsqueda de una mejora de la fuerza y de la resistencia. La recomendación es amplia con un inicio en 28 mA hasta 120 mA o la máxima soportable D. SELKOWITZ, 1995

El tipo de impulso es de crucial importancia para confortabilidad y eficacia (G. BOSCHETTI, 2000). Pocos electroestimuladores tienen una onda completamente bifásica y rectangular. Las investigaciones demuestran la efectividad de este tipo de impulsos. Se pueden adquirir electroestimuladores que dicen tener estas características y están muy lejos de cumplirlas. Conviene saber escoger o comprobar estudios con osciloscopios que nos dan el tipo de onda que emite el electroestimulador.

ELECTROESTIMULACIÓN, UN COMPLEMENTO Y UN TRABAJO ACTIVO

La EEM no pretende sustituir el entrenamiento voluntario o el gozo por la actividad física y el deporte. Es un aliado para la mejora del rendimiento deportivo, la recuperación funcional, el ámbito de la estética y la mejora de la calidad de vida como se puede comprobar en la opinión de especialistas en entrenamiento. "Periodos combinados de EEM con entrenamiento voluntario darán variabilidad y mejorarán los resultados más que con uno de los dos tipos de entrenamiento por separado" V. ORTIZ, 1996

"...la electroestimulación tiene razón de existir si se complementa con otras técnicas de entrenamiento para mejorar el gesto motor en su totalidad y solicitar todas las cualidades físicas, sean de tipo condicional o coordinativo"
A LANZANI, 2000.

El entrenamiento con EEM es activo, la persona siente, nota y aguanta la contracción muscular involuntaria. Si bien la utilización de la EEM como aumento del riego sanguíneo, masaje o como ayuda para conciliar el sueño es agradable y resulta un verdadero placer, cuando el objetivo es obtener grandes logros en aumento de tono, de masa muscular o de fuerza, la sensación de contracción debe de ser muy intensa para lograr grandes resultados y en nada se parece a una gimnasia pasiva. "Se habla de entrenamiento pasivo en relación con un entrenamiento con cargas: esto no es conocer el trabajo en electroestimulación, que supone una participación activa del sujeto. El sujeto soporta la estimulación y para progresar está obligado a imponerse tensiones tan difíciles de aguantar como las tensiones voluntarias" G. COMETTI, 2000

"Se debe considerar la electroestimulación como un trabajo activo y no como una suplementación"
R. SASSI, 1999

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA EEM

EEM Y FITNESS PARA AUMENTO DE TONO Y/O HIPERTROFIA

Objetivos:

- Aumentar el tono y/o la masa muscular de forma generalizada
- Compensar desequilibrios musculares

Entrenamiento de Fitness y EEM: 2 sesiones semanales – 3 ciclos de 4 semanas. En el caso que el entrenamiento de Fitness (con cargas) no se pueda realizar se utilizará únicamente la EEM. Las investigaciones demuestran mayores ganancias con EEM que con entrenamiento voluntario.

Grupos musculares a potenciar: CUÁDRICEPS, ISQUIOTIBIALES, GEMELOS, PECTORAL, DORSAL, DELTOIDES, ERECTORES ESPINALES, TRICEPS y BICEPS

Días	Entrenamiento con cargas	Programa EEM
1er CICLO	2 Series de (20-25, 8-12) - EXTENSIONES - ISQUIOTIBIALES - GEMELOS - PRES MANCUERNAS INCLINADO - DORSAL POLEA ALTA o BAJA - ELEVACIONES LATERALES - CURL MANCUERNAS DE PIE - TRICEPS POLEA Velocidad de ejecución **moderada** y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	**28 Hz para aumento tono (FIRMEZA nivel 1 o RESIST. AERÓBICA nivel 5)** **60 Hz para hipertrofia (HIPERTROFIA o FUERZA-RESISTENCIA nivel 1 - 2)** 3 min. (Aumentar 1min. por semana). Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: **MÁXIMA SOPORTABLE** (Mínimo 35 y hasta 120 MA)

