

RECUPERACIÓN FUNCIONAL TOTAL EN PACIENTE HEMIPARÉTICO IZQUIERDO POST- TRAUMATISMO CRANEAL MEDIANTE PROGRAMA COMPUTERIZADO DE BIO-FEED- BACK NEUROMUSCULAR REMIOCOR-2.

**JUAN M. BARROSO Y MARTÍN.¹, MARÍA ISABEL GARCÍA
BERNAL.¹, ROSARIO DOMÍNGUEZ-MORALES.¹, EUGENE
MIKHAILENOK², OLGA VORONINA.²**

1. Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral (C.RE.CER. ®) Sevilla. España.
2. Research Center "NEUROMED", St. Petesburg. Rusia.

Resumen.

La técnica de bio-feed-back se basa en la posibilidad de controlar y modificar de forma voluntaria algunos procesos biológicos cuando se proporciona información sobre ellos simultáneamente.

El presente estudio describe el procedimiento de aplicación, los instrumentos, los pasos y presenta los resultados obtenidos por un paciente tras la aplicación de un programa de rehabilitación neuromuscular utilizando para ello un programa computerizado de bio-feed-back EMG mediante el sistema REMIOCOR-2, que permite la confección individualizada del programa de tratamiento de acuerdo con las necesidades del paciente, mayor precisión al poder seleccionar un solo músculo aislado, observación en tiempo real de la ejecución del paciente para establecer las modificaciones pertinentes, y la posibilidad de modificar los principales parámetros de trabajo de forma individual para conseguir una mayor precisión en los resultados.

Palabras clave: Hemiplejía, espasticidad, bio-feed-back EMG, recuperación neuromuscular, TCE.

TOTAL FUNCTIONAL RECOVERY OF A TBI LEFT HEMIPARETIC PATIENT USING
A NEUROMUSCULAR BIO-FEED-BACK COMPUTERIZED PROGRAM REMIOCOR2

ISSN: 1139-9872

Copyright© 1999 de
Revista Española de Neuropsicología

Neuromuscular Bio-feed-back technique is based on the possibility of control and voluntary modification of some biological process when information about them is giving simultaneously.

The present study describe the application procedure, instruments, steps and show the results obtained by one patient following application of a bio-feed-back EMG computerized neuromuscular rehabilitation program by REMIOCOR-2 system, that allows individualized preparation of the treatment program according to patient needs, best accuracy by selecting one isolated muscle, the view, in real time, of the session results in order to make pertinent modifications, and allows the change possibility of workin main parameters to achieve best accuracy on results obtained.

Key words: Hemiplejia, spasticity, bio-feed-back EMG, neuromuscular recovery, TBI.

1. Introducción

La hemiplejía es el resultado de una lesión de la motoneurona superior que se manifiesta en el lado contrario a la zona encefálica dañada, originando como consecuencia una serie de trastornos motores (inicialmente parálisis) y sensitivos en dicho hemicuerpo, pudiendo afectar más a unas zonas que a otras (mayor afectación del miembro superior habitualmente). Cuando la sintomatología típica de la hemiplejía se atenúa a medida que pasa el tiempo, y el cuadro va evolucionando, o desde la aparición de la lesión encefálica predominan las alteraciones sensitivas sobre las motoras (ya que no aparece una parálisis muscular total), se habla entonces de que existe una hemiparesia.

Estos dos cuadros, resultantes de una lesión encefálica, tienen su causa en la mayoría de las ocasiones en accidentes vasculares cerebrales que pueden ser de origen trombótico, traumático, hemorrágico, por émbolo y/o aneurisma, aunque se está observando en la práctica clínica diaria un aumento de los casos de etiología traumática (TCE) y en menor medida neoplásica, en este tipo de pacientes puede aparecer una amplia gama de problemas asociados que van a depender de la magnitud y localización de la lesión.

Cuando se asocian trastornos motores y sensoriales, aumentan considerablemente las dificultades del paciente, ya que en los movimientos normales, existe una estrecha e íntima relación entre los centros motores y sensoriales del Sistema Nervioso Central. Todos los movimientos se realizan en respuesta a estímulos sensoriales, que actúan sobre el S.N.C. desde el mundo exterior a través de los exteroceptores, especialmente los receptores

distantes, ojos y oídos. Estos mensajes sensoriales están integrados en distintos niveles del S.N.C., produciéndose una respuesta coordinada en función de las demandas del medio ambiente. Los movimientos iniciados, de esta forma, son guiados a través de su recorrido por una retroalimentación constante (reaferencia) desde los propioceptores, músculos y articulaciones (Bobath, 1.976).

Las alteraciones neuromusculares, son el resultado de una desinhibición o falta de control inhibitorio superior sobre los centros subcorticales que son los que gobiernan la actividad motora en el hemicuerpo afectado. El problema fundamental del paciente hemipléjico se encuentra en la coordinación de los movimientos; en los patrones de postura y movimiento anormales, en la alteración del tono postural y mecanismo de inervación recíproca, y en la influencia que en estas alteraciones ejerce la actividad refleja liberada. Existe una estrecha relación entre la coordinación de movimientos y el tono postural, ya que todos los movimientos normales requieren de una base de tono normal de intensidad moderada. El tono muscular no debe ser demasiado elevado para no interferir en el movimiento, pero debe haber suficiente tono para poder realizar movimientos en contra de la gravedad.

