

11222
2913



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA
División de Estudios Superiores
SECRETARIA DE SALUD

**CURSO DE ESPECIALIZACION EN MEDICINA
DE REHABILITACION**
Prof. Titular: Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra

**APLICACION DE LA TECNICA DE BIORRETROALIMENTACION
PARA AUMENTAR LA POTENCIA Y LOGRAR HIPERTROFIA
EN EL MUSCULO CUADRICEPS.**
DISEÑO Y ELABORACION DE UN BIORRETROALIMENTADOR.

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

Que presenta el
DR. JOSE LUIS PINAL SAENZ

Para obtener el título de
**ESPECIALISTA EN MEDICINA DE
REHABILITACION**

México, D. F.



1986



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.

CONTENIDO.

- 1.- Agradecimientos.**
- 2.- Introducción.**
- 3.- Antecedentes.**
- 4.- Objetivos.**
- 5.- Material y Métodos.**
- 6.- Resultados.**
- 7.- Discusión.**
- 8.- Resumen.**
- 9.- Conclusiones.**
- 10.- Bibliografía.**

2.- INTRODUCCION:

Es ampliamente conocido el avance científico y tecnológico en el campo de la Medicina, tratando de encontrar nuevas técnicas para diagnóstico y tratamiento a ser empleadas en y para el reestablecimiento de pacientes afectados por diversos padecimientos.

Precisamente por los adelantos logrados y los recursos de diagnóstico y tratamiento con que se cuenta actualmente se ha abatido en forma aparente la mortalidad, aunque por desgracia no siempre pueden evitarse las huellas ó estragos de la enfermedad en el sujeto afectado, condicionando así la aparición de secuelas, caracterizadas por deficiencias e incapacidades que conducen a una invalidez.

La Medicina conductual enfatiza el uso de técnicas conductuales ó de comportamiento, especialmente por regulación propia, incluyendo en éste sentido a la Biorretroalimentación, es ésta precisamente una modalidad terapéutica relativamente nueva y generalmente poco utilizada en nuestro medio que nos brinda la posibilidad de ampliar el arsenal terapéutico en el tratamiento de padecimientos crónicos e incluso en aquellos casos en que no se encuentra una respuesta adecuada al tratamiento con métodos convencionales ó tradicionalmente establecidos.

La Biorretroalimentación ha sido definida por varios autores como la técnica que mediante el uso de equipo elec-

trónico, muestra instantaneamente al paciente y al tratante ciertos eventos fisiológicos y condiciona al paciente a controlar dichos eventos mediante la manipulación de las señales, usualmente en forma visual y/o auditiva. (1)

También ha sido aceptado el término como una técnica instrumental con el objeto de revelar al paciente actividades fisiológicas de su propio organismo, cuya respuesta se obtiene por medio de transductores en forma visual y/o auditiva. (3)

En Medicina de Rehabilitación la aplicación directa de esta técnica ha sido con base en la Electromiografía, por medio de la cual se eleva ó amplifica la contracción muscular invisible ó imperceptible y se manifiesta en señales auditivas (bocina) y visuales (osciloscopio).

El Instituto Nacional de Salud Mental ha emitido el siguiente reporte acerca de la BBA: Ha sido aceptado el uso de la Biorretroalimentación en los desórdenes del movimiento, usualmente por electromiografía. El entrenamiento es considerado como un procedimiento adjunto a otros procedimientos utilizados en Rehabilitación de pacientes incapacitados por alteraciones neuromusculares. (11)

No es fácil contar en cualquier unidad de Rehabilitación con el aparato electrónico necesario para implementar la técnica, debido a la alta tecnología y al alto costo derivado de lo mismo; es precisamente por éstos factores que

en el presente trabajo de investigación clínica hemos contactado con la Ingeniería Electrónica para diseñar y elaborar un aparato Biorretroalimentador accesible y adaptable en nuestro medio y probar su utilidad implementando con el mismo la técnica de BRA en nuestros pacientes.

Aunque se encuentran reportes de utilización de la BRA con el objetivo de readucción muscular, no los hay acerca de su utilización para lograr potencia y trefismo muscular en la atrofia por desuso, y ésta será el objetivo primordial, comparando contra la terapia convencional.

Los padecimientos que con mayor frecuencia producen estados de invalidez son las lesiones del sistema musculoesquelético; es por esto que la selección de los pacientes incluidos en éste estudio fué en relación a presencia de secuelas secundarias a lesión en la articulación de la rodilla, cuyo común denominador y como parte importante del cuadro clínico se encontrara debilidad del músculo cuádriceps e hipotrofia del mismo.

El tratamiento implementado es sobre un músculo con hipotrofia por desuso, débil, pero sin alteraciones histológicas importantes, sin importar si el segmento lesionado fué ó nó sometido a inmovilización ó a cirugía.

La utilización de la terapia convencional a base de Ejercicios de Resistencia Progresiva es útil por sí misma para lograr fuerza e hipertrofia muscular, implementando un

método adecuado y bien establecido y a base de esfuerzo, constancia y tiempo. Precisamente la BRA será utilizada creando una situación de competitividad entre el paciente y las señales emitidas ó registradas por el aparato para lograr resultados satisfactorios en menor tiempo y condicionar al paciente a continuar con la terapia aún en ausencia del detector.

Posteriormente serán analizados y comparados los resultados obtenidos con ambas técnicas y se emitirán las conclusiones pertinentes.

3.-ANTECEDENTES:

Aparentemente el uso de la técnica de Biorretroalimentación , parece remontarse al desarrollo de la electromiografía, en la década de los 20's, cuando se detectan por vez primera los impulsos eléctricos fisiológicos del músculo.

Através de su historia ha sido variada la nomenclatura utilizada para denominar al proceso de la BRA; entre los más importantes se encuentran los siguientes: Miorretroalimentación, Retroalimentación por Electromiografía, Neuromiometría, Integración sensorial, Reeduación neuromuscular audio-visual, y últimamente como Propiocepción Artificial.

