

11222
29.7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
SUBSECRETARIA DE ASISTENCIA
DIRECCION GENERAL DE REHABILITACION

CURSO DE ESPECIALIZACION EN MEDICINA DE
REHABILITACION

"USO DE LA ELECTROMIOGRAFIA DE
RETROALIMENTACION EN
TRANSPOSICIONES MUSCULOTENDINOSAS"

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Luna'.

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

Que presenta el Doctor

GUSTAVO MORALES LUNA

para obtener el diploma de especialista en
MEDICINA DE REHABILITACION

1980
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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:

- I.—INTRODUCCION
- II.—GENERALIDADES.
 - 1.—Transposiciones Musculotendinosas.
 - 2.—Reeducación Muscular.
 - 3.—Electromiografía de Retroalimentación.
 - 4.—Bases Anatómicas y Fisiológicas de la Retroalimentación.
 - 5.—Aplicaciones Clínicas de la Retroalimentación.
- III.—MATERIAL Y METODO.
- IV.—RESULTADOS.
- V.—CONCLUSIONES.
- VI.—BIBLIOGRAFIA.

FE DE ERRATAS

Pag. 15 renglon 17 dice: "emocional de una mano", debe decir: "funcional de una mano.

Pag. 16 renglon 9 dice: "musculotendenciosas" debe decir: "musculotendinosas"

Pag. 18 renglon 15 dice: "lactancia", debe decir: "latencia".

Pag. 21 renglon 15 dice: "electrica generada por el músculo", lo cual debe cambiarse hasta el final del parrafo.

Pag. 31 renglon 27 dice: "Electrografia de Reglamentación", debe decir: "Electromiografía de Retroalimentación".

Bibliografia 13.-dice: "La Electrografia", debe decir: "La Electromiografia".

CAPITULO I
INTRODUCCION

INTRODUCCION:

En la actualidad las estadísticas nos han demostrado que la invalidez puede ser generada por múltiples factores, así también que la invalidez física es la más frecuente, y la invalidez que con mayor frecuencia observamos en la práctica diaria, es la del sistema neuromúsculoesquelético.

Aun en 1979, la poliomielitis con los diferentes grados de invalidez que ocasiona, continúa siendo un problema de salud pública; sin embargo, durante el presente trabajo, no se analizarán los distintos factores que influyen para que esta situación continúe prevaleciendo en nuestro país. Durante el tratamiento de este padecimiento y en la fase de secuelas, nos encontramos con alteraciones a nivel de la potencia muscular, lo que ocasionará desequilibrios musculares y finalmente alteración en la biomecánica. El manejo de los desequilibrios puede realizarse mediante transposiciones musculares como cirugía de tipo funcional, sin embargo, y con demasiada frecuencia, este tipo de intervenciones no proporcionan los resultados esperados debido a que no se realiza el entrenamiento adecuado o Reeduación Muscular.

Gracias a los avances tecnológicos, se cuenta hoy en día con un método de reeducación muscular utilizando Retroalimentación Electromiográfica, que es un procedimiento seguro, inocuo, sencillo y que reduce notablemente el tiempo de tratamiento comparándolo con los procedimientos clásicos de Terapia Física.

Finalmente, siendo el músculo un elemento de vital importancia dentro del sistema locomotor, básico para la realización de las distintas actividades del ser humano y desde el punto de vista de la Medicina de Rehabilitación una maravilla con la que diariamente trabajaremos, lo anterior nos obligará a atenderle necesariamente con el máximo de nuestros conocimientos.

CAPITULO II
GENERALIDADES

GENERALIDADES:

No existe unanimidad en cuanto a la determinación del número de músculos del cuerpo humano, pues unos autores lo fijan en 368 y otros lo elevan hasta 501. Esta diversidad de pareceres es debida a la dificultad en muchos casos para determinar cuando se trata de un músculo aislado o cuando se está en presencia de varios haces. Los músculos son órganos contractiles que se dividen en estriados, llamados también de la vida animal y que funcionan bajo el influjo de la voluntad, y en músculos lisos, involuntarios o de la vida vegetativa. Desde el punto de vista fisiológico también presentan igualmente otras diferencias, así mientras los primeros se contraen de una manera rápida, los segundos lo hacen de una manera lenta. Si se atiende a su situación, pueden ser también divididos en superficiales y profundos. Los músculos se fijan por medio de sus tendones a las superficies óseas, cartilaginosas, aponeuróticas o cutáneas. Los tendones están constituidos por fascículos fibrosos de diverso grosor, parten de los extremos de las masas musculares, son más o menos largos y anchos, en ocasiones son tan cortos que parece que las fibras musculares se insertan directamente sobre el cartílago o sobre el hueso, pero aun en estos casos una observación minuciosa llevará al descubrimiento de pequeñas lengüetas tendinosas donde se verifica la unión.

Transposiciones Musculotendinosas: en ocasiones se les denomina incorrectamente transplantes, pero esto último se refiere a la extracción de todo un músculo o un tendón, para usarlos en otro lado en forma de un injerto libre, en cambio una transposición traslada un músculo con su tendón correspondiente de su inserción normal a otro lugar, de manera que en la misma se substituya a un músculo paralizado.

Las transposiciones musculotendinosas son útiles para recuperar la función muscular perdida, sin embargo, deben seguirse algunos principios básicos para que tengan éxito, con lo que se evitará un aumento en la falta de equilibrio y por lo tanto de deformidades. Los dos puntos más importantes en la evaluación de un músculo que se piensa transponer, son su potencia y que la región en donde éste trabaja pueda prescindir de él. En determinados casos deben considerarse otros factores para establecer

el momento oportuno para la transposición, en la poliomielitis debe esperarse una recuperación de la potencia muscular hasta 18 meses después de haber iniciado el cuadro, por lo tanto deberá dejarse transcurrir ese tiempo antes de que se pueda realizar una evaluación exacta. Cuando ya se seleccionó un músculo para transponerlo, deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

1.—El músculo por transponer deberá tener la fuerza suficiente para reemplazar adecuadamente al músculo paralizado, o para suplementar la potencia de un músculo paralizado parcialmente. Si un músculo no funciona correctamente en su sitio original, menos lo hará al cambiarlo de lugar.