En el paciente hemiparético aparece un estado de flacidez inicial que irá cediendo progresivamente (en la mayoría de los casos, aunque no ocurre así en los casos más graves) hasta instaurarse un estado de espasticidad que afectará más a determinados grupos musculares dependiendo del caso (músculos flexores o extensores). Si a esta circunstancia se le suma la alteración del mecanismo de inervación recíproca entre músculo agonista-antagonista y la liberación de la actividad refleja por el proceso de "involución" ocurrido en el S.N.C. en lo que a actividad motora se refiere, se obtienen como resultado unos patrones de postura y movimiento anormales.

Frente a este cuadro clínico, se pueden plantear diversas formas de tratamiento, englobando todos éstos lo que se denomina reeducación sensitivomotora del paciente con hemiplejía o hemiparesia, utilizándose en cada caso concreto unas técnicas u otras atendiendo a la problemática particular del paciente. En general, ya se ha abandonado lo que se venía denominando como técnicas de *fisioterapia tradicional* para el tratamiento de este tipo de pacientes, consistente en un tratamiento analítico dirigido a las manifestaciones musculo-esqueléticas periféricas de la lesión cerebral,

comenzando pocas semanas después de observado el cuadro. Esta actitud da por sentadas ciertas secuelas y no tiene en cuenta que algunas podrían evitarse. Se ignoran aspectos de la rehabilitación esenciales para el aprendizaje de habilidades motrices como la motivación, la presencia de objetivos funcionales reconocibles, la estimulación de la concentración y la confianza en sí mismo, la estimulación de las funciones sensitiva y perceptual; en otras palabras, los aspectos “cognitivos” de la rehabilitación. La crítica que se le podría hacer a esto, es que visto así produce muchos problemas para el paciente que no tendrían que aparecer y que en realidad impide que el sujeto alcance su grado de recuperación potencial (Carr y Shepherd, 1.987).

Existe otro grupo de autores que basan sus teorías y técnicas en las bases neurofisiológicas fundamentales de este tipo de alteraciones. Tal es el caso del *tratamiento Bobath*, que aunque ha experimentado muchos cambios desde su inicio mantiene el concepto subyacente sin modificaciones. Estas técnicas parten de que se está manejando un S.N.C. que funciona anormalmente, con falta de control de la función muscular. Los músculos son la herramienta del sistema nervioso y, por lo tanto, la actividad de los músculos individuales y de los grupos musculares es secundaria a la de su coordinación en patrones de actividad. Por tanto, la evaluación y el tratamiento de los patrones motores del paciente es la única forma de conducir directamente al uso funcional. En definitiva, si se “manipula” la periferia mandándose al S.N.C. una información más cercana a la normalidad, se modificará la respuesta motora que se aproximará también más a la normal, consiguiéndose de esta forma la reducción de la espasticidad y la reconducción hacia patrones de postura y de movimiento más normales.

Unos años más tarde que Bobath, en 1.976, *S. Brunnstrom* publica sus técnicas de tratamiento para los pacientes con hemiplejía. Éstas también se basan en las sólidas bases neurofisiológicas en las que se apoyó Bobath, pero otorga una mayor importancia a las respuestas patológicas que aparecen en el paciente y a lo que se denominan las sinergias de movimiento que utiliza en su tratamiento, apoyándose en que lejos de impedir la futura mejoría, las sinergias constituyen una fase intermedia necesaria para una futura recuperación ya que la utilización de estímulos aferentes inician movimientos que voluntariamente no podría realizar el paciente y se trataría de inhibir las respuestas musculares que no se desean. (Brunnstrom, 1.976).

Aunque estas son las dos grandes bases teóricas para el tratamiento de la hemiplejía existen otros autores cuyas técnicas son muy empleadas como el *método Kabat de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (P.N.F)*, que tiene como base las estimulaciones propioceptivas, excitando las terminaciones que van a poner en movimiento los circuitos aferentes, a fin de obtener de manera automática o refleja las contracciones musculares, ya sea con un fin protector, o con un fin de aprendizaje de la reacción o del movimiento (Viel, 1.989).

El Dr. V. *Vojta* desarrolló en los años 50 el *método de locomoción refleja*, que en la actualidad se utiliza en niños con alteraciones motoras o en lactantes con riesgos de ellas. Está basado en la estimulación de puntos reflejos para conseguir dos complejos de locomoción refleja diferentes: reptación refleja y volteo reflejo (Pérez Bote, 1.998).

También sobre los años 70 el grupo de *Perfetti* comienza a desarrollar unas técnicas de tratamiento del paciente neurológico, aplicables principalmente a la hemiplejía y la hemiparesia, conformando un método denominado *Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo*, basado en la importancia de las funciones corticales superiores – atención, memoria, etc... – en la organización del movimiento voluntario.

En los últimos años se está utilizando como un eficaz complemento en los programas de rehabilitación de este tipo de pacientes, la biorretroalimentación electromiográfica (EMG), como una aplicación específica de las técnicas de bio-feed-back para solucionar problemas neuromusculares.

