

11  
24 11222



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Curso Universitario de Especialización en Medicina de  
Rehabilitación

SECRETARIA DE SALUD

Profr. Titular: DR. LUIS GUILLERMO IBARRA

BIORRETROALIMENTACION EN EL TRATAMIENTO  
DE LA HIPOTROFIA DEL CUADRICEPS EN LAS  
LESIONES DE RODILLA

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

QUE PRESENTA LA  
DRA. JULIA MALDONADO ORTIZ  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE  
REHABILITACION

FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## CONTENIDO

1.- INTRODUCCION.....	#1
2.- ANTECEDENTES.....	#2
3.- HIPOTESIS.....	#5
4.- OBJETIVOS.....	#8
5.- MATERIAL Y METODOS.....	#7
6.- RESULTADOS.....	18
7.- DISCUSION.....	28
8.- CONCLUSIONES.....	22
9.- REFERENCIAS.....	23

## INTRODUCCION.

Se sabe bien que un individuo cuando después de un traumatismo y/o cirugía no efectúa un programa de actividad física moderada, se reduce de modo significativo su fuerza muscular; los estudios de Ettinger y Muller demostraron que tras una semana de reposo en cama se pueden producir una pérdida de hasta un 28 % del nivel inicial de la fuerza y otras declinación de un 28 % de la fuerza residual por cada semana de reposo (21).

La pérdida de la resistencia tras un periodo prolongado de inmovilización es consecuencia de la reducción de la fuerza muscular y se produce a una velocidad similar.

La pérdida de la masa muscular es sin lugar a dudas una de las manifestaciones más visible de una inmovilización prolongada y a su vez responsable de la reducción de la fuerza y la resistencia muscular. El grado de atrofia varía acorde con la modalidad de la inmovilización.

La combinación de atrofia, fuerza reducida y resistencia limitada conducen a una mala coordinación de movimiento de la extremidad afectada y hacen peligrar de modo serio la capacidad del individuo para realizar las actividades de la vida diaria y provoca severas frustraciones.

Durante la rotación por el Instituto Nacional de Ortopedia observé que las lesiones traumáticas de rodilla con o sin tratamiento quirúrgico se acompañan de hipotrofia muscular y que ésta a lo largo del tiempo no mejora y puede incluso aumentar porque no se hace consciente al paciente de la importancia de la contracción muscular. La técnica de biorretroalimentación conscientiza al paciente de la contracción muscular por medio de estímulos aditivos y visuales. Estudios realizados por diversos autores han mencionado la importancia de la reeducación muscular para llevar a cabo ejercicios isométricos e isotónicos que aumenten el volumen y la potencia muscular.

## ANTECEDENTES.

Los impulsos eléctricos fisiológicos del músculo fueron detectados por primera vez en la década de los 20's, desarrollándose entonces la electromiografía y a la par de esta se inicia el uso de la técnica de biorretroalimentación (23).

El procedimiento de biorretroalimentación, ha recibido diferentes nomenclaturas a lo largo de su evolución, algunas de ellas han sido: Entrenamiento de unidad motora única, Retroalimentación por electromiografía, Microretroalimentación, Reeducación neuromuscular audio-visual, Neurosinecristría y Propiocepción Artificial (2,28).

Hacia 1948 se observó la posibilidad de modificar la contracción muscular voluntaria por medio de señales visuales y auditivas, estas observaciones permitieron a Jhon V. Basmajian y colaboradores desarrollar una técnica para lograr controlar por medio de retroalimentación los miembros artificiales, incrementando al máximo la función de los músculos remanentes en pacientes amputados (3,6).

Estos estudios pioneros permitieron que en la década de los 60's, varios investigadores estudiaran la capacidad humana de alterar actividades fisiológicas inconscientes normales monitorizadas por aparatos electrodiagnósticos mediante concentración, decremento o incremento de señales electrónicas. Marinacci y Horand utilizando biorretroalimentación por electromiografía lograron generar movimientos voluntarios en pacientes que tenían accidente vascular cerebral y lesión de nervio periférico. Estas observaciones fueron corroboradas posteriormente por otros investigadores (23,26).

El término de biorretroalimentación se acuña en 1969 refiriéndose a la capacidad humana para observar actividades fisiológicas normales inconscientes por medio de monitoreo y aparatos electrónicos de diagnóstico. Se define también como una técnica de reeducación muscular que proporciona información de la actividad muscular que permite al paciente utilizar representaciones visuales y auditivas de los fenómenos fisiológicos que no se perciben normalmente (12,14).

Existe una amplia experiencia clínica de la utilidad de la biorretroalimentación; Joseph Brundny y sus colaboradores han reportado el tratamiento de 114 pacientes con una amplia variedad de enfermedades neurológicas que incluyen AVC y torticolis espasmódica. Todos sus pacientes habían presentado mejoría

limitada con la terapia usual. Posterior al tratamiento de biorretroalimentación, 58 % de los pacientes con accidente vascular cerebral mejoraron la capacidad funcional de sus extremidades superiores que se mantuvo durante un periodo de seguimiento de tres meses a tres años. 48 % de los pacientes con distonias focales, tales como torticolis mostraron mejoría y 48 % de éstos la mantuvieron durante un periodo de seguimiento de tres meses (6,7,18).