(1)

Después de 1940, algunos investigadores observaron que por medio de las señales ópticas y auditivas de la electromiografía, algunos pacientes podían aumentar ó disminuir la contracción muscular a voluntad. Durante la década de los 50's, Jhon V. Basmajian y colaboradores de la Escuela de Medicina de la Universidad de Emory en Atlanta, exploraron y observaron las señales de BRA en pacientes amputados, enfocando la técnica a lograr control de los miembros artificiales utilizando la función al máximo de los músculos remanentes. (9)

En 1960 Marinacci y Horande observaron durante el tratamiento de pacientes con secuelas de accidente cerebral vascular y lesión de nervio periférico, retorno de movimien-

to voluntario mediante el empleo de BRA por EMG. Andrews en 1964 obtuvo similares resultados. (5)

En 1969 se forma una pequeña sociedad en Santa Mónica California, la Sociedad de Investigación en Retroalimentación, de donde nace por primera vez el término de Biorretroalimentación, abreviando con ésto la capacidad humana para observar actividades fisiológicas normalmente inconscientes por medio de monitores y aparatos electrónicos de diagnóstico. (1)

Jhonson y Garton en 1973 reportan efectividad de la señal auditiva electromiográfica en el incremento de movilidad en dorsi-flexión del pie caído de pacientes hemipléjicos. Similares resultados obtuvieron D'Baches y Basmajian en 1975.

En 1974 se postula la efectividad de la inhibición de actividad motora no deseada por medio de ésta técnica, induciendo relajación en pacientes hemipléjicos. (5)

En 1978 Mroczek 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 importante para el aprendizaje, sería lo que nos brindaría una mejoría aparente. (14)

Basmajian en 1981 realiza un estudio analizando los principios y las teorías de la BRA, en el cual investiga su

acción en 3 problemas comunes en la hemiplejía, que son: Pie caído, subluxación de hombro y reducción de funcionalidad de la mano. (1)

Otros investigadores como Steven Wolf, Baker y Kelly a partir de sus estudios han encontrado grandes beneficios con esta modalidad terapéutica y aún más aparente con la enseñanza de readucción muscular, comparando éste beneficio con las técnicas de tratamiento convencionales. (11) (13)

La utilización de la BRA se ha enfocado en un alto porcentaje al tratamiento de pacientes hemipléjicos, sólo entre 1960 y 1982 existen 33 reportes al respecto.

La Biorretroalimentación no es un método mágico, ó un estado de control mental, simplemente es un instrumento para transformar actividades en una persona y tiene una gran variedad de parámetros psicológicos que incluyen además: presión sanguínea, temperatura cutánea, y actividad neuromuscular; los aparatos utilizados con el fin de detectar éstos fenómenos, convierten instantáneamente la información a registros visuales y/o auditivos.

Las aplicaciones terapéuticas de la BRA incluyen el tratamiento de la cefalea tensional, migraña, síndrome de Raynaud, asma, hipertensión arterial, incontinencia fecal, ansiedad, dolor y desórdenes neuromusculares. Se estudian actualmente otras posibles aplicaciones del método en la Sección de Investigación Psicosomática del Instituto de

Investigación de Texas y de Ciencias Mentales de Houston. Estos investigadores sin embargo cuentan con 1181 miembros, de los cuales sólo el 7.7% utilizan cotidianamente la técnica de BRA en su práctica diaria. (9)

Algunas opciones desarrolladas tentativamente para integrar fenómenos neurofisiológicos fueron planeados para tratar problemas disfuncionales del S.N.C., esto implica neurodesarrollo mental, enfoque sensorial integrado y facilitación propioceptiva neuromuscular, los mismos que se diferencian en lo conceptual. Todo esto ha sido simplificado en un común denominador por Basmajian en 4 puntos principales:

- 1) El uso sensorial para facilitación e inhibición de actividad del S.N.C.
- 2) Aplicación del concepto de Neurodesarrollo mental para facilitar la respuesta muscular.
- 3) Utilizar el concepto de aprendizaje psicológico si está condicionado en forma repetitiva, reinformación ó respuesta generalizada.
- 4) Continuar la observación de los pacientes através de un sistema, aplicando éstos procedimientos con ajustes continuos a la respuesta del paciente.

Reeducación muscular: Desde los años 40's, la característica distintiva de la reeducación muscular era el énfasis sobre la producción de la contracción muscular, de un músculo ó de

un grupo muscular, sobre una articulación ó tendón en dirección a un movimiento determinado. El objetivo era lograr contracciones visibles y palpables, animando verbalmente ó sea retroalimentación verbal sobre la ejecución al paciente y retroalimentando manualmente guiando la ejecución con subsiguientes movimientos, éstos son métodos que han sido empleados para animar e incrementar el esfuerzo del paciente. (6)

No es necesario que los sujetos tengan conocimientos acerca de electromiografía para ser sometidos a este tratamiento, generalmente es suficiente con una orientación y explicación general, después sólo se necesita concentrar la atención en la respuesta indicada en la señal electromiográfica ó en caso del biorretroalimentador en el indicador visual y en el auditivo. Finalmente se trata de obtener la habilidad para mantener ó inhibir la actividad de potenciales de unidad motora en ausencia de indicadores. (1)

El número de sesiones y el tiempo dedicado a cada una de ellas varía considerablemente en relación a los diferentes investigadores.

Basmajian utiliza para tratamiento de miembro superior en pacientes hemipléjicos 3 sesiones por semana con un promedio de duración de 40 minutos y por 5 semanas en total. (2)

Brudny en el tratamiento de tortícolis espasmódica

utiliza una frecuencia de 5 sesiones por semana, de 20 a 30 minutos de duración sin especificar el número total de sesiones. (5)

En 1981 Basmajian en el tratamiento del pie caído del hemipléjico utiliza 3 sesiones por semana, de 30 minutos de duración y por espacio de 5 semanas. (3)

Burnside utiliza en pacientes hemipléjicos el siguiente esquema: 2 sesiones por semana de 15 minutos de duración y por espacio de 6 semanas. (4)

En 1979 Wolf utiliza en pacientes hemipléjicos 2 a 3 sesiones por semana y de 50 a 60 minutos de duración sin especificar el total de sesiones. (13)

Es así como no existe un criterio uniforme ó estandarización en cuanto al tiempo y duración de aplicación de Biorretroalimentación y difícilmente podrá ser estandarizado, considerando así que el mejor parámetro de la exactitud será la evolución del paciente y el tiempo más corto necesario para su condicionamiento.