El término bio-feed-back aplicado a la rehabilitación neuromuscular se apoya en la posibilidad de control y modificación de forma voluntaria de determinados procesos biológicos cuando se facilita al mismo tiempo información acerca de ellos. De esta forma, la persona aprende a controlar respuestas fisiológicas normalmente no sometidas a control voluntario o respuestas voluntarias cuya regulación ha sido interrumpida o alterada por la lesión cerebral producida. Su desarrollo teórico se sitúa dentro de la psicología clínica y concretamente en las técnicas de condicionamiento instrumental, utilizando la información suministrada al paciente como una contingencia inmediata a la ejecución de una conducta para

aumentar/disminuir su frecuencia de aparición, proporcionando información al paciente acerca de las consecuencias de su conducta para facilitar así su control voluntario.

En la historia del biofeedback existen autores cuyos trabajos pioneros sentaron las bases de las investigaciones actuales, destacando entre otros los trabajos de Blair, quien sobre 1.901 trabaja sobre el control voluntario de la actividad neuromuscular involuntaria utilizando bioretroalimentación; Schultz en 1.932 y Jacobson en 1.938 que trabajaron en el campo de la relajación utilizando biorretroalimentación; o la investigación que dio el lanzamiento definitivo a estas técnicas de la mano de Miller et al, (1.967), y su estudio sobre modificación de funciones viscerales en ratas curarizadas. Pero es hacia la mitad del presente siglo, con la aplicación de los sistemas computarizados a esta técnicas, cuando su uso se generaliza, desarrollándose su aplicación clínica a una gran variedad de campos.

La utilización de la bioretroalimentación electromiográfica tiene su inicio en la década de los 60 de la mano de los neurofisiólogos Marinacci y Horande, publicándose con posterioridad una gran cantidad de estudios que indican su utilidad terapéutica a partir de los años 80. (Fernández Cervantes, 1998).

Para la bioretroalimentación electromiográfica se utiliza un aparato de electromiografía adaptado, que cuenta con electrodos de superficie en lugar de las agujas tradicionales, que recogen el potencial de acción de las fibras musculares más superficiales medidas en microvoltios, con lo que recibe información de las variaciones del estado eléctrico muscular que acompañan a su actividad mecánica; después de procesar esta señal, muestra esta información de una forma más sencilla de entender para el paciente y el terapeuta al presentar como resultante la calidad de la acción realizada.

El descubrimiento de estas técnicas de retroalimentación biológica electromiográfica como aplicación a lesiones neuromusculares centrales aporta un nuevo concepto, pues si los anteriores tratamientos neurocinesiológicos (Bobath, Vojta, etc) se han fundamentado principalmente en el desarrollo de la propiocepción, el biofeedback se distingue por el uso de aparatos electrónicos que aportan información sobre la ejecución del paciente favoreciendo la movilidad activa y el predominio

exteroceptivo del tratamiento para conseguir el control motor. (Villanueva López. 1998).

Los tratamientos recuperadores anteriores se ocupan de pacientes con lesiones nerviosas centrales desde un concepto holístico, tratando las distintas manifestaciones como un todo, combinando las interrelaciones que tienen los distintos segmentos corporales sobre el tono y el control motor. Sin embargo, el biofeedback puede ser también utilizado sin combinar con otras técnicas al monitorizar normalmente una sola función, dando información puntual del transcurso de ella al registrar ya sea el músculo, un grupo muscular determinado o una acción más compleja. (Villanueva López, op. cit).

2. Método

2.1 Sujeto.

En este estudio se presenta los datos recogidos del tratamiento realizado con un paciente antes y después del tratamiento recibido en un programa de neurorehabilitación integral C.RE.CER utilizando para la rehabilitación física el sistema de entrenamiento muscular computerizado REMIOCOR-02, basado en la utilización de un programa de bioretroalimentación electromiográfica.

El paciente inicia un programa intensivo de rehabilitación en el centro C.RE.CER tras haber sufrido un T.C.E. grave dos años antes, en el que sufre fractura del olécranon izquierdo tratada mediante osteosíntesis y fractura del cotilo de la cadera izquierda tratada mediante tracción transtibial, presentando como datos más importantes en el cuadro físico los siguientes:

Hemiparesia izquierda de predominio distal, tanto en el M.S. como en el M.I. con afectación motora y sensitiva (aunque en menor grado). El M.S.I. se encontraba en fase IV de Brunnstrom con restos espásticos y sinérgicos, (sinergia flexora), en todo el brazo en general, siendo mucho más acusados éstos en la mano, que se encontraba en fase III. En cuanto a la sensibilidad, existía una alteración de todos los aspectos de la sensibilidad superficial, mientras que en la profunda no se detectó ningún problema que se hiciera evidente en las exploraciones realizadas. En el área de la estereognosia, gravemente afectada, no existía reconocimiento de objetos

cotidianos con la mano izquierda. Ante esta situación, el paciente se encontraba muy limitado en la realización de actividades de la vida diaria (AVD), en concreto, en todas aquellas que requerían la realización de movimientos en los que actuara la musculatura perteneciente a la sinergia extensora, la utilización de la prensión con la mano izquierda o la colaboración de ésta con la otra mano.

