

11222  
14.8



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
SECRETARIA DE SALUD**

**BIORRETROALIMENTACION EN ATROFIA  
POR DESUSO DEL CUADRICEPS**

**TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA**

**QUE PRESENTA LA  
DRA. AUREA ESPERANZA LOAIZA GUZMAN  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE REHABILITACION**

**PROFR. TITULAR DEL CURSO:  
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA**

**TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN**

**MEXICO, D.F. FEBRERO DE 1987.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

NO.

1	INTRODUCCION .....	1
2	ANTECEDENTES .....	5
3	MATERIAL Y METODOS .....	10
4	RESULTADOS .....	14
5	DISCUSION .....	25
6	RESUMEN .....	29
7	REFERENCIAS .....	30

## I N T R O D U C C I O N

La intervención de la Medicina Física en el arsenal terapéutico ha tenido un resurgimiento acentuado - en años recientes. La necesidad de rehabilitar a un número mayor de pacientes, la invención de nuevas modalidades que hacen uso de los avances tecnológicos y la - fácil disponibilidad de los aparatos terapéuticos han - estimulado al desarrollo de la Medicina de Rehabilitación. Con esto el aprendizaje del médico acerca de la - utilidad de los métodos, sus contraindicaciones e in - clusive sus aplicaciones prácticas ha sido constante. Con mucha frecuencia el médico conoce poco acerca de - los diversos tipos de tratamiento que pueden usarse, - la utilidad específica de cada uno de ellos y los mé - todos para realizarlos. Surge así la necesidad de adentrarse en el estudio de esos métodos de tratamiento y - la utilidad clínica que pueden tener.

Muchas investigaciones acerca de la retroalimentación en los pasados 20 años remarcaban la urgencia de - proponer nuevas perspectivas médicas. Las estrategias - de investigación y tratamiento evolucionaron en las - ciencias del funcionamiento y en la Medicina de Rehabilitación desafiando a los profesionales de la salud -

para que incorporen al paciente mismo dentro de su tratamiento.

El uso de la retroalimentación dentro de los programas de tratamiento ha tenido muchos mejores resultados que las técnicas tradicionales. Por ejemplo, a través de la aplicación de la retroalimentación a gente con miembros flácidos se le está enseñando a activar unidades motoras latentes para recuperar el control (2, 3, 39), otros aprenden a controlar el dolor, arritmias, problemas vasculares periféricos, disartria por espasticidad, etc (18, 30, 31). Sin embargo la mayor documentación existente es la relacionada a su uso en la hemiplejía y sus consecuencias tales como el control de las extremidades, movimiento en las mismas o el establecimiento de la marcha (38, 41, 44, 48).

Si se usa adecuadamente y dentro del contexto conductual para el cual fué creado el retroalimentador tiene mucho alcance como modalidad terapéutica como es el caso de su aplicación en la terapia física y ocupacional (15).

La biorretroalimentación ha sido causa de una revolución en el pensamiento científico y se considera potencialmente como el último descubrimiento de la investigación médica. Los científicos se han dado cuenta del peligro de su rápido crecimiento por lo que apre -

mian investigaciones rigurosas y extensas de ésta técnica de tratamiento la cual a través de una máquina de comunicación cuerpo-mente permite al individuo comunicarse con su interior (15).

La biorretroalimentación (BRA) se ha definido como la técnica que mediante el uso de equipo electrónico revela instantáneamente al paciente y al terapeuta ciertos eventos fisiológicos y condiciona al paciente a controlarlos mediante la manipulación de las señales visuales o auditivas (1).

Otro término aceptado es el de que se trata de una técnica instrumental que revela al paciente actividades fisiológicas de su propio organismo cuya respuesta se obtiene por medio de transductores en forma visual o auditiva (18).

En su estado actual la BRA emplea aparatos simples para detectar signos de actividad fisiológica interna. Esos signos han sido usados convencionalmente en investigaciones médicas y biológicas por muchos años. El estetoscopio, esfigomanómetro, termómetro y electrocardiograma son instrumentos que han sido usados para medir funciones corporales internas y no solo utilizados en la actualidad para detectar estados patológicos, sino -

también para proveer retroalimentación continua o a intervalos a los pacientes acerca de su estado biológico presente y capacitándolos para cambiarlo por medio de control cortical (6).

Gente de culturas orientales se asombraría de nuestra necesidad de usar maquinaria para aprender acerca de nosotros mismos ya que ellos logran su propia conciencia y autocontrol a través del arte de la autodisciplina fisiológica.

Aunque los místicos han practicado exitosamente la retroalimentación, por siglos nuestra ERA tiene corta historia, sin embargo son ya conocidos sus múltiples usos tanto en el área de Rehabilitación como en las alteraciones psicosomáticas y psicopatológicas.

Esta forma de tratamiento ha sido empleada incluso unida a otros elementos terapéuticos tal es el caso de estimulación eléctrica (43) y no solo a maneras de tratamiento sino a la electromiografía como una parte importante para su ejecución (33, 47).

De lo anteriormente expuesto surge la necesidad de emplear esta nueva técnica no únicamente para las aplicaciones clínicas descritas, sino como una forma de lograr incremento en la fuerza del músculo cuádriceps y en el atrofismo tratando de demostrar el resultado exitoso en

-breve tiempo a diferencia de los otros esquemas de tratamiento convencionales. Sobre este hecho es realmente poco lo publicado, de ahí el enorme interés por la búsqueda de resultados a corto plazo. Se efectúa así una revisión del tema y se tratará de demostrar el uso del BRA en la atrofia por desuso del músculo cuádriceps.



## A N T E C E D E N T E S

El uso de la técnica de BRA se remonta al desarrollo de la electromiografía en la década de los 20s cuando se detectan los impulsos eléctricos fisiológicos del músculo.