Basmajian y colaboradores (1975-78) han evaluado los efectos de la Biorretroalimentación electromiográfica en combinación con el ejercicio terapéutico y lo han comparado con un grupo que recibió exclusivamente ejercicios terapéuticos en el tratamiento del pie péndulo observado en pacientes con accidente vascular cerebral. La combinación de la biorretroalimentación con el ejercicio terapéutico fue más efectiva que el ejercicio solo (1).

Fish en 1976 restó validez a estos estudios por considerar que no existía una adecuada selección de los controles y de los pacientes estudiados por Basmajian, sin embargo, Bincer y Wolf en 1988 corroboran la utilidad de la biorretroalimentación electromiográfica asociada al ejercicio en el tratamiento de los pacientes con accidente vascular crónico. De esta forma los estudios de Basmajian y de Brundy y colaboradores fueron apoyos iniciales para la aplicación de la Biorretroalimentación en el tratamientos de las enfermedades neurológicas (6,38).

Lee en 1976 comparó tres grupos de pacientes hemipléjicos que recibieron tres sesiones de EMG-Retroalimentación y biorretroalimentación placebo o terapia física convencional para la debilidad residual del deltoides. A pesar de no encontrarse diferencias significativas, el estudio tiene el inconveniente de la poca cantidad de sesiones administradas.

La complejidad de las funciones de las extremidades superiores fue mostrada por Wolf y Binder Macleod en 1983 al comparar nueve pacientes con accidente vascular crónico que no recibieron terapia, con 22 pacientes que recibieron terapia con biorretroalimentación. Los autores mencionan que a pesar de existir diferencias en los registros electromiográficos, éstos no se correlacionaron con la mejoría funcional (28).

Recientemente algunos investigadores han utilizado análisis más detallados de los efectos atribuibles a la biorretroalimentación, por ejemplo Middaugh y Miller en 1979 -88 investigaron los efectos específicos de la reeducación muscular con EMG en pacientes con lesiones de rodilla que presentaban hipotrofia muscular de cuádriceps utilizando un procedimiento idéntico en dos grupos de pacientes excepto por la presencia o ausencia de biorretroalimentación. Concluyendo que la reeducación muscular con biorretroalimentación tenía mejores resultados que los obtenidos en ausencia de biorretroalimentación (28).

En 1986 Malones y colaboradores mencionaron el beneficio aditivo de la biorretroalimentación electromiográfica cuando pacientes control con hipotrofia muscular secundaria a lesión de rodilla en un programa de terapia física fueron cambiados a un grupo de biorretroalimentación (25).

En 1986 Pinal en un trabajo de investigación clínica realizado en dos grupos de pacientes con lesión de rodilla que presentaban hipotrofia de cuádriceps, trató 10 pacientes con US, hidroterapia y ERP y otro grupo de 10 pacientes que fue tratado con biorretroalimentación para aumentar la potencia y lograr hipertrofia del músculo cuádriceps, encontró mejores resultados a corto plazo en pacientes en quienes se utilizó la biorretroalimentación (30).

En 1987 Bassajian a comparado el efecto de la terapia física aumentada por Biorretroalimentación y de la terapia física sola. Reportando que los dos tratamientos fueron similares para producir un beneficio funcional, quedando por definir si la combinación de ambos puede ser superior a cada tratamiento por separado (4,35,37).

**HIPOTESIS.**

**PARA LOGRAR MEJORES RESULTADOS EN LA REEDUCACION Y FORTALECIMIENTO DEL MUSCULO CUADRICEPS SE EMPLEA LA BIORRETROALIMENTACION, CON EL OBJETO DE MEJORAR LA POTENCIA Y DISMINUIR LA HIPOTROFIA MUSCULAR EN UN TIEMPO CORTO.**

**OBJETIVO:**

**DEMOSTRAR QUE LA REEDUCACION MUSCULAR  
CON BIORRETROALIMENTACION PROPORCIONA  
MAYOR DESARROLLO DE LA FUERZA MUSCULAR  
Y DISMINUYE LA HIPOTROFIA MUSCULAR.**

## MATERIAL Y METODOS.

Se evaluaron 34 pacientes con patología postraumática de rodilla con o sin tratamiento quirúrgico que fueron captados en la consulta externa y hospitalización del Instituto Nacional de Ortopedia. Los pacientes reunieron las siguientes características: Hipotrofia unilateral de cuádriceps, secundaria o no a inmovilización prolongada o procedimientos quirúrgicos. Se excluyeron aquellos que tuvieron lesión nerviosa periférica que afectara al músculo cuádriceps o presentaran patología degenerativa de rodilla (8,13,17,27).