El M.I. izquierdo, se encontraba en fase V de Brunnstrom, con claudicación durante la marcha por fallo del glúteo medio, careciendo de una buena estabilización de la rodilla, que se hacía mucho más evidente al subir y bajar escaleras por carecer de control sobre el cuádriceps, acompañado de arrastre de la punta del pie durante la fase de despegue de la marcha y desplomando la planta durante la de apoyo, lo que desvelaba una debilidad del músculo tibial anterior y de los peroneos laterales, aunque también en la exploración se comprobó que se debía en parte a una falta de concienciación en su utilización. En cuanto a la sensibilidad se comprobó que no existía ninguna alteración que pudiera influir sobre el plano motor.

(Ver datos del primer mes en la medida miotonométrica de las gráficas número I, II, III y IV para cada uno de los músculos explorados).

2.2 Instrumentos.

El sistema de entrenamiento muscular REMIOCOR-02.

El sistema computerizado de entrenamiento muscular funcional total Remiocor-02 (fig. 1), se compone de los siguientes elementos: 1- un amplificador de señal electromiográfica de dos canales con electrodos; 2- un interface conectado con 3- un ordenador personal, 4- un monitor de TV que recibe la señal de 5-un videoreproductor.

El sistema puede ser complementado con la instalación de diferentes periféricos adicionales, tales como un indicador para el control de temblores, una estabiloplatформа, un miotonómetro MIOTONUS-02, y otros para realizar trabajos con las diferentes manifestaciones patológicas neuromusculares.

Este sistema está construido para enseñar al paciente las diferentes habilidades de control sobre la contracción muscular para conseguir su rehabilitación motora derivada de alguna alteración en el sistema nervioso

central. Para ello utiliza la información procedente de su funcionamiento muscular para presentarle en forma gráfica información que le permita ver cómo es esa actividad, de forma que aprenda a modificarla en base al entrenamiento en relajación/activación de ese movimiento muscular. Para ello se realizan dos fases, para la primera se utiliza un miotonómetro, (Myotonus-02), conectado con el sistema computerizado que permite recoger de forma numérica la información sobre el tono muscular, almacenarla y comparar las diferentes sesiones para posteriormente presentar de forma gráfica esa información. La medición del tono muscular se realiza mediante la aplicación de una presión mecánica transcutánea de fuerza determinada a un músculo seleccionado con la medición consecuyente de la deformación realizada en él.

Para la segunda de estas fases, de entrenamiento muscular tónico, se utilizaron dos sensores de forma y tamaño estandar suministrados con el equipo, para recoger la señal electromiográfica, que se fijaron a la piel mediante bandas elásticas. Previamente se limpió la superficie en contacto con los electrodos con alcohol para después aplicar gel conductor tipo estándar y así obtener una mejor señal electromiográfica.



Fig. 1.

2.3 Procedimiento.

El proceso de tratamiento se compone de dos partes claramente diferenciadas, 1- medición del tono de los músculos a entrenar en estado de activación y de relajación para evaluar su estado; y 2- el autoentrenamiento muscular como tal, para el que se utiliza la información electromiográfica sobre los movimientos realizados por el paciente, presentandolos en tiempo real y de forma gráfica o de interferencia sobre la información visualizada en el monitor del ordenador, lo que permite al paciente aprender a realizar los movimientos perdidos.

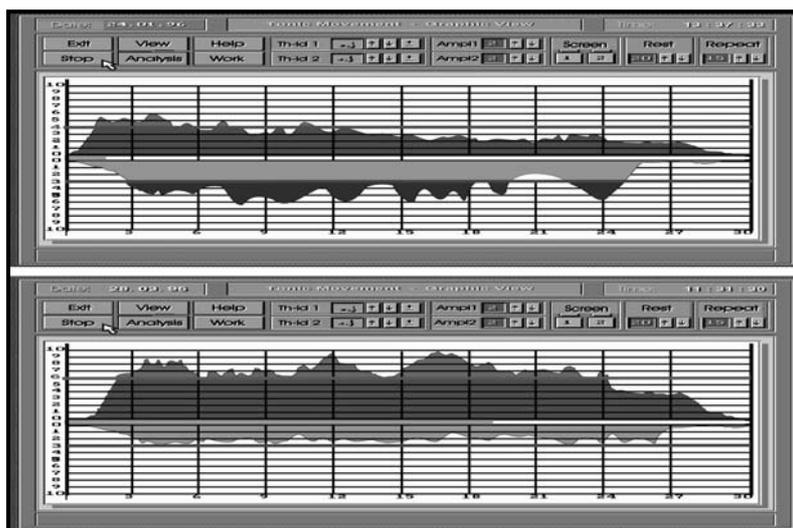
Esta señal de biofeedback informará al paciente sobre la calidad de la tarea muscular que está ejecutando, de forma que en el gráfico va a observar la cantidad total de actividad bioeléctrica, (EMG), proporcional a la fuerza mecánica desarrollada por el músculo en entrenamiento, aumentando la amplitud del gráfico en pantalla a medida que aumenta su tensión muscular, visualizando los resultados de su esfuerzo para corregir el movimiento a través de la redistribución de su propio tono muscular al controlar simultáneamente la actividad del principal músculo agonista y su antagonista para un movimiento determinado.

Los electrodos se colocan, el activo sobre el músculo agonista del movimiento y el pasivo sobre su antagonista.

Posteriormente se elige el tipo de entrenamiento óptimo para cada grupo muscular.