A lo largo del tiempo éste término ha sido referido de múltiples formas como son: Miorretroalimentación, retroalimentación electromiográfica, neuromiometría, - reeducación muscular audiovisual y propioceptiva artificial.

En la década de los 40s algunos investigadores observaron que por medio de señales auditivas o visuales de la electromiografía (EMG) los pacientes podían aumentar o disminuir sus contracciones a voluntad. Durante la década de los 50s Jhon J. V Basmajian y cols en la Escuela de Medicina de la Universidad de Emory, Atlanta comienzan a explorar las señales de BRA en pacientes amputados para el control de la extremidad superficial utilizando sus músculos remanentes (23).

En 1960 Marinacci y Horande observaron durante el tratamiento de pacientes con secuelas de enfermedad vascular cerebral y lesión de nervio periférico retorno del movimiento voluntario con el uso de BRA electromiográfica y Andrews en 1964 obtuvo resultados similares - (7).

En 1969 se forma una pequeña Sociedad en Santa Mónica California (Sociedad de Investigación en Retroalimentación) de donde nace por vez primera el término de Biorretroalimentación (1).

Jhonson y Garton en 1973 reportan efectividad de la señal auditiva electromiográfica en el movimiento en dorsiflexión en pacientes hemipléjicos. D' Baches y Basmajian obtuvieron resultados similares en 1975.

En 1974 se postula la efectividad de la inhibición de la actividad motora no deseada por medio de ésta técnica induciendo relajación en pacientes hemipléjicos (7).

En 1978 Mrczek y Halpern realizan un estudio en pacientes hemipléjicos no obteniendo resultados favorables aparentes y en su opinión la BRA sería una modalidad en la cual el atractivo cultural y tecnológico aunado a un incentivo en el aprendizaje sería lo que nos brindaría una mejoría aparente.

Basmajian en 1981 realiza un estudio analizando los principios y las teorías de la BRA investigando su acción en tres problemas comunes en la hemiplejía: piecaído, subluxación de hombro y reducción de la funcionalidad de la mano.

Otros investigadores como Steven, Wolf, Backer y Kelly a partir de sus estudios han encontrado grandes beneficios con ésta modalidad terapéutica y aún más aparente con la enseñanza de reeducación muscular, la cual

se ha desarrollado con mucho entusiasmo en los últimos - 10 años (12, 24, 25).

La utilización de la BRA se ha enfocado en un alto porcentaje al tratamiento de pacientes hemipléjicos (3, 8, 16, 17, 20) y en sus múltiples afectaciones como en - caso de incrementar el movimiento en la articulación del codo (13), en rodilla (genu recurvatum) para disminuir o eliminar ésta condición (13, 19) o incluso en espasticidad en la mano para favorecer la dorsiflexión pudiéndose acompañar de estimulación eléctrica. Se puede también - instituir dentro de un programa de Rehabilitación para - tratar de incrementar los arcos de movimiento después de lesiones o cirugía correctora en mano con ayuda de goniometría (5).

Se ha planteado el uso de dicha técnica en pacientes con Guillain Barré disminuyéndose en forma considerable el periodo de hospitalización (10) y en forma de un dispositivo o monitor portátil para controlar la descarga de peso en una extremidad afectada como fractura femoral, reemplazo total de cadera, amputaciones y dolor crónico (11).

Se ha aplicado en forma experimental en un paciente con lesión medular alta (T3) monitoreando su presión sanguínea ya que desarrollaba hipotensión postural con - buenos resultados (6), o en incontinencia fecal por espí

na bífida en niños (46).

La llave del éxito de la BRA electromiográfica parece ser la plasticidad del sistema nervioso y la capacidad de adaptarse y compensar los desequilibrios o lesiones - causadas por daño.

Basmajian explica; la biorretroalimentación provee las señales para el cerebro y sistema nervioso así que - las vías suplementarias puedan ser usadas como puente en cualquier obstrucción. También determinó que unidades motoras separadas en un individuo pudieran ser controladas conscientemente para mejorar el funcionamiento físico.

#### PRINCIPALES TEORIAS DE APRENDIZAJE.

Está en discusión cómo las teorías del aprendizaje desarrollaron y contribuyeron con conocimientos para cambiar la conducta de entrenamiento. Cada teoría ofrece llaves de tratamiento generalizadas (29).

#### Acondicionamiento operante.

Algunas veces referido como Skinneriano o instrumental, son estudios sobre acondicionamiento operante de la conducta que se ejerce sobre el ambiente. Psicólogos operantes han determinado que la conducta es controlada. En los 30s el Psicólogo B.F. Skinner identifica la teoría - del aprendizaje operante al observar que cada respuesta emitida por algún organismo tenía alguna consecuencia. El-

hace ver que es imposible emitir aún la más pequeña respuesta sin que de alguna forma se cambie el ambiente.

Para que el aprendizaje ocurra se necesita de 3 elementos: estímulo, respuesta y refuerzo.

Algún estímulo frecuentemente desconocido conduce a la primera respuesta; la cual volverá a ocurrir cuando se refuerce la repetición conduciendo a una conducta recién aprendida ya que el logro es positivo. El principio básico es la probabilidad de un aumento de respuesta cuando el estímulo de refuerzo sea consecutivo a la respuesta.

El trabajo pionero de Miller sugiere que el aprendizaje pudiera estar mediado por el Sistema Nervioso autónomo. Las teorías tradicionales tienen la idea que el aprendizaje compromete respuestas esqueléticas voluntarias por vía del sistema corticoespinal. Se pensaba que las respuestas autonómicas tales como la visceral, la glandular y la involuntaria estaban sujetas solamente a condiciones clásicas. Sin embargo investigaciones con BRA demostraron el aprendizaje operante de una multitud de respuestas psicofisiológicas (15).

Aprendizaje cognitivo. Teoría de la conciencia.