4.- OBJETIVOS:

- 1) Diseñar y elaborar un aparato Biorretroalimentador cuyos componentes existan en su totalidad en nuestro medio y que cumpla con los requerimientos necesarios para ser utilizado en nuestros pacientes sin riesgo alguno, y a su vez proporcione información fidedigna en su funcionamiento.

El Biorretroalimentador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Seguridad para el paciente.
 - b) Circuito electrónico completo y probado fácil de duplicar.
 - c) Que sea económico.
 - d) De fácil manejo técnico.
 - e) De fácil mantenimiento.
 - f) De tamaño adecuado.
- 2) Demostrar la aplicación clínica del aparato diseñado.
 - 3) Implementar la técnica de Biorretroalimentación en nuestros pacientes y demostrar la utilidad de este tipo de tratamiento, esperando obtener resultados satisfactorios a corto plazo en relación a esquemas de tratamiento establecidos convencionalmente.

5.- MATERIAL Y METODOS:

- 1) Biorretroalimentador.
- 2) Electrodo de superficie de acero inoxidable.
- 3) Gel conductor ó acoplador bioeléctrico.
- 4) Sujetadores de electrodos.
- 5) Cinta métrica flexible.
- 6) Juego de pesas.
- 7) Electromiógrafo TECA TE-42.
- 8) Papel reactivo foto sensible para electromiógrafo.

METODOS:

Fueron estudiados 20 pacientes en total.

Criterios de inclusión:

- a) Cualquier edad y sexo.
- b) Debilidad de músculo cuádriceps e hipotrofia en muslo secundaria a lesión en la articulación de la rodilla, de diferente etiología, sin inmovilización, post-inmovilización ó post-cirugía.
- c) Recibir tratamiento rehabilitatorio complementario.
- d) Cooperación a la técnica instituida.

Criterios de exclusión:

- a) Presencia de lesión nerviosa periférica ó patología degenerativa.
- b) Falta de cooperación a la técnica instituida.

En el material y métodos implementados se observó la

posibilidad por la necesidad de diseñar y elaborar un aparato Biorretroalimentador portátil para la aplicación de la técnica. A continuación se hacen notar las siguientes características importantes respecto al aparato:

- 1) Capacidad de captación de la contracción muscular con alta sensibilidad, 3 niveles de graduación; 500, 1000 y 1500 v/v.
- 2) Amplificación suficiente de la señal captada.
- 3) Transducción de la señal captada al indicador auditivo.
- 4) Transducción de la señal captada al indicador visual.

PARTES ESENCIALES DEL BIORRETROALIMENTADOR.

- 1.- Fuente de poder con entrada de 120 volts y salida de \pm 5 volts de corriente directa.
- 2.- Bio-amplificador con impedancia de entrada de 40 megohms y ganancias de 500, 1000 y 1500 v/v.
- 3.- Detector de envolvente.
- 4.- Oscilador controlado por voltage para el indicador auditivo.
- 5.- Indicador auditivo (Bocina de 4 Ohms).
- 6.- Comparadores de voltage para el indicador visual.
- 7.- Indicador visual (8 Leds ó luces).
- 8.- Salida para conexión a osciloscópio.

A continuación se representa la lista de material y componentes necesarios para la elaboración del Biorretroali-

mentador y el diseño del diagrama como instructivo para su fabricación.

LISTA DE MATERIAL NECESARIO PARA LA FABRICACION DE UN BIORRETROALIMENTADOR.

CANTIDAD	ELEMENTO	ESPECIFICACION
4	Circuito integrado	LM 308
2	Circuito integrado	LM 339
1	Circuito integrado	LM 566
1	Circuito integrado	LM 7605
1	Circuito integrado	LM 7905
2	Transistores	2N 2222
1	Diodo	1N 914
5	Diodo	1N 4005
4	Condensador	33 p
1	Condensador	.047 Micros
1	Condensador	.33 Micros
2	Condensador	.68 Micros
1	Condensador	10 Micros
2	Condensador	2200 Micros
3	Leds	Rojos
3	Leds	Verdes
3	Leds	Amarillos
9	Portaleds	
4	Resistencia	100 K
2	Resistencia	10 Mega
2	Resistencia	10 K
1	Resistencia	6.5 K
1	Resistencia	20 K
2	Resistencia	330 K
2	Resistencia	56 K
2	Resistencia	1 Mega
1	Resistencia	15 K
1	Resistencia	27 K
1	Resistencia	12 K
1	Resistencia	1.2 K
1	Resistencia	4.7 K
7	Resistencia	1 K
8	Resistencia	330 Ohms
1	Resistencia	820 K
1	Preset	400 K
1	Potenciómetro	20 Ohms-2 watts
1	Switch	2 Polos 3 tiros
1	Switch encendido	1 Polo 1 tiro
1	Transformador 127/12 v.	2 Ampers, Tab.

1	Bocina	central
3	Hembra	4 Ohms
3	Macho	Banana
6 Mts.	Cable	Banana
3	Electrodos sup.	Blindado
2	Botones p/ potenciómetro	Acero inox.
2 Mts.	Cable	y switch
1	Clavija	Simple
1	Portafusible	Polarizada
1	Fusible	1/2 Amper
1	Gabinete	

NOTA: Todas las resistencias son de 1/2 watt al 5%.

