

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

<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/PCE/Articulo.asp?Ida=111>

Piti Pinsach.

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 países 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 particularmente 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 índice 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.TUROSOWSKI 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 envía un mensaje en forma de estímulo eléctrico hasta la placa motora que se halla en el músculo y éste se contrae. La EEM envía 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.

### EFFECTOS 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 endorfinico, relajación o recuperación activa.** Logra un efecto endorfinico 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 VO<sub>2</sub> 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 respecto 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 inlfujos de sensibilidad táctil con el fin de bloquear la entrada del retorno de los inlfujos 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 inlfujos 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 hacer 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



Dias	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 <b>moderada</b> y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	<b>28 Hz para aumento tono (FIRMEZA nivel 1 o RESIST. AERÓBICA nivel 5)</b> <b>60 Hz para hipertrofia (HIPERTROFIA o FUERZA-RESISTENCIA nivel 1 - 2)</b> 3 min. (Aumentar 1min. por semana). Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: <b>MÁXIMA SOPORTABLE</b> (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 <b>moderada</b> y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	<b>40-50 Hz para aumento tono (DEFINICIÓN nivel 1 a 3 o FUERZA-RESIST nivel 1)</b> <b>60-65 Hz para hipertrofia (HIPERTROFIA o FUERZA-RESIST nivel 3)</b> 5 min. Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: <b>MÁXIMA SOPORTABLE</b> (Mínimo 40 y hasta 120 MA)
3er CICLO	3 Series de (15-20, 12-15, 8 - 10)  LOS MISMOS EJERCICIOS QUE EN EL 2º CICLO  Velocidad de ejecución <b>lenta</b> y carga máxima para cumplir con las repeticiones en cada serie	<b>40-55 Hz para aumento tono (DEFINICIÓN nivel 4-5 o FUERZA-RESIST nivel 2)</b> <b>65-70 Hz para hipertrofia (HIPERT o FUERZA-RESIST nivel 4-5)</b> 5 min. Sin calentamiento Inmediatamente después de la última serie de cada grupo muscular. Intensidad: <b>MÁXIMA</b> (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 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 cartilago, 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. *Cos'è l'elettrostimolazione*. **LIBRERIA DELLO SPORT**. 2000.
2. COMETTI, G. *Los métodos modernos de musculación*. **PAIDOTRIBO**. 2000.
3. D'URBANO, G. *Sport e Elettrostimolazione*. **PROFESSIONE FITNESS**. 1999.
4. HAINAUT, K. And DUCHATEAU, J. *Neuromuscular Electrical Stimulation and voluntary exercise*. **UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELES**. 1992.
5. LANZANI, A. *Allenamento Elettrostimolazione*. **PROFESSIONE FITNESS**. 2000.
6. LIEBER. *Equal effectiveness of Electrical and valitional stregh training*. **J. ORTHOPEDIC RESEARCH**. 1996.
7. MARTIN, L. et al. *Effects of electrical stimulation training*. **UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE**. 1993.
8. NICOLA, A. et al. *Electrostimulation and basquetball players performance*. **UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE**. 1998.
9. ORTIZ, V. *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la Actividad Física y el Deporte de Competición*. **INDE**. 1999.
10. PICHON, F. et al. *Electrical stimulation and swimming performances*. **FACULTÉ DE MEDICINE DE SAINT-ETIENNE**. 1995.
11. PORTMANN, M. *L'entraînement par electrostimulation*. **TREINTE POUR CENT**. 1976.
12. PORTMANN, M. et MONTPETIT, R. *Effets de l'entraînement par electrostimulation isométrique et dynamique sur la force de contraction musculaire*. **UNIVERSITÉ DE QUEBEC**. 1991.
13. RIGAUX, P. *Articles et documents*. **No Disponible**. 2000.
14. RICCHIUTI. *L'elettrostimolazione che rigenera i muscolo*. **ARTICULO EN PRENSA**. 2000.
15. RIBEYRE, F. *Effets comparés de deux méthodes de récupération à l'aide de la cinétique des lactates: EEM et recuperation active*. **UNIVERSITÉ DE BORDAUX**. 1998.
16. SELKOWITZ, D. M. *Improvement in isometric strength of the cuadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation*. **PHYSICAL THERAPY**. 1996.
17. STEPHENSON. *Oxigen consumption of chronically stimulated skeletal muscle*. **J. THORAC CARDIOVASC SUG**. 1987.
18. TAILLEFER, F. *Evolution de l'impulsion vertical au cours de différents types d'entraînements par electrostimulation*. **UNIVERSITÉ DE MONTREAL**. 1996.
19. TUROSTOWSKI, J. *Influence of EEM on humans cuadriceps femoris muscle strength and muscle mass*. **DOSSIER SCIENTIFIQUE SPORT**. 1999.
20. VALDORA, M. *Elettrostimolazione e propiocezione*. **SCIENZA & SPORT, PLANETA ISEF**. 2000.
21. ZICOT, M. et RIGAUX, P. *Influence de la frequence de stimulation neuromusculaire électrique de la jambe sur le débit artériel fémoral*. **JOURNAL DES MALADIES VASCULAIRES**. 1995.
22. APRILE, F. PERISSINOTTI, F. *Elettrostimolazione nove frontiere*. **Ed. ALEA**. 2001.
23. APRILE, F. PERISSINOTTI, F. *Elettrostimolazione*. **Ed. ALEA**. 1998.
24. LANZANI, A. *Punto motori di*. **Ed. ALEA**. 2000.
25. IOGNA, M. *L' Elettrostimolazione nell'allenamento dello sportivo*. **Ed. ELIKA**. 2000.
26. BOSCHETTI, G. *Che cose è Elettrostimolazione*. **Ed. LIBRERIA DELLO SPORT**. 2000.

[Versión Imprimible](#) | [Recomendar Artículo](#) | [Datos del Artículo](#)

**Para citar este artículo:** Pinsach, Piti. *Lo último en Ejercicio Físico, La Electroestimulación. Aplicaciones útiles para todas las personas y amplia documentación para expertos. PubliCE* (<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). 27/01/2003. Pid: 111.

## **APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ELECTROESTIMULACIÓN EN JUDOCAS DE LA PRESELECCIÓN NACIONAL MASCULINA CUBANA.**

**AUTORES:** **Dra.** Dianelys Ledesma Beades.

**Lic.** Roberto García Pérez.

Licenciado en Cultura Física.

Vice-Presidente de la Federación Nacional de Judo (V Dan), Director Técnico Nacional de Judo.

**Lic.** Mireya Contino Torres.

Licenciada en Enfermería.