2.—Para asegurar una función eficaz, el extremo seccionado del tendón transpuesto debe ser suturado en la proximidad de la inserción del músculo paralizado y darle una dirección relativamente recta entre su origen y su nueva inserción.

3.—El tendón transpuesto permanecerá en su vaina o será insertado en la vaina de otro tendón.

4.—Los vasos y nervios del músculo transpuesto no deberán lesionarse.

5.—La articulación sobre la cual el músculo va a actuar, deberá encontrarse estabilizada y con movilidad completa.

6.—Los agonistas son preferibles a los antagonistas.

7.—El tendón transpuesto debe ser firmemente reinsertado en un hueso bajo una tensión ligeramente mayor a la normal. Si la tensión es insuficiente, parte de la energía muscular se malgastará en tensar el tendón antes que en producir la función motora deseada.

8.—El músculo por transponer debe tener en lo posible una excursión similar a la del músculo que refuerza o reemplaza. Músculos de la misma fase.

Finalmente, una vez realizada la transposición deberá realizarse en entrenamiento necesario para que el músculo realice la función para lo cual se realizó la intervención, lo anterior se lleva a cabo mediante el procedimiento denominado Reeducción Muscular.

REEDUCACION MUSCULAR.—Antes de 1940, la característica distintiva de la reeducación muscular enfatizaba sobre la contracción de músculos aislados o grupos musculares sobre una sola articulación. Frotar el músculo o el tendón en dirección al movimiento deseado y estirar el músculo para poder encontrar una contracción. Se utilizaba también motivación verbal y retroalimentación manual al guiar el movimiento alentando al paciente para incrementar su esfuerzo. Estas pocas técnicas de "facilitación" fueron empleadas empíricamente, con pocos o ningún conocimiento de la neurofisiología. Las limitaciones de estas técnicas de reeducación muscular fueron incrementadas como resultado de muchos factores, entre estos factores, se hicieron problemas de rehabilitación las lesiones producidas por la guerra, el correspondiente aumento de interés por la salud profesional, otros como los azotes de poliomielitis, lo que motivó a muchos médicos a buscar esquemas de principios neurofisiológicos. Con la aplicación sistemática de estos principios, hubo cambios en las técnicas de reeducación muscular. Una de las características más significativas fue el cambio en el énfasis que se prestaba a los movimientos aislados. Varias técnicas de tratamiento involucraron fenómenos neurofisiológicos, por ejemplo neurodesarrollo e integración sensorial y la facilitación propioceptiva muscular ambas tienen varias similitudes, aunque difieren desde el punto de vista del procedimiento. Estas técnicas han sufrido modificaciones en años recientes. Existen seis comunes denominadores identificados por Basmaján, los cuales podemos reducirlos a cuatro:

- 1.—El uso de entradas sensoriales afecta la actividad de facilitación e inhibición por parte del sistema nervioso central.
- 2.—La aplicación de conceptos acerca del neurodesarrollo facilita la respuesta neuromuscular.
- 3.—El uso de conceptos en psicología de aprendizaje como condicionamiento, repetición, reforzamiento y generalización.
- 4.—Continuar observando al paciente a través de la aplicación manual de estos procedimientos ajustando continuamente la respuesta del paciente.

Los procedimientos neurofisiológicos como técnicas de tratamiento se han soportado parcialmente en reportes clínicos y han tenido sin embargo, pequeños obstáculos para ser aceptados

en forma general, por lo tanto, es necesario sistematizar los medios de tratamiento, determinar cuidadosamente la población por estudiar y cuál de estos procedimientos ha resultado más efectivo, realizar una estructura teórica para comprender las interrelaciones de los procesos terapéuticos y un sistema nervioso central con patología. Permanecen sin respuesta algunas preguntas, por ejemplo: bajo qué condiciones, cómo y por qué método puede obtenerse respuesta funcional neuromuscular, así también cómo se mantiene ésta y por cuánto tiempo. El terapeuta continuará aplicando este tipo de tratamiento eclécticamente, con varios grados de éxito y cuando estas técnicas sean aplicadas correctamente se obtendrán mejores respuestas. Por lo menos el transferir el aprendizaje sobre el control voluntario muscular será mejor que esperar que exista una recuperación espontánea.

La reeducación muscular es la forma de ejercicio terapéutico que tiene como objetivo estimular los movimientos voluntarios dentro de los límites funcionales en aquellas condiciones patológicas en que se encuentra afectada la vía motora. Desde el punto de vista funcional debe considerarse que la neurona motora periférica y el músculo forman una sola unidad o sistema. Cuando se lesiona la vía motora, pueden originarse trastornos irritativos de déficit o anulación. Los fenómenos irritativos producen la aparición de fenómenos hiperquinéticos, y los de déficit producen parésias y los de anulación, parálisis.

Podemos considerar a la reeducación muscular como una terapéutica fisiopatológica, ya que todo órgano o sistema lesionado tiende a preservar su función por medio de mecanismos que a continuación se indican:

1.—Todo sistema orgánico puede tener una potencia muscular de reserva, la cual está en relación inversa con la calidad de la lesión.

2.—Un entrenamiento progresivo de dicha función de reserva puede conducir a hipertrofia de la misma.