2er CICLO	3 Series de (15-20, 12-15, 6-8) LOS MISMOS EJERCICIOS, se cambia EXTENSIONES POR PRENSA y se añaden HIPEREXTENSIONES para erectores espinales. Velocidad de ejecución **moderada** y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	**40-50 Hz para aumento tono (DEFINICIÓN nivel 1 a 3 o FUERZA-RESIST nivel 1)** **60-65 Hz para hipertrofia (HIPERTROFIA o FUERZA-RESIST nivel 3)** 5 min. Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: **MÁXIMA SOPORTABLE** (Mínimo 40 y hasta 120 MA)
3er CICLO	3 Series de (15-20, 12-15, 8 - 10) LOS MISMOS EJERCICIOS QUE EN EL 2° CICLO Velocidad de ejecución **lenta** y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	**40-55 Hz para aumento tono (DEFINICIÓN nivel 4-5 o FUERZA-RESIST nivel 2)** **65-70 Hz para hipertrofia (HIPERT o FUERZA-RESIST nivel 4-5)** 5 min. Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: **MÁXIMA** (Mínimo de 50 a 120 MA)

Entrenamiento complementario con EEM

En los grupos musculares excesivamente fatigados se puede aplicar un programan de masaje o recuperación (descendiendo de 9 a 1 Hercios) en cualquier momento.

EEM Y FITNESS PARA AUMENTO DE TONO Y/O HIPERTROFIA. PAUTAS DE ENTRENAMIENTO.

El entrenamiento con cargas debe de realizarse con una cuidadosa selección de la carga para quedarse entre las repeticiones marcadas en cada ciclo.

La pausa entre series con cargas debe ser menor de un minuto. Inmediatamente se debe pasar a la EEM, sin pausa. El descanso entre grupo muscular y grupo muscular es mínimo, el tiempo para quitar los electrodos del grupo muscular anterior y preparar el siguiente ejercicio.

El tiempo total de ejecución debe de ser entre 50 y 80 minutos. Más tiempo significa demasiado descanso entre series y/o ejercicios. Se habrán agotado las reservas de glucógeno y la efectividad se verá mermada

En el entrenamiento de EEM se debe aumentar lo máximo posible la Intensidad (mayor intensidad más reclutamiento de motoneuronas y más fibras musculares implicadas). Conviene recordar que todas las investigaciones demuestran la superioridad del entrenamiento con electroestimulación frente al entrenamiento con sobrecargas para el aumento de masa muscular.

Siempre que se crea oportuno y/o se necesite, se puede aplicar un programa de **relajación o recuperación** en cualquier grupo muscular que se note excesiva tensión. Es ideal que el programa descienda de 9 a 1 Hercios, la intensidad está en función del gusto personal entre 25 y 50 Ma. Es excelente para solucionar el dolor muscular retardado.

Para solucionar contracturas musculares conviene utilizar programas **descontracturantes** específicos que están programados a 1 Hercio.

En el caso de una lesión en la que el aumento del flujo sanguíneo es básico para regenerar y oxigenar el tejido (contusiones, roturas fibrilares ...) Es muy útil aplicar programas que aumenten la irrigación (8-9 Hercios) en la zona concreta.

EEM PARA SALUD Y MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA

Objetivos:

- Aumentar la densidad ósea, frenar y evitar la osteoporosis
- Regenerar cartílagos, eludir la artrosis
- Tratar el dolor (lumbalgias, cervicalgias, ...)

Grupos musculares a potenciar: CUÁDRICEPS, ISQUIOTIBIALES, GLÚTEOS y LUMBARES (mejorando el tono muscular se logra aumentar la masa ósea y con la EEM al no haber implicación articular no hay dolor en las articulaciones)

Días	MÚSCULOS	Programa EEM	INTENSIDAD
Lunes y Miércoles	CUÁDRICEPS LUMBARES	20 a 40 Hercios RESISTENCIA AERÓBICA O TONIFICACIÓN nivel 1-3 (durante 4 semanas)	Máx. soportable
		40 a 50 Hercios FUERZA-RESISTENCIA O DEFINICIÓN nivel 1-3 (durante 4 semanas)	Máx. soportable
		50 a 70 Hercios FUERZA-RESISTENCIA O DEFINICIÓN nivel 1-3 (4 siguientes semanas)	Máx. soportable
Martes y Jueves	ISQUIOTIBIALES GLÚTEOS	40 a 50 Hercios FUERZA-RESISTENCIA O DEFINICIÓN nivel 1-3 (durante 10 semanas)	Máx. soportable
Sábado o Domingo	LUMBARES	8 Hz aumenta el nº capilares CAPILARIZACIÓN (durante 10 semanas)	Agradable 20-45

Entrenamiento complementario con EEM

En los problemas articulares, artrosis, se aplica la electroestimulación en la zona en cuestión (artralgia, es un TENS). Se puede aplicar inmediatamente después el programa ENDORFÍNICO que aliviará el dolor por el aumento de flujo sanguíneo y, por tanto, de endorfinas. Eliminar la causa significa aumentar la regeneración del cartílago, para ello se puede utilizar asimismo un programa a 8 Hz, CAPILARIZACIÓN, que aumenta el flujo sanguíneo con lo que hay mayor aporte de nutrientes y de oxígeno.