Antes de empezar es necesario realizar varios movimientos de análisis que permiten al sistema computarizado obtener una línea base para ajustar los parámetros de trabajo para cada uno de los músculos de forma individual para personalizar el entrenamiento dependiendo de las necesidades propias de cada paciente.

Siendo uno de los componentes del sistema computarizado "REMYOCOR-02", el programa "análisis" permite realizar la optimización automática del aparato después de realizar estos movimientos iniciales.

**Fig 2**

Cuando se activa el sistema en la fase de trabajo, el paciente podrá observar en el monitor de TV dos gráficas que parten desde cero en la mitad horizontal de la pantalla, en movimiento de izquierda a derecha, una roja, procedente del electrodo activo, (músculo agonista), cuya amplitud se incrementa hacia arriba, y otra azul, procedente del pasivo, (músculo antagonista), cuya amplitud se incrementa hacia abajo (fig 2). Comenzamos la sesión pidiendo al paciente la máxima relajación, con lo que la amplitud de ambas señales gráficas debe ser mínima, seguidamente le pedimos que realice el movimiento a entrenar para estimular el músculo seleccionado con lo que las amplitudes del gráfico se van a incrementar hasta alcanzar el nivel de dificultad que se ha establecido de forma automática previamente en la fase de análisis. El paciente debe realizar los movimientos con la fuerza suficiente para superar el límite previamente fijado para el músculo bajo trabajo, pero de tal forma que el músculo antagonista quede en estado de relajación.

El entrenamiento se inicia con unos niveles bajos de dificultad, de forma que la ejecución de una respuesta correcta se consiga de forma fácil, para ir gradualmente y conforme se observe la mejoría de la ejecución muscular del paciente modificando esos parámetros para exigir al paciente mejor precisión en el movimiento entrenado.

Las sesiones realizadas estaban diseñadas para disminuir las reacciones exageradas al estiramiento de los grupos musculares espásticos, consiguiendo de esta forma una mayor actividad del músculo agonista del movimiento deficitario y, por tanto, un aumento consecuente de su tono, además de una mayor calidad de movimiento, al existir una relación más adecuada entre músculo agonista y antagonista. Estos dos parámetros, relación entre músculo agonista-antagonista y tono muscular, están controlados en todo momento por los sistemas REMIOCOR-02 y MIOTONUS-02 respectivamente.

En las primeras sesiones se potenció la adquisición de las kinesias y propiocepciones encaminadas a enseñar al paciente cómo es el movimiento de cada músculo que se va a entrenar mediante la relajación/activación del mismo. Una vez conseguidas estas se comenzó a aplicar el procedimiento diseñado.

Al inicio de cada sesión se procedía a medir el tono muscular del grupo a trabajar para proceder seguidamente en sesiones de 45 minutos a entrenar el movimiento del grupo elegido. En este caso se comenzaba por el MSI, con el grupo muscular elevador del brazo concretamente con el músculo deltoides, primero en flexión, después en abducción y por último en extensión.

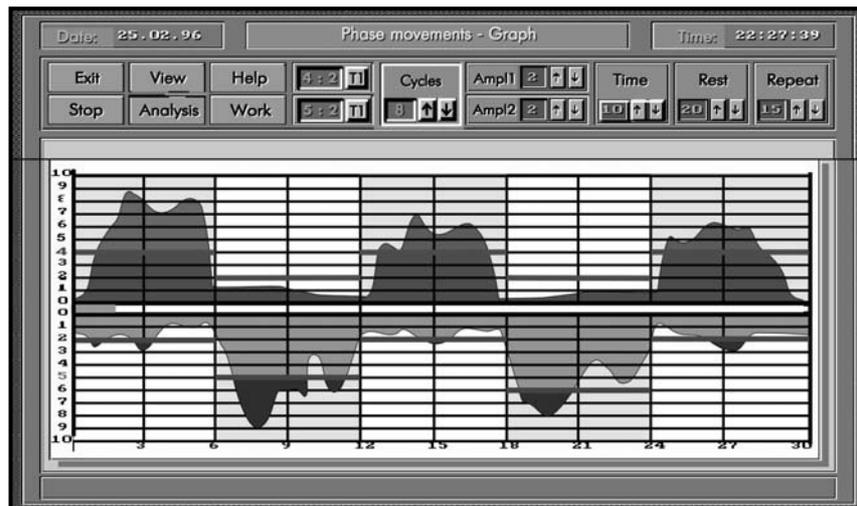


Fig 3

El segundo grupo muscular a trabajar fue el grupo muscular movilizador de la muñeca, procediendo de la misma forma que para el anterior, comenzando por una medida del tono muscular antes del entrenamiento, para empezar a trabajar seguidamente con el grupo muscular flexor y extensor de la muñeca en otra sesión de 45 minutos. Por último y en tercer lugar, se pasó al trabajo en el MII con el grupo muscular encargado de la flexión dorsal del pie, músculo tibial anterior y su antagonista (gemelos y soleo), siguiendo con el mismo procedimiento y duración que los descritos anteriormente. El primer grupo se trabajó a nivel tónico mientras el segundo y tercero se trabajaron a nivel tónico y fásico.