El terapeuta usando como vía de entrada el aprendizaje cognitivo mostrará al paciente cómo la conducta-

está controlada por estímulos y consecuencias. Basado en éste conocimiento el paciente cambiará conscientemente aquellos estímulos y consecuencias para alterar su propia conducta así como sus propios modelos de pensamiento.

El tener conciencia de la ERA significa que si información objetiva de la respuesta psicofisiológica puede ser retroalimentada, el paciente puede darse cuenta de la respuesta lo que conduciría a mejorar la habilidad de controlar a voluntad esa respuesta (26).

## M A T E R I A L   Y   M E T O D O S

Se estudiaron 30 pacientes en el último semestre de 86 e inicio de 1987 que ingresaron al Servicio de Rehabilitación del Instituto Nacional de Ortopedia de la Secretaría de Salud, sitio adonde acuden pacientes enviados de los diferentes Servicios del mismo con diagnósticos diversos.

Se consideró lo siguiente para su inclusión:

- a) Edad y sexo.
- b) Debilidad del músculo cuádriceps e hipotrofia del mismo como secuela de lesión en la articulación de la rodilla.
- c) Inmovilización y tiempo de la misma.
- d) Cirugía efectuada.
- e) Tiempo de evolución del padecimiento.
- f) Tratamiento rehabilitatorio complementario.
- g) Cooperación a la técnica.

Se excluyeron a pacientes con lesión nerviosa periférica o con falta de cooperación a la técnica.

La exploración previa al inicio del tratamiento consistió en:

- 1) Valoración de fuerza muscular del cuádriceps - por examen clínico muscular de acuerdo a la eg

cala 0-5 (Medical Research Council); no obstante y para graficar se tomó en porcentajes de acuerdo a lo siguiente: 0 correspondió a 0%, 1 a 15%; calificación de 2 al 30%, 3 al 50%; 4 y 5 a 75 y 100% respectivamente.

- 3) Prueba de vencimiento de pesos por parte del cuadriceps tratando de realizar la máxima extensión de la rodilla afectada.
- 4) Estudio electromiográfico del músculo estudiado con electrodo de aguja bipolar puncionando el vasto interno y registrando en papel reactivo la contracción máxima contra resistencia.

El electromiógrafo se calibró de la siguiente forma:

Velocidad de barrido	10 mseg/div.
LF	10
HF	20
Sensitividad	1 K

#### MATERIAL.

- 1) Biorretroalimentador.
- 2) Tres electrodos de superficie de acero inoxidable.
- 3) Gel conductor.
- 4) Cinta adhesiva y cinta métrica flexible.



- 5) Juego de pesas.
- 6) Electromiógrafo TECA TE- 42
- 7) Papel reactivo fotosensible.

El biorretroalimentador debe tener la capacidad de captar la contracción muscular con sensibilidad a tres niveles de graduación: 500, 1000 y 1500 v/v y amplificar la señal captada transmitiéndola al indicador-visual (8 lads o luces) y al auditivo (bocina de 4 Ohms)

Los pacientes incluidos iniciaron tratamiento rehabilitatorio convencional de acuerdo a su estado clínico más el método terapéutico de biorretroalimentación como una forma de incrementar la fuerza muscular y el -trofismo para lo cual:

- a) Se explicó al paciente la utilidad y conveniencia de la BRA y a la vez la técnica.
- b) Se ensayó y condicionó para alcanzar la máxima cooperación.
- c) En un sitio aislado se coloca al paciente en posición sedente realizando asco de la cara anterior del muslo.
- d) Se colocan los electrodos de superficie cubiertos con gel conductor en el vientre del músculo cuádriceps de la siguiente forma: negro en el centro y rojos en puntos a

quidistantes aproximadamente a 5 cm del anterior.

- e) Se calibra el aparato efectuando una prueba de dominio del paciente sobre el primero contra el máximo grado de sensibilidad y se procede a iniciar la competitividad.
- f) Se realizan así 10 contracciones isométricas máximas con duración de 10 seg y tiempo de descanso entre una y otra de 1 a 2 minutos y posteriormente 10 isotónicas contra resistencia manual máxima con la misma duración y tiempo de descanso.
- g) Se indicó al paciente efectuara la repetición del esquema sin el control del aparato en una sesión diaria en su domicilio.
- h) Se efectuaron 10 sesiones de tratamiento en total en forma cotidiana y con duración de 30 minutos para cada paciente.

Al término se valoró nuevamente a los pacientes tomando en cuenta los cuatro parámetros iniciales.

## R E S U L T A D O S

Fueron estudiados 30 pacientes, 15 mujeres (50%) de 13 a 51 años de edad (promedio 30.3 años) y 15 hombres (50%) de 12 a 57 años (promedio 29.8 años).

El diagnóstico más frecuentemente encontrado fué el de condromalasia rotuliana y legrado (10 pacientes) - seguido de traumatismo de rodilla en fase de secuelas y menisectomía (Tabla 1).

El tiempo de evolución del padecimiento fué en promedio de 3.4 meses y el de inmovilización de 4.3 semanas.

En la gráfica 1 y 2 es posible observar la valoración inicial y final en cuanto a fuerza del cuádriceps - notándose mejoría en todos los pacientes tratados.

La tabla 2 correlaciona la medición del perímetro superior e inferior del muslo al inicio y al término obteniéndose en los pacientes del sexo femenino un promedio de 1.23 cm en ambos perímetros y en el masculino - 1.73 en el superior y 1.5 en el inferior. Esta valoración del trofismo se enmarca en forma más objetiva en la gráfica 3.

La prueba de vencimiento de pesos por parte del -  
músculo cuadriceps es posible visualizarlo en las tablas  
4 y 5 ; existe ganacia con un incremento promedio en el-  
sexo femenino de 1.730 Kg y en los varones de 2.786Kg.  
En lasgráfica 4 y 5 se comprueba la ganacia mayor en és-  
tos últimos.