Para el tratamiento de la función de reserva es necesario buscar la mejor coordinación posible entre las células y fibras nerviosas conductoras de los impulsos y las fibras musculares sanas contractiles, para lo cual es necesario seguir los patrones normales ya establecidos por la mecánica músculoesquelética (dirección

del movimiento, arco de movilidad, señalar la ubicación del músculo, etc.). Con lo anterior se está intentando buscar la contracción muscular aunque sea débil. Una vez obtenida, se intentará la hipertrofia de la misma, siendo necesario la evaluación del músculo por medio del examen clínico muscular, buscando la contracción máxima efectiva teniendo siempre como finalidad el llevar al músculo progresivamente hacia escalas ascendentes de potencia muscular. Cuando la función de reserva y el intento de hipertrofiarla no son suficientes, podrán utilizarse músculos accesorios entrenándolos para suplir la función no lograda, puede también realizarse cirugía funcional mediante transposiciones músculotendinosas.

Dentro de las técnicas de reeducación muscular se ha utilizado la retroalimentación electromiográfica con un éxito bastante importante.

ELECTROMIOGRAFIA DE RETROALIMENTACION: Historia.—Puede definirse como la técnica en la cual con el empleo de equipo generalmente electrónico, se puede proporcionar al paciente información de los eventos fisiológicos normales y anormales que se están llevando a cabo en él, todo mediante señales auditivas y/o visuales con el fin de enseñarle a manipular y controlar esta información que de otra forma pasaría desapercibida. Esto ha recibido el nombre de Biorretroalimentación por aplicarse al ser humano aunque este término no ha sido aceptado por algunos médicos e investigadores y los lingüistas lo consideran una aberración.

La enseñanza al paciente de controlar una amplia gama de procesos fisiológicos ha producido resultados terapéuticos asombrosos. En rehabilitación la forma de retroalimentación más empleada ha sido la mioeléctrica o electromiográfica. Esto no es un adjetivo adecuado para aplicarse a esta forma de tratamiento, ya que tanto el paciente como el médico no están realizando estudios electromiográficos o utilizando necesariamente un electromiógrafo para tratamiento. En lugar de las señales mioeléctricas, se trabaja con información audiovisual en forma de zumbido, sonidos, beeps y luces.

Una de las fuentes tempranas de esta técnica es el trabajo de Jacobson entre los años 1925-1930, quien desarrolló y llegó

a ser un defensor entusiasta de la terapéutica de relajación empleando un primitivo equipo de electromiografía, con un monitor en el cual se observaba el nivel de tensión de los músculos de sus pacientes. A pesar de las limitaciones técnicas del aparato, Jacobson desarrolló métodos para medición eléctrica acerca del estado de tensión muscular y con esto facilitó la relajación somática progresiva en varios pacientes con síndromes psiconuróticos. Mientras tanto en Alemania, Schultz desarrolló su técnica de entrenamiento autogénico, que fue popularizado ampliamente en Canadá y Estados Unidos por su alumno Luthe. A través del entrenamiento autogénico y empleando equipo no específico para electromiografía, fueron las bases de todo lo que ahora es la retroalimentación.

Cuando los médicos y los fisiólogos conocieron estas técnicas de relajación, permitieron vivir y dejar crecer el campo de la electromiografía de retroalimentación. En 1934, Smith reportó observaciones acerca del control de los potenciales de unidades musculares aisladas y demostró que no existía un ritmo inherente que actúe normalmente como un factor limitante en la actividad de unidades motoras. Lindsley confirmó los hallazgos de Smith y fueron los primeros científicos que hicieron énfasis acerca de que los sujetos pueden relajar sus músculos tan completamente, que no es posible encontrar unidades activas. Lindsley encontró además que la completa relajación no fue difícil a ninguno de sus pacientes. Estos hallazgos han sido confirmados por miles de autores usando los modernos aparatos electrónicos. Gilson, Mills, Harrison, Mortensen y Basmajian, han continuado estos trabajos, este último autor usando finos electrodos ha logrado entrenar a sujetos para que puedan aislar unidades motoras y activarlas conscientemente en diferentes ritmos (galope, tamborileo, etc.).

En 1960, Marinacci y Horando, presentaron varios casos clínicos y discutieron la efectividad de la información electromiográfica a los pacientes como un esfuerzo para restaurar una función en varias alteraciones neurológicas. Posteriormente Andrews entrenó a pacientes con secuelas de A. V. C. para flexionar y extender el codo paralizado. Al crecer el número de investigadores se concretó la atención hacia el manejo de estos pacientes con retroalimentación mioeléctrica. Después de la publicación de los trabajos de Basmajian sobre el control voluntario de unidades

motoras aisladas, Brudzinsky desarrolló una técnica para ayudar a los pacientes con cefalea tensional. Este tipo de aplicación de la retroalimentación Electromiográfica creció y forma todo un campo de trabajo. Cuando los grupos de medicina de rehabilitación enfocaron su atención hacia las técnicas de relajación muscular y a las de entrenamiento de los músculos paréticos, los fisiólogos clínicos y especialistas en medicina psicosomática casi limitaron sus trabajos clínicos a las técnicas de relajación general profunda, combinando muchas veces las técnicas de Jacobson y el entrenamiento autogénico de Schultz.

Otras dos corrientes se iniciaron a mediados de los 60s, una de ellas apoyaba el incremento del uso del condicionamiento operante en investigaciones animales, así fue que el condicionamiento cardiovascular de Miller atrajo la atención de muchos especialistas. Al mismo tiempo investigadores en electroencefalografía iniciaron el reporte de interesante correlación entre el estado emocional de una mano y la suma total de las ondas alfa generadas en el sujeto por la otra mano. Para fines de los años 60s, muchas de varias corrientes se unieron y formaron en 1969 la Sociedad Investigadora de Retroalimentación, (la cual fue rebautizada en 1976 como Sociedad Americana de Retroalimentación).