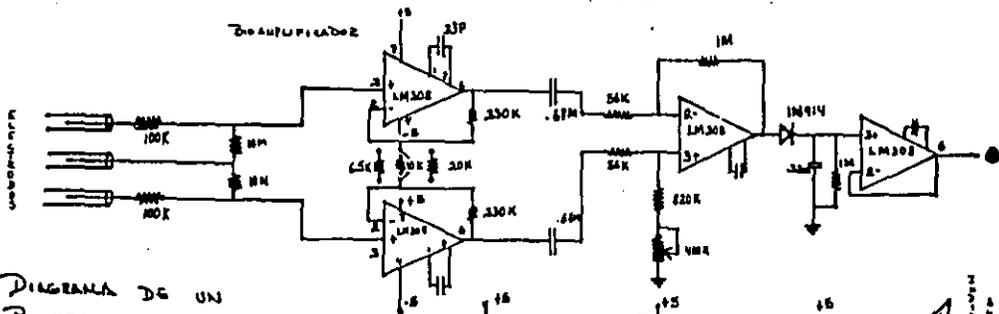
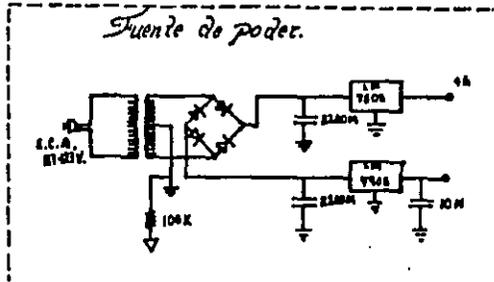
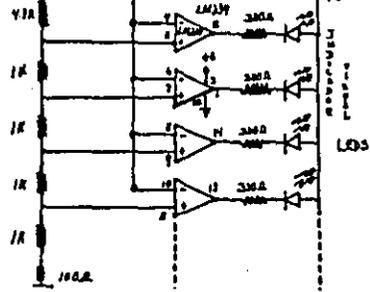
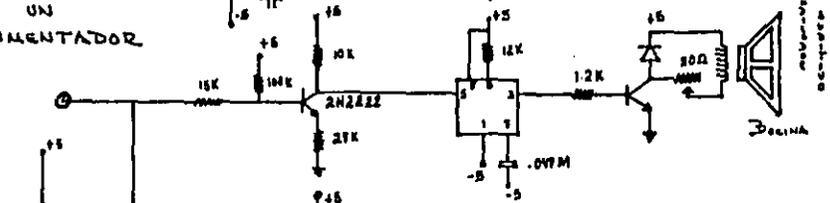


DIAGRAMA DE UN BIORRETROALIMENTADOR



Se formaron dos grupos de pacientes al azar.

Grupo A Control y Grupo B en Estudio. 10 pacientes en cada uno de ellos.

En ambos grupos se obtuvieron los siguientes datos de importancia:

- 1) Sexo
- 2) Edad
- 3) Diagnóstico
- 4) Tiempo de evolución del padecimiento
- 5) Tiempo de inmovilización
- 6) Tipo y fecha de cirugía
- 7) Tratamiento rehabilitatorio instituido y evolución

Como parámetros de exploración y valoración antes del tratamiento se realizaron los siguientes:

- 1) Valoración de potencia muscular del cuádriceps por medio de examen clínico muscular con escala de 0-5 del Medical Research Council, con modificación de medio grado subjetivo en la calificación 3 y 4, y traducido en porcentaje de función.
- 2) Perímetro de muslo, medición constante 10 cms. arriba del borde suprarrotuliano y 10 cms. sobre la marca anterior, realizando la medición por abajo de cada marca.
- 3) Prueba de vencimiento de pesos por parte del músculo cuádriceps, logrando la máxima extensión permisible de

rodilla en el miembro lesionado.

- 4) Estudio electromiográfico en cuádriceps, con electrodo de aguja bipolar, punción en vasto interno y registro de contracción máxima contra resistencia en papel reactivo.

El grupo A Control fué valorado y recibió tratamiento rehabilitatorio convencional, utilizando como método para aumentar potencia y trofismo muscular, Ejercicios de Resistencia Progressiva, con el esquema de De Lorme modificado por Mc Morris y Elkins, y es el siguiente:

- 1) Determinación de la resistencia máxima (RM) del músculo, lo cual equivale al 100% de RM en 10 repeticiones.
- 2) Se plantea el esquema de la siguiente forma:
 - 10 Grupos de repetición al 25% de 10 RM
 - 10 Grupos de repetición al 50% de 10 RM
 - 10 Grupos de repetición al 75% de 10 RM
 - 10 Grupos de repetición al 100% de 10 RM. (15)

Cada 4 días se realizaba nueva prueba para determinar la RM. El tratamiento con éste esquema fué realizado diariamente por 10 días, con una repetición del mismo diariamente al 50%.

El grupo B en Estudio fue igualmente valorado en una fase pre-tratamiento y recibió tratamiento rehabilitatorio convencional, utilizando como método para aumentar potencia y trofismo muscular en el músculo cuádriceps la técnica de

Biorretroalimentación en la siguiente forma:

- 1) Explicación al paciente acerca de la técnica.
- 2) Ensayo y condicionamiento para lograr la comprensión y máxima cooperación.
- 3) En un sitio aislado se coloca al paciente en posición sedente y se realiza aseo del área que es sometida al procedimiento, sobre cara anterior de muslo en vientre del músculo cuádriceps.
- 4) Se colocan los electrodos de superficie previamente cubierto con acoplador bio-eléctrico, en la siguiente forma: rojo proximal, negro en medio y rojo distal, con una distancia entre uno y otro de aproximadamente 5 cms.
- 5) Se realiza una prueba de dominio del paciente sobre el aparato, contra el máximo grado de sensibilidad y en el punto detectado el esfuerzo máximo del paciente se calibra el BRA y se inicia la competitividad contra el mismo.
- 6) Inicialmente se realiza una serie de 10 ejercicios ó contracciones isométricas máximas con periodos de descanso entre una y otra de 1 a 2 minutos y con una duración de aproximadamente 10 segundos.
- 7) Posteriormente se realizan 10 contracciones isotónicas ó ejercicios contra resistencia manual máxima de 10 segundos de duración y con un periodo de descanso entre

una y otra de 1 a 2 minutos.

- 8) Debido a que la técnica de biorretroalimentación es de condicionamiento, se indicó al paciente la repetición del mismo esquema sin el control por parte del aparato, una sesión diariamente en su domicilio y sólo al 50%, ó sea 5 ejercicios de cada tipo.
- 9) La técnica de tratamiento implantada se realizó en sesiones diarias de 25 a 30 minutos de duración y por 10 ocasiones en total.

Al término del tiempo estipulado fueron valorados los pacientes de ambos grupos nuevamente con los 4 parámetros principales para lograr comparación en los resultados.

- 1.- Exámen clínico muscular
- 2.- Perímetro de muslo a dos niveles
- 3.- Prueba de vencimiento de pesos en extensión de rodilla
- 4.- Trazo electromiográfico y registro del mismo.