En cuanto al estudio electromiográfico en la valo-  
ración final se observaron modificaciones en cuanto a la  
amplitud y frecuencia de los potenciales obtenidos (Fig-  
1 y 2).

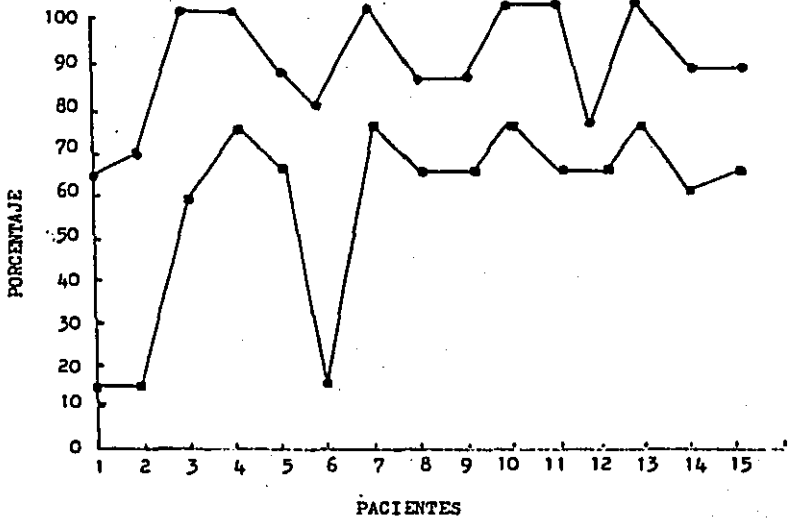
TABLA NO. 1

DIAGNOSTICO Y CIRUGIA DE 30 PACIENTES TRATADOS CON BIORRETROALIMENTACION  
INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA S.S. MEXICO 1986-87

DIAGNOSTICO	CIRUGIA	NO. CASOS
CONDROMALASIA ROTULIANA	LEGRADO ROTULIANO	10
SEC. TRAUMATISMO RODILLA	-	5
MEMISGOPATIA	MEMISECTOMIA	4
ROTULA LUXABLE	P.O. ROUX	3
SEC. FX. PLATILLO TIBIAL	REDUCCION MAT. OSTEOSINTESIS	3
LUXACION RECIDIVANTE ROTULA	-	2
FRACTURA ROTULA	-	1
FRACTURA SUPRA E INTERCONDILEA	REDUCCION MAT. OSTEOSINTESIS	1
ROTULA ALTA CONGENITA	CUADRICEPLASTIA THOMPSEN	1
TOTAL		30

G R A F I C A 1

FUERZA DEL MUSCULO CUADRICEPS  
SEXO FEMENINO

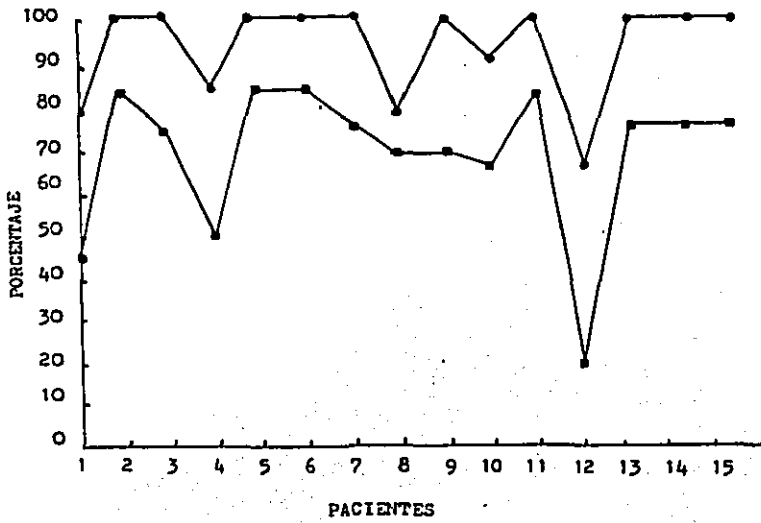


- FUERZA MUSCULAR INICIAL
- FUERZA MUSCULAR FINAL

G R A F I C A 2

FUERZA DEL MUSCULO CUADRICEPS

SEXO MASCULINO



- FUERZA MUSCULAR INICIAL
- FUERZA MUSCULAR FINAL

TABLA 2  
VALORACION DEL TROFISMO DEL CUADRICEPS EN LOS  
PACIENTES TRATADOS CON BIORETROALIMENTACION.

I. N. O.

1987.

Sexo	VALORACION INICIAL				VALORACION FINAL				GANANCIA			
	P.S.		P.I.		P.S.		P.I.		P.S.		P.I.	
	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	%	Prom.	%
Femenino	50.27	6.89	41.4	5.39	51.5	6.93	42.5	5.39	1.27	2.5	1.1	2.6
Masculino	47.7	5.1	40.84	3.92	49.34	5.4	42.34	3.43	1.64	3.4	1.5	3.6