En 1970 la retroalimentación cambió dramáticamente. La forma más dominante y que recibió gran publicidad al final de los 60s, la Alfa-Retroalimentación fue borrada y olvidada a pesar de ser utilizada por varios investigadores junto con otras técnicas para realizar relajación. Sin embargo, esta técnica ha regresado a estudiarse nuevamente en los laboratorios, lo que demuestra que posiblemente emergió en forma prematura y por medio de la próxima generación de investigadores puede retornar y aplicarse como técnica de tratamiento.

El control de la temperatura y del flujo arterial periférico, han sido uno de los mayores logros en el campo de la retroalimentación por parte de los psicólogos, aunque ha despertado innumerables controversias.

La más grande aplicación de la retroalimentación en grandes números de pacientes con moderadas y severas incapacidades, ha sido el campo de la retroalimentación mioeléctrica. Tanto para la relajación general, como para aliviar muchos síntomas debidos

a ansiedad o excesiva tensión muscular, como para incrementar la actividad muscular, motivando a muchos investigadores. En rehabilitación física, la retroalimentación ha dado su paso más grande, por ejemplo recientemente Basmajian reportó que el 60% de pacientes que usaba una ortesis corta para evitar la caída del pie como secuela de A. V. C., pudieron dejar la ortesis después de varias semanas de tratamiento. Además se ha incrementado la experiencia en el entrenamiento de pacientes con transposiciones músculotendenciosas y cirugía de mano, así como en el control de la espasticidad.

Una revisión cuidadosa de la retroalimentación está justificada. Mediante la adquisición de conocimientos es este campo, los médicos y terapeutas pueden estar seguros que al aplicar la retroalimentación electromiográfica, estarán actuando correctamente, tanto ética como científicamente.

BASES ANATOMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA RETROALIMENTACION

El principal objetivo de la retroalimentación es el de capacitar al paciente para readquirir el control voluntario sobre su musculatura estriada. Las metas son dirigidas hacia incrementar apropiadamente la actividad de los músculos débiles o paréticos y una reducción de los niveles de espasticidad en otros casos. Los fundamentos anatómicos y fisiológicos del procesamiento de la información por retroalimentación son muy complejos y pobremente comprendidos, sin embargo, comparando los sistemas de retroalimentación que gobiernan funciones autónomas o conductuales, podrá hacerse una comparación de la efectividad del tratamiento mediante retroalimentación mioléctrica. La adquisición de una habilidad motora, puede manifestarse en una gran variedad de formas, desde la eliminación de ortesis hasta reasumir el control voluntario. El entrenamiento hace consciente de la actividad muscular al individuo por medio de señales audiovisuales proporcionándole información instantánea, la cual es procesada en igual forma por el paciente. Examinando el comportamiento del paciente conforme progresa el entrenamiento, se han formulado especulaciones acerca de los mecanismos neuronales que contribuyen a readquirir el control motor. En el caso de pacientes con déficit neuro-

lógico, el procesamiento de la información proporcionada por la retroalimentación es confundida por la falta de control supraespinhal sobre el músculo. Los pacientes al principio cuentan con información audiovisual bastante completa y cuando el paciente mejora en su capacidad para iniciar y terminar la contracción muscular, gradualmente se hace menos dependiente de la señal electrónica y confía más en la información visual al observar el movimiento del segmento tratado. ¿Cómo procesa el paciente la información? ¿Qué factores hay que tomar en cuenta para graduar la habilidad del paciente y hacerlo menos dependiente de señales artificiales de información? ¿Por qué los pacientes pueden obtener control motor utilizando retroalimentación electromiográfica cuando han fallado otros procedimientos convencionales? Las respuestas a estas preguntas y a otras, darán las bases para comprender la retroalimentación. Explorando estos problemas surgirán muchos componentes anatómicos y fisiológicos asociados.

En la reeducación muscular mediante retroalimentación no se emplean los procedimientos tradicionales de rehabilitación solamente en forma ocasional, por lo que se utilizará estímulos exteroceptivos, los cuales sustituirán la información propioceptiva inadecuada, originando respuestas más precisas. Esto capacitará al sistema nervioso central para reestablecer apropiadamente el círculo sensorio-motor bajo el control voluntario.

Componente aferente-exteroceptivo:

1.—Audiovisual: no está claro aun en qué forma pasan las señales audiovisuales de su percepción cortical a los lóbulos temporal y occipital respectivamente. La demostración neuroanatómica de estas vías es imposible debido a la naturaleza polisináptica de sus conexiones. Sin embargo, ha sido bien aceptado que la estimulación audiovisual evoca potenciales en áreas precisas de la corteza cerebelosa (lóbulo simple, folium y tuberosidad). Cuando el área lateral (área 18) de la corteza visual primaria y la región cortical lateral inmediata a ella (área 19) son destruidas, la capacidad para determinar la forma, tamaño y significado de los objetos se encuentra alterada. La destrucción de la corteza cerebelosa a nivel del gyrus angular, donde se aproximan los lóbulos temporal, parietal y occipital, trae como resultado una dificultad para que el sujeto pueda correlacionar imágenes visuales con fun-

ciones motoras. Con estas observaciones clínicas en mente, se puede especular que estas regiones corticales pueden estar involucradas en la transmisión de señales visuales hacia áreas motoras.

Existe poca información acerca de las diferentes funciones de los núcleos de la vía auditiva. El cerebelo y la formación reticular dan colaterales a la vía auditiva ascendente (lemnisco lateral), así mismo, se sabe que estas dos áreas están implicadas en la transmisión de la información propioceptiva. La corteza auditiva está localmente organizada y localizada a todo lo largo de la circunvolución temporal superior. Neurofisiológicamente ésta se divide en área de latencia corta o corteza auditiva primaria (áreas 41 y 42), y área de latencia larga o corteza auditiva secundaria. Se ha descrito que estas dos funcionan recibiendo e interpretando patrones tonales. La relación entre larga latencia, área de interpretación auditiva y alteraciones de la actividad motora no ha sido determinada aun, no obstante, se ha observado que la retroalimentación auditiva acerca de la actividad muscular es importante y quizá puede facilitar el proceso como lo hacen las señales visuales.