### **RESUMEN**

Se realizó un estudio experimental con 10 deportistas de la preselección nacional masculina de judo; con el objetivo de verificar el efecto de la aplicación de un programa de electroestimulación sobre la fuerza muscular. Participaron en el mismo 10 judocas clasificados en dos grupos: cinco sometidos al experimento (E) y otros cinco que solo realizaron el régimen de ejercicios planificados por el entrenador (C). Los primeros, además de realizar el entrenamiento previsto para la etapa, fueron electroestimulados según un programa recomendado para el aumento de la fuerza dependiente de la contracción de los bíceps braquiales (muscle # 22). Los sujetos fueron evaluados antes y al final de las semanas 2; 4; 6 y 8 (al finalizar el experimento), con dinamometría de ambas manos y del tronco, así como por mediciones de dimensiones relacionadas con los músculos tratados. Se registraron cambios significativos en la fuerza, no así en las variables cineantropométricas seleccionadas. Se concluye la investigación con el criterio de que este programa es efectivo para producir incrementos en la fuerza de los músculos tratados.

**Palabras claves:** electroestimulación, judoca, fuerza muscular, dinamometría.

Ya en el antiguo Egipto era conocida la existencia de una corriente natural. 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..."

Durante mucho tiempo se han utilizado los estímulos eléctricos musculares en el tratamiento de la atrofia por denervación y desde mediados de los años setenta se inician, en los países del Este, los estudios acerca de la estimulación eléctrica en el músculo inervado. Actualmente se ha vuelto a retomar el interés por el empleo de la electroestimulación (EEM) neuromuscular y su aplicación en diversas poblaciones.

El objetivo principal de su aplicación ha sido prevenir la atrofia muscular, mantener su trefismo y el estado funcional, y se han obtenido mejorías, con sesiones muy cortas, tanto en el tono y fuerza muscular, como en la resistencia dinámica y estática; sin provocar fatiga en los sujetos tratados. Los estudios morfológicos de casos en los que se ha utilizado la estimulación eléctrica, en la prevención de la atrofia también han mostrado un efecto positivo en el tejido muscular, por lo que se ha recomendado integrarla a un programa para la prevención o restablecimiento de la capacidad propioceptiva.

Este método ha estado presente en el tratamiento de muchas enfermedades, por su efecto terapéutico rápido, por permitir el uso mínimo de medicamentos, su no toxicidad y las características de la tolerancia de los pacientes alérgicos.

En el campo de la medicina de deporte también se ha utilizado este recurso como un medio para incrementar con mayor rapidez, el tono muscular localizado; por provocar efectos más marcados que el entrenamiento con sobrecargas y mayores incrementos de fuerza explosiva que el entrenamiento voluntario. Se ha considerado como un excelente masaje y medio de recuperación para muchas lesiones pues acelera la regeneración y oxigenación de los tejidos produciendo un efecto hasta cinco veces mayor que otros recursos utilizados en la desaparición del dolor; resulta una excelente ayuda para terapias encaminadas a lograr la disminución del porcentaje grasa y para mejorar las condiciones creadas por la inmovilización y lograr una amplitud de movimiento mayor.

La EEM no pretende sustituir el entrenamiento voluntario o el gozo por la actividad física y el deporte. Podría ser un aliado para la mejora del rendimiento deportivo, la recuperación funcional, el ámbito de la estética y la mejora de la

calidad de vida. La electroestimulación tendría razón de existir como complemento de las técnicas de entrenamiento para mejorar el gesto motor en su totalidad.

Las formas rusas de estímulo eléctrico se hicieron populares como resultado de las actividades de Kots quien reportó ganancias de hasta un 40 % en atletas de élite, como resultado de lo que era entonces “una nueva forma de estímulo”. Ningún estudio conocido determinó si el régimen de tratamiento 10 segundos de estímulo seguidos por 50 segundos de pausa y otra repetición del estímulo de igual duración, repetido durante 1 minuto, defendido por Kots, era óptimo y después de revisar los estudios originales de Kots y colaboradores se ha concluido que hay datos en la literatura en idioma ruso pero que algunas preguntas permanecen sin contestar.

Al parecer se conoce poco acerca de esta temática y lo conocido no ha sido ampliamente divulgado, lo que ha creado en algunos la incredulidad y quizás en otros, expectativas que trascienden los límites de la realidad.

El judo es un deporte donde el empleo de la fuerza es una de las capacidades más importantes a desarrollar para la ejecución exitosa de las técnicas de proyección y control. Teniendo en cuenta sus características, se ha considerado necesario estudiar el efecto de la electroestimulación como un elemento coadyuvante para el desarrollo de la fuerza en estos deportistas; como un método que permita incrementar esta capacidad motriz y contribuir a la mejor preparación del deportista.

Para este trabajo se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, experimental con 10 deportistas de la preselección nacional masculina de judo, con edad cronológica comprendida entre 17 y 22 años, clasificados en 2 grupos, de acuerdo a la división de peso a la que pertenecen (55kg, 60kg, 66kg, 73kg, 81kg y 90kg). Se estableció un grupo control (C) que realizó el entrenamiento acorde a lo planificado para la etapa de preparación en que se encontraban y otro grupo, experimental (E); al que, además de cumplir con lo anteriormente planteado, se les aplicó el programa de EEM seleccionado para el experimento.

Se utilizó el programa # 22 recomendado por el fabricante para producir incremento de la fuerza y el trefismo muscular. Este consiste en la aplicación de

un estímulo eléctrico durante un tiempo total de 23 minutos distribuidos de la forma siguiente:

Un calentamiento de 40 segundos con una frecuencia de 30 Hz.

5 minutos con una corriente de 2-10 Hz.

2 minutos de 75-100 Hz.

3 minutos de 95-120 Hz

4 minutos a 2 Hz.

Repetición de los pasos 3, 4 y 5.

El tratamiento se aplicó según las recomendaciones técnicas del manual del usuario, con una frecuencia de dos veces por semana en una sesión diaria durante 8 semanas, situando los electrodos lo más cercanos posible a los puntos motores según el esquema, con las esponjas previamente humedecidas, y fijándolos por medio de las correas para su más completa adhesión a la piel.

Para la evaluación de los efectos, a todos los implicados en el estudio, se les realizaron las mediciones antropométricas y de la fuerza isotónica más susceptibles de sufrir cambios. Las mediciones se realizaron antes del comienzo de la aplicación del programa y al final de las semanas 2, 4, 6 y 8 después de iniciado este.

Las mediciones antropométricas se realizaron en el laboratorio de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte (IMD), según las normas de la Sociedad para el Avance de la Cineantropometría (ISAK):

✓ Estimación del área muscular del brazo por la Ecuación de Martorell et al, 1976 para circunferencia del brazo; modificada por el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba.

$$\text{Área Muscular del brazo} = \frac{3.1416}{4} \times \left[ \frac{\text{circ. Bz. Ext}}{3.1416} \left( \frac{\text{PI. Tr} + \text{PI. Bo}}{2} - 10 \right)^2 \right]$$



- ✓ Pliegues cutáneos: Tricipital (Pl. Tr) y Bicipital (Pl. Bc).
- ✓ Circunferencia del brazo en extensión. (Circ. Bz. Ext)

#### **Estimación de la composición corporal.**

- ✓ Pliegues cutáneos: Tricipital y Bicipital.