P.S. PERIMETRO SUPERIOR

P.I. PERIMETRO INFERIOR

Prom. PROMEDIO

D.E. DESVIACION ESTANDAR



G R A F I C A 3

VALORACION DEL TROPISMO DEL CUADRICEPS  
EN PACIENTES TRATADOS CON BIORRETOALIMENTACION  
I.N.O 1987

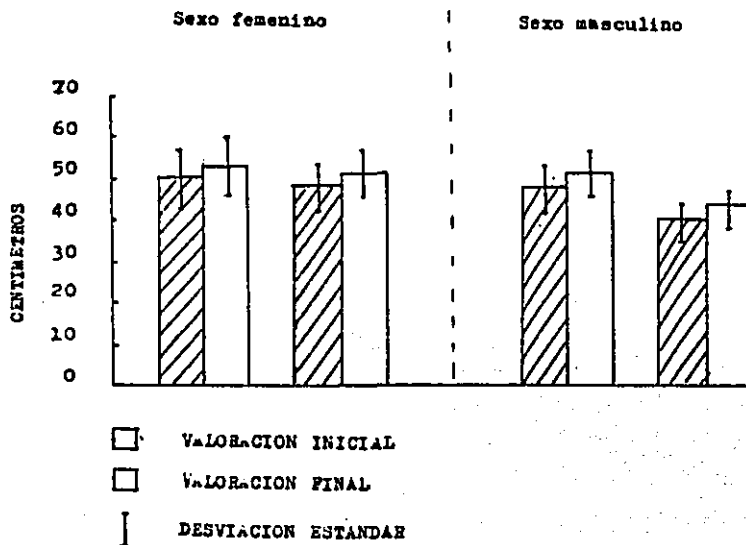


TABLA NO. 4

PRUEBA DE VENCIMIENTO DE PESOS, VALORACION INICIAL, FINAL GANANCIA Y PROMEDIO  
SEXO FEMENINO

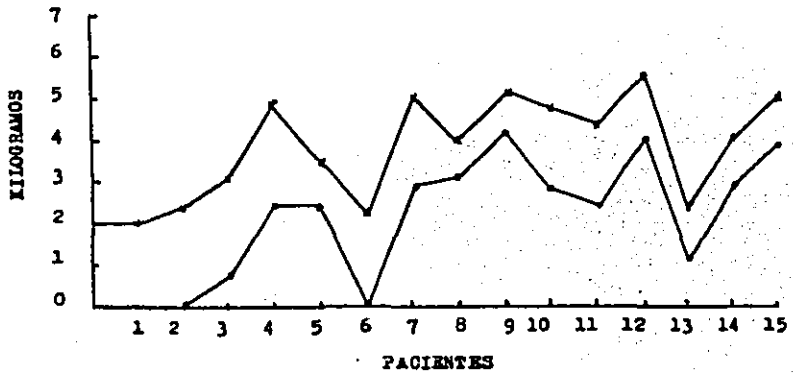
CASO	PRUEBA INICIAL	PRUEBA FINAL	GANANCIA
1	0	2.000 Kg	2.000Kg
2	0	2.400 "	2.400 "
3	750 gr	3.100 "	2.350 "
4	2.500 Kg	4.900 "	2.400 "
5	2.400 "	3.500 "	1.100 "
6	0	2.300 "	2.300 "
7	2.800 Kg	5.000 "	2.200 "
8	3.000 "	4.000 "	1.000 "
9	4.100 "	5.100 "	1.000 "
10	2.800 "	4.800 "	2.000 "
11	2.400 "	4.300 "	1.900 "
12	4.000 "	5.500 "	1.500 "
13	1.000 "	2.400 "	1.400 "
14	2.800 "	4.000 "	1.200 "
15	3.800 "	5.000 "	1.200 "
PROMEDIO			1.730

GRAFICA 4

PRUEBA DE VENCIMIENTO DE PESOS POR EL CUADRICES  
EN PACIENTES TRATADOS CON BIORRETOALIMENTACION.

SEXO FEMENINO.

I.N.O 1987



• VALORACION INICIAL

• VALORACION FINAL

TABLA NO. 5

PRUEBA DE VENCIMIENTO DE PESOS, VALORACION INICIAL, FINAL, GANANCIA Y PROMEDIO  
SEXO MASCULINO

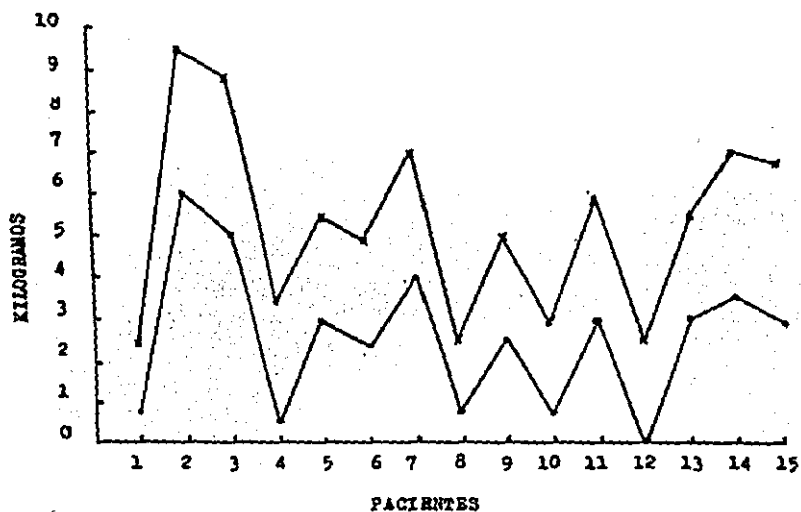
CASO	VALORACION INICIAL	VALORACION FINAL	GANANCIA
1	750 gr	2.400 Kg	1.650 Kg
2	6.000 Kg	9.500 "	3.500 "
3	5.000 "	8.800 "	3.800 "
4	500 "	3.500 "	3.000 "
5	3.000 "	5.500 "	2.500 "
6	2.400 "	4.900 "	2.500 "
7	4.000 "	7.000 "	3.000 "
8	750 gr	2.500 "	1.850 "
9	2.500 Kg	5.000 "	2.500 "
10	750 gr	3.000 "	2.250 "
11	3.000 Kg	6.000 "	3.000 "
12	0	2.500 "	2.500 "
13	3.000 Kg	5.500 "	2.500 "
14	3.500 "	7.000 "	3.500 "
15	3.000 "	6.750 "	3.750 "
PROMEDIO			2.786 "

GRÁFICA 5

PRUEBA DE VENCIMIENTO DE PESOS POR EL CUADRICEPS  
EN PACIENTES TRATADOS CON BIORREFOALIMENTACION .

SEXO MASCULINO.