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos y su comparación.

6.- RESULTADOS:

En la Tabla 1; perteneciente al grupo A Control se realiza una sistematización de datos importantes, obtenidos por medio de interrogatorio y revisión de expediente. Se enumeran los 10 casos elegidos y se determina edad, sexo, evolución en meses, rodilla afectada, diagnóstico clínico, período de inmovilización si lo hubo y si fué o no sometido a cirugía.

En la Tabla 2; se registran los mismos datos enunciados anteriormente en el grupo B en Estudio, para correlacionar la semejanza entre ambos grupos.

Puede observarse una variable mínima en el promedio de edad, y en la evolución de ambos grupos. Promedio de edad de 30.2 años en el grupo control y 31.3 años en el grupo en estudio; promedio de evolución en meses de 3.9 meses en el grupo control contra 3.4 meses en el grupo en estudio.

La distribución por sexos fué semejante: 5 mujeres y 5 hombres en el grupo control y 4 mujeres y 6 hombres en el grupo de estudio. En 7 pacientes del primer grupo se practicó cirugía, contra 6 del segundo grupo.

Incluso existe similitud en el diagnóstico clínico de la lesión.

Caso	Edad	Sexo	Evol. Meses	Rodilla Afect.	Diagnostico	Innov. Sem.	Cirugia
1	50	F	3	I	Gonartrosis POP Coventry	6	X
2	24	F	6	D	Condromalasia Rotuliana	5	X
3	28	M	4	D	Sec. Lesion Ligamentosa	-	
4	13	F	4	I	Osteotomia Correctora Valgo	6	X
5	45	M	1.5	I	Secuelas de Traumatismo	1	
6	21	M	3	I	POP Meniscectomia Externa	2	X
7	68	F	8	I	Gonartrosis Sec. EAD	-	
8	20	M	4.5	D	POP Meniscectomia Interna	4	X
9	13	M	3.5	I	Condromalasia Rotuliana	4	X
10	20	F	2	D	Condromalasia Rotuliana	3	X
¡Promedio	30.2		3.9				

TABLA 1.- GRUPO CONTROL. Descripción de las características detectadas inicialmente.

Caso	Edad	Sexo	Evol. Meses	Rodilla Afect.	Diagnostico	Innov. Sem.	Cirugia
1	24	M	3	D	Esquinca Ligamento Medial	6	
2	31	M	6	I	Condromalasia Rotuliana	5	X
3	28	M	1	D	Sec. Lesion Ligamentosa	3	
4	11	M	3	I	Sinovitis Inespecifica	-	
5	55	F	4	I	Gonartrosis Sec. EAD	3	X
6	16	M	2	D	Osteotomia Correctora Valgo	9	X
7	25	F	7	D	Osteotomia Correctora Varo	8	X
8	37	F	3	D	Condromalasia Rotuliana	3	X
9	43	M	2	I	Esquinca Ligamento Medial	4	
10	41	F	3	I	Meniscectomia	5	X
¡Promedio	31.3		3.4				

TABLA 2.- GRUPO EN ESTUDIO. Descripción de las mismas características recopiladas inicialmente en comparación con el grupo control.

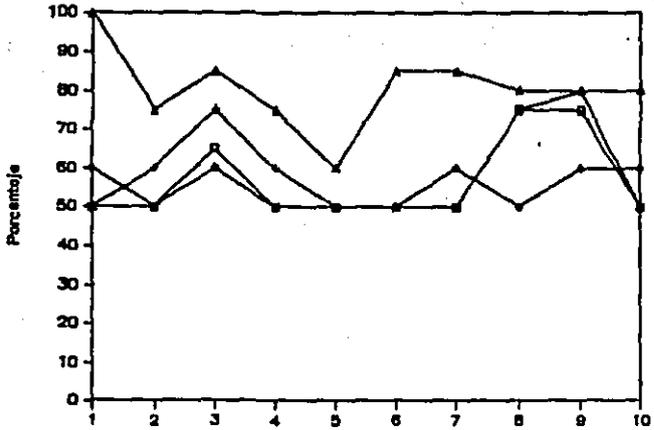
Referente a la valoración muscular se realizó con escala 0-5 inicial y final y se encuentra graficada en porcentajes con la siguiente relación:

0	corresponde a 0 %
1	" " " a 15 %
2	" " " a 30 %
3	" " " a 50 %
4	" " " a 75 %
5	" " " a 100 %.

En la Gráfica # 1 Se observa con trazo marcado por un cuadrado la valoración inicial en los pacientes del grupo control y con una cruz la valoración final en el mismo grupo, observando mejoría en los pacientes 2, 3, 4 y 9, el resto permanecen exactamente igual.

En el trazo marcado con un rombo se observa la valoración inicial en el grupo en estudio y con la marca de un triángulo la valoración final del grupo de BRA, observando mejoría aparente en todos los pacientes.

POTENCIA MUSCULAR



■ Inf. Cont.

+ Fin Cont.

Pacientes

● Inf. BRA

▲ Fin BRA

En la Tabla # 3 y # 4 ; se realiza una coorelación para valorar el primetro superior e inferior a nivel de muslo, para indicar la hipertrofia del músculo cuádriceps posterior al tratamiento establecido. La tabla 3 corresponde al grupo control y la 4 al grupo en estudio tratado con BRA.

Puede observarse el índice final de ganancia manifestado en centímetros. La diferencia fué significativa, obteniendo un incremento promedio del perimetro superior de 2.2 cms en el grupo en estudio contra .6 cms. del grupo control. Semajante diferencia se encuentra en perimetro inferior; 2.3 cms. promedio en el grupo en estudio contra .8 cms. del grupo control.