A diferencia con los movimientos tónicos, el proceso de entrenamiento de los movimientos fásicos requiere la activación recíproca de los músculos agonistas y antagonistas; este proceso se refleja en el monitor del ordenador como se observa en la Fig. 3

2. 4 Descripción del programa para los grupos musculares.

Para cada uno de los grupos musculares específicos se diseñó un programa de entrenamiento muscular similar al expuesto seguidamente:

MIEMBRO SUPERIOR IZQUIERDO.

Grupo muscular elevador del brazo izquierdo

Músculo deltoides izquierdo. (Entrenamiento tónico)

1º actividad MIOTONUS-02. Medición miotonométrica del tono del músculo deltoideo (en activación y relajación).

2º actividad REMIOCOR-02. Trabajo de entrenamiento muscular con deltoides izquierdo en **flexión** de hombro (fibras anteriores). Colocación de electrodos y búsqueda de señal óptima.

3º actividad REMIOCOR-02. Trabajo de entrenamiento muscular con deltoides izquierdo en **abducción** de hombro (fibras medias). Colocación de electrodos y búsqueda de señal óptima.

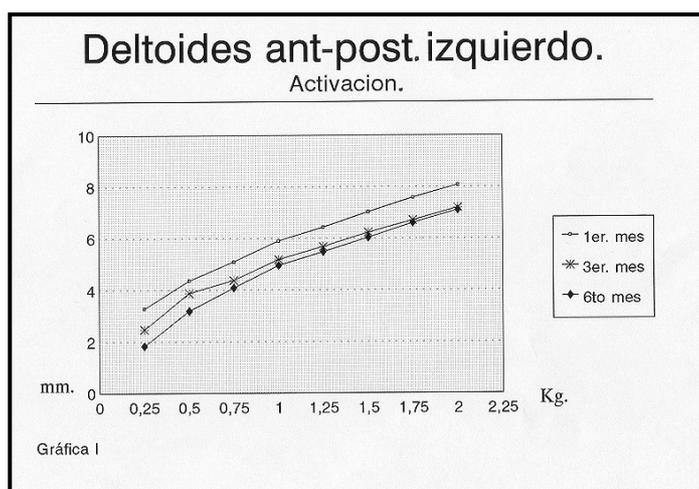
4º actividad REMIOCOR-02. Trabajo de entrenamiento muscular con deltoides izquierdo en **extensión** de hombro (fibras posteriores). Colocación de electrodos y búsqueda de señal óptima.

3. Resultados

Para el análisis de los resultados obtenidos en las diferentes sesiones se utilizó un ordenador compatible IBM y el programa estadístico SPSS (Versión 6.0.1).

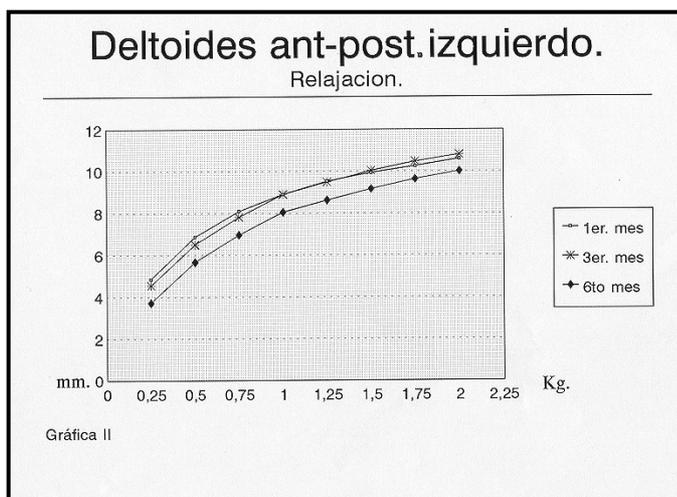
En las tablas que se muestran a continuación, se pueden observar los cambios recogidos en los músculos bajo el programa de entrenamiento a lo largo de los seis meses de tratamiento intensivo. Para una mejor visualización de los resultados se presentan los valores medios obtenidos durante el primer, tercer y sexto mes de tratamiento recogidos mediante MIOTONUS-02.

En ellas, se puede ver una medición indirecta del tono muscular referido a unidades de densidad, de forma que en el eje horizontal se sitúan los distintos pesos aplicados al músculo, (de 0 a 2 kilogramos divididos en 0.25), mediante el medidor empleado (MIOTONUS-02); en el eje vertical se sitúa la profundidad que penetra dicho medidor en el músculo medida en milímetros (mm) después de realizadas las sesiones de entrenamiento. De esta forma, a mayor peso aplicado, mayor será la profundidad en mm recorrida por el medidor, de ahí, la forma ascendente de la curva, pues, a mayor peso aplicado, mayor será la penetración en el músculo.



Grafica 1.