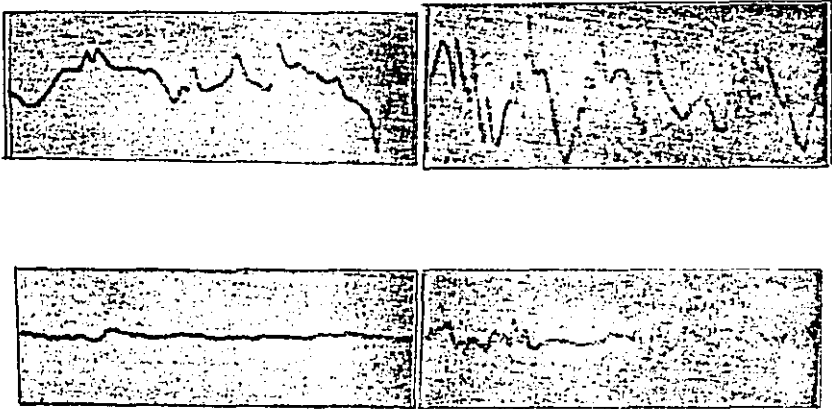
I.N.O 1987



• VALORACION INICIAL

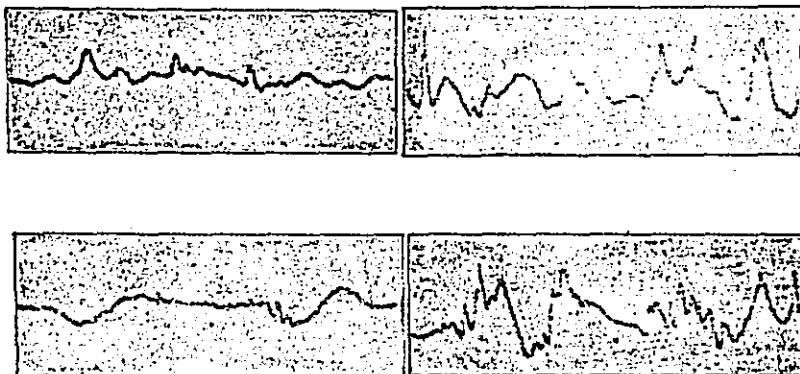
\* VALORACION FINAL

FIGURA NO. 1



SE MUESTRAN LOS REGISTROS ELECTROENCEFALOGRAFICOS TOMADOS  
ANTES Y DESPUES DE LA BIORRETROALIMENTACION.  
SE APRECIA AUMENTO EN EL NUMERO DE POTENCIALES DE UNI  
DAD MOTORA RECLUTADOS

FIGURA NO. 2



SE MUESTRAN LOS REGISTROS ELECTROENCEFALOGRAFICOS TOMADOS  
ANTES Y DESPUES DE LA BIORRETROALIMENTACION.  
SE APPRECIA AUMENTO EN EL NUMERO DE POTENCIALES DE UNI  
DAD MOTORA RECLUTADOS.

### D I S C U S I O N

A pesar de que la biorretroalimentación tiene diversas aplicaciones clínicas (45) y estudiadas en forma amplia en hemiplejía (3, 8, 16, 17, 20, 27, 37, 43), - existe poca documentación en relación a su empleo para incrementar el trofismo y la fuerza muscular específica del músculo cuádriceps, existe sin embargo evidencia de que mediante el uso de la BRA electromiográfica es factible el fortalecimiento selectivo del vasto interno (22).

Fox opina que " el trastorno del mecanismo patelofemoral es la anomalía física más frecuentemente encontrada como causa de patología en la rodilla "lo que nos enmarca la necesidad de estudiar la BRA como una -- forma objetiva de fortalecimiento muscular.

Leach cree que la mala alineación de la rodilla es comúnmente responsable para crear incapacidad en la misma. Otros autores han reportado que la rodilla se puede afectar por el movimiento lateral de la rótula más que a lesión de los meniscos ó ligamentos. Las fuerzas producidas por el vasto medial y lateral afectan la alineación lateral de la rodilla.

Para prevenir los problemas de la articulación patelofemoral el mecanismo extensor de la rodilla debe estar adecuadamente alineado. Esta alineación está establecida por el ángulo "Q" el cual se relaciona con la posición en valgo de la rodilla y la fuerza individual del músculo cuádriceps(22).



El ángulo formado por el vector resultante del músculo cuádriceps y por la línea de partida del tendón rotuliano determina el ángulo "Q". La fuerza relativa y el ángulo de partida del músculo cuádriceps y la fuerza y el ángulo del tendón rotuliano actúan sobre la rótula proporcionando el movimiento resultante de esta última. Todo el cuádriceps sinergiza en extensión, pero el balance lateral de la rótula está determinado por el vasto medial y lateral. En vista de que las líneas de partida del cuádriceps y el tendón rotuliano producen un componente directo lateral de la rótula, ésta tiene tendencia a desplazarse hacia el cóndilo femoral lateral. La magnitud de este desplazamiento se relaciona con el incremento del ángulo "Q" ó la debilidad del vasto medial. El movimiento lateral sin embargo está limitado por estos dos factores:

- a) La mayor proyección anterior del cóndilo femoral lateral.
- b) La dirección medial de las fibras del vasto interno.

Ficat y Hungerford mencionan otros dos factores:

- La resistencia del retináculo medial
- La fuerza normal de la articulación patelofemoral.

La fuerza normal de ésta varía a través del promedio del movimiento de la rodilla y depende de la fuerza desarrollada del músculo cuádriceps y el grado de flexión de la rodilla.

De acuerdo a Fox, el vasto medial es filogenéticamente más débil que el lateral; parece ser que es el primero en atrofiarse y el último en rehabilitarse (22).

Ciertas incapacidades resultan de pobre alineación patelofemoral y éstas no sólo causan episodios agudos de desplazamiento lateral sino que situaciones crónicas tales como condromalacia y artritis degenerativa de la articulación.