- **Mediciones de la fuerza muscular isotónica:**

Se determinó la fuerza dinámica de los grupos musculares de los miembros superiores involucrados en diferentes técnicas de proyección y control con dinamómetros (Digital Back Dinamometer 0-300 KGW).

- ✓ Músculos flexores del brazo y antebrazo.
- ✓ Fuerza del agarre.

En estas evaluaciones se hicieron tres repeticiones de cada modalidad, en ambos miembros superiores, para tomar el valor más alto, para evaluar la fuerza máxima.

El procesamiento de los datos consistió en las estadísticas descriptivas, aplicación del test de Wilcoxon para determinar el nivel de significación de las diferencias entre mediciones, la T de Student para identificar la significación de las diferencias entre grupos y el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la existencia o no de relación entre variables. Se admitió como significativo un  $\alpha \leq 0,05$ . Este trabajo se realizó con un paquete estadístico SPSS en P4 y se presentan los resultados en forma tabular y gráfica.

De acuerdo con el procesamiento estadístico de los valores mostrados en cada uno de los parámetros estudiados, se observaron los siguientes resultados:

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos mediante dinamometría en la fuerza del agarre de ambas manos y el halón. A partir de la segunda semana en los sujetos, existen diferencias significativas para la mano derecha, que se tornan altamente significativa en la medición de la sexta semana (gráfico 1). También a partir de la segunda semana de iniciado el estudio se presentan incrementos en la mano izquierda (gráfico 2), aunque estos solo se hicieron significativos en la

cuarta semana de tratamiento. Al comparar los valores promedios iniciales y finales se observa una mejoría del 5,6 % y 5,8 % para las manos derecha e izquierda respectivamente.

Los incrementos encontrados en la fuerza de las manos, independientemente de la posible intervención del bíceps como fijador, los cambios observados han sido interpretados como el resultado de la activación neuromuscular por mecanismos indirectos.

En estudio realizado por Litte con miembros de la Asociación de Cinturones Negros del Kodokan de Alberta, Canadá, observó una fuerza en la flexión de la mano derecha de 52Kg en los juveniles y 57,7Kg en los yudocas adultos. En la mano izquierda los valores encontrados fueron de 50,56Kg y 53,96Kg respectivamente. Estos deportistas son de nivel universitario y compiten nacional y regionalmente. Aunque algunos de ellos han participado también a nivel internacional, no hay evidencias de que como grupo tengan un alto nivel competitivo. Esto explica la inferioridad que muestran en las mediciones de fuerza realizadas.

TABLA 1. Mediciones de la fuerza estática. Valores absolutos.

(Flexión de las manos y extensión del tronco)

GRUPO MUSCULAR	MEDICIÓN	SUJETOS (N=5)		CONTROLES (N=5)		TOTAL (N=10)	
		PROM.	D.E.	PROM.	D.E.	PROM.	D.E.
MANO DERECHA.	SA	64,3	9,8	62,5	8,4	63,4	8,6
	S2	65,0 *	9.9	61.3	7.0	63,2	8,3
	S4	66.0 *	10.0	59.6	4.3	62,8	8,0
	S6	67.5 **	9.8	60.6	4,2	64,0	8,0
	S8	67,9 **	9,8	60,3	4,3	64,1	8,2
MANO IZQUIERDA	SA	62,3	4,7	59,9	7,3	61,1	5,9
	S2	63.2	5.0	59.7	6.8	61,5	5,9
	S4	64.3 *	4.9	55.8	6.5	60,1	7,0
	S6	65.5 **	4.5	59.4	7,4	62,4	6,6
	S8	65,9 **	4,5	59,5	7,3	62,7	6,6
EXTENSOR DEL TRONCO	SA	170	26	152	31	161	29
	S2	173	21	132 *	11	152	27
	S4	180 **	20	137	22	159	30
	S6	184 **	19	142	18	163	28
	S8	185 **	19	144	18	165	28

\*Diferencia significativa  $p \leq 0,05$ ; \*\*Diferencia significativa  $p \leq 0,01$ .

Dentro de cada grupo, con relación a la medición SA.

La fuerza utilizada para el halón (gráfico 3), evaluada por medio de un dinamómetro digital, muestra incrementos altamente significativos a partir de la cuarta semana. La variabilidad inicial de esta medición es muy alta, antes de comenzar a aplicar la electroestimulación (37 %), y al final de la misma, se alcanza una mayor homogeneidad en el grupo de los sujetos, no así en el caso de los controles. El incremento final observado en esta medición resulto ser del 8,8 %.

En el caso de los controles, durante todo el tiempo que abarcó la investigación, se manifiesta una tendencia en la que predomina el descenso de los valores, aunque en algunos momentos se encontraron ligeros incrementos. Es necesario señalar que ni una ni otra de estas tendencias alcanza valores que difieran significativamente con relación a la primera medición en el caso de la fuerza del agarre. No obstante en la fuerza ejercida en la tracción desde el suelo del dinamómetro, en la segunda semana se observa un brusco descenso que resulta significativo, para después tender a la recuperación del valor inicial sin llegar a alcanzarlo.

La información disponible con este tipo de medición es escasa y no se dispone de reportes en los que se hayan evaluado judocas de nivel internacional, por lo que no es posible hacer inferencias de sus estatus de carácter absoluto, Little en el estudio de referencia, con similar evaluación de la fuerza obtuvo promedios de 120,46Kg en judocas juveniles y 122,33Kg en los adultos. En esta manifestación de la fuerza, se también influyen las diferencias existentes entre esos judocas y los incluidos en este estudio.

Llama la atención que se produjeran incrementos en la fuerza, de grupos musculares que no han sido directamente estimulados, pero el resultado es contundente, por lo que es necesario explicar los factores que pudieran haber intervenido en los cambios observados. Estos resultados han sido considerados como una consecuencia de la forma en que interviene la fuerza del bíceps en uno y otro tipo de ejercicios. En el trabajo realizado en el movimiento del halón, la

fuerza del bíceps es directamente determinante mientras, pero en la flexión manual, este solo actúa como sinergista.

Tous ha expresado que el principio fundamental del entrenamiento de fuerza es que todo incremento de la misma se inicia como consecuencia de una estimulación neuromuscular, es decir, reclutamiento de las fibras musculares, fundamentalmente las rápidas o lo que es llamado: entrenamiento funcional de la fuerza. Con ello se busca una mejora de la actividad de las unidades motoras de cara a producir un óptimo rendimiento muscular. Esto es a lo que otros autores denominan entrenamiento de los factores nerviosos o neurales. La coordinación intramuscular es parte de este tipo de entrenamiento e implica diferentes mecanismos.

El reclutamiento espacial (número o cantidad de unidades motoras reclutadas); a través del cual se controla la tensión muscular mediante la activación de un cierto número de unidades motoras es uno de los factores. Unido a este, el reclutamiento temporal (frecuencia o tasa de activación de las unidades motoras), que controla de la tensión muscular mediante la modificación de la frecuencia de activación de unidades motoras activas, van a hacer posible que de este modo se incorpore un mayor número de fibras a la contracción muscular y en consecuencia se incremente la fuerza. Por otro lado, la sincronización de unidades motoras va a potenciar el efecto de estos mecanismos.