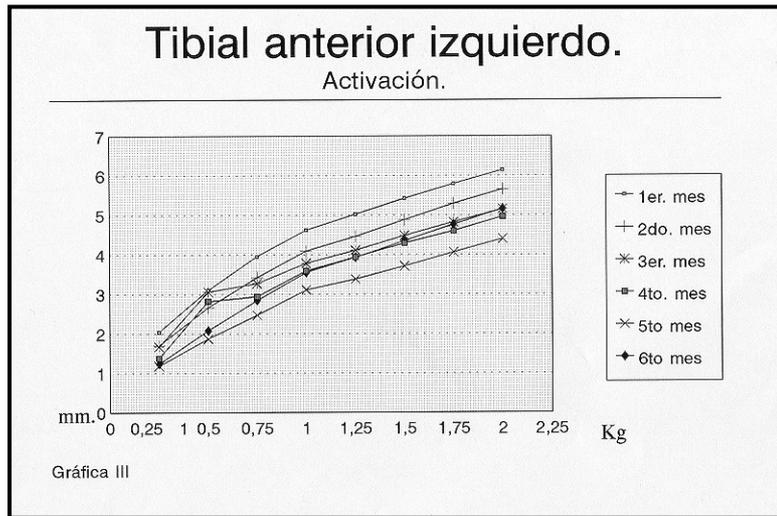
Se han realizado las mediciones del tono muscular en grupos musculares específicos del MS izquierdo y del MI izquierdo, que han servido de referencia para conocer la evolución de la musculatura trabajada mediante el sistema de bioretroalimentación electromiográfica Remiocor-02. En concreto, se ha tomado como referencia la evolución del deltoides en el MS como antagonista del pectoral mayor espástico, por ser el primer grupo muscular que se comenzó a trabajar en el proceso de recuperación total que progresaba de proximal a distal, y teniendo en cuenta que se han trabajado todas las fibras musculares de este músculo (anteriores, medias y posteriores), por lo que el resultado ofrecido a continuación es un conjunto de la evolución de todas éstas. Además, se ha realizado la medición del tono en un estado de relajación y de activación muscular.



Gráfica 2.

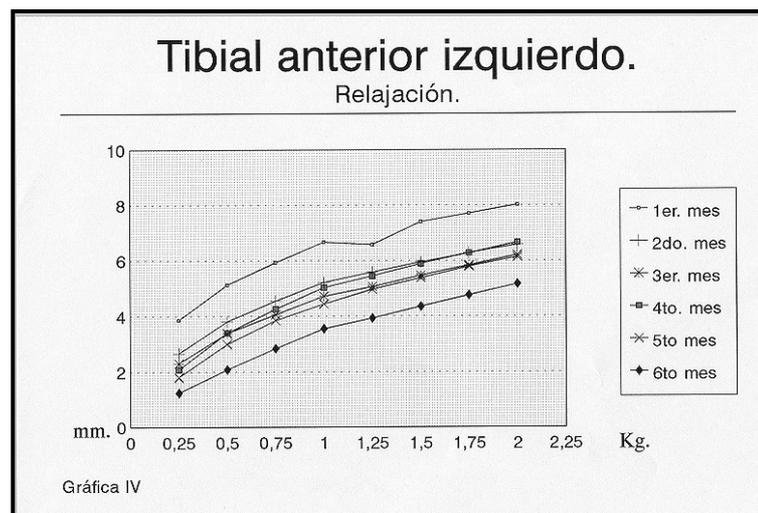
Por lo que al MI respecta, se ha tomado como referencia la medición del tibial anterior, como antagonista de los gemelos o gastronemios.

En las gráficas I y II se pueden observar los valores obtenidos para el músculo deltoides izquierdo, tanto en activación como en relajación.



Gráfica 3.

En activación se ha pasado de un valor de 3.28 mm cuando se le ha aplicado al músculo un peso de 0.25 Kg. durante el primer mes de tratamiento a un valor de 1.83mm cuando se le aplica el mismo peso durante el sexto mes.



Gráfica 4

En cambio, cuando se han aplicado 2 Kg. de peso, se ha obtenido un valor de 8.07mm en el primer mes y de 7.1mm en el último.

En relajación, durante el primer mes de tratamiento se obtuvo un valor de 4.85 mm para la aplicación de 0.25 Kg. y 3.72 mm. para el mismo peso en el último mes. En cambio, para la aplicación de 2 Kg. de peso se obtuvo un valor de 10.6 mm. en el primer mes y de 10.01 mm. en el último.

En las gráficas III y IV se pueden observar los valores obtenidos para el músculo tibial anterior izquierdo, tanto en activación como en relajación, y al igual que en el caso anterior, se pueden apreciar cambios.

Así, en activación, para la aplicación de 0.25 Kg. de peso, se obtuvo un valor de 2.04 mm. el primer mes y de 1.24 mm. el sexto. En cambio, para la aplicación de 2 Kg. de peso, se obtuvo un valor de 6.14 mm. el primer mes y de 5.16 mm. el último.

En relajación, para la aplicación de 0.25 Kg. de peso se obtuvo un valor de 3.86 mm. el primer mes y de 1.24 mm. el último. En cambio, para la aplicación de 2 Kg. de peso, se obtuvo un valor de 8.02 mm. el primer mes y de 5.16 mm. el último.

4. Discusión.

La variable objeto de análisis en este estudio ha sido el tono muscular de los antagonistas de los grupos musculares espásticos en un paciente con un cuadro de hemiparesia, medido mediante el sistema Myotonus-02 para observar las consecuencias funcionales de estos cambios en dichas variables.

En los resultados obtenidos en la medición del tono del deltoides izquierdo, se puede observar como se ha visto reducido el valor en mm. que ha penetrado el medidor en la aplicación de un mismo peso a lo largo de los seis meses de tratamiento, lo que se observa gráficamente en la bajada del trazado de las curvas, tanto en el estado de activación como en el de relajación, por lo que se puede concluir, que el tono de este músculo ha aumentado.