El tratamiento de estos problemas incluye alineación del mecanismo extensor y a menudo se emplea tratamiento quirúrgico, sin embargo, Crosby e Insall creen que la realineación distal quirúrgica puede aumentar la incidencia de artritis degenerativa, ellos consideran que el tratamiento conservador provee mejores resultados para lo cual se propone el entrenamiento con BRA.

Algunas técnicas empleadas incluyen elevación de la pierna manteniéndola en línea recta, ejercicios isométricos del cuádriceps e isotónicos con resistencia progresiva (32) todo esto con el fin de alinear la rótula evitando la inmovilización-atrofia muscular-debilidad muscular-mayor lesión de la articulación e inhibición refleja consecutiva para continuarse nuevamente este ciclo (40).

Algunos investigadores consideran que al efectuarse el fortalecimiento de la rodilla debe estabilizarse la espalda con una inclinación de 110 a 130 grados para así tener el efecto deseado (34).

A pesar de que se ha comprobado que no existen cambios en el número total de fibras en un músculo inmovilizado (9) es importante tomar en cuenta el inicio de el tratamiento en cualquiera de las modalidades terapéuticas no sólo para recobrar el movimiento sino también para evitar lo más posible la hipotrofia muscular.

En nuestro estudio pudo comprobarse la eficacia del tratamiento instituido mediante el bioretroalimentador - como una manera de aumentar la fuerza muscular y el trofismo por lo que concluimos que en base a los estudios efectuados previamente, como al presente, es conveniente emplear esta forma de tratamiento con beneficios evidentes y a corto plazo.

#### R E S U M E N

Se realizó un estudio en 30 pacientes con secuelas de lesión de rodilla por múltiples causas, para evaluar el papel de la bioretroalimentación en el incremento del trofismo y la fuerza del músculo cuádriceps mediante competitividad contra el aparato y contra los pacientes integrantes del grupo.

Se consideraron 4 parámetros para evaluar al principio y al final a dichos pacientes, siendo éstos: fuerza de cuádriceps, perímetro de muslo, prueba devencimiento de pesos, y estudio electromiográfico. Se observó mejoría notable en trofismo y fuerza muscular, con beneficio a corto plazo.

R E F E R E N C I A S

- 1) BASMAJIAN J.V.: Biofeedback in Rehabilitation: a review of principles and practices. Arch Phys Med Rehab 62: 469- 475, oct 81.
- 2) BASMAJIAN J.V., GOWLAND C., MURRAY E., BRANDSTER M. E.: EMG Feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: A pilot study. Arch Phys Med Rehabil 63: 613- 616, dec 82.
- 3) BINDER S.S., MOLL C.B., WOLF S.L.: Evaluation of electromyographic biofeedback as an adjunct to the ranaotic exercise in treating the lower extremities of hemiplegic patients. Phys Ther 61: 886- 891, jan 81.
- 4) BOWMAN B.R., BAKER L.L., WATERS R.L.: Positional feedback and electrical stimulation and automated-treatment for the hemiplegic wrist. Arch Phys Med Rehabil 60: 497- 501, nov 79.
- 5) BROWN D.M., DEBACHER G.A., BASMAJIAN J.V.: Feed back goniometers for hand rehabilitation. Am J Occup Ther 33 (7):458- 463, july 79.
- 6) BRUCKER B.S., INCE L.P.: Biofeedback as an experimental treatment for postural hypotension in a patients with spinal cord lesion. Arch Phys Med Rehabil 58: 49-53, feb 77.
- 7) BRUDNY J., KOREIN J., GRYNBAUM B.B.: EMG Feedback-Therapy: review of treatment of 114 patients. Arch Phys Med Rehabil 57: 55-61. feb 76.
- 8) BURNSIDE I.G., TOBIAS S., BURSILL D.: Electromyographic feedback in the remobilization of stroke patients a controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 63: 217- 221, may 82.

- 9) CARDENAS D.D., STOLOV W.C., HARDY P.: Muscle fiber number in immobilization atrophy. Arch Phys Med - Rehabil 58: 423- 426, oct 77.
- 10) COHEN B.A., CROUCH R.H., THOMPSON S.N.: Electromyographic biofeedback as an physical therapeutic adjunct in Guillain Barré Syndrome. Arch Phys Med - Rehabil 58: 582- 584, dec 77.
- 11) GAPSIS J.J., GRABOIS M., BARRELL R.M.: Limb load monitor: evaluation of a sensory feedback device - for controlled weight bearing. Arch Phys Med Rehabil 63: 38-41, jan 82.
- 12) GONELLA C., KALISH R., HALE G.: A commentary on e - lectromyographic feedback in Physical Therapy. Phys Ther 58: 11-14, jan 78.
- 13) GREENBERG S., FOWLER R.S.: Kinesthetic biofeedback a treatment modality for elbow range of motion in-hemiplegia. Am J Occup Ther 34(11): 738- 743, nov 80.
- 14) HOGUE R.E., MC CANDLESS S.: Genu recurvatum: auditory biofeedback treatment for adult patients with stroke or head injuries Arch Phys Med Rehabil 64: 368- 370, aug 83.
- 15) HUFFAN A.: Biofeedback strategies. Chapter 1. 1a - edition. The Am Occup Ther Assoc, Inc 1982.
- 16) HURD W.W., PEBRAM U., NEPOMUCENO C.: Comparison of actual an stimulated EMG biofeedback in the treat ment of hemiplegic patients. Am J Phys Med 59(2): 73-82, 82.
- 17) INGLIS J., DONALD M.W., MONGA T.N.: Electromyogra phic biofeedback and Physical Therapy of the hemi plegic upper limb. Arch Phys Med Rehabil 65: 755- 759, dec 84.