La electroestimulación pretende, mediante la colocación directa sobre la piel, sustituir el impulso nervioso natural por uno proveniente de un generador de corriente eléctrica, produciendo contracciones musculares estáticas e involuntarias. Se basa en el hecho de que el ser humano no puede alcanzar mediante una contracción voluntaria la máxima activación muscular, lo que con las cargas eléctricas sí se puede conseguir. Dichas cargas generan un potencial de acción en las ramificaciones nerviosas (nervio motor), no excitando directamente a las fibras musculares.

Parece ser que por medio de este sistema las fibras FT son estimuladas de manera preferente produciéndose un cambio en el orden de reclutamiento que

promulga la ley del tamaño de Henneman, de modo que se reclutan antes las unidades motoras más grandes -rápidas- que las pequeñas -lentas.

En la Tabla 2 se exponen los valores de la fuerza relativa, de los sujetos y controles antes de iniciada la investigación y al concluir las semanas 2; 4; 6 y 8; en las que se constata el incremento de la fuerza, pero no se encontraron diferencias significativas para esta variable en ninguno de los grupos.

TABLA 2. Mediciones de la fuerza estática. Valores relativos.

(Flexión de las manos y extensión del tronco)

GRUPO MUSCULAR	JUDOCAS	MEDICIONES				
		SA	S2	S4	S6	S8
MANO DERECHA	SUJETOS	,84	,86	,86	,88	,88
	CONTROLES	,89	,87	,85	,89	,84
	TOTAL	,87	,87	,86	,88	,86
MANO IZQUIERDA	SUJETOS	,83	,85	,85	,86	,86
	CONTROLES	,86	,85	,81	,87	,83
	TOTAL	,84	,85	,83	,87	,85
EXTENSOR DEL TRONCO	SUJETOS	2,27	2,35	2,41	2,46	2,45
	CONTROLES	2,18	1,89	1,96	2,08	2,01
	TOTAL	2,22	2,12	2,18	2,27	2,23

Las mediciones antropométricas correspondientes a los pliegues cutáneos del tríceps y bíceps braquial se exponen en la tabla 3 y se visualizan en los gráficos 5 y 6 respectivamente. En los sujetos, los valores se modificaron, disminuyendo no significativamente; en la segunda semana de iniciado el estudio, con una tendencia posterior a regresar a los valores iniciales para llegar a valores cercanos a los iniciales al final de mismo. En los controles también se observa esta tendencia a disminuir al inicio, pero en los momentos finales los valores de los pliegues sobrepasan a los encontrados al comienzo de las evaluaciones.

TABLA 3. Mediciones de antropometría.

Pliegues del tríceps y del bíceps braquial.

PLIEGUE	MEDICIÓN	SUJETOS (N =5)		CONTROLES (N =5)		TOTAL (N =10)	
		PROM.	D. E.	PROM.	D. E.	PROM.	D. E.
TRI	SA	7,2	1,9	5,6	0,6	6,4	1,5
	S2	6,2	2,4	5,4	0,8	5,8	1,7

	<b>S4</b>	6,7	2,3	5,9	0,5	6,3	1,7
	<b>S6</b>	6,9	2,4	6,0	0,4	6,4	1,7
	<b>S8</b>	7,2	2,7	6,2	0,4	6,7	1,7
<b>BIC</b>	<b>SA</b>	3,6	0,7	3,8	0,8	3,7	0,7
	<b>S2</b>	3,4	0,9	3,5	0,5	3,5	0,7
	<b>S4</b>	4,1	1,0	3,8	0,7	4,0	0,8
	<b>S6</b>	4,0	0,8	3,9	0,8	4,0	0,8
	<b>S8</b>	3,7	0,9	4,1	0,9	3,9	0,9

\*Diferencia significativa  $p \leq 0,05$ ; \*\* Diferencia significativa  $p \leq 0,01$ .

Dentro de cada grupo, con relación a la medición. 1.

Se hace; una representación de los valores de la circunferencia del brazo extendido (CBE), en cm y el área de corte muscular del brazo (AMBRG), en  $\text{cm}^2$ , en la tabla 4 en la que se observan ligeros incrementos con relación a la primera medición, pero nunca resultaron significativos para ninguno de los grupos implicados en la investigación, por lo que se plantea que no hubo un incremento del desarrollo muscular en los brazos, al final de la investigación.

El aumento de la fuerza que se produce derivado del entrenamiento no siempre es sinónimo de hipertrofia, pues el incremento de la fuerza también se relaciona con un incremento de la actividad eléctrica del músculo (reflejo del impulso neural), que indica un mayor reclutamiento y una mejor sincronización de la fibra.

TABLA 4. Circunferencias y áreas de corte muscular del brazo.

GRUPO MUSCULAR	MEDICIÓN	SUJETOS (N =5)		CONTROLES (N =5)		TOTAL (N =10)	
		PROM.	D. E.	PROM.	D. E.	PROM.	D. E.
<b>CBE</b>	<b>SA</b>	32,7	2,6	32,1	2,6	32,4	2,5
	<b>S2</b>	32,8	2,7	32,3	2,9	32,6	2,7
	<b>S4</b>	32,4	2,8	32,2	3,0	32,3	2,8
	<b>S6</b>	32,6	2,6	32,4	3,0	32,5	2,7
	<b>S8</b>	33,5	2,1	32,6	2,1	33,0	2,5
<b>AMBRG</b>	<b>SA</b>	76,9	11,3	75,0	11,5	76,0	10,8
	<b>S2</b>	78,4	11,7	76,4	12,7	77,4	11,6
	<b>S4</b>	75,6	11,7	75,5	13,9	75,5	12,1
	<b>S6</b>	76,1	11,2	76,3	14,3	76,21	12,1
	<b>S8</b>	80,6	8,6	76,9	14,0	78,5	11,2

\*Diferencia significativa  $p \leq 0,05$ ; \*\* Diferencia significativa  $p \leq 0,01$ .

Dentro de cada grupo, con relación a la medición. 1.

En la tabla 4 y el gráfico 7 se hace una representación de la evolución de la circunferencia del brazo en extensión (CBE) y del área de corte muscular del brazo (AMBRG). Se observa un incremento de estos parámetros, mas no son significativos cuando los comparamos con las muestras realizadas antes del estudio. Esto demuestra que mediante la aplicación del método de electroestimulación no hubo una hipertrofia muscular significativa, pero sí, un incremento de la fuerza que es lo que realmente es importante para el desempeño de los yudocas. No siempre el fortalecimiento muscular marcha de forma paralela a la hipertrofia y en este caso, en el que se ha logrado el objetivo de la aplicación de la EEM, puede ser conveniente que este haya tenido lugar sin aumentar aun mas la hipertrofia, la que por otro lado, puede actuar como limitante de la flexibilidad y la elasticidad muscular, lo que a la vez puede ser causa de lesiones, fundamentalmente de tendones y ligamentos. En este caso, el incremento de la fuerza se ha considerado como consecuencia del la mayor actividad eléctrica del músculo (reflejo del impulso neural), que indica un mayor reclutamiento y una mejor sincronización de la fibra.