Dolor en la zona lumbar, dorsal, cervical u otros se tratan igualmente con el programa TENS de electroestimulación y seguidamente el programa a 8 Hz, CAPILARIZACIÓN, aplicado durante ocho días, dos sesiones con diez minutos de descanso entre ellas a una intensidad máxima de 45 Hz logra evitar el cansancio y la fatiga muscular.

REFERENCIAS

1. BOSCHETTI, G (2000). Cos□e l□elettrostimolazione. *LIBRERÍA DELLO SPORT*
2. COMETTI, G (2000). Los métodos modernos de musculación. *PAIDOTRIBO*
3. HAINAUT, K. And DUCHATEAU, J (1992). Neuromuscular Electrical Stimulation and voluntary exercise. *UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELES*
4. LANZANI, A (2000). Allenamento Elettrostimolazione. *PROFESSIONE FITNESS*
5. LIEBER (1996). Equal effectiveness of Electrical and valitional stregth training. *J. ORTHOPEDIC RESEARCH*
6. MARTIN, L. et al (1993). Effects of electrical stimulation training. *UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE*

7. NICOLA, A. et al (1998). Electrostimulation and basquetball players performance. *UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE*
8. ORTIZ, V (1999). Entrenamiento de fuerza y explosividad para la Actividad Física y el Deporte de Competición. *INDE*
9. PICHON, F. et al (1995). Electrical stimulation and swiming performances. *FACULTÉ DE MEDICINE DE SAINT-ETIENNE*
10. PORTMANN, M (1976). L'entrainement par electrostimulation. *TREINTE POUR CENT*
11. PORTMANN, M. et MONTPETIT, R (1991). Effets de l'entrainement par electrostimulation isométrique et dynamique sur la force de contraction musculaire. *UNIVERSITÉ DE QUEBEC*
12. RIGAUX, P (2000). Articles et documents. *No Disponible*
13. RICCHIUTI (2000). L'elettrostimolazione che rigenera i muscolo. *ARTICULO EN PRENSA*
14. RIBEYRE, F (1998). Effets comparés de deux méthodes de récuperation à l'aide de la cinétique des lactates: EEM et recuperation active. *UNIVERSITÉ DE BORDAUX*
15. SELKOWITZ, D. M (1996). Improvement in isometric strength of the cuadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *PHYSICAL THERAPY*
16. STEPHENSON (1987). Oxigen consumption of chronically stimulated skeletal muscle. *J. THORAC CARDIOVASC SUG*
17. TAILLEFER, F (1996). Evolution de l'impulsion vertical au cours de différents types d'entraînements par electrostimulation. *UNIVERSITÉ DE MONTREAL*
18. TUROSTOWSKI, J (1999). Influence of EEM on humans cuadriceps femoris muscle strength and muscle mass. *DOSSIER SCIENTIFIQUE SPORT*
19. VALDORA, M (2000). Elettrostimolazione e propiocezione. *SCIENZA & SPORT, PLANETA ISEF*
20. ZICOT, M. et RIGAUX, P (1995). Influence de la frecuence de stimulation neuromusculaire electrique de la jambe sur le débit artériel fémoral. *JOURNAL DES MALADIES VASCULAIRES*
21. APRILE, F. PERISSINOTTI, F (2001). Elettrostimolazione nove frontiere. *Ed. ALEA*
22. APRILE, F. PERISSINOTTI, F (1998). Elettrostimolazione. *Ed. ALEA*
23. LANZANI, A (2000). Punto motori di. *Ed. ALEA*
24. IOGNA, M (2000). L' Elettrostimolazione nell'allenamento dello sportivo. *Ed. ELIKA*
25. BOSCHETTI, G (2000). Che cose è Elettrostimolazione. *Ed. LIBRERIA DELLO SPORT*