- 18) JANKEL W.R.: Bell Palsy: muscle reeducation by electromyographic feedback. Arch Phys Med Rehabil 59: - 240- 242, may 78.
- 19) KOEIL R., MANDEL A.R.: Joint position biofeedback - facilitation of Physical Therapy in gait training. Am J Phys Med 59(6): 288-297, 1980.
- 20) LEE K., HILL E., JOHNSTON R., SMIEHOROWSKI T.: Myofeed back for muscle retraining in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 57: 588-591, Dec 76.
- 21) LEIPER C.I., MILLER A., LANG J., HERNAN R.: Sensory feedback for head control in cerebral palsy. Phys Ther 61(4): 512-518 Apr 81.
- 22) LEVEAU B.F., ROGERS C.: Selective training of the vastus medialis muscle using EMG biofeedback. Phys Ther 60(11): 1410-1415, Nov 80.
- 23) MACEK C.: Adjunctive role for biofeedback neuromuscular rehabilitation. JAMA 249(12): 1533-1536, March 83.
- 24) MIDDAUGH S.J.: EMG feedback as a muscle reeducation technique. Phys Ther 58(1): 15-22, Jan 78.
- 25) MIDDAUGH S.J., MILLER C.: Electromyographic feedback Effect on voluntary muscle contractions in paretic subject. Arch Phys Med Rehabil 61: 24-29, Jan 80.
- 26) MONTGOMERY G.T., SILVA D., CAIN R.F.: Knowledge of Anatomy and Physiology as a determinant of biofeedback performance. Am J Phys Med 61(4): 193-197, 82.
- 27) MROZCEK N., HALPERN D., MC HUGH R.: Electromyographic feedback and Physical Therapy for neuromuscular retraining in hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 51: 258-267 Jan 78.
- 29) MULDER T., HULSTYN W.: Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. Am J Phys Med 63(5): 226-244, 84.

- 30) NEMEC R.E., COHEN K.: EMG biofeedback in the modification of hypertonia in spastic dysarthria: case report. Am Phys Med Rehabil 65: 103-104, Feb 84.
- 31) NETSELL R., DANIEL B.: Dysarthria in adults: Physiologic approach to Rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 60: 502-508, Nov 79.
- 32) PAVONE E., MOFFAT M.: Isometric torque of the quadriceps femoris after concentric, eccentric and isometric training. Arch Phys Med Rehabil 66: 168-170, March 85.
- 33) REGENOS E.M., WOLF S.L.: Involuntary single motor unit discharges in spastic muscles during EMG biofeedback training. Arch Phys Med Rehabil 60: 72-73 Feb 79.
- 34) RICHARD G., CURRIER D.P.: Back stabilization during knee exercise. Phys Ther 57(9): 1013-1015, Sep 77.
- 35) SEEGER B.R., CAUDREY D.J., SCHOLLES J.R.: Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in hemiplegic - cerebral palsied children. Arch Phys Med Rehabil 62: 364-368, Aug 81.
- 36) SEEGER B.R., CAUDREY D.J.: Biofeedback therapy to - achieve symmetrical gait in children with hemiplegic cerebral palsy: long term efficacy. Arch Phys Med Rehabil 64: 160-162, Apr 83.
- 37) SEYMOR R.J., BASSLER C.R.: Electromyographic biofeedback in the treatment of incomplete paraplegia. Phys Ther 57(10): 1148-1151, Oct 77.
- 38) SHIAMI R.G., CHAMPION S.A., FREEMAN F.R., BUGEL H.J.: Efficacy of myofeedback therapy in regaining control of lower extremity musculature following stroke. Am J Phys Med 58(4): 185-194, 79.

- 39) SKROTZKY K., GALLENSTEIN J.S., OSTERNING L.R.: Effect of electromyographic training on motor control in - spastic cerebral palsy. Phys Ther 58(5): 547-552, May 78.
- 39) STOKES M., YOUNG A.: Investigations of quadriceps - inhibition: implications for clinical practice. Therapy 70(11): 425-428, Nov 84.
- 41) TAKEBE K., KUKULKA C.G., NARAYAN M.G., BASMAJIAN J.V.: Biofeedback treatment of foot drop after stroke compared with standard rehabilitation technique (part 2): effects on nerve conduction velocity and spasticity. Arch Phys Med Rehabil 57: 9-11, Jan 76.
- 42) TENG E.L., MC NEAL D.R., KRALJ A., WATERS R.L.: Electrical stimulation and feedback training: effects on the voluntary control of paretic muscles. Arch Phys Med - Rehabil 65: 526-528, Sep 84.
- 43) TURCSYNSKI B.E., HARTJE W., STURM W.: Electromyographic feedback treatment of chronic hemiparesis: an attempt to quantify treatment effects. Arch Phys Med Rehabil 65: 526-528, Sep 84.
- 44) WANNSTEDT G.T., HERMAN R.M.: Use by augmented sensory feedback to achieve symmetrical standing. Phys Ther 58(5): 553-559, May 78.
- 45) WEERDT W., HARRISON M.A.: The use of biofeedback in Physiotherapy. Physiotherapy 71(1): 9-12, Jan 85.
- 46) WHITEHEAD W.E., PARKER L., BASMAJIAN J.V.: Treatment of fecal incontinence in children with spina bifida - comparison of biofeedback and behavior modification. Arch Phys Med Rehabil 67: 218-224, Apr 86.
- 47) WOLF S.L.: Essential considerations in the use of EMG biofeedback. Phys Ther 58(1): 25-31, Jan 78.



- 48) WOLF S.L., BACKER M.P., KELLY J.L.: EMG biofeedback in stroke effect of patients characteristics. Arch Phys Med Rehabil 60: 96-102, March 79.
- 49) WOLF S.L., HUDSON J.E.: Feedback signal based upon force and time delay. Phys Ther 60(10): 1289-1290 Oct 80.
- 50) WOOLRIDGE C.P., RUSSELL G.: Head position training with the cerebral palsied children: an application of biofeedback techniques. Arch Phys Med Rehabil 57: 407-414, Sep 76.