En el gráfico 8 se resumen los resultados obtenidos en el incremento significativo de la fuerza con relación al del área de corte muscular, en la que se hacen evidentes las ventajas de este tipo de estimulación, sin los inconvenientes que puede ocasionar la excesiva hipertrofia muscular.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ Se demostró que el programa de electroestimulación aplicado provoca en los judocas incluidos en el estudio, un incremento significativo de la fuerza en los músculos bíceps en ambos miembros superiores.

➤ La aplicación de este tipo de estímulo, podría ser utilizada para el mejoramiento de la fuerza de deportistas que entrenan en disciplinas en las que esta cualidad es determinante.

➤ Los resultados positivos obtenidos no dan la medida de la perdurabilidad de los incrementos de la fuerza, por lo que sería conveniente continuar las

evaluaciones por un tiempo mayor con el fin de establecer la duración o permanencia de tales efectos.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Aprile, F. Perissinotti, F. 2001. Elettrostimolazione nove frontiere. Ed. Alea.
2. Berghmans B, van Waalwijk van Doorn E, Nieman F, de Bie R, van den Brandt P, Van Kerrebroeck P. 2002. Efficacy of physical therapeutic modalities in women with proven bladder overactivity. *Eur Urol Jun*; 41(6):581-7.
3. Bower RW, Fox EL. 2000. Fisiología del Ejercicio. Ed Médica Panamericana: 104. México.
4. Brosseau LU, Pelland LU, Casimiro LY, Robinson VI, Tugwell PE, Wells GE. 2002. Electrical stimulation for the treatment of rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev*; (2):CD003687.
5. Folleto de Antropometría para la Especialidad de Medicina del Deporte. IMD La Habana Cuba. 2002
6. Geile D, Osterholzer G, Rosenberg R. 2004. [Diagnostics and conservative treatment of anal incontinence. *Wien Med Wochenschr*; 154(3-4):76-83.
7. Hainaut, K. And Duchateau, J. 2002. Neuromuscular Electrical Stimulation and voluntary exercise. Université libre de Bruxelles.
8. Holway, F. 2003. Composición corporal, primera parte. Apuntes entregados en la certificación en cineantropometría dictado por la ISAK desde el 28 al 31 de julio del 2003, en la Universidad Mayor. Chile.
9. Iogna, M. L' 2000. Elettrostimolazione nell'allenamento dello sportivo. Ed. Erika.
10. Janet Walberg Rankin PhD. 2002. Weight Loss and Gain in Athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 1:208-213.
11. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierno E, Mauro F. 2002. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc. Oct*; 34(10):1638-44.
12. Manual del usuario COMBY 3M02301. BIOMAX, TECE.S.A.
13. Mazo EB, Kribodorodov GG, Kasatkina LF, Shkol'nikov ME. 2001. Electromyographic evidence in conservative treatment of stress enuresis in women. *Urologiia. Sep-Oct*; (5):29-34.
14. Meyer S, Hohlfeld P, Ahtari C, De Grandi P. 2001. Pelvic floor education after vaginal delivery. *Obstet Gynecol. May*; 97(5 Pt 1):673-7.
15. Moore KH. 2000. Conservative management for urinary incontinence. *Baillieres Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. Apr*; 14(2):251-89.
16. Paillard T, Lafont C, Costes-Salon MC, Dupui P. 2003. Comparison between three strength development methods on body composition in healthy elderly women. *J Nutr Health Aging*; 7(2):117-9.
17. Paillard T, Lafont C, Soulat JM, Costes-Salon MC, Mario B, Montoya R et al. 2004. Neuromuscular effects of three training methods in ageing women. *J Sports Med Phys Fitness. Mar*; 44(1):87-91.
18. Pérez M, Lucia A, Santalla A, Chicharro JL. 2003. Effects of electrical stimulation on VO2 kinetics and delta efficiency in healthy young men. *Br J Sports Med*; 37:140-43
19. Pinsach, P. 2003. Lo último en Ejercicio Físico, La Electroestimulación. Aplicaciones útiles para todas las personas y amplia documentación para expertos.
20. Pinsach, P. 2004. Entrenamiento Combinado: Fitness y electroestimulación. *PubliCE Standard*.
21. Pogliacomì F, Perelli-Ercolini D, Vaienti E, Magnani E. 2000. [Isolated atrophy of the infraspinatus muscle in baseball players]. [Isolated atrophy of the infraspinatus muscle in baseball players. *Acta Biomed Ateneo Parmense*; 71(5):127-34.
22. Portmann, M. et Montpetit, R. 2001. Effets de l'entraînement par electrostimulation isométrique et dynamique sur la force de contraction musculaire. Université de Quebec.

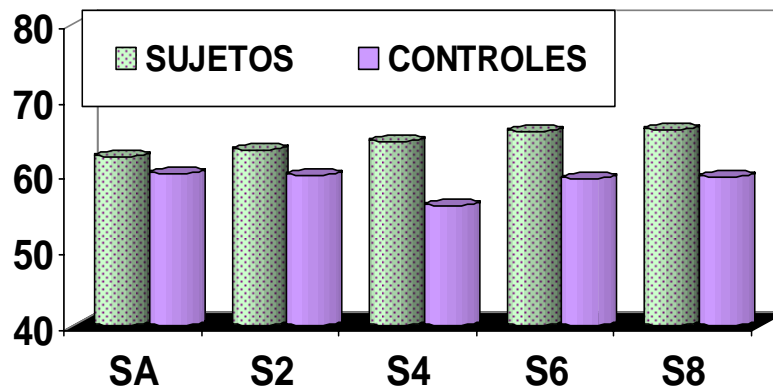
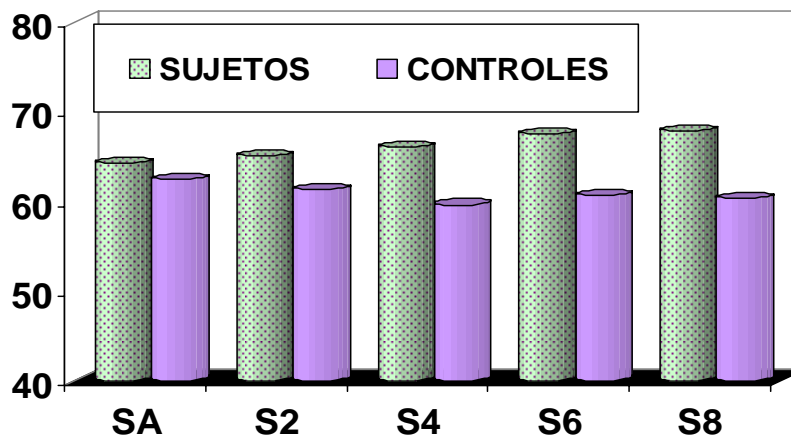