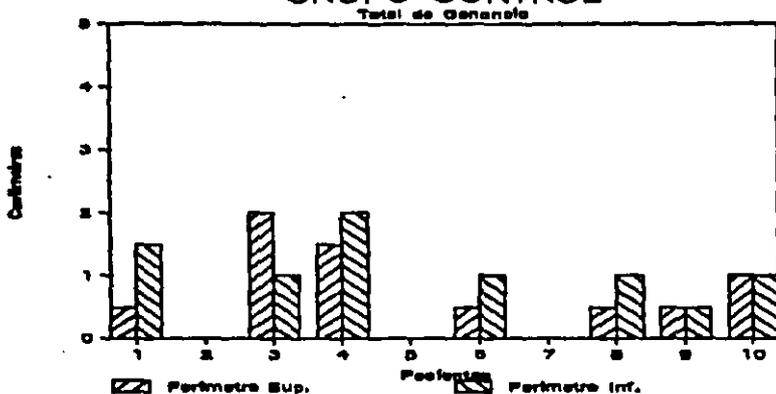
Caso	Valoración Inicial		Valoración Final		Ganancia			
	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.
1	50,5	43	51	44,5	0	1,5		
2	48,5	41,5	48,5	41,5	0	0		
3	57	49	59	50	2	1		
4	47,5	37	49	39	1,5	2		
5	61	52	61	52	0	0		
6	46,5	39	47	40	0,5	1		
7	56	45	55	45	0	0		
8	44,5	39	45	40	0,5	1		
9	38,5	31	39	31,5	0,5	0,5		
10	48,5	41	49,5	42	1	1		
Prom.					.6 cms	.8 cms		

TABLA 3.- GRUPO CONTROL. Valoración de los parámetros en muslo. Comparación antes y después del tratamiento, ganancia total y promedio (en centímetros).

Caso	Valoración Inicial		Valoración Final		Ganancia			
	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.	Per. Sup.	Per. Inf.
1	47	38	51	42,5	4	4,5		
2	45,5	38	48,5	40,5	3	2,5		
3	46	38,5	48	41	2	2,5		
4	35	27,5	37,5	30	2,5	2,5		
5	51	39	52	41	1	2		
6	45	38	46	39	1	1		
7	53	42,5	56	46	3	3,5		
8	63	50,5	65	53	2	2,5		
9	48	41	50	42	2	1		
10	52	42,5	53,5	44	1,5	1,5		
Prom.					2,2 cms	2,3 cms		

TABLA 4.- GRUPO EN ESTUDIO. Comparación de los mismos parámetros observando una ganancia total importante en todos los pacientes, promedio de 2.2 cms. a nivel superior y 2.3 cms. a nivel inferior de ganancia en hipertrofia.

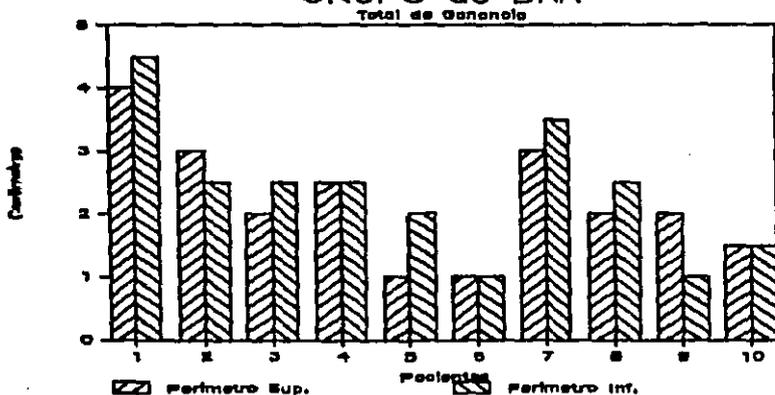
GRUPO CONTROL



GRAFICA 3.- GRUPO CONTROL. Se observa el total de ganancia en centímetros a nivel del perímetro superior e inferior del muslo, no se encuentran modificaciones en los pacientes 2, 5 y 7.

GRAFICA 4.- GRUPO EN ESTUDIO. Total de ganancia de hipertrofia muscular. Mejoría aparente en todos los pacientes.

GRUPO de BRA



El tercer parámetro utilizado para lograr comparación en los resultados fué objetivo, manejado a través de la prueba de vencimiento de pesos por parte del músculo cuadriceps realizando su función primordial como extensor de la rodilla.

Se realizó prueba inicial y final en ambos grupos, detectando el total de ganancia y el promedio.

Los resultados pueden apreciarse en la tabla # 5 correspondiente al grupo control y en la # 6 al grupo en estudio.

La diferencia detectada es importante en todos los casos, con un índice notorio de ganancia en el grupo en estudio. El resultado total del promedio fué logrando un incremento de 1.320 kilogramos en el grupo A y de 3.170 kilogramos en el grupo B tratado con BRA.

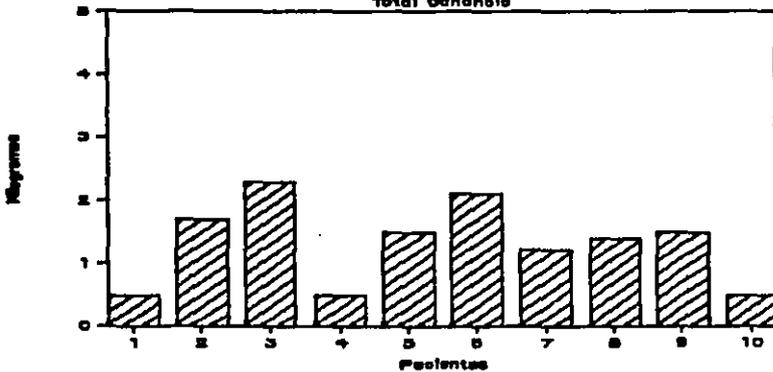
Caso	Prueba Inicial	Prueba Final	Total Ganancia
1	4.000 Kgs	4.500 Kgs	0.500 Kgs
2	2.800 "	4.500 "	1.700 "
3	8.500 "	10.800 "	2.300 "
4	2.500 "	3.000 "	0.500 "
5	3.000 "	4.500 "	1.500 "
6	4.500 "	4.400 "	2.100 "
7	4.300 "	5.500 "	1.200 "
8	9.600 "	11.000 "	1.400 "
9	4.200 "	5.700 "	1.500 "
10	3.300 "	3.800 "	0.500 "
Pros.			1.320

TABLA 5.- GRUPO CONTROL. Prueba de venciento de pesos, expresado en kilogramos. Valoración antes y después del tratamiento, total de ganancia y promedio. Se observa mejoría global, aunque discreta.