2.—Cutáneos: Los estímulos (presión, tocar y pinchar), sobre áreas adyacentes al músculo en tratamiento generalmente son facilitadores y proporcionan un método excelente para reflejar la actividad evocada, y así proporcionar al paciente retroalimentación sensorial para posterior entrenamiento. Las vías de la corteza somatosensorial son capaces de activar a los sistemas motores descendentes a través de áreas de asociación de la corteza y del tallo cerebral.

3.—Propioceptores: los husos musculares y el órgano tendinoso de Golgi son capaces de percibir cambios en la longitud del músculo. La activación de estos órganos está controlada por el sistema motor directamente o por medio de influencias descendentes capaces de alterar la transmisión de la información propioceptiva. En pacientes con patología del sistema nervioso central, un desbalanceo de la actividad neuronal puede originar que determinados músculos sean hiperactivos o inactivos, ocasionando espasticidad o flacidez respectivamente. Sin duda la llave para establecer una adecuada conducta motora es mejorando la con-

ducta propioceptiva, esta meta tratará de obtenerse por medio de la retroalimentación electromiográfica.

La anatomía y fisiología de los propioceptores ha sido bien estudiada desde hace varios años. Las investigaciones realizadas en monos durante el último cuarto de siglo han demostrado que la información acerca de la posición y longitud muscular puede proyectarse a la corteza motora, cuya salida es ajustada por medio de un servomecanismo que regula el movimiento por los cambios experimentados.

Estudios serios han determinado que el gyrus post-central (áreas 1 y 3 y el lóbulo parietal posterior juegan un papel vital para identificar el peso y la textura de los objetos. Además, por evidencias indirectas se ha encontrado que las llamadas "áreas motoras" pueden realizar funciones discriminativas y son de hecho áreas sensoriomotoras.

Lesiones del lemnisco interno, un tracto que transmite información propioceptiva a nivel del cerebro medio, no trae como resultado una pérdida de la función propioceptiva. El deterioro de la función propioceptiva se presenta cuando se lesiona el tracto rubrotalámico dentado. Así de ésta y otras observaciones deduciremos que el cerebelo juega un papel de llave al transmitir los impulsos propioceptivos a la corteza cerebral.

La posibilidad de que la información propioceptiva llegue a la corteza cerebral directamente o a través de relevos somatosensoriales en áreas críticas es difícil de precisar. Las células piramidales de la corteza motora se extienden posteriormente hacia el labio anterior y superior de la circunvolución post-central, donde se une con células granulosas de la corteza somatosensorial. En forma similar las células granulosas de la corteza somatosensorial se extienden anteriormente hacia la circunvolución precentral (corteza motora). Observaciones electrofisiológicas han comprobado esta unión anatómica. La frecuente estimulación de la corteza motora, puede inducir experiencias sensoriales que mejoran la contracción muscular. Con estimulación eléctrica de la parte anterior de la corteza sensitiva puede causar respuesta motora en ausencia de aviso sensitivo.

4.—Cerebelo: el cerebelo también recibe información propioceptiva por medio del tracto espinocerebeloso. La trans-

misión a lo largo del tracto espinocerebeloso es más rápida que la transmisión del neuroeje a la corteza. Las funciones cerebelosas asociadas con actividades iniciadas en otra parte del sistema nervioso como médula espinal, corteza motora, formación reticular de los ganglios basales, como los impulsos motores son transmitidos de la corteza a los músculos voluntarios por medio del tracto corticoespinal, da colaterales hacia el hemisferio anterior del cerebelo, por lo tanto, los músculos y el cerebelo reciben información motora constantemente. Cuando se activan los propioceptores musculares, la información es enviada a la parte anterior del cerebelo por medio del tracto espinocerebeloso dorsal. Anatómicamente se ha comprobado que la localización cerebelosa de las fibras terminales y colaterales del sistema motor y del tracto espinocerebeloso ascendente, están fuertemente aproximadas.

Después de integrar las señales aferentes sensitivas y motoras, éstas son transmitidas de la corteza cerebelosa al núcleo dentado y hacia arriba de la corteza motora por medio del núcleo talámico ventrolateral. Estos circuitos representan su inicio y terminación en la corteza motora. El cerebelo sirve entonces como un comparador entre la orden de la corteza motora y la ejecución por el músculo. Generalmente el cerebelo funciona inhibiendo una actividad motora excesiva. Así, la capacidad cerebelosa de modular la orden motora puede considerarse el factor más importante para mantenerla hasta que se restaure la actividad eferente normal.

APLICACIONES CLINICAS DE LA RETROALIMENTACION.

I.—AUMENTAR LA ACTIVIDAD MUSCULAR:

- 1.—Inmovilización por yeso.
- 2.—Contracturas.
- 3.—Reeducación Muscular.
 - Transposición Muscular.
 - Reparaciones Tendinosas y Nerviosas.
 - Secuelas de Poliomiélitis.
 - Lesiones del Plexo Braquial.
 - Parálisis Facial.
 - Lesiones del Ciático por Inyección.

Entrenamiento de Muñones en Amputados.
Hemiplejía.

- 4.—Entrenamiento de la Marcha.
- 5.—Manejo de Actitudes Viciosas en Invidentes.

II.—DISMINUIR LA ACTIVIDAD MUSCULAR:

- 1.—Espasticidad (Relajación Muscular).
- 2.—Torticollis Espasmódico.
- 3.—Control de Movimientos Involuntarios.