Este cambio en el tono se ha traducido en el proceso global de recuperación en un aumento de la masa muscular y en una mayor capacidad de generar potencia y/o fuerza durante la activación, con lo que los

movimientos realizados por este músculo han sido más claros, continuos y fuertes, aunque este cambio en el tono no solo indica una mejor actividad de este músculo, sino que su antagonista espástico, (pectoral mayor), tiene una mayor capacidad para relajarse, dejarse estirar y en definitiva ver reducidos sus niveles de espasticidad, por lo que en consecuencia hay una relación entre músculo agonista-antagonista más adecuada.

En definitiva, este cambio en la gráfica se ha visto reflejado en cuanto a la funcionalidad, pues ha mejorado mucho la calidad de movimiento a nivel proximal en el MS izquierdo.

En los resultados obtenidos del tibial anterior izquierdo, se observa igualmente una disminución en el valor total de los mm recorridos por el medidor a la aplicación de un mismo peso a lo largo de los seis meses de tratamiento, por lo que se puede concluir igualmente que el tono muscular de este músculo ha aumentado considerablemente. Este aumento se hace más evidente en relajación que en activación, lo que se traduce en que el músculo se encuentra en un mejor estado de preparación previa a la realización de cualquier actividad, y que por tanto, los valores de espasticidad de su antagonista en reposo han descendido.

Funcionalmente, este cambio en la gráfica se objetiva tanto en reposo, por haber desaparecido la tendencia a la flexión dorsal del pie, como en la marcha, en la que ya no se produce una caída y arrastre de la punta del pie durante la fase de balanceo, ni el desplome de la planta en la fase de apoyo.

5. Conclusiones

En este trabajo se observa claramente un aumento en el tono de la musculatura antagonista a la musculatura espástica, que ve reducidos sus niveles de actividad EMG y en definitiva, existe una mejor relación entre músculo agonista-antagonista después del uso del sistema de entrenamiento neuromuscular Remiocor-02.

Estos cambios se aprecian también en la autonomía del paciente, pues a la vez que van cambiando estos resultados, van surgiendo movimientos cada vez más funcionales en los que participa la musculatura trabajada.

El trabajo con biofeedback-EMG en los casos de recuperación de lesiones neuromusculares motiva al paciente, al considerarlo partícipe del tratamiento, y al percibir éste la evidencia de que sus esfuerzos le llevan hacia la recuperación.

El biofeedback electromiográfico puede ser utilizado como medida terapéutica única para tratar de solucionar problemas neuromusculares específicos y bien localizados o como terapia conjunta con tratamientos fisioterápicos tradicionales, pues lo conseguido con este trabajo, se utilizará en los sesiones de fisioterapia bajo un concepto global u holístico.

De una forma más detallada se puede afirmar que el trabajo con biofeedback-EMG mediante el sistema Remiocor-02 ofrece las siguientes ventajas:

- individualización del programa de tratamiento, permitiendo confeccionar un programa específico para cada paciente de acuerdo con las necesidades musculares del mismo y teniendo en cuenta sus propias limitaciones, personalizando las sesiones de trabajo lo que permite adaptar el tipo de entrenamiento a las necesidades reales de cada paciente
- permite el trabajo con una precisión mayor que en las técnicas tradicionales ya que se puede seleccionar un solo músculo por separado y de forma aislada.
- las características del sistema permiten obtener los valores de trabajo realizados en tiempo real e instantáneamente, con lo que la observación de los resultados permite establecer las modificaciones y correcciones pertinentes para una mejor ejecución del trabajo muscular conforme se ejecuta el programa de rehabilitación.
- el sistema permite modificar parámetros tales como la duración, intensidad, umbral de trabajo, repeticiones, etc. de la respuesta muscular bajo entrenamiento, con lo que se consigue establecer una mejor precisión en el trabajo muscular y en los resultados del mismo.

6. Referencias

- BOBATH, B. (1993). Hemiplejía del adulto: Evaluación y tratamiento (3ª ed.). Buenos aires: Panamericana.
- BRUNNSTROM, S. (1976). Reeduación motora en la hemiplejía. Barcelona: Editorial Jims.
- CARR, J Y SHEPHERD, R. (1987). Fisioterapia en los trastornos cerebrales. Buenos Aires: Panamericana.
- FERNÁNDEZ CERVANTES, R. (1998). Generalidades sobre feedback. Fisioterapia. 1998; 20: 3-11.
- JUÁREZ ACOSTA, F.(1997). Reducción del tiempo en el tratamiento con Bioretroalimentación-EMG de la espasticidad en la hemiplejía. Suma psicológica. 1997; 4(2): 127-143.
- PÉREZ BOTE, I. (1998). Aproximación a la locomoción refleja del Dr. Václav Vojta. Fisioterapia. 1998;20 (4): 199-204.
- VIEL, E. (1989). El método Kabat: Facilitación Neuromuscular propioceptiva. Barcelona: Masson.
- VILLANUEVA LÓPEZ, C. (1998). Aplicación del biofeedback electromiográfico en lesiones neuromusculares. Fisioterapia. 20: 12-18.