Se formaron 2 grupos de pacientes; el grupo control con 16 miembros, y el grupo de estudio que incluyó a 24 sujetos; a cada uno de ellos se le realizó una evaluación previa a tratamiento y otra posterior, tomando en cuenta los siguientes parámetros que se llevaron en un formato ( Cuadro A ):

1. *Perímetro del muslo:* Se realizó medición a 15 y 25 cm por arriba del borde suprapatelino, con el paciente en posición de decúbito.

2. *Máximo de 18 repeticiones:* Peso máximo que puede levantar el cuádriceps afectado durante 18 repeticiones (21,36).

El grupo control recibió tratamiento con Ultrasonido (US), hidroterapia o diatermia y como técnica para aumentar el volumen y potencia muscular, ejercicios de resistencia progresiva (ERP) con el esquema de De Lorme. en total se dieron 28 sesiones por paciente (24).

El grupo de estudio recibió tratamiento con Biorretroalimentador portátil cuya fuente de poder es de 120 volts de entrada y salida de 5 volts de corriente directa; Amplificador con impedancia de entrada de 48 megohms y ganancia de 500 a 1000 y 1500 v/v; Detector de envolvente; Oscilador controlado por voltaje para el intensificador auditivo; Intensificador auditivo ( bocina de 4 ohms ); Comparadores de voltaje para el indicador visual; Indicador visual con 8 luces con colores del amarillo al rojo.

La biorretroalimentación se aplicó con el siguiente métodos:

1. Explicación al paciente sobre la técnica de Biorretroalimentación.

2. Condicionamiento y ensayos por parte del paciente para lograr una mejor cooperación, indicándole el valor de los diferentes tonos de luz que van del amarillo al rojo correspondiendo a la contracción mínima y máxima respectivamente. En forma simultánea se utilizaron estímulos auditivos de diferentes intensidades que traducen la magnitud de la contracción muscular.

3. Se colocaron los electrodos de superficie manteniendo un buen contacto entre estos y la piel usando un gel conductor; el electrodo activo se colocó sobre el vientre muscular del cuádriceps, el electrodo indiferente a 5 cm por arriba de éste y la tierra a nivel del borde suprarrrotuliano (18).

4. Se inició una serie de 10 contracciones isométricas con duración de 15 segundos cada una de ellas y con un minuto de descanso entre cada contracción. Posteriormente se realizaron 15 contracciones isotónicas con duración de 15 segundos cada una y relajación entre cada contracción por un periodo de un minuto dentro del arco de movimiento máximo permisible (20,36).

El tratamiento se llevó a cabo diariamente con duración de 30 minutos por 20 ocasiones en total. Todos los pacientes recibieron tratamiento de rehabilitación complementario según cada caso (25).

Se evaluaron los resultados según el método estadístico de desviación media, tomando el perímetro de muslo como buenos cuando la ganancia fué de 1.2 cm. a 2.5 cm.; regulares de 0.9 cm. a 1.1 cm. y malos de 0.2 a 0.8 cm. En cuanto al máximo de 10 repeticiones se consideraron como buenos resultados cuando la ganancia en Kilogramos. fué de 5.6 Kg. a 8.5 Kg.; regulares de 3.1 Kg. a 5.5 Kg. y malos de 0.5 a 3.0 Kg.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE. \_\_\_\_\_ EDAD. \_\_\_\_\_ SEXO. \_\_\_\_\_

REGISTRO. \_\_\_\_\_ FECHA DE CAPTACION. \_\_\_\_\_

INICIA T.F. \_\_\_\_\_ TERMINA T.F. \_\_\_\_\_

DIAGNOSTICO. \_\_\_\_\_

TIEMPO DE EVOLUCION DEL PADECIMIENTO. \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO CONSERVADOR NO SI

TRATAMIENTO QUIRURGICO NO SI

TIPO DE CIRUGIA \_\_\_\_\_

FECHA DE CIRUGIA \_\_\_\_\_

INMOVILIZACION NO SI

TIEMPO \_\_\_\_\_

TIPO \_\_\_\_\_

EVOLUCION BUENA \_\_\_\_\_ REGULAR \_\_\_\_\_ MALA \_\_\_\_\_

EVALUACION 1o 2o

PERIMETRO MUSLO PROX. DIST. PROX. DIST.

DERECHO \_\_\_\_\_

IZQUIERDO \_\_\_\_\_

POTENCIA MUSCULAR CUADRICEPS.

DERECHO \_\_\_\_\_

IZQUIERDO \_\_\_\_\_

ARCOS DE MOVILIDAD

DERECHO FLEX. EXT. FLEX. EXT.

IZQUIERDO FLEX. EXT. FLEX. EXT.