III.—OTROS:

- 1.—Cefalea Tensional.
- 2.—Relajación General o Específica.
- 3.—Control de la Descarga de Unidades Motoras Aisladas.
- 4.—Fines Académicos (Enseñanza de Fisiología muscular).
- 5.—Experimentales.
Control de la Movilidad Gastrointestinal.
Control de la Tensión Arterial.
Termorregulación.

CAPITULO III
MATERIAL Y METODOS

M A T E R I A L :

Con el objeto de demostrar que el entrenamiento mediante retroalimentación electromiográfica reduce en forma significativa el tiempo de tratamiento, y tratando por otra parte, de motivar al especialista en Medicina de Rehabilitación y al Terapeuta Físico para que realicen una revisión más amplia de este procedimiento terapéutico, durante el presente estudio, fueron seleccionados diez y ocho pacientes de ambos sexos, entre 6 y 10 años de edad, con diagnósticos en dieciséis de ellos de poliomielitis en fase de secuelas y en dos pacientes más el diagnóstico fue lesión del ciático popliteo externo por inyección. Estos pacientes han estado en control de 1 a 5 años atrás en la Consulta Externa del Servicio de Rehabilitación del D. I. F. En todos ellos existió el antecedente de haberseles practicado cirugía ortopédica de tipo funcional, transposición músculotendinosa, de 1 a 8 meses antes de iniciar la reeducación muscular mediante Electromiografía de Retroalimentación.

Se utilizó el equipo siguiente:

Electromiógrafo Meditrón, dos canales. Modelo 302 Crescent Engineering & Research Co. El Monte, Calif.

Electrodos de Registro.—De superficie, disco de planta de 9 mm de diámetro.

Electrodo de Tierra.—De superficie, disco de plata de 32 mm de diámetro.

Pasta electrolítica.—T. E. C. A. New York, Inc.

M E T O D O :

Se sometieron a los 18 pacientes a entrenamiento durante quince sesiones, en días alternos y con duración cada una de 30 minutos. Durante la primera sesión se proporcionó información sencilla y breve sobre la técnica, inocuidad de la misma, finalidades que se perseguían, así como una demostración práctica de la misma para que el paciente se familiarizara con ella desde ese primer instante. Se consideró que era básico que desde ese momento el paciente comprendiera la serie de eventos que estaban

sucedíendose cuando realizó una contracción media, máxima o cuando estuvo el músculo en reposo, así como la diferencia que existió tanto en la forma, como en el número y amplitud de las ondas que aparecían en el osciloscopio de rayos catódicos del electromiógrafo.

Durante las sesiones posteriores se realizaron series de 10 repeticiones del ejercicio convenientes para lograr el incremento de la actividad muscular, con períodos de descanso entre cada serie de 1 a 2 minutos.

En cuanto al sitio de trabajo, éste fue confortable y con temperatura agradable, ya que la mayoría de los pacientes tuvieron que estar semidesnudos para el tratamiento. Hasta donde fue posible, se trató de evitar fuentes de distracción auditivo-visuales para lograr una mejor concentración. Se preparó la piel limpiándola con una gasa impregnada de alcohol o ethereléctrica generada por el músculo y se aplicó pasta electrolítica para mejorar la conducción ether con el objeto de disminuir la resistencia al paso de la señal eléctrica.

Se prefirió la utilización de electrodos de superficie, ya que no se deseaba observar actividad de inserción ni alteraciones como fasciculaciones ni fibrilaciones, y por otra parte su aplicación no causó molestias al paciente como en el caso de los electrodos de aguja. La colocación de los mismos, dependió del músculo por entrenar, pero siempre fue realizada sobre el punto motor.

Se realizó evaluación de la potencia muscular, al inicio y al final del tratamiento, mediante el método de calificación del cero (0) al cinco (5), el cual fue propuesto por el comité para el estudio de las secuelas de la National Foundation for Infantile Paralysis Inc. New York 1946. Fue acordado que se consideraría al final del tratamiento un buen resultado, cuando se lograra que la potencia muscular alcanzara el mismo grado que tenía cuando se realizó la transposición, esto es, 4 mínimo de potencia muscular es lo que se requiere para realizar una transposición. Resultado regular cuando la potencia se incrementara a 3 y finalmente malo, cuando la potencia muscular no fue mayor de 2 o cuando permaneció igual como al inicio del tratamiento.

CAPITULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS :

De los 18 pacientes estudiados, 11 correspondieron al sexo masculino y 7 al sexo femenino. Los diagnósticos y las edades de los mismos se observan en el cuadro No. 1, no existió ninguna relación entre el grado de recuperación alcanzado y sexo, edad y diagnóstico de los pacientes. Lo anterior coincide con las observaciones de Mroczek, Middaugh y Swaan (1, 2 y 3).

C A S O	S E X O	E D A D	DIAGNOSTICO
1	M	6a. 5/12	Secuelas de polio Ms. ls.
2	M	7a. 2/12	Secuelas de polio M. l. l.
3	F	9a. 7/12	Secuelas de Polio M. l. D.
4	M	7a. 5/12	Secuelas de Polio M. l. D.
5	F	7a. 5/12	Secuelas de polio M. S. D.
6	M	8a. 1/12	Secuelas de polio Ms. ls.
7	F	6a. 1á12	Secuelas de polio Ms. ls.
8	M	8a. 6/12	Secuelas de polio M. S. D.
9	M	7a. 9/12	Secuelas de polio M. l. l.
10	F	8a. 1/12	Secuelas de polio Ms. ls.
11	M	9a. 1/12	Secuelas de polio Ms. ls.
12	M	9a. 2/12	Secuelas de polio Ms. ls.
13	F	7a. 8/12	Secuelas de polio Ms. ls.
14	M	8a. 6/12	Secuelas de polio Ms. ls.
15	F	6a. 2/12	Secuelas de polio M. S. D.
16	M	7a. 3/12	Secuelas de polio Ms. ls.
17	M	6a. 6/12	Lesión C. P. E. derecho
18	F	6a. 9/12	Lesión C. P. E. izquierdo

Cuadro No.1.—Edad, sexo y diagnóstico de los pacientes estudiados. Consulta Externa de Servicio de Rehabilitación del D. I. F. 1979.