Caso	Prueba Inicial	Prueba Final	Total Ganancia
1	5.500 Kgs	9.700 Kgs	4.200 Kgs
2	3.500 "	6.500 "	3.000 "
3	3.000 "	5.200 "	2.200 "
4	2.500 "	4.500 "	2.000 "
5	2.500 "	3.200 "	0.700 "
6	4.200 "	8.700 "	4.500 "
7	4.000 "	10.200 "	4.200 "
8	2.500 "	6.000 "	3.500 "
9	4.000 "	8.600 "	4.600 "
10	2.000 "	4.800 "	2.800 "
Pros.			3.170

TABLA 6.- GRUPO EN ESTUDIO. Comparación del mismo parámetro, observando mejoría aparente en todos los pacientes con un promedio total de ganancia de 3.170 kgs.

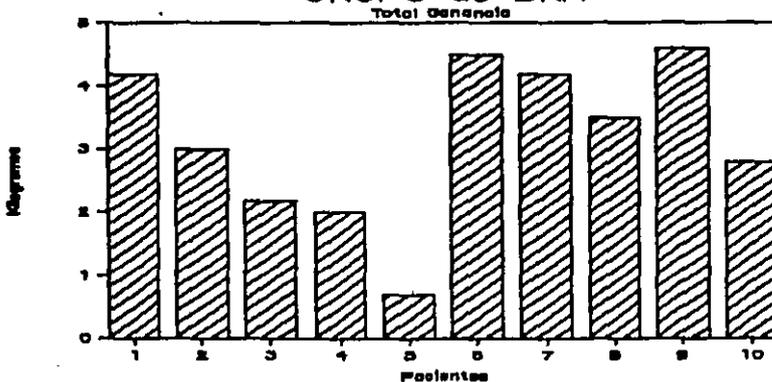
GRUPO CONTROL

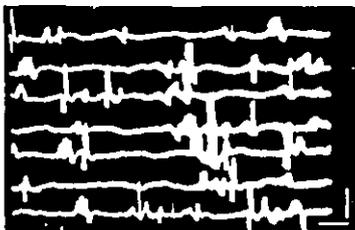
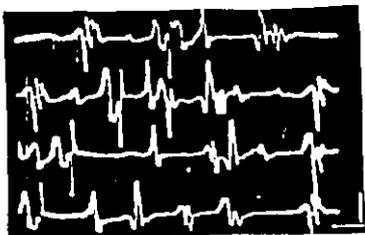


GRAFICA 5.- GRUPO CONTROL. Resultados graficados del total de ganancia en kilogramos por parte del musculo cuadriceps.

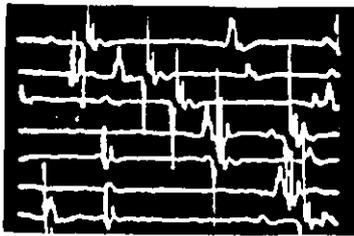
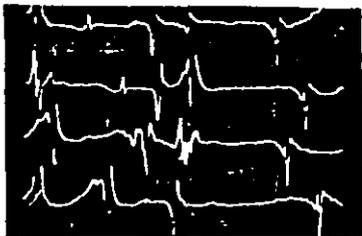
GRAFICA 6.- GRUPO EN ESTUDIO. Comparación del mismo parámetro, observando una ganancia importante en todos los pacientes, exceptuando al paciente número 5.

GRUPO de BRA





Registro electromiografico de un paciente del grupo control antes y después del tratamiento. No se observan modificaciones importantes en relación a amplitud y frecuencia en los potenciales registrados.



Registro electromiografico de un paciente del grupo en estudio antes y después del tratamiento. No se observan modificaciones importantes en relación a amplitud y frecuencia en los potenciales registrados.

7.- DISCUSION:

Se encontró una diferencia importante y significativa en la potencia y trefismo muscular registrados inicialmente y al término del tratamiento en los pacientes en quienes se implementó la técnica de Biorretroalimentación, con respecto al grupo de pacientes que recibieron tratamiento convencional.

De los parámetros utilizados para la evaluación, sólo el trazo electromiográfico realizado pre y post-tratamiento no mostró modificaciones significativas en ambos grupos, lo cual podría ser explicado por el estudio sobre un músculo normal, cuya característica temporal era la hipotrofia por desuso y a través del método realizado por medio de punción con electrodo bipolar, sólo captando los fenómenos eléctricos generados en una pequeña zona, es probable que estudiando un área mayor por medio de electrodos de superficie pudiera apreciarse un incremento en la amplitud y frecuencia de los potenciales generados.

Ya que el método de Biorretroalimentación no es en la mayoría de los casos accesible para implementarse en forma rutinaria, debido ésto a la necesidad de un aparato de alta tecnología y de personal especializado en su manejo que hace más crítica la situación, se demuestra que es factible desarrollar un detector de la señal eléctrica muscular, cuyo funcionamiento garantice la seguridad del paciente, propor-

cione información fidedigna y sea sumamente económico.

Por supuesto que el aparato propuesto tiene limitaciones, sin embargo para el objetivo que fué creado y empleado en el condicionamiento resulta adecuado.

Es digno de comentario el factor psicológico en la técnica establecida, el mismo que se hizo patente en los pacientes tratados con éste método, durante la duración total de las sesiones, caracterizado ésto por 2 aspectos importantes a nuestro juicio; en primer lugar la competitividad desarrollada contra la señal visual y auditiva del Biorretroalimentador y el esfuerzo desarrollado para vencerlo y en segundo lugar la competitividad creada entre los mismos pacientes y el esfuerzo desarrollado para superar al compañero con el mismo ó semejante problema, de aquí que a mi juicio existen mayores posibilidades de éxito si puede instalarse la técnica en forma de terapia de grupo.

Subjetivamente un alto porcentaje de los pacientes tratados con BRA manifestaron precozmente mejoría en relación a la utilización del miembro afectado, aumento de potencia o fuerza muscular, mejoría en el patrón de marcha y disminución ó erradicación de dolor residual en la rodilla afectada y ésto auxilió para la mejor cooperación al tratamiento establecido y un desarrollo de responsabilidad aparente.