PRUEBA DE 1# REPETICIONES MAXIMAS

DERECHO \_\_\_\_\_ Kg \_\_\_\_\_ Kg

IZQUIERDO \_\_\_\_\_ Kg \_\_\_\_\_ Kg

## RESULTADOS

Se estudiaron 34 pacientes, 20 hombres y 14 mujeres distribuidos en dos grupos: el grupo control integrado por 10 pacientes y el grupo tratado con biorretroalimentación con 24 pacientes. El promedio de edad encontrado fue de 27 años con rango de 14 a 50 años. El total de pacientes con lesión postraumática de rodilla con o sin cirugía previa.

Once de 34 pacientes en el grupo tratado con biorretroalimentación tuvieron lesión de ligamento cruzado anterior, en orden descendente se encontró lesión de menisco en 4 pacientes, condromalacia y bursitis suprarrotuliana en 3 pacientes respectivamente, Fx. de rótula en un caso y de platillo tibial en otro. En el grupo control la condromalacia fue el diagnóstico más frecuente (4 casos); 3 pacientes tuvieron lesión de menisco, 2 pacientes Fx. de rótula, el Osgood Schlatter y la Fx. del platillo tibial se presentaron en un paciente respectivamente.

Cuando se agruparon los pacientes de acuerdo al tipo de cirugía realizada, en el grupo de biorretroalimentación 8 casos correspondieron a plastia de ligamento cruzado anterior, en 3 se realizó menisectomía por artroscopia, 2 casos se intervinieron por artroscopia para realizar limpieza articular y solo un caso requirió de artrotomía con menisectomía. En el grupo control el número de menisectomías por artroscopia fue igual a la reportada en el grupo de estudio (3 casos), a diferencia del grupo en estudio en este grupo se realizaron dos patelectomías.

En el cuadro 1 se muestra el tiempo de inmovilización en el grupo de biorretroalimentación y grupo control. 6 de los 24 pacientes del grupo de biorretroalimentación se inmovilizaron durante 4 semanas; 5 pacientes durante 4 semanas, y tres más durante 3, 6 y 8 semanas respectivamente. Los 10 pacientes restantes no tuvieron inmovilización. El promedio de días de inmovilización en este grupo fue de 21 días. En el grupo control 3 pacientes se inmovilizaron por un día; los cuatro restantes durante 2, 3 y 6 semanas, solo un paciente se inmovilizó en forma prolongada (6 meses). El promedio de días de inmovilización en este grupo fue de 8 días.

Los datos obtenidos en el grupo de pacientes con biorretroalimentación durante la prueba de vencimiento de peso de máxima de 10 repeticiones por el cuadriceps antes y después del tratamiento, y la ganancia expresada en Kg., se resumen en el cuadro 2. En la prueba inicial los valores máximo y mínimo fueron 12 Kg. y 0.2 Kg respectivamente; en la prueba final de 13.5 Kg y 3.75 Kg. como máximo y mínimo. El total de pacientes presentó ganancia, con un promedio de 5.07 Kg (1.5 Kg. a 8.5 Kg.). Al realizar esta prueba en el grupo control, el valor máximo durante la evaluación inicial fue de 9 Kg. con un valor mínimo de 0.5 Kg. Los resultados después de tratamiento mostraron un

valor mínimo de 4 Kg como y 9.5 Kg como máximo. El valor promedio de la ganancia fue de 2.7 Kg (8.5 Kg. a 5.2 Kg ) (cuadro 3).

Con perímetros iniciales máximos de 52.8 cm. y mínimos de 27.5 cm., y perímetros finales de 53.4 cm. como máximo y 29.8 cm. como mínimo; la medición del perímetro de muslo al final del estudio registró una ganancia promedio de 1 cm (cuadro 4). La ganancia promedio observada en el grupo control fue de 8.4 cm. con mediciones iniciales máximas y mínimas de 55.6 cm y 37.2 cm. respectivamente y 55.8 cm. de valor máximo y 37.4 cm de valor mínimo del perímetro de muslo medido al final del tratamiento (cuadro 5 ).

El cuadro 6 muestra en forma comparativa las ganancias y los valores iniciales y finales en el perímetro de muslo y prueba de máxima de 18 repeticiones obtenidos en ambos grupos. Cuando el perímetro de muslo se tomó como parámetro de evaluación de resultados, 41.6% de los pacientes con biorretroalimentación obtuvieron buenos resultados; 20.1% regulares y un porcentaje igual mala respuesta. Los resultados del tratamiento fueron malos en el 98 % de pacientes en el grupo control ( cuadro 7 ). Los valores obtenidos con la prueba máxima de 18 repeticiones mejoraron en un porcentaje considerable de los casos. El 45.8 % de pacientes tratados con biorretroalimentación se catalogaron con buenos resultados; 37.5 % con resultados regulares y solo en 16.6% la respuesta fue mala. El 58 % de pacientes en el grupo control presentó respuesta regular al tratamiento y en el 58 % restante los resultados fueron malos ( cuadro 8).