23. Presern-Strukelj M, Poredos P. 2002. The influence of electrostimulation on the circulation of the remaining leg in patients with one-sided amputation. *May-Jun; 53(3):329-35.*
24. Rikli R.E. and Jones C.J. 2001. Seniors fitness with electrostimulation. Ed. Human Kinetics. Champaign, Illinois.
25. Román I. Gigafuerza. 2004. Editorial Deportes. Cuba.
26. Valdora, M. 2000. Elettrostimolazione e propiocezione. *Scienza & Sport, Planeta Isef.*
27. Vengust R, Strojnik V, Pavlovcic V, Antolic V, Zupanc O. 2001. The effect of electrostimulation and high load exercises in patients with patellofemoral joint dysfunction. A preliminary report. *Pflugers Arch; 442(6 Suppl 1):R153-4.2*
28. Ward AR, Shkuratova N. 2002. Russian electrical stimulation: the early experiments. *Phys Ther, Oct; 82(10):1019-30.*

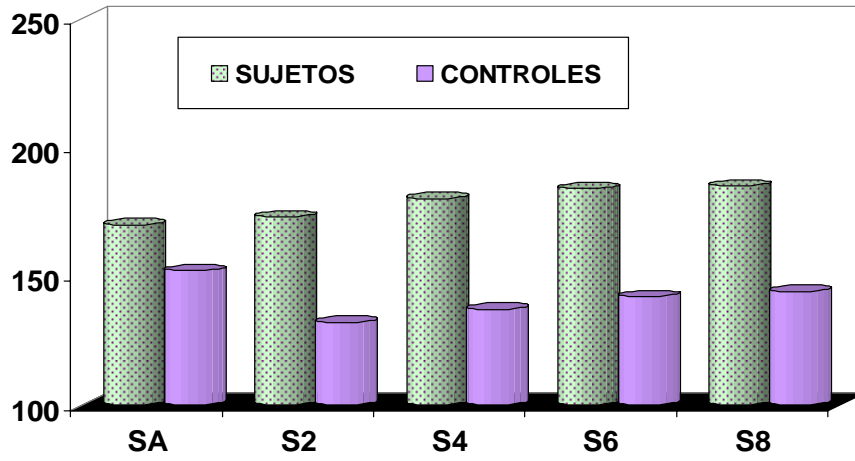
**ANEXOS.****Gráfico****1**

Diferencias entre sujetos y controles antes y después de la electroestimulación según semana de tratamiento.