Todos los pacientes adquirieron el condicionamiento

suficiente para poder realizar una contracción isométrica ó isotónica máxima en ausencia de las señales del biorretroalimentador y aunque no han sido estandarizados el uso y el tiempo de aplicación con otro tipo de pacientes, supongo útil tratar de lograr un condicionamiento, con aplicación de BRB en forma continua, y es precisamente aquí que encuentro mayor campo de acción, sofisticando el mismo detector elaborado para hacerlo más portátil y retroalimentar al individuo por medio de un audifono, debiendo ser ésto la base para una nueva investigación.

8.- RESUMEN:

Se trata de un estudio para evaluar el papel de la Biorretroalimentación contra la terapia convencional, con el objetivo de lograr potencia y trofismo muscular, por medio de un aparato portátil diseñado con este fin.

Fueron incluidos un total de 20 pacientes con diagnóstico de secuelas de lesión a nivel de articulación de la rodilla de diferente índole, cuyo común denominador fuera: disminución de potencia muscular en cuádriceps e hipotrofia del mismo. Los 20 pacientes fueron divididos en 2 grupos: A Control y B en Estudio.

El grupo A recibió tratamiento convencional y como método para lograr el objetivo Ejercicios de Resistencia Progresiva con el método de De Lorme, y el grupo B terapia convencional y como método para lograr el objetivo se implantó la técnica de Biorretroalimentación, generando competitividad contra el aparato y entre los mismos pacientes.

De acuerdo a los parámetros utilizados para el análisis, en el primer grupo se observó discreta mejoría con relación pre y post-tratamiento en 4 pacientes al examen clínico muscular, aumento discreto de trofismo muscular en 7 pacientes y en la prueba de vencimiento de pesos fué discreto pero global el incremento.

En el grupo B en estudio, la mejoría fue aparente y notoria en relación a todos los parámetros, rebasando por

mucho al grupo control, sólo dicitrns en un paciente en comparación con todo el grupo.

En cuanto al estudio electromiográfico, no se observaron modificaciones significativas en cuanto a amplitud en voltage y frecuencia de los potenciales obtenidos antes y después del tratamiento en ambos grupos.

Ya que no se presentaron variables de importancia entre ambos grupos es aparente el beneficio que puede brindar la Biorretroalimentación aplicada en éste tipo de problemas a corto plazo.

9.- CONCLUSIONES:

Puede concluirse que la Biorretroalimentación puede tomarse como un auxiliar importante de la terapia física para resolución relativa a corto plazo en este tipo de problemas, con el objetivo de reeducación muscular, sin embargo no debe utilizarse como sustituto de ésta.

El obtener resultados satisfactorios a corto plazo redundaría en beneficio para el paciente en relación al factor tiempo y se abre la posibilidad precozmente para continuar una mejor evolución, e indirectamente el beneficio al Hospital y al Servicio de Rehabilitación, resolviendo más rápidamente este tipo de problemas y teniendo la posibilidad de captar un mayor número de pacientes en menor tiempo, derivado de lo mismo un ahorro económico importante.

Otro aspecto digno de comentario es la elaboración del instrumental necesario para llevar a cabo la técnica, en forma simple, portátil y económica y no utilizar en estos casos el equipo de electromiografía, reservando su uso para electrodiagnóstico y electromiografía.

10.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Basmajian J. V. Biofeedback in Rehabilitation: A Review of Principles and Practices. Arch Phys Med Rehabil. 62: Oct. 1981.
- 2.- Basmajian J.V. EMG Feedback Treatment of Upper Limb in Hemiplegic Stroke Patients: A Pilot Study. Arch Phys Med Rehabil. 63: Dec. 1982.
- 3.- Basmajian J.V. Biofeedback Treatment of Foot-Drop after Stroke Compared with Standard Rehabilitation Techniques: Effects on Voluntary Control and Strength. Arch Phys Med Rehabil. 56: June. 1975.
- 4.- Burnside J.G. Electromyographic Feedback in the Rehabilitation of Stroke Patients: A Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil. 63: May. 1982.
- 5.- Brudny J. EMG Feedback Therapy. Review of Treatment of 114 Patients. Arch Phys Med Rehabil. 57 : Feb. 1976.
- 6.- Bonella C. Kalish R. A Commentary on Electromyographic Feedback in Physical Therapy. Phys Ther. 58 : 1, Jan - 1978.
- 7.- Hurd W. V. Comparison of Actual and Simulated EMG Biofeedback in the Treatment of Hemiplegic Patients A. J. Phys Med. 59: 2 . 1980
- 8.- Koneil R. Joint Position Biofeedback Facilitation of Physical Therapy in Gait Training. A. J. Phys Med . 59: 6, 1980.

- 9.- Macek C. Adjunctive Role for Biofeedback in Neuromuscular Rehabilitation Jama 249: 12. March . 1983.
- 10.- Ghilavi R.G. Efficacy of Biofeedback Therapy in Regaining Control of Lower Extremity Musculature Following Stroke. A. J. Phys Med. 58 : 4, 1979.
- 11.- Wolf S.L. Electromyographic Biofeedback Applications to Stroke Patients Phys Ther 63: 9, Sept. 1983.
- 12.- Seeger B.R. Biofeedback Therapy to Achieve Symmetrical Gait in Hemiplegic Cerebral Palsied Children. Arch Phys Med Rehabil. 62 , Aug. 1981.
- 13.- Wolf S.L. EMG Biofeedback in Stroke: Effect of Patient Characteristics. Arch Phys Med Rehabil. 60: March. 1979.
- 14.- Mroczeck N.H. Mc. Hugh. Electromyographic Feedback and Physical Therapy for Neuromuscular Retraining in Hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 59 : 1978.
- 15.- Krusen F. Medicina Física y Rehabilitación. 2da. Edición, Salvat Edit. Barcelona, España, 1974. 370-379.
- 16.- Le Veau B. Selective Training of Vastus Medialis Muscle Using EMG Biofeedback. Phys Ther. 60 : 11, Nov. 1980.
- 17.- Bremer G. F. Sistema de Registro y Transmisión Óptica de Bioseñales. Tesis , Univ. Iber. México. 1982.
- 18.- Mijares R. R. Detección de la Señal Eléctrica del Corazón Humano. Tesis , Univ. Iber. México. 1975.