No hubo diferencia significativa entre el tiempo de evolución del padecimiento y la recuperación por medio del tratamiento aquí estudiado, al contrario de lo observado por Peck y Alexander (4, 5). Por otra parte, en lo que definitivamente sí existió una relación directa fue en cuanto al tiempo de evolución de la transposición y el momento en que se inició el tratamiento (cuadro No. 2), se observó que prácticamente todos los pacientes que tenían 1-4 meses de la transposición, tuvieron un resultado bueno. Lo anterior ha sido reportado por De Vires, Kukulka y Malec. (6, 7 y 8).

C A S O	TIEMPO DE EVOLUCION		RESULTADO
	Padecimiento	Transposición	
1	5 años	2 meses	BUENO
2	6 años	7 meses	MALO
3	8 años	4 meses	REGULAR
4	7 años	2 meses	REGULAR
5	7 años	1 mes	BUENO
6	5 años	4 meses	BUENO
7	5 años	2 meses	BUENO
8	8 años	6 meses	REGULAR
9	7 años	3 meses	BUENO
10	7 años	5 meses	BUENO
11	8 años	8 meses	MALO
12	8 años	2 meses	MALO
13	8 años	6 meses	MALO
14	6 años	2 meses	BUENO
15	5 años	1 mes	BUENO
16	6 años	8 meses	MALO
17	4 años	4 meses	BUENO
18	4 años	5 meses	MALO

Cuadro No. 2.—Relación entre tiempo de evolución del padecimiento de la transposición musculotendinosa y resultado del tratamiento mediante retroalimentación electromiográfica.

En 6 pacientes se efectuó transposición de peroneos al dorso y en 3 de tibial posterior a calcáneo, obteniéndose prácticamente éxito en todos. En 6 pacientes la transposición se efectuó de tibial posterior al dorso, casi todos con malos resultados. (cuadro No. 3). Lo anterior comprueba que deberá utilizarse en la intervención quirúrgica aquellos músculos que sean de la misma fase, con lo que se puede asegurar un buen resultado en la mayoría de los pacientes. Campbell, Schwartz, Basmajian y Morado (9, 10, 11 y 12).

C A S O	T R A N S P O S I C I O N		RESULTADO
	DE:	A:	
1	PERONEOS	DORSO	BUENO
2	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	MALO
3	CUBITAL ANTERIOR	RADIALES	REGULAR
4	PERONEOS	DORSO	REGULAR
5	PERONEOS	DORSO	BUENO
6	TIBIAL POSTERIOR	CALCANEAO	BUENO
7	PERONEOS	DORSO	BUENO
8	PALMAR MAYOR	RADIALES	REGULAR
9	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	BUENO
10	TIBIAL POSTERIOR	CALCANEAO	BUENO
11	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	MALO
12	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	MALO
13	PALMAR MAYOR	RADIALES	MALO
14	PERONEOS	DORSO	BUENO
15	PERONEOS	DORSO	BUENO
16	TIBIAL POSTERIOR	CALCANEAO	MALO
17	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	BUENO
18	TIBIAL POSTERIOR	DORSO	MALO

Cuadro No. 3 Relación entre la transposición musculotendinosa y el resultado obtenido mediante el tratamiento con Electromiografía de Retroalimentación.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

En cuanto a la recuperación en la potencia muscular, se consideró Buena en 9 pacientes, Regular en 3 y Malo en 6. (cuadro No. 4).

C A S O	POTENCIA MUSCULAR	
	INICIAL	FINAL
1	1	4
2	1	1+
3	1	3
4	1	3
5	1+	4
6	2	4
7	1	4
8	1	3
9	1	4
10	2	4
11	2	2
12	1	1
13	1	2
14	2	4
15	1	4
16	1	1
17	2	3
18	1	

Cuadro No. 4.—Potencia muscular al inicio y al final del tratamiento mediante Electromiografía de Retroalimentación.—Consulta Externa del Servicio de Rehabilitación del D. I. F. 1979.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

La evaluación inicial de las condiciones del paciente nos ayudará para determinar si es factible el empleo de la técnica de retroalimentación electromiográfica para el manejo de algunos problemas neuromusculoesqueléticos y siempre combinada con la Terapia Física. Esto último es bien importante, ya que no es posible pensar en utilizar uno u otro método en forma aislada, ni es el objetivo precisar cuál es mejor o cual es peor, se considera que de ser necesario, deberán utilizarse ambos procedimientos, teniendo como objetivo final el bienestar de nuestros pacientes.

La personalidad del paciente, la motivación y el nivel de comprensión deberán tenerse en cuenta desde el principio, ya que la retroalimentación requiere de un importante grado de responsabilidad por parte del paciente para practicar continuamente el nuevo control voluntario adquirido mediante este procedimiento, por lo que los pacientes desinteresados o renuentes, no serán los ideales. Además, siempre tendrá que individualizarse el tratamiento.

Deberá realizarse el entrenamiento para el músculo transpuesto en forma precoz, de preferencia para asegurar un éxito adecuado se iniciará de 1-2 meses después de realizada la intervención, ya que se observó que es cuando mejor respuesta es obtenida. Tener en consideración siempre que sea factible, que el músculo que se piense transponer sea de la misma fase que aquel que pensamos substituir.