Fuente: Tabla 1

**FLEXIÓN DE MANO IZQUIERDA****FLEXIÓN DE MANO DERECHA**

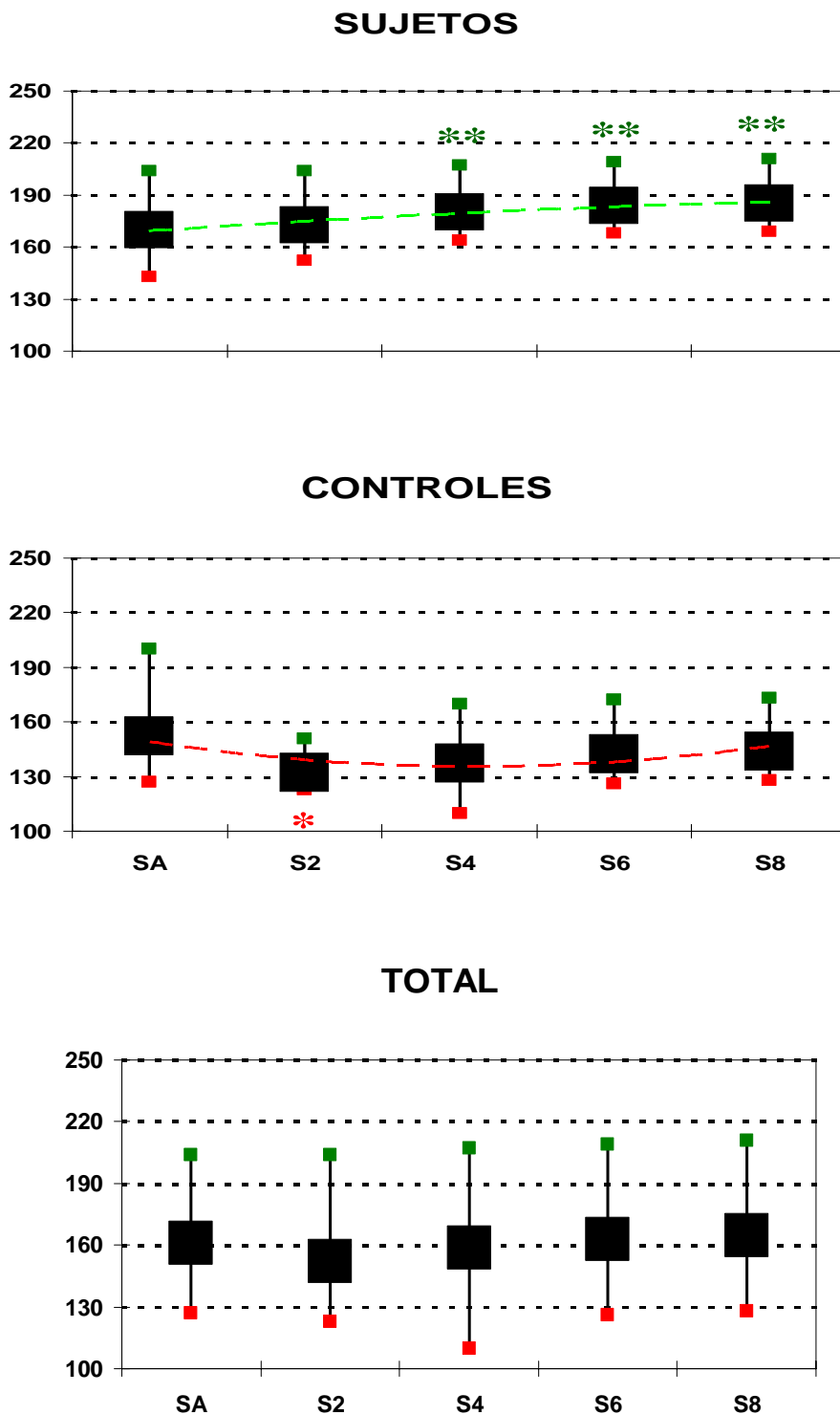
# HALÓN



**GRÁFICO 2.**

Evolución de la fuerza del halón

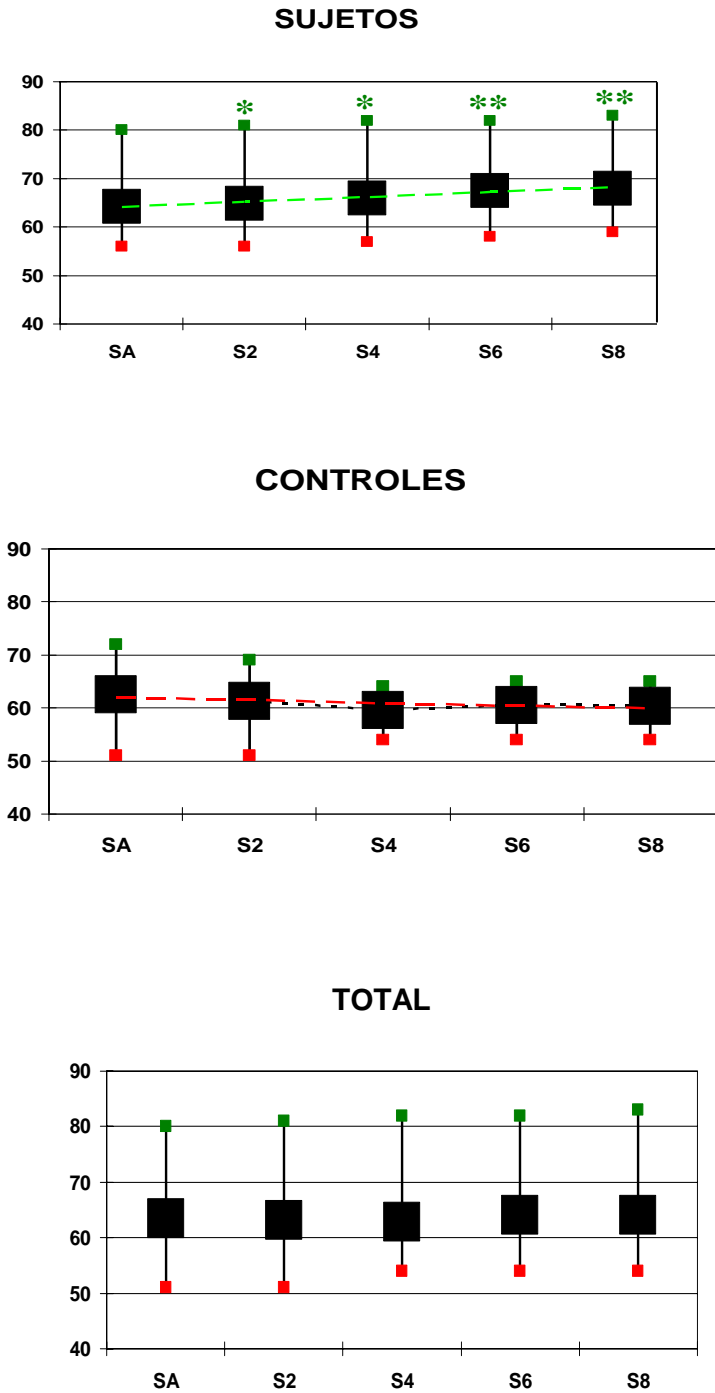
Fuente: Tabla 1



**GRÁFICO 3.**

Evolución de la fuerza de flexión de la mano derecha

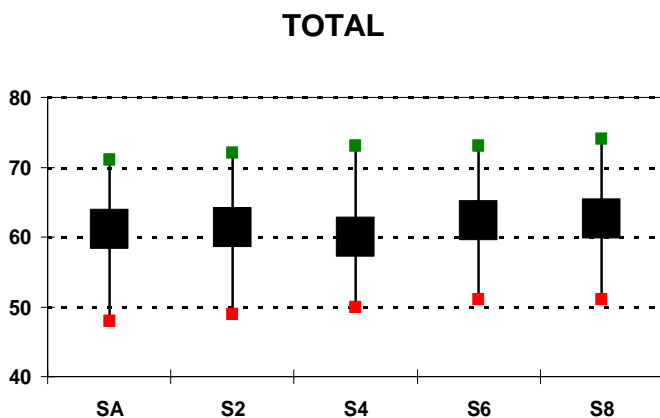
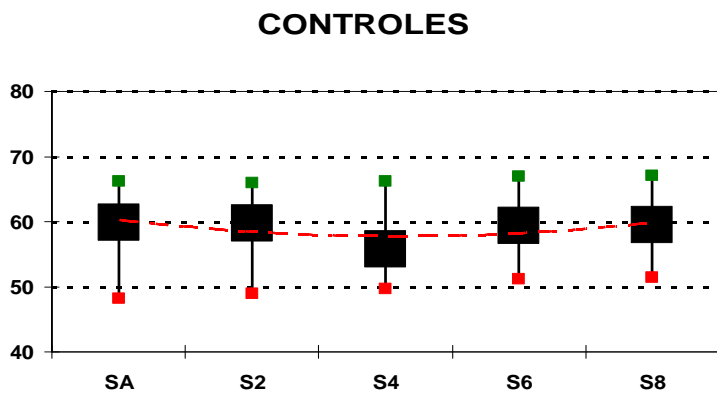
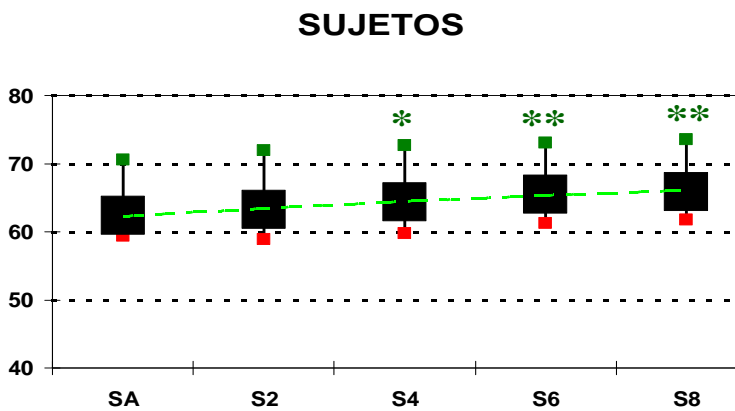
Fuente: Tabla 1