CUADRO N O . 1

RELACION ENTRE INMOVILIZACION, PERIMETRO DE MUSLO Y MAXIMA DE 10 REPETICIONES EN LOS GRUPOS DE BIORRETROALIMENTACION Y CONTROL.

CASO No.	TIEMPO (DIAS) INMOVILIZACION	INICIAL		FINAL		GANANCIA	
		PERIMETRO MUSLO cms.	M. 10R lgs	PERIMETRO MUSLO cms.	M. 10R lgs	GANANCIA	
						cms	lgs
	<b>GRUPO</b>	<b>BIORRETROALIMENTACION</b>					
1	1	19.0	2.0	40.6	8.0	0.6	6.0
2	1	47.2	1.0	48.2	6.0	1.0	7.0
3	1	39.3	0.2	40.7	6.0	1.4	5.0
4	1	42.0	0.5	42.3	8.0	0.9	4.5
5	1	38.2	2.5	39.6	9.0	1.4	6.5
6	21	51.6	3.0	52.2	11.0	0.6	3.0
7	28	36.2	0.5	37.7	8.0	1.5	7.5
8	28	46.7	9.0	47.6	11.5	0.9	2.5
9	28	43.6	11.0	44.7	13.0	1.1	2.0
10	28	39.0	11.0	41.0	7.0	2.0	6.0
11	28	50.5	3.0	50.0	8.0	2.5	5.0
12	28	45.0	0.5	46.2	6.9	1.2	6.4
13	42	41.8	12.0	42.7	13.5	0.9	1.5
14	56	40.3	0.5	41.1	5.0	0.8	4.5
	<b>GRUPO</b>	<b>CONTROL</b>					
1	1	42.0	3.0	42.3	8.0	0.2	5.0
2	1	43.0	2.4	43.7	4.9	0.7	1.5
3	1	53.0	4.0	53.2	4.5	0.2	0.5
4	14	55.6	1.3	55.8	6.5	0.2	5.2
5	21	47.1	9.0	47.1	9.5	0.0	0.5
6	42	38.8	0.5	39.5	4.0	0.7	3.5

**CUADRO 2**

**GRUPO BIORRETROALIMENTACION  
PRUEBA DE VENCIMIENTO DE PESO POR EL CUADRICEPS ANTES Y DESPUES  
DE TRATAMIENTO**

CASO	PRUEBA INICIAL	PRUEBA FINAL	GANANACIA
1	0.5 Kgr	5.0 Kgr	4.5 Kgr
2	0.5 Kgr	8.0 Kgr	7.5 Kgr
3	0.2 Kgr	6.0 Kgr	5.8 Kgr
4	0.25Kgr	7.0 Kgr	6.75Kgr
5	3.0 Kgr	7.5 Kgr	4.5 Kgr
6	4.5 Kgr	7.0 Kgr	2.5 Kgr
7	0.5 Kgr	7.0 Kgr	6.5 Kgr
8	0.25Kgr	3.75Kgr	3.5 Kgr
9	2.0 Kgr	8.0 Kgr	6.0 Kgr
10	3.5 Kgr	7.0 Kgr	3.5 Kgr
11	1.0 Kgr	8.0 Kgr	7.0 Kgr
12	1.5 Kgr	10.0 Kgr	8.5 Kgr
13	0.0 Kgr	0.0 Kgr	5.0 Kgr
14	3.5 Kgr	8.0 Kgr	4.5 Kgr
15	2.5 Kgr	6.0 Kgr	6.5 Kgr
16	3.0 Kgr	11.0 Kgr	8.0 Kgr
17	0.0 Kgr	11.5 Kgr	2.5 Kgr
18	12.0 Kgr	13.5 Kgr	1.5 Kgr
19	11.0 Kgr	13.0 Kgr	2.0 Kgr
20	1.0 Kgr	7.0 Kgr	6.0 Kgr
21	3.0 Kgr	8.0 Kgr	5.0 Kgr
22	0.5 Kgr	6.0 Kgr	6.4 Kgr
23	2.5 Kgr	6.5 Kgr	4.0 Kgr
24	3.5 Kgr	0.0 Kgr	3.4 Kgr
PROMEDIO			5.07Kgr

CUADRO 3

GRUPO CONTROL

PRUEBA MAXIMA DE 10 REPETICIONES ANTES Y DESPUES DE TRATAMIENTO

CASO	PRUEBA INICIAL	PRUEBA FINAL	GANANCIA
1	1.3 Kgr	6.5 Kgr	5.2 Kgr
2	3.0 Kgr	8.0 Kgr	5.0 Kgr
3	2.5 Kgr	5.5 Kgr	3.0 Kgr
4	3.5 Kgr	7.0 Kgr	3.5 Kgr
5	4.5 Kgr	8.0 Kgr	3.5 Kgr
6	0.5 Kgr	4.0 Kgr	3.5 Kgr
7	5.5 Kgr	7.0 Kgr	1.5 Kgr
8	9.0 Kgr	9.5 Kgr	0.5 Kgr
9	3.4 Kgr	4.9 Kgr	1.5 Kgr
10	4.0 Kgr	4.5 Kgr	0.5 Kgr
PROMEDIO			2.7 Kgr

**CUADRO 4**

**PERIMETRO DE MUSLO COMPARACION ANTES Y DESPUES DE TRATAMIENTO  
GRUPO BIORRETROALIMENTACION**

PACIENTE	VALORACION INICIAL PERIMETRO DISTAL	VALORACION FINAL PERIMETRO DISTAL	GANANCIA
1	48.3 cm	41.1 cm	7.2 cm
2	36.2 cm	37.7 cm	1.5 cm
3	42.8 cm	42.5 cm	0.3 cm
4	48.3 cm	41.1 cm	7.2 cm
5	43.3 cm	43.0 cm	0.3 cm
6	39.6 cm	39.1 cm	0.5 cm
7	48.2 cm	49.6 cm	1.4 cm
8	48.7 cm	41.8 cm	6.9 cm
9	48.8 cm	48.6 cm	0.2 cm
10	45.8 cm	46.3 cm	0.5 cm
11	47.2 cm	48.2 cm	1.0 cm
12	46.7 cm	49.2 cm	2.5 cm
13	39.3 cm	49.7 cm	10.4 cm
14	42.8 cm	42.8 cm	0.0 cm
15	39.2 cm	39.6 cm	0.4 cm
16	51.6 cm	52.2 cm	0.6 cm
17	46.7 cm	47.6 cm	0.9 cm
18	41.8 cm	42.7 cm	0.9 cm
19	43.6 cm	44.7 cm	1.1 cm
20	39.8 cm	41.8 cm	2.0 cm
21	59.5 cm	53.8 cm	5.7 cm
22	45.8 cm	46.2 cm	0.4 cm
23	52.8 cm	53.4 cm	0.6 cm
24	27.5 cm	29.8 cm	2.3 cm
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.8 cm</b>

CUADRO 5

GRUPO CONTROL

PERIMETRO DE MUSLO COMPARACION ANTES Y DESPUES DE TRATAMIENTO

PACIENTE	VALORACION INICIAL PERIMETRO DISTAL	VALORACION FINAL PERIMETRO DISTAL	GANANACIA
1	55,6 cm	55,8 cm	0,2 cm
2	42,8 cm	42,3 cm	0,3 cm
3	48,3 cm	41,6 cm	1,3 cm
4	38,8 cm	39,8 cm	0,2 cm
5	48,7 cm	48,9 cm	0,2 cm
6	38,8 cm	38,5 cm	0,7 cm
7	37,2 cm	37,4 cm	0,2 cm
8	41,7 cm	41,7 cm	0,0 cm
9	43,8 cm	43,7 cm	0,7 cm
10	53,8 cm	53,2 cm	0,2 cm
PROMEDIO			0,4 cm

CUADRO 6

MEJORA PROMEDIO EN PERIMETRO DE MUSLO Y MAXIMA DE 1ª  
REPETICIONES EN EL GRUPO CONTROL Y GRUPO CON  
BIORRETROALIMENTACION

GRUPO	PERIMETRO DE MUSLO			MAXIMA DE 1ª REPETICIONES		
	INICIAL	FINAL	GANANCIA	INICIAL	FINAL	GANANCIA
BR*	42.8 cm	43.8 cm	1.1 cm	3.85 Kg	6.88 Kg	5.83 Kg
CONTROL	43.8 cm	44.3 cm	0.4 cm	3.72 Kg	6.48 Kg	2.76 Kg

BR\* = BIORRETROALIMENTACION

**CUADRO 7**

**EVALUACION DE RESULTADOS EN EL GRUPO DE BIORRETROALIMENTACION Y GRUPO CONTROL**

GRUPO	RESULTADO DE GANANCIA EN PERIMETRO DE MUSLO					
	BUENOS		REGULARES		MALOS	
	No. P*	%	No. P*	%	No. P*	%
BIORRETROALIMENTACION	18	41.6	7	29.1	7	29.1
CONTROL	1	18.8	8	88.8	9	98.8

\* No. P. = Número de pacientes

CUADRO 8

EVALUACION DE RESULTADOS EN EL GRUPO DE BIORRETROALIMENTACION Y EL GRUPO CONTROL

GRUPO	RESULTADOS		MAXIMA 10 REPETICIONES			
	BUENOS		REGULARES		MALOS	
	No. P.	%	No. P.	%	No. P.	%
BIORRETROALIMENTACION	11	45.8	9	37.5	4	16.8
CONTROL	8	33.3	5	20.0	8	33.3

\* No.P. = Número de pacientes

## DISCUSION

La disminución en la potencia muscular y la hipotrofia del cuádriceps se presenta en forma temprana en los pacientes con lesión postraumática de rodilla con o sin tratamiento quirúrgico. La terapia física se utiliza con la finalidad de revertir o prevenir estas complicaciones. Sin embargo hasta la fecha no hay un método único que logre la mejoría en el 100 % de los pacientes.

La inmovilización de la articulación de la rodilla es un factor que reduce la potencia muscular y condiciona hipotrofia de los músculos proximales y distales, y está directamente en relación con el tiempo de inmovilización. Es de esperarse que la inmovilización prolongada reduzca la posibilidad de lograr una restitución funcional completa.

En este trabajo de 34 pacientes estudiados, 12 presentaron una hipotrofia marcada que va de 27.5 cm a 55.6 cm que se relaciona con inmovilización que va de 21 días a 56 días contrario a lo que se encontró en los 8 casos que presentaban hipotrofia de 38.2 cm a 53 cm con un corto tiempo de inmovilización.

Los resultados del presente estudio muestran que la biorretroalimentación disminuye la hipotrofia y aumenta la potencia muscular independientemente del tiempo que se prolongue

la inmovilización. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en trabajos anteriores por Middaugh y Pinal que indican una recuperación mayor tanto en potencia como en perímetro de muslo en pacientes con lesión de rodilla e hipotrofia de cuádriceps a corto plazo aún con mayor tiempo de inmovilización (28-30).

Cuando se compararon los valores iniciales y finales del perímetro distal de muslo afectado y la ganancia del máximo de 10 repeticiones (Mx10R), se observó que la ganancia en los pacientes tratados con biorretroalimentación fue mayor a la obtenida en el grupo control. Estos dos parámetros miden en forma objetiva el incremento en la potencia y el diámetro del músculo cuádriceps. Los resultados anteriores son similares a los obtenidos por algunos autores (25,30).

El tipo de cirugía realizado influyó en el grado de mejoría alcanzado. Los pacientes sometidos a artroscopia tuvieron mayores ganancias en relación a las obtenidas en pacientes sometidos a cirugía abierta (13,14,25).

El factor Psicológico interviene en forma importante en los resultados con esta técnica y se manifestó durante el periodo de tratamiento. Los pacientes desarrollaron una competitividad entre el esfuerzo realizado y la señal visual y auditiva del biorretroalimentador. Esta competitividad también se estableció entre los pacientes, y el esfuerzo realizado para superar al compañero con un problema semejante. Un alto porcentaje de pacientes tratados con biorretroalimentación manifestaron

mejoría subjetiva tempranamente: eliminando el temor a utilizar el miembro afectado, mejorando el patrón de marcha y disminuyendo el dolor residual de la articulación (4,35,37).

## CONCLUSIONES

1. LA BIORRETROALIMENTACION FUE EFECTIVA ; YA QUE SE OBSERVO INCREMENTO EN LA POTENCIA MUSCULAR Y EN EL PERIMETRO DE MUSLO DE LA EXTREMIDAD AFECTADA.
2. LA BIORRETROALIMENTACION ES UN AUXILIAR IMPORTANTE EN LA TERAPIA FISICA PARA MEJORAR A CORTO PLAZO LA HIPOTROFIA MUSCULAR DE PACIENTES CON LESION DE RODILLA. EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LA BIORRETROALIMENTACION ES LA REEDUCACION MUSCULAR Y POR MEDIO DE ELLA DESARROLLAR LA FUERZA Y DISMINUIR LA HIPOTROFIA MUSCULAR.

#### REFERENCIAS

1. Basmajian, J. BIOFEEDBACK TREATMENT OF FOOT AFTER COMPARED WITH STANDARD REHABILITATION TECHNIQUE: EFFECTS ON VOLUNTARY CONTROL AND STRENGTH. Arch Phys Med Rehabil. 56:231-236, 1975.
2. Basmajian, J. BIOFEEDBACK IN REHABILITATION: REVIEW OF PRINCIPLES AND PRACTICES. Arch Phys Med Rehabil. 62:469-476, 1981.
3. Basmajian, J. MUSCLE ALIVE: THEIR FUNCTION REVEALED BY ELECTRO MYOGRAPHY. Am Surg. 42:685-690, 1985.
4. Basmajian, J. TERAPEUTICA POR EL EJERCICIO. Panamericana. 44-288, 1986.
5. Beasley, W. XXIII SESION ANUAL CIENTIFICA Y CLINICA DEL CONGRESO AMERICANO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION. USA. Agosto. 1956.
6. Brudny, J. EMG FEEDBACK THERAPY. Arch Phys Med Rehabil. 57:55-61, 1976.
7. Booker, H. SIMPLIFIED FEEDBACK IN NEUROMUSCULAR RETRAINING. Arch Phys Med Rehabil. 50:621-625, 1969.
8. Campell, E. CIRUGIA ORTOPEDICA. Panamericana. 9:903-914, 1985.
9. Cram, J. EFFECTS OF SKIN PREPARATION ON DATA COLLECTED USING AND EMG MUSCLE SCANNING PROCEDURE. Biofeedback and Self Regulation. 15:75-82, 1989.
10. Chusid, J. NEUROANATOMIA CORRELATIVA Y NEUROLOGIA FUNCIONAL. Manual Moderno. 9:102-212, 1986.
11. Daniels, L. MUSCLE TESTING. TECHNIQUES OF MANUAL EXAMINATION. Saunders. Philadelphia. 1:3-9, 1986.
12. De Lisa, J. REHABILITATION MEDICINE, PRINCIPLES AND PRACTICE. J.B. Lipincott. Philadelphia. 14:269-275, 1986.
13. Eriksson, E. DIAGNOSTIC AND OPERATIVE ARTHROSCOPY OF THE KNEE. Orthopedics. 9:169-176, 1986.
14. Fish, D. BIOFEEDBACK. Arch Phys Med Rehabil. 57:152, 1976.
15. Frankel, V. BIOMECANICA ORTOPEDICA. Jims. 536-548, 1973.
16. González, G. LESIONES ASOCIADAS A LA RUPTURA DE MENISCO. Storz. La Habana. 1-7, 1987.

17. Gonzalez, G. RESULTADOS DE LA RESECCION POR ARTROSCOPIA DE LA PLICA SINOVIAL. Storz. La Habana. 1-37, 1988.
18. Inurrence, P. BIOFEEDBACK TREATMENT OF UPPER EXTREMITY DYSFUNCTION IN GUILLAIN-BARRE SYNDROME. Arch Phys Med Rehabil 67:38-33, 1986.
19. Kendall, H. MUSCULOS, PRUEBAS Y FUNCIONES. Jims Barcelona. 1:3-15, 1979.
20. Kisner, C. TERAPEUTIC EXERCISE FUNDATION AND TECHNIQUES. Davis Company. Philadelphia. 69-119, 1985.
21. Kottke, F. KRUSEN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION. Panamericana. 412-487, 1985.
22. Kukulka, C. ASSESMENT OF AN AUDIOVISUAL FEEDBACK DEVICE FOR USE IN MOTOR TRAINING. Am J Phys Med. 67:24-32, 1975.
23. Lich, S. ELECTRODIAGNOSTICO Y ELECTROMIOGRAFIA. Jims. Barcelona. 163-166, 1975.
24. Lich, S. REHABILITATION AND MEDICINE. Elizabeth Lich. 281-288, 1988.
25. Malones, T. KNEE REHABILITATION. Phys Ther. 65:1682, 1985.
26. Middaugh, S. EMG FEEDBACK AS A MUSCLE REEDUCATION TECHNIQUE A CONTROLLEED STUDY. Phys Ther. 58:15-22, 1978.
27. Millie, I. ENFERMEDADES DE LA ARTICULACION DE LA RODILLA. Jims. Barcelona. 63, 1981.
28. Maffroid, M. SPECIFITY OF THE SPEED OF EXERCISE. Phys Ther. 58:1893, 1978.
29. Maffroid, M. A STUDY OF ISOKINETIC EXERCISE. Phys Ther. 49: 735, 1969.
30. Pinal, J. APLICACION DE LA TECNICA DE BIORRETROALIMENTACION PARA AUMENTAR LA POTENCIA Y LOGRAR HIPERTROFIA EN EL MUSCULO CUADRICEPS. DISEÑO Y ELABORACION DE UN BIORRETROALIMENTA DOR. 1-38, 1986.
31. Russe, O. AN ATLAS OF EXAMINATION, STANDARD MEASUREMENT AND DIAGNOSIS IN ORTHOPEDECS AND TRAUMATOLOGY. Bern Stugart. Vienna. 71-73, 1989.
32. Smith, M. ISOKINETIC VERSUS ISOTONIC VARIABLE RESISTENCIA TRUNING Am J Sport Med. 9:275-279, 1981.

33. Swan, D. AUDITOR ELECTROMYOGRAPHIC FEEDBACK THERAPY TO INHIBIT UNDERSIRED MOTOR ACTIVITY. Arch Phys Med Rehabil. 55:251-254, 1974.
34. Takabe, K. BIOFEEDBACK TREATMENT OF FOOT-DROP AFTER STROKE COMPARED WITH STAIRARD REHABILITATION TECHNIQUE. Arch Phys Med Rehabil. 57:9-11, 1978.
35. Thompson, J. EMG MUSCLE SCANNING. STABILITY OF HAND HELD SURFACE ELECTRODES. Biofeedback and Self Regulation. 1:55-62, 1989.
36. Tohen, A. MEDICINA FISICA Y REHABILITACION. The University Society Mexicana. 374-381, 1978.
37. Tries, J. UPPER EXTREMITY DISFUNCTION. Biofeedback and Self Regulation. 46-53, 1989.
38. Wolf, S. ASSESSING THE EFFICACY OF ELECTROMYOGRAPHIC BIOFEEDBACK IN THE TREATMENT OF NEUROMUSCULAR DISORDERS. XXII International Congress Psychology. East Germany. 6-12, 1988.