Por otra parte, aunque el nombre más aceptado para esta técnica de tratamiento es Electrografía de Reglamentación definitivamente se puede afirmar que si la única finalidad del entrenamiento es la de proporcionar una información audio-visual de su actividad muscular en forma instantánea, debe reservarse para fines experimentales, como el control de unidades motoras aisladas, el electromiógrafo, ya que el registro de la actividad muscular, su amplificación y su transducción a sonidos y luminisidades puede realizarse en otro aparato y no necesariamente en un electromiógrafo. Por lo anterior y gracias a la tecnología moderna, se han logrado fabricar aparatos para retroalimentación miniaturizados hasta alcanzar el tamaño de una cajetilla de cigari-

llos, con cual es factible que el costo de un aparato de este tipo se reduzca hasta doscientas veces el costo de un aparato de electromiógrafo. Por lo anterior se considera que puede ser accesible prácticamente a cualquier servicio de rehabilitación.

Por otra parte, no debe confundirse de ninguna manera a la retroalimentación con el condicionamiento operante propuesto por los psicólogos, ya que como se vio, en este último caso no se requiere de la voluntad del paciente, la cual es básica para el entrenamiento en retroalimentación.

Finalmente, el entrenamiento mediante retroalimentación no es para todos los pacientes que presenten algún grado de invalidez física, tampoco lo es para todos los pacientes con afectación del sistema neuromusculoesquelético, debido a que un músculo que se encuentra totalmente denervado no recupera actividad contráctil, es necesario pues que exista un residuo mínimo de actividad muscular para poder incrementarla mediante este procedimiento. En cuanto a disminuir la actividad muscular en espasticidad, torticolis espasmódico y control de movimientos anormales, no existe mayor duda acerca de los beneficios tan importantes que se obtienen. Sin lugar a dudas, la aplicación en el campo experimental (control de cefalea tensional, de la movilidad gastrointestinal, de la tensión arterial y de la termorregulación), ofrece para el personal que nos dedicamos a la Medicina de Rehabilitación, un terreno de gran atractivo y con vastas posibilidades de experimentación.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.—MCROZEK, N.
"EMG Feedback and Physical Therapy for Neuromuscular Training". ARCH. PHYS. MED. REHABIL. 57:2:258-267.
Jun. 1978.
- 2.—MIDDAUGH, S. J.
EMG Feedback as a Muscle Reeducation Technique: a Controlled study".
PHYS. THER. 58:1:15-22. Jan. 1978.
- 3.—SWAAN, D.
"Auditory Electromiographic Feedback Therapy".
ARCH. PHYS. MED. REHABIL. 55:251-254. Jun. 1974.
- 4.—PECK, C. L.
"EMG Feedback Therapy: review of Treatment of 144 Patients".
ARCH. PHYS. MED. REHABIL. 57:2:55-61. Feb. 1976.
- 5.—ALEXANDER, A. B.
"A Comparison of Auditory and Visual Feedback in Muscle Reeducation Training".
PSYCHOPHYSIOLOGY 12:2:119-123. Mar. 1975.
- 6.—DE VIRES, H. A.
"Efficacy of EMG Feedback in Reeducation Training, a Controlled Study".
- 7.—KUKULKA, C. G.
"Assesment of an Auditory-Visual Feedback Device Used in Motor Training".
AM. J. PHYS. MED. 54:4:194-208. Aug. 1975.
- 8.—MALEC, J.
"Biofeedback-Assisted EMG Reeducation and Subsequent Self-Disclosure".
J. CLIN. PSYCHOL 34:2:523-525. Apr. 1978.
- 9.—CAMBELL E. J.
"Cirugía Ortopédica".
DECIMA EDICION. Editorial Interamericana. 1975.
- 10.—SCHWARTZ, LILIHAI.
Principles of Surgery".
MC. GRAW HILL. Fourth Edition 1976.

- 11.—BASMAJIAN
"Muscles Alive, Their Function Revealed by
Electromyography".
Ed. 3, Baltimore. WILLIAMS & WILKINS CO. 1974.
- 12.—MORADO, G. R.
"Apuntes Personales".
México, D. F. 1978.
- 13.—DEL VALLE, M. G.
LA ELECTROGRAFIA de Retroalimentación, como un
Método de Tratamiento para el Torticolis Espasmódico".
TESIS PROFESIONAL. México, D. F. 1977.
- 14.—MENDIETA, A. A.
"Tesis Profesionales". Undécima edición.
Editorial Porrúa, S. A. México, D. F. 1978.
- 15.—BASMAJIAN
"Facts vs. Mythos in EMG Biofeedback".
BIOFEEDBACK SELF REGUL. 1:4:369-371. Dec. 1976.
- 16.—BLANCHARD.
"Clinical Applications of Biofeedback Training.
A Review and Evidence".
ARCH. GEN. PSYCH. Vol. 30, May 1974.
- 17.—ANDREWS JM.
"Neuromuscular Reeducation of the Hemiplegic with the
aid of EMG Feedback".
ARCH. PHYS. MED. REHABIL. 45:530-532, 1964.
- 18.—MARIANACCI AA.
"Electromyograph in Neuromuscular Reeducation".
BOLL LOS ANGELES NEUROLOGICAL SOCIETY
25:57-71, 1960.
- 19.—GOODGOLD J. S.
"Electrodiagnosis of Neuromuscular Diseases".
Baltimore, WILLIAMS AND WILKINS CO. 1974.
- 20.—HARRISON'S
"Principles of Internal Medicine".
MC. CRAW HILL. Seventh Edition 1975.
- 21.—QUIROZ F.
"Tratado de Anatomía Humana". Vol. I
Editorial Porrúa Hnos. Sexta Edición, 1970.