**GRÁFICO 4.**

Evolución de la fuerza de flexión de la mano izquierda

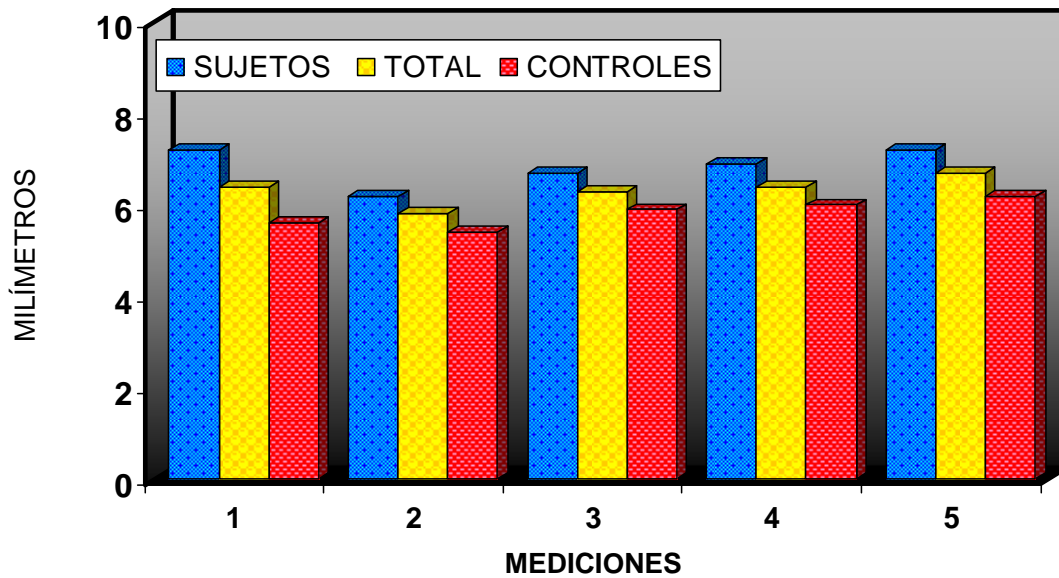
Fuente: Tabla 1



**GRÁFICO 5.**

Mediciones de Cineantropometría. Pliegue del tríceps

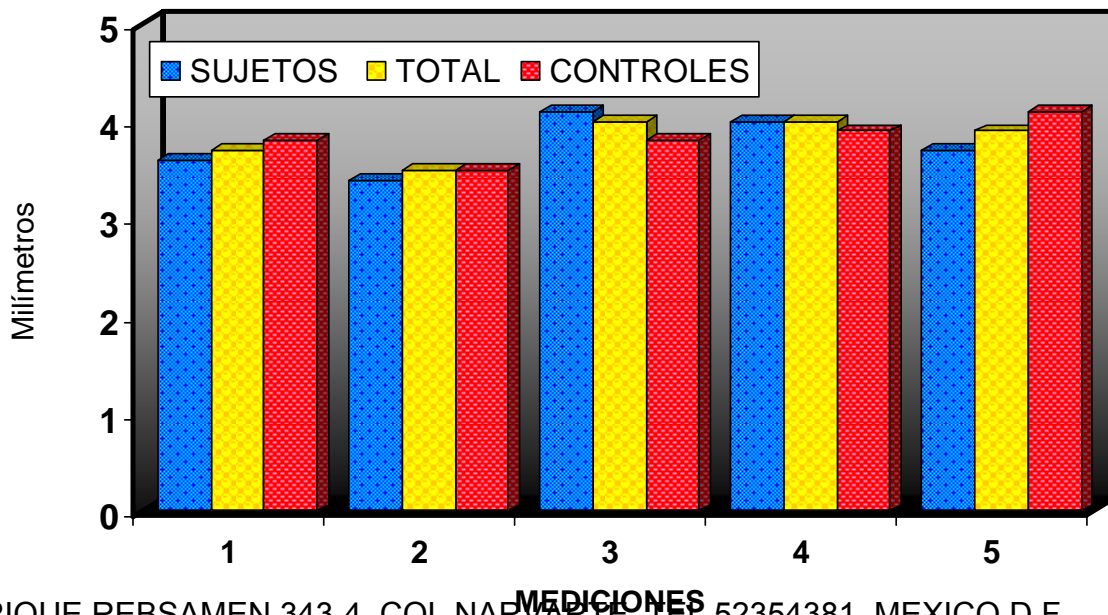
Fuente: Tabla 3



**GRÁFICO 6.**

Mediciones de Cineantropometría. Pliegue del bíceps

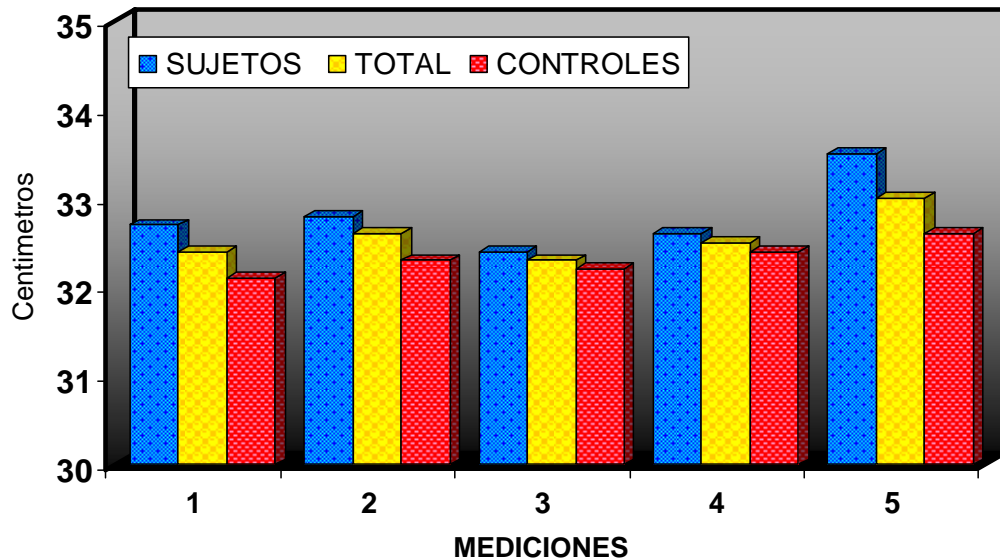
Fuente: Tabla 3



**GRÁFICO 7.**

Mediciones de Cineantropometría. Circunferencia del bíceps extendido.

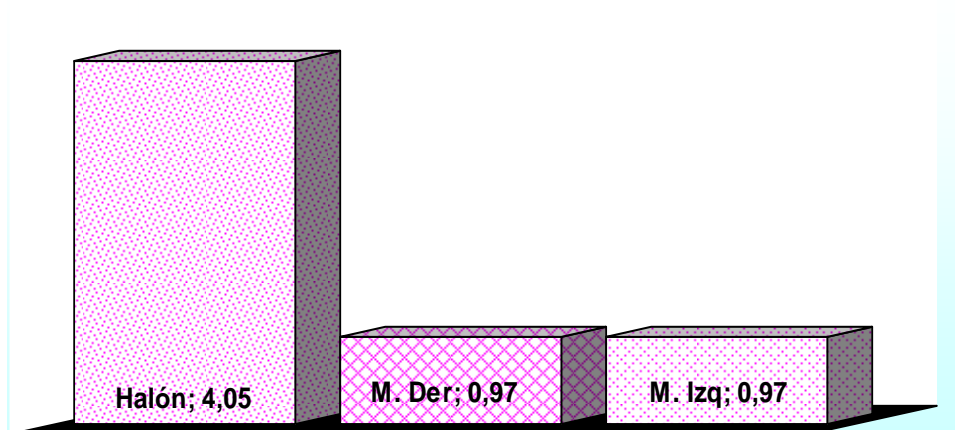
Fuente: Tabla 4



**GRÁFICO 8.**

Relación entre los incrementos de la fuerza y el incremento del área de corte del bíceps.

Fuente: Tabla 4





EGYM

EQUIPOS GINECOLGICOS Y MEDICOS PRESENTA: