

27 24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ZARAGOZA"

REHABILITACION NEUROMUSCULAR CON RETRO-ALIMENTACION BIOLOGICA: PROBLEMAS METODOLOGICOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: LICENCIADO EN PSICOLOGIA

P R E S E N T A :

MARIO ENRIQUE ROJAS RUSSELL



MEXICO, D. F.

1986



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.

PROLOGO

El presente trabajo se enmarca dentro de los objetivos estudiantiles del Grupo Piloto de Retroalimentación Biológica, creado en el semestre 81-1 a partir de una inquietud conjunta de la Jefatura de la Sección de Psicología Clínica de la E. N. E. P. Zaragoza, de la Coordinación de la Carrera de Psicología y del entusiasmo de un profesor, Luis E. Flórez Alarcón.

El origen de este grupo académico se planteó, fundamentalmente, con base en la importante línea de investigación sobre el condicionamiento instrumental de respuestas autónomas, así como por las potenciales aplicaciones que esta área ofrecía a la psicología clínica, principalmente por sus posibilidades de extensión al tratamiento de los desórdenes conocidos como psicoseméticos.

De esta manera, el trabajo que ahora se presenta es una muestra, entre varias otras, del cumplimiento de varias de las metas del Grupo. Entre ellas: 1) familiarizar al estudiante con los resultados obtenidos de la aplicación de los principios psicológicos al área de la Retroalimentación Biológica; 2) propiciar en el estudiante el desarrollo de las habilidades básicas que le permitan planear una investigación psicológica en el campo de la Retroalimentación Biológica; y 3) generar en el estudiante los repertorios de autonomía académica que le permitan explorar áreas problema particulares en la bibliografía existente en la Retroalimentación Biológica (cfr. Convocatoria para conformar el Primer Grupo Piloto de R.A.B., 1981).

Asimismo, debe ser visto como una labor entre varias otras desarrolladas por los profesores, los exalumnos y los alumnos del Grupo. Entre algunos de esos trabajos se encuentran, la realización de proyectos de investigación (v.gr. sobre epilepsia, rehabilitación neuromuscular, dolor de cabeza, hipertensión arterial, tartamudez, entre otros), la ejecución de algunas de estas investigaciones, la participación de miembros del Grupo en diferentes foros (congresos, encuentros, simposia, etc.), siempre difundiendo temas relacionados con la Retroalimentación Biológica, la Medicina Conductual y áreas afines. También deben señalarse la realización de tesis e informes de Servicio Social sobre diferentes temas de la técnica.

De esta manera, este trabajo no debe contemplarse en forma aislada, ni desarticulado de algún propósito académico más general. Debe ser visto como el producto del trabajo y el teñón de un grupo entusiasta de profesores y alumnos guiados por un auténtico interés de superación académica y profesional de la psicología que se enseña en la E.N.E.P. Zaragoza.

Plan del trabajo.

La presente tesis tiene como objetivo general ofrecer un panorama, más o menos pormenorizado, de una de las primeras áreas de aplicación clínica que surgieron sobre la Retroalimentación Biológica y que con el paso del tiempo se ha convertido en una de las estrategias terapéuticas más extendidas y difundidas, al menos en algunos países: la rehabilitación o reeducación neuromuscular.

Para alcanzar este objetivo, se ha considerado prudente dividir el escrito en tres capítulos. el primero, ubica al tema dentro del área general de la Retroalimentación Biológica. Ofrece una definición de este procedimiento y un esbozo de sus antecedentes históricos, atendiendo a algunos aspectos filosóficos y experimentales. También, incluye una mención de

las diferentes aplicaciones de la técnica en problemas de diversa índole, y algunos comentarios respecto a la situación teórica de la Retroalimentación Biológica.

El capítulo dos describe diferentes aspectos metodológicos de un grupo importante de investigaciones sobre la rehabilitación neuromuscular con estrategias de Retroalimentación Biológica. En el tercero y último parte del trabajo se señalan las conclusiones generales, haciendo énfasis en los problemas metodológicos que se hayan encontrado en la revisión realizada en el capítulo previo. Asimismo, se comentan algunas implicaciones que este tipo de trabajo tiene en diferentes niveles, entre ellos, el análisis del mecanismo fisiológico subyacente al fenómeno de la Retroalimentación Biológica en la rehabilitación neuromuscular, la necesidad de modelos teóricos más generales para explicar el fenómeno de la Retroalimentación Biológica y la ubicación del psicólogo dentro del equipo multidisciplinario de la Medicina Conductual.

Agradecimientos.

El autor desea expresar su agradecimiento a un grupo de personas que, de una u otra forma, han influido en su desarrollo profesional y/o en la conclusión de este trabajo.

A mi profesor y amigo Luis Flórez A., cuyo entusiasmo, ingenio y astucia promovieron la creación y el alcance de las primeras metas del Grupo Piloto. A la profesora Cristina Aguilar A. quien, por una afortunada casualidad, me invitó a incorporarme al Grupo. A mis compañeros y amigos del Grupo Piloto y de la Sección de Psicología Clínica que me han brindado su apoyo y su confianza; Gladis Lopes, Patricia Palacios, Tito Pérez, Manuel Morales, Carlos Figueroa y Gabriel Sánchez. Una mención especial merece Fernando

Vázquez, por su valioso apoyo bibliográfico, sus comentarios al escrito, e interés por que éste concluyera. También, quisiera agradecer a mis alumnos y amigos del Grupo Piloto, especialmente, a Flor Luna, Gustavo Luna, Bertha Ramos, Irma Sanabria y María Luisa Tovar por su ayuda y aliento. A mi hermana Guadalupe por su ayuda y a la familia López Rosales por su apoyo. A todos ¡Gracias!

Quod scripsi, scripsi

Mario E. Rojas R.

Agosto de 1986.

I N D I C E

	Página
PROLOGO	i
Plan del trabajo	11
Agradecimientos	iii
1. DEFINICION, PANORAMA HISTORICO Y APLICACIONES DE LA RETROALIMENTACION BIOLOGICA	1
1.1 Definición	1
1.2 Historia de la RAB	1
1.2.1 La dicotomía voluntario-involuntario	2
1.2.2 Condicionamiento instrumental de respuestas autónomas	7
1.3 Aplicaciones clínicas de la RAB	11
2. REHABILITACION NEUROMUSCULAR CON RAB	15
2.1 Antecedentes: del condicionamiento instrumental de unidades motoras individuales	15
2.2 Tratamiento de desórdenes neuromusculares con RAB	16
2.2.1 Autores	16
2.2.2 Sujetos, sexo y edad	17
2.2.3 Trastornos	18
2.2.4 Variables dependientes	19
2.2.5 Tipo de estudio	19
2.2.6 Retroalimentación	20
2.2.7 Sesiones	23
2.2.8 Entrenamiento	25
2.2.9 Otros tratamientos	26
2.2.10 Resultados	27
3. CONCLUSIONES	28
3.1 Condiciones generales de la investigación	28
3.2 Sujetos	29
3.3 Trastornos	30
3.4 Variables dependientes	31
3.5 Tipo de estudio	32
3.6 Retroalimentación	33

	Página
3.7 Sesiones	36
3.8 Entrenamiento	37
3.9 Otros tratamientos	38
3.10 Resultados	39
Consideraciones finales	41
a) Bases anatómicas y fisiológicas	41
b) Necesidad de modelos teóricos más generales	42
c) Implicaciones profesionales: la Medicina Conductual	43
REFERENCIAS	45
ANEXO 1: Proyecto de investigación	53

CAP. 1: DEFINICION, PANORAMA HISTORICO Y APLICACIONES DE LA RETROALIMENTACION BIOLOGICA

1.1 Definición.

La noción más difundida acerca de la palabra biorretroalimentación o retroalimentación biológica (RAB), es la que la define como un método para entrenar a una persona a ejercer control voluntario sobre un proceso biológico.

Desde una perspectiva operacional la RAB es un procedimiento diseñado para captar la información relativa al estado de una función orgánica (usualmente por sus variaciones eléctricas), amplificarla, traducirla analógicamente a una modalidad sensorial particular (visual, auditiva, etc.) y retransmitirla de manera simultánea al organismo del cual se registra la actividad en cuestión. Esta información que recibe el organismo ha sido denominada retroalimentación o reforzamiento, dependiendo de la perspectiva teórica del investigador.

En términos más formales la RAB es un lazo de retroalimentación artificial que intenta conseguir la regulación de la función biológica que se registra. La cual pudo haber sufrido una alteración reversible como consecuencia de una interacción organismo-ambiente desfavorable para el primero, que le haya acarreado una ruptura en sus canales de retroalimentación naturales y por lo tanto la pérdida de su homeostasis (Schwartz, 1979; Yates, 1980).

1.2 Historia de la RAB.

Acerca de los antecedentes históricos de la RAB, se han establecido analogías entre los propósitos de esta técnica y las habilidades desarrolladas desde hace varios siglos por los yogis indios, en lo que se refle-

re al control "voluntario" de procesos orgánicos considerados tradicionalmente como "involuntarios" en la sociedad occidental (Gatchel y Price, 1979). También, Yates (1980) ha descrito una serie de ejemplos sobre diferentes procedimientos desarrollados hacia el final del siglo pasado y en la primera mitad del presente, en los que se empleaba la retroalimentación o perseguían el control voluntario de algún proceso corporal, como son: la técnica del lenguaje visual para sordos desarrollada por A. G. Bell (sus trabajos más importantes fueron publicados en el *American Annals of the Deaf and Dumb* en 1872); los trabajos de Tarchanoff (cit. en Yates, 1980) sobre el aumento voluntario de la frecuencia cardíaca; los estudios de Bair (1901) y Woodworth (1901) sobre el control de la actividad neuromuscular; el reconocido entrenamiento en relación muscular progresiva de E. Jacobson (1939); y el entrenamiento autogénico creado por Schultz y Luthe (1959).

Sin embargo, varios de los autores que han escrito respecto a los antecedentes históricos de la RAB (Flórez, 1983; Gatchel y Price, 1979; Valdés, Flores, Tobeña y Massana, 1983) coinciden en afirmar que como un fenómeno de aprendizaje, el principal antecedente de la RAB se ubica en los trabajos sobre el condicionamiento instrumental de respuestas autónomas. Y como tal, esta área no se puede comprender completamente sin una breve revisión de la historia de la psicología experimental, a partir de un problema secular de la Psicología: la dicotomía voluntario-involuntario (como fuente del control de la conducta).

1.2.1 La dicotomía voluntario-involuntario.

Asociada sólidamente a partir de la filosofía cartesiana -sin olvidar sus antecedentes con los filósofos griegos y con la tradición judeocristiana- la noción sobre la existencia de dos grandes tipos de conducta

humana, la voluntaria y la involuntaria, ha estado presente en el pensamiento del hombre occidental por más de dos siglos.

Este postulado mantiene que las conductas voluntarias son producto de un acto de ponderación inmaterial realizado por la "mente", en tanto que la ondulatio reflexa, es decir, el acto reflejo involuntario es el resultado automático de estimulaciones bien identificadas (a pesar de que ambas formas de conducta involucran a los mismos nervios y músculos). Esta posición condujo a definir dos vertientes de investigación de la conducta, en cuyo origen se consideraron como áreas excluyentes.

Es decir, una gran parte del comportamiento tenía poco o nada que ver con la mente, y en este sentido, se le podía considerar como sujeta a las mismas leyes físicas que explicaban el comportamiento de la naturaleza. Por el contrario, las acciones de la mente estaban determinadas por otro tipo de leyes, desconocidas y, para algunos, probablemente incognoscibles (Boring 1950; Keller, 1975; Rachlin, 1976).

Las implicaciones de esta dicotomía sirvieron para que los filósofos se "adueñaran" del estudio de la mente y de sus acciones; en tanto que correspondió a los fisiólogos, es decir, a la ciencia natural, estudiar la parte animal, instintiva o involuntaria del comportamiento del hombre, estableciéndose así las bases filosóficas, que con el tiempo llegarían a justificar el enfoque experimental de la conducta (Boring, 1950; Keller, 1975; Millenson, 1967; Rachlin, 1976).

De esta manera, desde el S. XVII, la "ruta del cuerpo" y la "ruta de la mente" inician un camino de casi dos siglos que habrían de culminar, por un lado, con el trabajo de los fisiólogos rusos I. M. Sechenov, I.P. Pavlov, V. M. Bachtarev y el francés C. Bernard; y por el otro, con el movimiento inglés empirista-asociacionista desde J. Locke y T. Hobbes hasta los Mill y Ebbinghaus -y quizás E. L. Thordike, a pesar de que

esto no ha sido siempre reconocido (v. Keller 1975, Millenson, 1967).

Por otra parte, no debe pasar desapercibida una tercera línea de trabajo conocida como psicofísica o fisiología sensorial cuyos objetivos, desde un principio, se dirigieron hacia la observación de las relaciones entre la mente y el cuerpo, dando con esto por sentada la dicotomía, a través del análisis del reporte acerca de las sensaciones de los sujetos (la introspección). En esta área destacan investigadores como E. H. Weber y G. T. Fechner, así como H. Ebbinghaus (quien por cierto fue el primero en trabajar en el área de aprendizaje con humanos) y W. Wundt, a quien se le ha considerado como el fundador formal de la psicología en 1879 (Keller, 1975).

A partir de ese momento se inicia en Europa y los Estados Unidos una lucha de desgaste entre diferentes escuelas teóricas que intentaban proclamarse como la verdadera psicología, a través del planteamiento de diferentes aspectos de la mente como su objeto de estudio. Fue precisamente Wundt quien, junto con E. B. Titchner, dió pie con su Estructuralismo, al nacimiento de los nuevos sistemas en Psicología; como contrario a éste surge el Funcionalismo en los E. U. con W. James, J. R. Angell y J. Dewey a la cabeza; poco después y, contrario a considerar a la mente como el objeto de estudio de esta disciplina, en 1913 sale a la luz el Conductismo, cuyo creador, J. B. Watson reconoce a la conducta observable como el verdadero objeto de estudio de la nueva ciencia natural. Con el conductismo watsoniano se empiezan a desarrollar los primeros trabajos sobre el condicionamiento dentro del paradigma pavloviano (omitiendo axiomáticamente variables "no objetivas" en el estudio de la conducta) aplicando al comportamiento humano. Sin embargo, no resultó muy fructífero el intento de Watson de forzar toda la conducta en el molde del reflejo, en buena parte debido a que no pudo apreciar la importancia de la ley del efecto de Thorndike

y probablemente debido también a la complicada cubierta conceptual con la que la había propuesto el mismo Thorndike¹ (Millason, 1957). Este vacío paradigmático, junto con el surgimiento de la teoría de la Gestalt llevó al conductismo a un estado de "pasividad" durante los últimos años de la década de los veinte (Kimble, 1961).

Entre la década de 1930 a 1940 terminó la época de las escuelas teóricas en psicología. "Desaparecieron cuando los psicólogos se volvieron del argumento y del debate hacia la ciencia de laboratorio" (Keller, 1975; p. 141); todo esto como producto del trabajo de Pavlov, Thorndike y Watson. Es en este momento cuando la investigación sobre el condicionamiento cobra más fuerza, enmarcado en las diferentes teorías contemporáneas del aprendizaje, desde E.C. Tolman y E. R. Guthrie hasta C.L. Hull y B. F. Skinner.

Hasta entonces, el tema de la dicotomía voluntario-involuntario había sido soslayado en las discusiones entre los psicólogos. De hecho, uno de los más influyentes en esos años, Skinner, toca el tema brevemente en 1938 con la publicación de La Conducta de los Organismos, donde señala la existencia de dos formas o procesos de aprendizaje (condicionamiento) los cuales se distinguían, entre otros aspectos, por el sustrato nervioso de uno y otro (autónomo-respondiente y central-operante entendidos tácitamente como involuntario el primero y voluntario el segundo²), y no es sino

¹ Debe recordarse que esta ley del efecto fue derivada por Thorndike, desde 1898, de las leyes secundarias de los asociacionistas. De tal manera que la interpretación de sus datos se encaminó a la explicación de la conducta a través de la asociación de ideas (Kimble, 1961; Keller y Schoenfeld, 1950; Herrnstein y Boring, 1965).

² En este punto es importante recordar que en 1938 Skinner reconocía el hecho de que en el caso de las respuestas operantes la dificultad para identificar el elemento medioambiental desencadenador de la conducta, no era lo mismo que afirmar su inexistencia; de hecho, en un principio él antepuso una e antes de la R operante significando con esta que se desconocía el estímulo desencadenador (y aún en 1950 Keller y Schoenfeld lo reproducen fielmente).

hasta 1953 con Ciencia y Conducta Humana, cuando el mismo Skinner vuelve a tocar el tema de forma explícita aunque solamente para ratificar lo que en ese momento ya se había convertido en un axioma: la imposibilidad del condicionamiento instrumental de respuestas gobernadas por el sistema nervioso autónomo (i.e. la imposibilidad del control voluntario de funciones involuntarias).

Ante este estado de cosas, entre los últimos años de la década de los 30s y la de los 50s se observó un gran desarrollo en los trabajos de investigación, principalmente sobre el condicionamiento operante. Si bien no todos los psicólogos aceptaron el postulado de las dos formas de aprendizaje³ aquellos que sí lo hicieron triunfaron en este debate intradisciplinario. Sin embargo, y en palabras de Schoenfeld (1983):

Ganaron no porque se hubiera resuelto satisfactoriamente el problema del número de "tipos" [de aprendizaje], tanto en lo teórico como en lo empírico, sino porque a lo largo de los años convirtieron más estudiantes que lo que lo pudieron hacer sus teóricos rivales, y porque probaron tener mayor energía para la investigación y el debate. Por tales razones irrelevantes, [esos psicólogos] llegaron a dominar el campo de la teoría de la conducta tal como la conocemos ahora (p. 83).

Empíricamente, la debilidad de la dicotomía se reflejaba en la mínima evidencia al respecto. Solamente Mowrer en 1938 intentó condicionar sin éxito la respuesta eléctrica de la piel (Kimmel, 1967) y Skinner y Delabarre (cit. en Skinner, 1938) intentaron condicionar la vasoconstricción empleando reforzadores positivos, pero tampoco obtuvieron resultados concluyentes.

³ Mowrer con su teoría bifactorial del aprendizaje (1947; 1950) fue de los primeros en proponer una posible interacción entre ambos paradigmas en el condicionamiento de las respuestas de evitación. Por su parte, E. R. Guthrie, aunque también basaba su sistema teórico en el condicionamiento, este se aproximaba más al modelo pavloviano que al instrumental. En tanto que el sistema de Hull fundamentaba sus leyes en un conjunto de variable organísmicas hipotéticas.

"Una revisión cuidadosa de la literatura de los años 20's, 30's y 40's no revela ningún experimento sistemático para apoyar" la conclusión sobre la existencia de dos tipos de aprendizaje" (Kimmel, 1967, p. 337).

Con esta endeble situación, hacia finales de la década de los cincuentas empiezan a realizarse y publicarse los primeros trabajos que sugerían la factibilidad del condicionamiento instrumental de respuestas viscerales, corticales y otras consideradas fuera del "dominio de la voluntad".

1.2.2 Condicionamiento instrumental de respuestas autónomas.

Uno de los primeros experimentos que demostraron éxito en el condicionamiento operante de una respuesta visceral en humanos fue el de la psicóloga soviética M. I. Lisina en 1958 (Lisina, 1965). En su procedimiento, registró el volumen de los vasos sanguíneos de los brazos de cinco sujetos, quienes recibían choques eléctricos con la consecuente vasoconstricción. Ocasional y azarosamente aparecían vasodilataciones seguidas por la interrupción del choque. Sin embargo, esta forma de reforzamiento no incrementó el número de respuestas de vasodilatación. Pero cuando a los sujetos se les dió la oportunidad de observar sus registros, el reforzamiento resultó efectivo.

Sin que se conociera el trabajo de Lisina, en occidente se dió un paso muy importante para romper el prejuicio que limitaba el condicionamiento operante a las respuestas músculo-esqueléticas con el trabajo de J. Olds (Olds y Olds, 1961), quien demostró, en ratas, que aplicando reforzamiento contingente a los cambios en los ritmos de disparo de neuronas aisladas en el hipocampo, era posible mantener constantemente ritmos definidos con anterioridad.

Poco después, J. Kamiya (1962) reportó resultados exitosos al entrenar a sujetos humanos en el control del ritmo alfa electroencefalográfico.

D. Shearn (1967) fue el primero en lograr condicionar operantemente la tasa cardiaca de sujetos humanos; a través de la retroalimentación auditiva de sus latidos y empleando un procedimiento de evitación de choque, para lo cual tenían que aumentar su tasa a un nivel previamente especificado.

Otro investigador de gran influencia en el surgimiento de esta área ha sido H. D. Kimmel, quien desde 1960 (Kimmel y Hill, 1960) inició una serie de estudios sobre el condicionamiento operante de la respuesta eléctrica de la piel, empleando luces y olores como reforzadores (Fowler y Kimmel, 1962; Kimmel y Kimmel, 1963; Kimmel y Baxter, 1964; Kimmel y Hill 1960; Kimmel, 1967; Van Tuyver y Kimmel, 1966). Estos primeros trabajos fueron cuidadosamente revisados y criticados por Katkin y Murray (1968) quienes cuestionaban la validez de los datos publicados hasta la primera mitad de la década de los sesentas, principalmente los reportados en el laboratorio de Kimmel. La duda fundamental de Katkin y Murray se centraba, como era de esperarse, en la validez del condicionamiento de respuestas autónomas basando sus juicios en el empleo de diseños experimentales inadecuados por parte de quienes proclamaban la factibilidad del aprendizaje visceral. Estos autores afirmaron que la mayoría de los trabajos revisados no habían controlado la posibilidad de que los cambios observados en las respuestas autónomas fueran realmente respuestas incondicionadas a respuestas músculo-esqueléticas (fenómeno conocido como mediación somática).

Sin embargo, las dudas de Katkin y Murray encontraron una sólida respuesta en los trabajos realizados por N. E. Miller en la Universidad de Rockefeller, los cuales resultarían definitivos para el surgimiento de la retroalimentación biológica. Miller reconoció el problema que representaba la mediación somática para la demostración concluyente del condicionamiento instrumental de las respuestas autónomas. Previno esta difícil-

rad paralizando a sus sujetos experimentales (ratas, gatos y perros) con curare -droga que bloquea la transmisión de acetilcolina a los músculos estriados⁴. Con esta precaución, Miller y sus colaboradores tuvieron éxito en demostrar el control sobre las contracciones intestinales, la tasa de formación de orina en los riñones, la concentración de sangre en la cola y en las orejas de las ratas. Como reforzador, Miller empleó estímulos eléctricos ligeros en los "centros corticales del placer".

Además, Miller (Miller y Banuazizi, 1968) reportó que a través de reforzamiento diferencial era posible controlar una sola respuesta autónoma, sin afectar a otra (situación conocida como especificidad). Por ejemplo, fue posible aumentar o disminuir las contracciones intestinales en las ratas, sin que se apreciaran cambios de ningún tipo en la tasa cardíaca (a pesar de que ambas respuestas son estimuladas por el mismo nervio: el vago). Del mismo modo, DiCara y Miller (1968) tuvieron éxito al condicionar la concentración de sangre en los vasos de una oreja de las ratas sin cambiar el volumen en la otra.

También, intentando averiguar si el aprendizaje de las respuestas viscerales tenía las mismas propiedades que el de las respuestas esqueléticas, Miller y DiCara (DiCara y Miller, 1968; Miller y DiCara, 1968) demostraron la posibilidad de poner la respuesta bajo el control de estímulos discriminativos. Por ejemplo aumentar o disminuir la tasa cardíaca en el mismo sujeto, alternando dos señales diferentes.

Con estas y algunas otras experiencias semejantes, Miller (1969) concluye: " Al fallar en observar una clara dicotomía he dado por sentado

⁴ El primer trabajo en el que Miller intentó el condicionamiento instrumental de una respuesta autónoma (Miller y Carmona, 1967) lo realizó sin emplear curare

que hay solamente una clase de aprendizaje" (p. 435).

Las implicaciones teóricas de esta conclusión sugirieron de forma más contundente la ineficacia de la añeja división del aprendizaje en operante y respondiente⁵ y por lo tanto, también arrojaba serias dudas sobre la dicotomía voluntario-involuntario. Asimismo, estos trabajos sentaban las bases para un cambio en la concepción de las llamadas enfermedades psicosomáticas alejándose significativamente del modelo médico-psicodinámico que pretendía explicar este tipo de fenómenos.

Sin embargo, pocos años después Miller (Miller y Dworkin, 1974) reportó dificultades al intentar replicar los experimentos con animales curarizados. Miller y Dworkin (1974) propusieron algunas hipótesis para intentar explicar estas complicaciones; entre ellas sugieren: variaciones genéticas en los animales empleados, cambios en las características químicas del curare, y otras. Aunque también se han publicado trabajos posteriores que reportan éxito en la replicación de los primeros trabajos de Miller (Cabanac y Serres, 1976; Ernst y Kordenat, 1977), este mismo investigador ha señalado que actualmente "es prudente no confiar en ninguno de los experimentos con animales curarizados como evidencia para el aprendizaje instrumental de respuestas autónomas" (Miller, 1978, p. 376). Y sugiere el desarrollo de investigación básica que legitime la validez teórica del aprendizaje visceral y contribuya a descubrir las leyes particulares que gobiernan este fenómeno.

Sin embargo, y a pesar de estas dificultades en la investigación con animales, las aplicaciones clínicas de la RAB empezaron a proliferar.

⁵ La ineficacia de la división también parecía apreciarse a través de las investigaciones sobre automoldeamiento/automantenimiento desarrollados, por Brown y Jenkins (1968). Sin embargo, la legitimidad teórica de este fenómeno ha sido puesta en duda (véase Cabrer, Daza y Ribes 1975 para un análisis más minucioso de esta situación).

1.3 Aplicaciones clínicas de la RAB.

Como aproximación terapéutica la RAB se ha desarrollado en tres áreas bien delimitadas: a) la regulación de funciones mediadas por el sistema nervioso autónomo; b) la modificación de ritmos eléctricos cerebrales y c) el control de la actividad eléctrica muscular (electromiografía). Dentro de los primeros puntos, el tipo de padecimientos que han sido tratados con esta técnica se resume en la Tabla 1, en tanto que en lo que se refiere al control de la actividad electromiográfica, solamente se señala su aplicación en el entrenamiento en relajación y en el tratamiento del dolor de cabeza tensional, dejando para el siguiente capítulo una revisión más detallada de su aplicación en la rehabilitación de desórdenes neuromusculares, tema central de este trabajo.

TABLA 1. APLICACIONES DE LA RETROALIMENTACION BIOLOGICA

SISTEMAS	RESPUESTAS ENTRENADAS	APLICACIONES CLINICAS
A) SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	Producción del ritmo alfa Producción del ritmo sensorio motor Producción del ritmo theta	Ansiedad Epilepsia Insomnio
B) SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO	Temperatura (vasodilatación periférica) Respuesta electrodermal Presión sanguínea Velocidad de la onda del pulso Tasa cardíaca Motilidad gastrointestinal	Cefalea Migrañosa; Enfermedad de Raynaud; Relajación Ansiedad Hipertensión Arterial Hipertensión Arterial Arritmias Cardíacas (contracciones ventriculares prematuras, taquicardia sinusal, síndrome de Wolff-Parkinson-White) Reflujo Esofágico; Incontinencia fecal; Síndrome del Cólon Espástico.
C) SISTEMA MUSCULO-ESQUELETICO	EMG de los músculos de la cabeza	Problemas relacionados con la ansiedad; dolor de cabeza por contrac. muscular.

Esta tabla de ninguna manera pretende ser definitiva, tanto en el sentido de las posibles respuestas condicionables, como en el de la validez como tratamiento de los padecimientos enumerados, ya que se supone que cualquier respuesta potencialmente registrable es susceptible de ser amplificada y retroalimentada. Por otra parte, las bondades o superioridad de la RAB con respecto a otras aproximaciones en el tratamiento de los trastornos señalados es actualmente tema de controversia. Esta discusión tiene como base fundamentalmente 2 tipos de problemas: empíricos y teóricos (Black y Cott, 1977). Los primeros surgen de una falta de información específica respecto a diferentes aspectos de este tipo de entrenamiento. En tanto que los segundos se refieren a asuntos de interés teórico.

Una parte de la información específica que se requiera para resolver los problemas empíricos se relaciona con las siguientes dudas: a) ¿Cuáles son los mejores procedimientos para modificar una respuesta dada? b) ¿Cuáles son los límites de la modificación de una respuesta con RAB?; c) ¿Son diferentes los procedimientos para diferentes respuestas?; d) ¿Cuáles son realmente los efectos terapéuticos de la técnica?; e) ¿Cuál es el procedimiento más adecuado para generalizar los efectos del entrenamiento a los ambientes cotidianos?; y, f) ¿Son duraderos los efectos del entrenamiento?

Estas preguntas podrían contestarse de manera directa en la medida en que hubiera datos disponibles. Desafortunadamente, los datos con los que se cuenta son incompletos e inadecuados. Aún no se sabe cuantas ni cuales respuestas del SNA y del SNC pueden ser "entrenables" con la RAB. También se ignora el grado hasta el cual se puede cambiar una respuesta fisiológica dada, ni el mejor procedimiento para conseguirlo. De esta manera, cuando se encuentran resultados negativos a este respecto no se puede decidir si esto se debió a que la respuesta no podía ser entrenada

o fue el resultado de emplear un procedimiento inadecuado.

La importancia práctica y clínica de estos problemas parece obvia y su solución se dará conforme vayan apareciendo resultados al respecto.

Por otra parte, las dudas teóricas que han sido planteadas por diferentes autores (Black y Cott, 1977; Yates, 1980) parecen derivarse de dos problemas fundamentales: 1. ¿Qué es lo que se aprende a través de un entrenamiento con RAB? y 2. ¿Qué variables son necesarias y suficientes para producir este aprendizaje, y a través de qué mecanismos tienen su efecto?

A partir de estos dos grandes problemas se han derivado algunos más específicos. Por ejemplo, a) ¿La respuesta que se entrena, cae bajo el control de estímulos específicos o se puede presentar bajo cualquier situación?; b) ¿Los sujetos aprenden una estrategia de respuesta particular?; c) La respuesta que se modifica, ¿es específica o está integrada a un patrón fisiológico más complejo?; d) ¿Es posible la modificación de una respuesta fisiológica sin la participación de algún mediador somático?; e) ¿Cuál es el papel de la mediación cognitiva?; f) ¿Cuál es el papel del reforzamiento?

Actualmente, las aproximaciones teóricas que han pretendido dar una respuesta a algunos de estos problemas son tres:

- 1) La teoría del aprendizaje de habilidades motoras (Brenner, 1975; Lang, 1975).
- 2) La teoría del condicionamiento operante.
- 3) La teoría general de los sistemas (Anliker, 1977; Schwartz, 1977).

Por su carácter metateórico⁶ y por la ineficacia de las aproximaciones

⁶ Metateórico en el sentido de que proporciona elementos para el análisis de teorías particulares ubicadas en diferentes niveles de generalidad, desde el bioquímico hasta el social.

del condicionamiento operante y del aprendizaje de habilidades motoras para resolver varias de las dudas que han planteado, la teoría general de los sistemas se ha perfilado, durante los últimos cinco años, como la postura más sólida para comprender formalmente al fenómeno de la RAB.

2.1 Antecedentes: el condicionamiento instrumental de unidades motoras individuales.

Se ha señalado a Edmund Jacobson como el primero en emplear procedimientos semejantes a los que ahora se conocen como retroalimentación electromiográfica (RAEMG) (Basmajian, 1974). Sin embargo, el interés de este autor se centraba en el tratamiento de problemas psicósomáticos, a través de su multicitado método de relajación progresiva (Jacobson, 1938).

Otro antecedente importante relacionado con la readquisición de movimiento después de una lesión, y en este caso irreversible, es el de los trabajos de H. Munk (1909), quien trabajando con mones a los que se les había seccionado una raíz dorsal (lo cual conduce a una inmovilización completa del miembro que resulta afectado después de la sección) consiguió que sus animales recogieran alimento con el miembro desaferentado y se lo llevaran a la boca, restringiendo los movimientos de la extremidad intacta y recompensando los intentos con el brazo lesionado.

Por último, la línea de investigación que definitivamente es reconocida como el antecedente directo de la RAEMG es la del condicionamiento instrumental de unidades motoras individuales (UMIs), con los trabajos iniciales de Harrison y Mortensen (1962), Hefferline y Perera (1963) y Basmajian (1963). Estos tres estudios demostraron confiablemente la posibilidad de, a través de retroalimentación o reforzamiento¹, regular la

¹ En este punto vale la pena comentar que las diferentes formaciones de estos primeros investigadores en esta área los obligaba a referirse al mismo fenómeno de manera diferente (lo cual, de hecho, no ha cambiado mucho hasta la fecha), por un lado, Harrison y Mortensen y Basmajian, siendo médicos hacen referencia del fenómeno como una demostración de "control voluntario de UMIs", sin embargo, su método se basaba en el empleo de instrucciones complementadas con retroalimentación visual y auditiva del comprometimiento de la UMI. En cambio, Hefferline se refería al mismo hecho en términos del condicionamiento operante.

tasa de disparo de las diferentes UMIs seleccionadas, al grado de que los sujetos entrenados desarrollaban habilidades complejas; por ejemplo, enviar mensajes en código Morse con las unidades motoras adiestradas.

Por otra parte, un hecho que llama la atención -y que hasta cierto punto resulta curioso- es que el primer estudio que reportó el empleo del electromiograma con fines terapéuticos para desórdenes neuromusculares (Marinacci y Horande, 1960), apareció antes de que se iniciaran los trabajos sobre el condicionamiento de UMIs y que además, Marinacci y Horande no precisaran los antecedentes que los guiaron a la realización del estudio.

2.2 Tratamiento de desórdenes neuromusculares con RAB.

Con el fin de facilitar la revisión de los trabajos experimentales sobre los que se basará la discusión de esta aproximación terapéutica, se presenta un resumen de los mismos en la Tabla 2. En ella se incluyen 33 estudios que constituyen una muestra casi exhaustiva de los reportes publicados en la literatura sobre el tema, sin incluir los que se han presentado en congresos y eventos afines.

De esta manera, a continuación se presenta el análisis de las 10 categorías comprendidas en la Tabla 2.

2.2.1 Autor (es).

El tratamiento de desórdenes neuromusculares ha sido objeto de investigación por autores norteamericanos, canadienses y europeos. La mayoría de los estudios se han realizado en los E. U. A.

El primer reporte específico, y que además se ha convertido en una cita obligada en el área, fue el de Marinacci y Horande (1960). Sin embargo, no es el único que se ha realizado, al menos en México, por ejemplo, el Dr. Jorge Palacios, de la Facultad de Psicología (UNAM) ha realizado

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEUROMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA

TECNICA DE RETROALIMENTACION PSICOLOGICA

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales.	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Marinacci y Horande, 1960	5 hombres y 2 mujeres de 19 a 64 a. (\bar{x} =39.7)	Hemiplejía (n=1); Parálisis facial (n=1); Secuelas poliomieliticas (n=1); Lesión nerviosa periférica (n=2); otros desordenes (n=2)	Actividad EMG	Estudios de caso	a) auditiva; b) no específica; c) no específica	a) no específica; b) no específica; c) no específica.	Generar impulsos eléctricos e intentar ejecutamiento con los grupos musculares afectados	No reporta	Varian de sujeto a sujeto. Desde ligeros cambios en la actividad EMG, hasta recuperación funcional significativa.
Andrews, 1964	20 (no específica sexos ni edades)	Hemiplejía	Actividad EMG	Diseño de un solo grupo	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) una b) 5 min.	Contracción del bíceps	No reporta	17 de los 20 pacientes pudieron generar actividad EMG suficiente para producir una "acción controlada fuerte y voluntaria del músculo de prueba".
Booker, Rabow y Coleman, 1969	1 mujer de 36 años	Parálisis facial	Control voluntario de los movimientos faciales	Estudio de caso	a) visual; b) sí; c) no reporta	a) aprox. 12 b) 17 - 60 m c) 4/semana	Retroalimentación EMG de ambos lados de la cara, tratando de igualar el lado afectado con el del no afectado.	Práctica en casa frente a un espejo.	Aumento en la habilidad para generar actividad muscular en el lado afectado; se logró una simetría en la apariencia de ambos lados de la cara.
Cleeland, 1973	4 hombres y 6 mujeres de 15 a 64 años	Torticolis espasmódico o retrócolis	EMG de los músculos esternocleidomastoideos	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 23 b) aprox. 1 hr. c) una o dos al día	Disminuir la actividad EMG de los esternocleidomastoideos hasta alcanzar una posición neutral de la cabeza.	Choques eléctricos en los dedos cuando los niveles EMG rebasaban los valores pre-	Durante la LB se observó una frec. promedio de 53.5 espasmos en 5 min. Después del tratamiento, 3 de los pacientes mejoraron marcadamente, 3 moderadamente y 3 mínimamente.
Johnson y Garton, 1973	6 hombres y 4 mujeres de 27 a 73 años	Hemiplejía (foot drop)	Actividad funcional del tobillo; marcha y dorsiflexión	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) sí; c) no reporta	a) no específica b) 30 min. c) 1/sem. en el laboratorio y 2/sem. en la casa.	Contrar el n. tibial anterior afectado.	En la segunda fase del tratam. se realizó en la casa de los pacientes.	4 pacientes pudieron caminar sin aparato ortopédico; 3 mostraron una ligera mejoría; 1 mejoró mínimamente y 2 no presentaron cambios.

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEURO-MUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLOGICA (Continuación).

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Brudny, Grynbaum y Korein, 1974	7 hombres y 3 mujeres de 20 a 58 años	Tortícolos espasmodica	-Espasmos musculares -Contracción y fuerza de los músculos atrofiados y los contralaterales -Unidades EMGg arbitrarias	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) sí; c) no reporta	a) 10 en prom. b) 30-60 min. c) 3-5/semana	Relajar los músculos hipertrofiados y contraer los atrofiados	No reporta	7 Se pudieron mantener la cabeza en una posición neutral sin RAEMG por un período indefinido. 1 lo pudo hacer por varias horas y 2 por 30 min. Los niveles de actividad EMG de los músculos hipertrofiados disminuyó de 95 a 5 unidades, la actividad contralateral incrementó de 31 a 120 unidades.
Brudny, Korein, Levidow, Grynbaum, Lieberman y Friedman, 1974	36 pacientes de de 13 a 68 años (no especifica los sexos)	Cuadriparesis (n=2); Hemiparesis (n=13); Tortícolis (n=13); distonía (n=5) y espasmos faciales (n=3)	EMG (potenciales integrados medidos en $\mu\text{V}/\text{seg.}$)	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) sí, observar los cambios en el control del movimiento frente a un espejo.	a) no especifica; b) 30 min.; c) 3/semana	Contracción y/o relajación de los músculos atrofiados o espásticos	Medicación	Mejoría funcional en 13 cuadriparético, en 10 con hemiparesis, en 8 con tortícolis, 2 con espasmos faciales y 1 con distonía.
Harris, Spelman y Hymer, 1974	18 pacientes de 7 a 18 años (no especifica los sexos)	Parálisis cerebral atetoide	Posición de la cabeza y del brazo	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) no especifica; b) 30 min.; c) 3 a 7/sem.	Mantener la cabeza y el brazo en una posición neutra y estable	No reporta	Incremento en la habilidad para mantener la cabeza en una posición neutral. Normalización del tono muscular del cuello. Disminución del temblor e incremento en la suavidad de los movimientos del brazo. Aumento en los rangos de movimiento del codo.
Spearing y Poppen, 1974	1 hombre de 23 años	Parálisis cerebral atetoide	Arrastre del pie izquierdo durante la marcha	Estudio de caso sistemático A ₁ -B ₁ -A ₂ -B ₂ -A ₃ A=Línea Base B=Retroalimentación	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 19; b) 10 min.; c) no especifica	Disminución del arrastre del pie durante la marcha	No reporta	Incidencia del arrastre en LB, 71%; retroalimentación 33%; LB, 65%; retroalimentación, 20%. El efecto se perdió después de un período de 3 meses.
Swann, van Wieringen y Rokkema, 1974	4 hombres y 3 mujeres de 17 a 77 años	4 hemipléjicos y 3 con secuelas de polio-mielitis	-Espasticidad en el m. peroneo largo -Ángulo de flexión de la rodilla	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 6; b) 10 min. c) 3/semana	Relajación del peroneo largo	Terapia física y relajación	Incrementos en el rango de movimiento de la rodilla. RAEMG 6.3 grados Ter. Fig. 2.4 grados

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEUROMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA

TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLOGICA (Continuación).

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Basmajian, Kukulka, Narayan y Takobe, 1975	10 hombres y 10 mujeres de 30 a 63 años	Hemiparesia en miembros inferiores (foot-drop)	Rango de movimiento del tobillo y fuerza de la dorsiflexión del pie hemiparético	Diseño de comparación de dos grupos aleatorios Gpo. 1: Ejercicio terapéutico Gpo. 2: Ejercicio terapéutico y RAB	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 15; b) 20 min.; c) 3/semana.	Contactación del músculo tibial anterior	Terapia física antes de cada sesión de tratamiento.	La fuerza de la dorsiflexión incrementó un promedio de 2.5 Kg.; el rango de movimiento aumentó en 10.8 grados. Al final, 2 de los pacientes del Gpo. 2 pudieron caminar sin aparato ortopédico.
Kukulka y Basmajian, 1975	2 hombres y 1 mujer de 42 a 48 años	Laceración de los tendones flexores de la mano	Rangos de movimiento de los dedos	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 9; b) 20 minutos; c) 3/semana.	Contracción de los músculos flexores de los dedos	Hidromasaje y terapia física.	6 de 17 articulaciones en 6 dedos readquirieron rangos de movimiento normales. En las 11 restantes hubo un incremento promedio de 48 grados.
Pinley, Himan, Standley y Ender, 1976	4 hombres y 2 mujeres de 14 a 31 años.	Parálisis cerebral atetoide	EMG del músculo frontal; habla y conducta motora fina y gruesa.	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 12; b) más de 50 minutos; c) no reporta.	Relajación del músculo frontal	4 de los 6 pacientes recibieron tratamiento farmacológico.	4 pacientes tuvieron una mejoría del 74% en las pruebas del habla; todos mejoraron un promedio de 82% en las pruebas de ejecución motora. La actividad EMG frontal disminuyó de 29 a 13 uv en promedio a pico.
Lee, Hill, Johnston y Saito horowski, 1976	18 adultos de 31 a 79 años	Hemiplejía	Actividad EMG del músculo deltoides afectado	Diseño contrabalanceado; 6 variaciones en el orden de 3 condiciones: RAEMG - RABEMG placebo - No RAEMG	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 3; b) 5 minutos; c) 1/día.	20 contracciones consecutivas del músculo deltoides de 5 segundos cada una.	No reporta	Los niveles EMGs no cambiaron significativamente durante los ensayos de entrenamiento
Woodriddle y Russell, 1976	5 hombres y 7 mujeres de 3 a 10 años	Parálisis cerebral infantil	Posición de la cabeza	Estudios de caso	a) visual y auditiva; b) sí; c) sí.	a) no específica b) "varias horas al día" c) diario.	Mantener la cabeza en una posición neutral bajo diferentes situaciones de tratamiento (sesión de clases, actividades cotidianas y sesiones individuales)	No reporta	Todos los sujetos respondieron en algún grado al entrenamiento. 3 se mostraron una mejoría con la RAB pero no evidenciaron continuidad en ésta. 6 mostraron una mejoría consistente con la RAB. Los 3 restantes demostraron y mantuvieron la mejoría en la habilidad adquirida con y sin la RAB.

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEUROMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLOGICA (Continuación)

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en caso; c) reforzadores adicionales.	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Carlson y Gale, 1977	6 hombres y 5 mujeres (no especifica edades)	Dolor de la articulación temporomandibular	-Actividad EMG -Reporte de dolor	Estudios de caso	a) visual; b) no reporta; c) no reporta.	a) 6 a 18; b) no reporta; c) no reporta.	Relajación del m. masetero con RAEMG	No reporta	2 pacientes dejaron de reportar el dolor; 2 estuvieron "prácticamente libres del síntoma"; en 6 se observó algún grado de mejoría desde ligera hasta importante; un paciente permaneció sin cambios.
Finley, Niman, Standley y Wansley, 1977	2 hombres y 6 mujeres de 6 a 10 años	Parálisis cerebral espástica	Actividad EMG del m. frontal Habla y conducta motora fina y gruesa	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) si (dinero, dulces, juguetes)	a) 20; b) 30 min; c) 1/semana.	Relajación del m. frontal con RAEMG	No reporta	Los niveles EMGs frontales disminuyeron de 22 μ v pico a pico a 14 μ v. La medida combinada del habla y la conducta motora descendió de 190,5 a 91,5.
Peck, 1977	1 mujer de 50 a.	Blefaroespasmos	Actividad EMG de los m. frontal y orbicularis oculi Frecuencia del parpadeo	Estudio de caso sistemático: A - R - C A= Línea Base B= Retroalimentación EMG falsa C= RAEMG verdadera.	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 19; b) 20 min.; c) 2-3/semana.	Relajación de los músculos frontal y orbicular	No reporta	Frecuencia de los espasmos en 20 min.: A=1300; B=1600; primeras tres sesiones de C=1062, últimas tres sesiones=14. Niveles EMG integrados: A=30; B=20; primeras tres sesiones de C=15,3, últimas tres sesiones=7,2
Jankel, 1978	1 mujer de 28 a.	Parálisis de Bell	Actividad EMG del masetero, zigomático y orbicularis oculi. Función motora	Estudio de caso	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 15; b) 30 min.; c) diario	Contracción de los músculos blanco	No reporta	Normalización del desplazamiento de la mandíbula; movimientos faciales simétricos; supresión de la rotación ocular; reducción de la fibrilación; normalización de la conducción del zigomático y masetero. Cambios en la actividad EMG: masetero=10,4; zigomático=10,4; orbicular=9,1
Mroczek, Halpern y Mc Hugh, 1978	7 hombres y 2 mujeres (no especifica las edades)	Hemiparesia	Actividad EMG de los extensores de la muñeca (n=7) y del bíceps (n=2)	Diseño de comparación de dos grupos (diseño cruzado) Gpo. 1: Terapia Física - RAEMG Gpo. 2: RAB - Terapia Física.	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 12; b) 30 min.; c) 3/semana.	Contracción de los músculos blanco de acuerdo al formato de entrenamiento de cada grupo	Terapia física	El Gpo. 2: El EMG incrementó 23,4 μ v con la RAB y 21,1 con la T.F.; el rango de movimiento incrementó un prom. de 14,4% con la RAB y un 18,3% con la T.F. En el Gpo. 2: el EMG aumentó 14,6 μ v con la T.F. y 29,6 con la RAB; los incrementos en el rango de movimiento promedio fueron 7,9 y 6,7% respectivamente.

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEUROMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLÓGICA (Continuación)

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Skrotzky, Gallonstein y Ostering, 1978	3 hombres y 1 mujer de 11 a 29 años	Parálisis Cerebral Espástica	Actividad EMG del m. gastrocnemio Rango de movimiento de la articulación del tobillo	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 20; b) no específica; c) 2/día durante 10 días consecutivos	Relajación del gastrocnemio y contracción del tibial anterior (alternadamente)	No reporta	El rango de movimiento incrementó de la LB al tratamiento un promedio de 4.3 a 17 grados. La actividad EMG del gastrocnemio disminuyó entre un 90% y 99% en cerca de 5 seg. en algunos pacientes durante los periodos de REMG.
Borman, Baker y Waters, 1979	15 adultos. No reporta edades ni sexo	Hemiplejía	Fuerza de rotación y rango de movimiento de la muñeca paralítica	Diseño de comparación de dos grupos aleatorios: Epo. exp.: RAB + estimulación eléctrica + TF Epo. control: TF solamente	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 40; b) 30 min.; c) 2/día, 5 días a la semana	Retroalimentación de la posición de la muñeca, la cual al alcanzar un umbral prefijado, generaba un impulso eléctrico que activaba los m. extensores de la muñeca.	Terapia física y estimulación eléctrica	Incrementó del 280% en la fuerza de la rotación. Incremento en el rango de movimiento de un 200%. Los pacientes del grupo control no mostraron cambios significativos en la primera variable y sólo incremento del 50% en el rango de movimiento.
Bruday, Koroin, Grynbaum, Belandres y Gianustos, 1979	39 hombres y 31 mujeres de 12 a 78 años	Hemiparesia	Actividad EMG y capacidad funcional del miembro superior afectado.	Diseño de un solo grupo (A - B)	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 24 a 66; b) no reporta; c) no reporta	Entrenamiento de patrones de tensión-relajación de grupos musculares antagonistas para coordinar movimientos funcionales	No reporta	43 de los pacientes (67%) lograron ganancias funcionales significativas, de habilidades de autocontrol hasta movimientos hábiles de prehensión.
Alcaraz, Castro, de la Cruz y del Valle, 1980	3 hombres de 30 a 54 años y 1 mujer de 16 años	Hemiplejía y hemiparesia izquierda	Actividad EMG (apreciación visual). Movimiento de la articulación del tobillo, extensión y supinación de la muñeca y los dedos de la mano.	Estudios de caso	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a) 60; b) 30 min.; c) no reporta	a) contracción de los m. peroneos; b) relajación del m. tibial; c) contracción de los m. radiales; d) retroalimentación verbal del movimiento.	No reporta	Mejoría de la paresia y reinstalación de los movimientos blancos; mejoría en la sensibilidad superficial (presión y temp.); participación de la propiocepción; desaparición del clonus; incremento de la temp. en los miembros paréticos.
Hurd, Pogram y Hepozuceno, 1980	12 "pacientes" de 19 a 77 años	Hemiplejía	Actividad EMG integrada y rangos activos del movimiento del tobillo y del hombro	Diseño de grupos aleatorios: Grupo I=RAEMG contingente. Grupo II=RAEMG "simulada" Grupo III=Terapia física.	a) visual y auditiva; b) no reporta; c) no reporta	a), b) y c) no reporta	Contracción del m. tibial anterior y contracción del m. deltoides	Terapia física	Los 3 grupos lograron incrementos significativos en las 2 Vds. No hubo diferencias significativas entre el grupo con retroalimentación contingente y el grupo II, aunque ambos fueron significativamente mejores que el grupo de músculos sin entrenamiento.

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEURONMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLOGICA (Continuación)

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales.	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Koehl y Mandel, 1980	1 mujer de 53 a.	Hemiplejía	Rango de movimiento de la articulación de la rodilla, a través de un índice de error (medida que combinaba diferentes aspectos de la marcha de la paciente).	Estudio de caso sig. temático: A ₁ -B ₁ -A ₂ -BC-A ₃ - B ₂ -A ₄ A=Línea Base B=Terapia Física C=RB	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 10; b) no reporta; c) no reporta	Retroalimentación del ángulo de la rodilla para mantenerla dentro de un rango predefinido y evitar la hiperextensión de la pierna	Terapia Física	Índice de error: A ₁ =1.1; B ₁ =0.91; A ₂ =1.02; BC=0.0; A ₃ =0.0; B ₂ =0.2; en A ₄ se mantuvieron las ganancias alcanzadas.
Middaugh y Miller 1980	12 pacientes de 20 a 54 años	Paresia secundaria a lesión cefal (n=6) o lesión en el SNP	Actividad EMG	Diseño de un solo grupo	a) auditiva; b) no reporta; c) no reporta.	a) 2; b) 3 min.; c) no reporta	6 contracciones sostenidas de 30 segs. c/u por sesión. La RAEMG fue proporcionada sólo la mitad de los ensayos.	No reporta	En la sesión 2 la actividad EMG fue mayor durante los ensayos de contracción con la RAEMG para ambas categorías de sujetos (con lesión en el SNC o periférico). No se encontró ninguna relación entre los datos, el tipo de lesión, su duración o la edad de los pacientes.
Santee, Keister y Kleinman, 1980	3 mujeres y 2 hombres de 20 a 63 años	Hemiplejía	Actividad EMG integrada de los músculos tibial anterior y gastrocnemio; rango activo de movimiento del tobillo afectado.	Diseño de un solo grupo: LB-RAEMG-RAEMG-SEG. LB=Línea Base RAEMG-Retroalimentación EMG \$=Incentivos SEG.=Seguimiento	a) auditiva; b) si; c) si (dinero).	a) no especifica; b) 20 min.; c) 3/día.	Contracción del m. tibial anterior 10 min. y los siguientes relajación del gastrocnemio, en las sesiones en casa. En el laboratorio, se otorgaba RAEMG para la dorsiflexión del pie durante 10 segs. y 40 segs. para relajación de ambos músculos.	Terapia Física	Todos los pacientes lograron relajar ambos músculos del periodo de LB al de seguimiento (un mes después del estudio); el gastrocnemio de 39.9 uv a 1.3 uv, y el tibial anterior de 5.6 a 1 uv. Durante la dorsiflexión el EMG aumentó de la LB al periodo de RAEMG y de éste al de RAEMG + \$ y lo contrario ocurrió para el gastrocnemio. El rango de movimiento incrementó 70.
Ladd, Lacaille, O'Brien, y Brozman, 1981.	5 pacientes de 20 a 22 años	Lesión nerviosa periférica	Actividad EMG y actividad funcional	Estudio de caso	a) auditiva y/o visual; b) no reporta; c) no reporta.	a) no especifica; b) no especifica; c) 2/semana.	a) Incremento en la actividad neuromuscular máxima voluntaria; b) inhibición de la actividad antagonista interferente; c) aumento del control neuromuscular fino	No reporta	Cambios significativos en 9 de los 11 músculos entrenados en el incremento de la actividad neuromuscular; incrementos significativos en los 3 músculos entrenados para disminuir la actividad antagonista interferente; aumento significativo del control neuromuscular fino del paciente entrenado en este aspecto

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEURO MUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE REPROALIMENTACION BIOLÓGICA (Continuación)

AUTOR (ES)	SUJETO (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	REPROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales.	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRA- TAMIENTO	RESULTADOS
Martin, 1981	6 mujeres de 40 a 63 años.	Tortícolis espasmodica.	-EMG de los músculos cervicales. -Rangos de movimiento del cuello. -Tiempo promedio que los pacientes podían mantener la cabeza derecha.	Estudios de caso sistemáticos: A-B-BC-C-BC A= Línea Base B= RAEEMG C= Práctica en casa.	a) auditiva; b) sí; c) no reporta.	a) 15; b) 20 min.; c) 3/semana.	Fase B: Disminución del EMG del m. espinocefalocervical; Fase C: Movimiento de cabeza u oblicuo inferior; Fase D: Mover el cuello en 3 direcciones con reproalimentación de un espejo, relajación en discusiones de tensión y disminución de prácticas motoras asintóticas.	Entrenamiento en relajación (Hooper-Lazarus)	Los niveles EMG disminuyeron significativamente de la fase A (9-1 uv) al post-tratamiento (5,9) y al seguimiento (6,6). Cambios en los rangos de movimiento en las direcciones esperadas, aunque no correlacionados con los cambios electromiográficos.
Balliet, Shinn y Bach-y-Rita, 1982.	3 mujeres y 1 hombre de 21 a 65 años.	Parálisis facial.	Actividad EMG de diferentes músculos de la cara. "Control voluntario" de los movimientos faciales.	Estudios de caso.	a) auditiva y visual; b) no reporta; c) no reporta.	a) no especifica; b) 1 hora; c) 2 a 3/semana durante 7 a 8 semanas.	a) relajación de todos los m. de la cara; b) control fino de m. aislados del lado sano; c) control fino de m. aislados del lado afectado.	a) relajación con RAEEMG frontal o del antebrazo; b) modificación de hábitos conductuales; c) ejercicios de estimulación de la cara; d) ejercicios de acción específica; e) práctica de expresión general de estas dos acciones	Todos los pacientes alcanzaron una mejoría del 44% al 79% en la escala de Jansea (la cual comprende diferentes aspectos del control motor de los m. faciales).
Wolf y Binder-MacLeod, 1983.	10 hombres y 12 mujeres con una edad promedio de 55.3 años.	Hemiplejía	Medidas neuromusculares y actividades funcionales que hacen un total de 167 variables.	Diseño de comparación de dos grupos: Experimental (pacientes) Control (sujetos normales).	a) auditiva y visual; b) no reporta; c) no reporta.	a) 60; b) 45 a 60 minutos; c) 2 a 3/semana en un rango de 5	1)relajación de m. espásticos; 2)contracción de los antagonistas; 3) continuación hasta grupos musculares más distales, desde movimientos articulatorios aislados, hasta esfuerzos manipulativos más finos.	No reporta	Cambios significativos en 21 variables neuromusculares pero solamente en 4 medidas funcionales.

TABLA 2. ESTUDIOS SOBRE REHABILITACION NEURONMUSCULAR QUE HAN EMPLEADO LA TECNICA DE RETROALIMENTACION BIOLOGICA (Continuación).

AUTOR (ES)	SUJETOS (S)	TRASTORNO (S)	VARIABLE (S) DEPENDIENTE (S)	TIPO DE ESTUDIO	RETROALIMENTACION a) medio; b) práctica en casa; c) reforzadores adicionales.	SESIONES a) cantidad; b) duración de una; c) frec.	ENTRENAMIENTO	OTRO TRATAMIENTO	RESULTADOS
Inglio, Donald, Hanga, Sproule, y Young, 1984.	20 mujeres y 10 hombres con una edad promedio de 60.7 años.	Hemiplejia (8 sa derecha y 22 izquierda).	<p>-Fuerza de la actividad muscular del hombro, codo, antebrazo, muñeca y mano de la extremidad afectada.</p> <p>-Rangos activos de movimiento de las articulaciones de la extremidad afectada.</p> <p>-Goniometría "fotográfica".</p> <p>-Fases de recuperación funcional.</p>	<p>Diseño de comparación de dos grupos:</p> <p>a) Grupo experimental: BAEMG + T.F.</p> <p>b) Grupo control: T.F. sola</p>	<p>a) visual y auditiva;</p> <p>b) no reporta;</p> <p>c) no reporta.</p>	<p>a) 20;</p> <p>b) 60 min.</p> <p>c) 3/semana.</p>	<p>Establecer un control muscular diferencial a través de la relajación y la contracción, y para incrementar la fuerza. Complementar la T.F.</p>	<p>Terapia física.</p>	<p>Ambos grupos se beneficiaron de sus respectivos programas de tratamiento. Pero, la BAEMG demostró tener un efecto adicional en términos de un mayor incremento en un mayor número de variables dependientes. También, cuando los pacientes del Grupo control recibieron la BAEMG se observaron beneficios semejantes.</p>

trabajos a este respecto; también se han realizado algunos experimentos en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, desafortunadamente estos no han sido publicados.

Actualmente, en este último Instituto, la Dra. Xóchitl Callegos de la Facultad de Psicología desarrolla una investigación sobre el tratamiento de la parálisis facial con RAMG.

Por otro lado, de entre los autores más citados y a quienes se les reconoce como autoridades en el área destacan el Dr. John V. Basmajian y el Dr. Steven L. Wolf de la Universidad Emory en Atlanta y el Dr. Joseph Brucny, del Centro Médico Universitario de Nueva York.

La muestra de estudios de la Tabla 2 comprende trabajos realizados entre 1960 y 1984.

2.2.2 Sujetos, sexo y edad.

Los experimentos descritos abarcan una muestra de 395 pacientes. Entre ellos hay 131 hombres y 128 mujeres. Para los 136 restantes no se especifica el sexo. Las edades fluctúan entre los 3 y los 79 años. Este último dato se determina con base en los trabajos que reportan por lo menos el rango de edad de sus pacientes, ya que hay trabajos que solamente publican la edad promedio de sus sujetos (v.gr. Wolf y Binder-Macleod, 1983) o ni aún eso (v.gr. Andrews, 1968; Carlson y Gale, 1977; Mroczek, Halpern y McHugh, 1978; Bowman, Baker y Waters, 1979).

Dentro del conjunto de trabajos que comprende esta revisión, ninguno ha investigado de manera sistemática alguna característica en particular de los sujetos que han participado en ellos. Algunos datos al respecto, que por lo demás son contradictorios, se han obtenido como parte de las observaciones realizadas por los investigadores, pero no como el objetivo principal.

2.2.3 Trastornos.

La Tabla 3 muestra la distribución de los pacientes en las diferentes categorías de desórdenes motores que han sido tratados con los procedimientos de RAB.

TABLA 3. DESORDENES MOTORES QUE HAN SIDO TRATADOS CON LA RAB

CATEGORIA	No. DE PACIENTES	PORCENTAJE
Hemiplejía	110	30.1
Hemiparesia	120	32.9
P. C. I.	45	12.3
Parálisis facial	7	1.9
Tortícolis	39	10.7
Síndrome de la articulación temporo-mandibular (ATM)	11	3
Espasmos faciales	4	1.1
Distonías	5	1.4
Secuelas poliomiélticas	4	1.1
Daño nervioso periférico	13	3.6
Otros desórdenes	7	1.9

Como se puede observar en ésta, el espectro de trastornos está dominado ampliamente por dos categorías que frecuentemente aparecen juntas: la hemiplejía y la hemiparesia (63%). Por otro lado, se puede apreciar la amplia gama de desórdenes que han sido susceptibles de ser tratados con las técnicas de RAB, desde aquellas con una etiología aún oscura (v.gr. la tortícolis), los que tienen en su origen hábitos de conducta inadecuados (v.gr. el síndrome de la ATM), hasta aquellos con una etiología muy compleja (v.gr. la P. C. I. o las hemiplejías).

2.2.4 Variables dependientes.

Son dos las variables dependientes las que se han empleado en los trabajos sobre rehabilitación neuromuscular con RAB. Primero, la actividad EMG procesada a través de diferentes parámetros, desde el EMG en bruto apreciado visualmente en un registro poligráfico (v.gr. Alcaraz y col., 1980), hasta sometida a análisis computarizados muy sofisticados (v.gr. Bradny y col., 1979; Wolf y Binder-Macleod, 1983).

Sin embargo, el parámetro empleado comunmente es el del EMG integrado, el cual representa el promedio de la razón de la amplitud (medida en microvolts, u v) entre la frecuencia de la onda, en un intervalo determinado.

La segunda variable dependiente frecuentemente empleada es un conjunto de actividades funcionales las cuales dependen del grupo muscular de que se trate. Estas habilidades van desde ejemplos de movimientos gruesos como flexionar el brazo o el pie o mantener la cabeza en una posición determinada, hasta habilidades que implican un control motor más fino, como la prehensión manual, los movimientos faciales o el habla. También, dentro de esta modalidad de variable dependiente están comprendidas algunas medidas musculares convencionales como son la fuerza de la flexión o la rotación de alguna articulación y la medición de los rangos pasivo y/o activo de movimiento.

De los estudios revisados, 8 emplean solamente la actividad EMG como variable dependiente, 10 recurren a la medición de actividades funcionales y los 15 restantes utilizan alguna combinación de ambas.

2.2.5 Tipo de estudio.

Al evaluar la eficacia de la RAB como aproximación terapéutica para los problemas neuromusculares es necesario prestar particular atención a los diseños experimentales empleados sobre los cuales se sustentan los datos encontrados; el uso de diseños adecuados (potentes) puede solucionar

el problema frecuentemente representado por la escasez de sujetos experimentales.

Entre los trabajos descritos en la Tabla 2 la mayoría la constituyen estudios que han empleado diseños cuasixperimentales de un solo grupo del tipo A-B (n=15), con una fase sin tratamiento (A) y otra con tratamiento (B). En el análisis de resultados propio de este diseño se comparan medidas de la variable dependiente obtenidas en la fase B, con las mediciones basales observadas en la fase A.

En segundo lugar aparecen los reportes de estudio de caso, tanto múltiples o individuales, como sistemáticos o no sistemáticos. El número de estudios dentro de esta categoría es de 12. Siendo solamente 3 estudios de caso sistemáticos (1 múltiple y 2 individuales).

En tercer sitio aparecen sólo 6 trabajos que han empleado diseños de comparación de dos o más grupos. Dos estudios han ensayado una combinación de RAEMG y terapia física (TF) en comparación con un grupo de sólo TF (Basmajian, Kukulka, Narayan y Takebe, 1975; Inglis, Donald, Monga, Sproule y Young, 1984). Un solo trabajo ha comparado el orden de los tratamientos, RAEMG seguida de TF y viceversa (Mroczek, Halpern y McHugh, 1978). Bowman, Baker y Waters (1979) compararon a un grupo que recibía retroalimentación del ángulo de la articulación de la muñeca y estimulación eléctrica con un grupo que sólo recibía TF. El único estudio que ha trabajado con 3 grupos es el de Hurd, Pagram y Nepomuceno (1980), quienes compararon a un grupo de TF con uno de RAEMG verdadera y otro de RAEMG "simulada". Por último, solamente un trabajo ha comparado a la RAEMG con un grupo control sin tratamiento (Wolf y Binder-Macleod, 1983).

2.2.6 Retroalimentación.

Este apartado describe las modalidades sensoriales de retroalimentación que se han empleado, así como, la frecuencia de la indicación de la práctica

en casa y el empleo de reforzadores adicionales en los programas de tratamiento.

a) Medio sensorial.

La retroalimentación de la actividad EMG se ha hecho mediante estímulos visuales (n=2), auditivos (n=12), audiovisuales (n=19) y a través de estimulación eléctrica (n=1). La naturaleza particular de estos estímulos es muy variable entre los estudios descritos en la Tabla 2.

Como se indicó en el capítulo anterior, la función del estímulo retroalimentador es indicarle al sujeto si está cumpliendo o no con la tarea y en qué grado lo está haciendo. La información que se le suministra es de distinta calidad y depende del sistema de retroalimentación que se utilice: Un sistema binario informa al sujeto solamente si la actividad de la respuesta blanco está cumpliendo o no con un criterio prefijado. Un sistema proporcional indica, además de lo anterior, la magnitud de la actividad presente, pues se basa en el uso de estímulos cuya intensidad varía continuamente en proporción directa a alguna característica de la actividad que se retroalimenta.

De los trabajos incluidos en la Tabla 2 la gran mayoría recurre al empleo de la retroalimentación proporcional y solamente uno (Koheíl y Mandel, 1980) emplea un sistema de retroalimentación binario.

Ningún estudio ha investigado alguna posible diferencia entre el empleo de la retroalimentación a través de diferentes modalidades sensoriales, ni entre sistemas de información.

b) Práctica en casa.

La inclusión de este aspecto es importante, en la medida de que la práctica en casa de las habilidades que se entrenan en el consultorio o laboratorio, ha sido sugerida como una estrategia útil para la transferencia de los efectos del entrenamiento a las situaciones ambientales cotidia-

nas de los pacientes (Budzynski, Stoyva, Adler y Mullaney, 1973).

A pesar de esto, sólo 6 trabajos emplean alguna forma de práctica en casa como una parte del programa de tratamiento propuesto (Booker y col. 1969; Johnson y Garton, 1973; Brudny, Grynbaum y Korein, 1974; Martin, 1981; Santee y col., 1980; Wooldridge y Russell, 1976). Estas formas de práctica en casa van desde el ensayo de ejercicios frente a un espejo, hasta ejercicios de relajación o el uso de aparatos de RAEMC portátiles.

Además, ninguno de esos estudios ha investigado particularmente la contribución o el papel de la práctica en casa en los programa de reeducación que han empleado.

c) Empleo de reforzadores adicionales.

De las investigaciones revisadas, solamente cuatro incluyen dentro de su procedimiento el empleo de algunas formas de reforzadores adicionales (Brudny, Korein, Levidow, Grynbaum, Lieberman y Friedman, 1974; Wooldridge y Russell, 1976; Finley y col., 1977; Santee y col, 1980).

en este punto, es importante aclarar que el empleo que se da al término reforzador entre estos cuatro trabajos hace referencia a eventos que no se ajustan a la definición formal de este concepto (i.e. aquel evento que incrementa la probabilidad de la presentación de una respuesta en una ocasión subsecuente).

De esta manera, tenemos que Brudny y col, (1974) llaman reforzador a la acción de observación frente a un espejo por parte de los pacientes de los cambios funcionales alcanzados en el tratamiento. Wooldridge y Russel (1976) emplean galletas y estampas sin especificar los criterios para su aplicación. Finley y col. (1977) utilizan dinero, dulces, juguetes, etc. pero tampoco aclaran la forma en que los emplean.

Por su parte, el trabajo de Santee y col. (1980) es el único que

intenta un manejo sistemático de lo que él llama incentivos (en este caso dinero). Primero, comparando dos etapas del tratamiento, una con retroalimentación electromiográfica (RAEMG) solamente, y otra con RAEMG más los incentivos monetarios. Segundo, estableciendo criterios específicos para la obtención del dinero (porcentajes del incremento en la actividad EMG integrada en el músculo tibial anterior, de una semana a la siguiente).

Así, a pesar de que en varios de los trabajos de la Tabla 2 se comenta la importancia de la motivación para la ejecución de los pacientes, sólo uno ha explorado este factor de manera formal. Aparte, está el problema conceptual del término reforzador, ya que mientras algunos se refieren a la información que obtiene el sujeto como retroalimentación, otros la denominan reforzador. Acerca de este problema Yates (1980) ha discutido un poco y se comentará más ampliamente en el siguiente capítulo de este trabajo.

2.2.7 Sesiones.

Este apartado describe tres aspectos relacionados con la duración de los tratamientos que se enumeran en la Tabla 2: (a) el número de sesiones empleado, (b) la duración de cada una de ésta y (c) su frecuencia, casi siempre teniendo como unidad a la semana.

a) Número de sesiones.

El rango del número de sesiones de los trabajos revisados va desde 1 sesión de tratamiento (Andrews, 1964), hasta 66 para algunos de los pacientes reportados en el trabajo de Brudny y cols. (1979). La Tabla 4 presenta un arreglo de diferentes rangos de sesiones y el número de estudios que caen dentro de cada uno de ellos.

Como se puede apreciar en esta Tabla el rango de sesiones empleado con más frecuencia es el de 11 a 20. Sorprendentemente, es importante el número de trabajos (27%) que no especifican o reportan la cantidad de

sesiones que emplearon.

SESIONES	TRABAJOS
1 - 10	7
11 - 20	12
21 - 30	1
30	4
No específica	9

Tabla 4. Número de estudios sobre reeducación neuromuscular que emplean una cantidad de sesiones dentro de los rangos que se muestran a la izquierda en la tabla.

Por otra parte, no se ha estudiado el efecto de emplear diferentes cantidades de entrenamiento. Ni todos los autores de los trabajos justifican por qué emplean el número de sesiones que utilizan.

b) Duración de las sesiones.

La duración de las sesiones de tratamiento de los trabajos revisados es altamente variable y va desde sesiones de 3 minutos (Middaugh y Miller, 1980) hasta sesiones de una hora. El periodo empleado con más frecuencia es el de 30 min. (reportado en 8 de los trabajos). En segundo lugar se encuentran las sesiones de 20 min. de duración (n=5). De nuevo, sorprende el número de trabajos que no reporta o especifica la duración de sus sesiones de tratamiento (n=8).

Asimismo, ningún estudio ha evaluado las diferencias de emplear sesiones con diferentes duraciones. Vale la pena comentar que el trabajo que emplea las sesiones más breves (Middaugh y Miller, 1980) es uno de los pocos que utilizan un diseño bien controlado, y que además demuestra la especificidad del efecto de la RAEMG -sin contar además que aunque las sesiones son de 3 min., los pacientes sólo disponen de la RAEMG la mitad del tiempo.

En cambio, el trabajo de Lee y col. (1976) que también emplea sesiones cortas (5 min.) reporta cambios no significativos en la actividad EMG.

c) Frecuencia de las sesiones.

A este respecto el panorama no cambia mucho. Las opciones son variadas y van desde entrenamiento que recurren a 3 sesiones por día durante 6 semanas consecutivas (Santee y col, 1980), hasta sesiones que se realizan una vez a la semana ($n=2$) (Johnson y Garton, 1973); Finley y col., 1977). La frecuencia más reportada es la de 3 sesiones por semana. Sin embargo, aquí también es abundante el número de trabajos que no especifica o reporta la frecuencia de sus sesiones ($n=9$).

Tampoco, existe alguno que compare frecuencias de tratamiento diferentes.

2.2.8 Entrenamiento.

Los procedimientos de reeducación neuromuscular con retroalimentación biológica que se describen en la Tabla 2 pueden agruparse, de acuerdo a sus objetivos particulares, en 3 grupos: i) aquellos que intentan relajar los músculos excesivamente tensos, ii) los que entrenan la contracción de grupos musculares flácidos y, iii) los que entrenan la producción de movimientos coordinados.

Puede existir una cuarta categoría en virtud de que estos grupos no son excluyentes, y por lo tanto, un programa de tratamiento puede incluir dos o los tres conjuntos de estrategias, principalmente, de manera secuenciada.

Por otra parte, dentro del tercer grupo se ha considerado pertinente incluir a los trabajos que entrenan el control de los movimientos atetoides de la cabeza en las personas con PCI. Esto, con base en el hecho de que, si bien no se entrena el control muscular directo (a través del EMG), éste sí se lleva a cabo de forma indirecta a partir de la retroalimentación de la postura de la cabeza la cual se ofrece a través de un casco especialmente diseñado (v. Wooldridge y Russell, 1976).

De esta manera, se tiene que 18 de los estudios de la Tabla 2 entrenan la contracción de uno o más grupos musculares; 13 entrenan la relajación y 8 se interesan en la readquisición de movimientos coordinados²

Asimismo, 5 trabajos emplean procedimientos de retroalimentación diferentes al tradicional de la RAEMG. Así, Harris, Spelman y Hymer (1974) y Wooldridge y Russell (1976) diseñan y emplean, cada uno por su cuenta, un dispositivo que informa a los sujetos -en ambos casos, pacientes con PCI- acerca de las desviaciones de la cabeza del eje vertical. Harris y col. (1976) también utilizan un equipo que retroalimenta los cambios en la posición de un brazo. Por su parte, Spearing y Poppen (1974) recurren a un dispositivo portátil que registra y retroalimenta a través de un tono el tiempo que se arrastra el pie durante la marcha. Finalmente, dos estudios diseñan y emplean dispositivos para retroalimentar la posición de articulaciones. Bowman y col. (1979) usan uno para entrenar el movimiento de la articulación de la muñeca y Koheil y Mandel (1980) utilizan otro para la rodilla.

2.2.9 Otros tratamientos.

Bajo este rubro se mencionan a todos aquellos procedimientos diferentes a la RAB que se emplean simultáneamente con ésta dentro de los programas de tratamiento que se resumen en la Tabla 2.

Así, 16 de los trabajos recurren a otros tratamientos. La terapia física es empleada en 9 de estos estudios. Los demás trabajos recurren a una variedad de estrategias, entre ellas están la medicación la estimulación eléctrica, el hidromasaje, el entrenamiento en relajación, la prác-

² Como es evidente, la suma de los trabajos rebasa los 33 incluidos en la Tabla 2. Esto se explica por el hecho de que varios de los trabajos incluyen 2 o más estrategias de entrenamiento dentro de sus programas de rehabilitación.

tica sistemática frente a un espejo y la modificación de hábitos conductuales, entre otras.

2.2.10 Resultados

La tarea de describir detalladamente los resultados de los estudios consultados se torna bastante compleja en virtud de la amplia variedad de desórdenes, variables, sujetos y procedimientos empleados. A esto se aúna el hecho de que son varios los trabajos que ofrecen sus resultados de manera cualitativa en términos de mejoría en la función que se haya entrenado.

Sin embargo, al intentar cuantificar aquellos casos en los cuales el entrenamiento con RAB no fue efectivo se observa un hecho muy interesante. Los trabajos que, por la descripción de sus resultados, permiten determinar este número de sujetos son los siguientes: Andrews (1964), Johnson y Garton (1973), Cleeland (1973), Brudny y col. (1974), Lee y col. (1976), Carlson y Gale (1977) y Brudny y col. (1979). El número total de los pacientes que participaron en estos trabajos es de 175 de los cuales 69 reciben mínimos o ningún beneficio de los programas de tratamiento que reciben. Estos 69 casos representan el 39.4% del total. El hecho interesante, sin saber hasta que punto es casual, es que en los trabajos de Brudny y col. (1974) y Brudny y col. (1979) el porcentaje de pacientes calificados como no exitosos es de 38.8% y 39% respectivamente. Es decir, pareciera existir un porcentaje estable de pacientes que, por alguna razón, no se benefician de los programas de rehabilitación muscular que contienen como elemento principal a la RAB. Este punto se discutirá más ampliamente en el siguiente capítulo.

de rehabilitación hacia condiciones más deseables. Este problema comprende no sólo a las necesidades de infraestructura instrumental, sino que repercute definitivamente en el método de estudio de la actividad músculo-esquelética y en el desarrollo de una tecnología avanzada y pertinente al tratamiento y rehabilitación integral de las personas con trastornos neuromotores.

3.2 Sujetos.

Respecto a los sujetos para quienes sería pertinente emplear la RAB, se puede partir de la siguiente cuestión: ¿existen características de los pacientes que funcionen como predictoras de los resultados después de un tratamiento con RAB?

Con base en la revisión efectuada no parecen existir, a primera vista, características obvias en los pacientes que permitan predecir el resultado de un tratamiento con RAB. Aunque en un momento algunos autores han sugerido la interacción de algunas variables propias de los sujetos con el resultado del tratamiento (Brudny y col., 1979), la evidencia apunta hacia la inexistencia de tal interacción (Ince, Leon, y Christidis, 1984; Middaugh y Miller, 1980; Wolf, Baker y Kelly, 1979, 1980), incluso aquella que se refiere exclusivamente al tratamiento con los procedimientos de la terapia física (v. Wade, Langton Hower y Wood, 1984).

Sin embargo, con base en el porcentaje de pacientes no exitosos señalado en la categoría de resultados del capítulo anterior parecen existir, hipotéticamente, dos condiciones que limitarían el resultado con la terapia de RAB, ninguna de las cuales ha sido estudiada sistemáticamente.

La primera se refiere a la severidad de la disfunción motora. Wolf y Binder-Macleod (1983) observaron en sus resultados que los pacientes quienes alcanzaron los máximos beneficios funcionales del tratamiento con RAEMG habían mostrado en la evaluación pre-entrenamiento un rango activo

CAP. 3: CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan en las siguientes páginas están organizadas de acuerdo al análisis realizado para cada una de las categorías descritas en el capítulo anterior. Además, al final de este capítulo se plantearán algunas consideraciones respecto a las implicaciones profesionales de la RAB aplicada a la rehabilitación neuromuscular y el papel del psicólogo en este contexto.

3.1 Condiciones generales de la investigación.

La aplicación de la RAB al tratamiento de problemas neuromusculares se inició a principios de la década de los sesentas. Actualmente, se investiga sobre este tópico en diferentes países, pero sobre todo en los de mayor desarrollo científico-tecnológico.

En México, el empleo de esta técnica para este tipo de problemas ha sido muy esporádico. Una de las razones se refiere a las dificultades que existen para la producción de equipos y la consecuente dependencia de la instrumentación extranjera.

Otro aspecto que influye definitivamente es la falta de información entre los profesionales vinculados a esta área, de ahí su sorpresa y desconfianza cuando un profesional tradicional y aparentemente ajeno a la misma, propone el desarrollo de un trabajo como los que aquí se han descrito.

Desde luego, partiendo del supuesto de la conveniencia del desarrollo -en países como México- de este tipo de procedimientos, existen ahora opciones para producir un cambio en ese estado de cosas. Desde luego, este cambio no será espontáneo, sino que reflejará la evolución en la forma en que se concibe, por un lado, el fenómeno del control del movimiento voluntario; y, por otro, de la transformación de los programas

afirmación pierde solidez cuando se considera la elevada frecuencia de sesiones utilizada (3 al día), y aunque el entrenamiento reportado dura seis semanas, nunca se especificó el número total de sesiones, las que además se realizaban por cuenta de los pacientes.

Como este caso, hay bastantes más que conducen a serias dudas respecto a los datos que reportan (v.gr. Bowman y col., 1979; Finley y col., 1977; Hurd y col., 1980; Skrotsky y col., 1978; etc.).

Por otro lado, basados en su experiencia clínica, algunos autores hacen algunas sugerencias respecto al número, la frecuencia y la duración de las sesiones de tratamiento. Brudny (1981) por ejemplo, propone un tratamiento de de tres a cinco sesiones a la semana, de 30 a 45 minutos de duración con breves descansos interpolados. Asimismo, sugiere considerar un periodo mínimo inicial de tratamiento de ocho semanas para evaluar su eficacia, señalando que este periodo es suficiente para observar las primeras ganancias significativas del entrenamiento; ya que si el paciente no demuestra cambio alguno en este periodo hay muy poca razón para continuar.

Por su parte, Olton y Noonberg (1980) sugieren que las características del entrenamiento se determinen por las habilidades y la energía del paciente, proponiendo que se programen periodos de entrenamiento breves varias veces al día, ya que sesiones más largas pueden conducir a la fatiga y reducir el control motor.

Sin duda la experiencia clínica es importante, pero, es necesaria investigación dirigida a precisar algunos criterios estables para determinar la duración y la frecuencia de las sesiones de tratamiento; esto también permitirá la comparación entre diferentes estudios.

3.8 Entrenamiento.

Estrechamente vinculado al punto anterior, las estrategias específicas de la reeducación neuromuscular con RAB que se han propuesto se ape-

gan a un esquema lógico (i.e. relajación de la musculatura espástica, contracción de la flácida y coordinación de movimientos). Visto superficialmente, no parecen haber grandes problemas para aceptar dicho esquema. Sin embargo, al considerar algunos aspectos específicos de los procedimientos empleados se encuentran diferencias importantes las que, nuevamente, dificultan o imposibilitan la replicación con la duda consecuente sobre la validez o generalidad de los datos reportados en cada estudio. Considerese solamente que muchos trabajos no describen los instrumentos empleados, el tipo y colocación de los electrodos, los músculos probados, los métodos de análisis de datos (algunos omiten los datos por completo), o la naturaleza exacta de las tareas de los sujetos. Sin esta información, aceptar definitivamente las conclusiones de varios de los estudios revisados parece ser algo "temerario". El único hecho aceptado con más confianza es el de la realidad del entrenamiento del control de unidades motoras individuales y múltiples, sustrato necesario de toda la aproximación terapéutica (Basmajian, 1974; Ince y col., 1984; Wolf y Binder-Macleod, 1983).

3.9 Otros Tratamientos.

Desde el punto de vista clínico, se acepta que las técnicas de RAB deben ser consideradas como un complemento de los diferentes esquemas de terapia física (Mroczec y col., 1978; Brdny y col., 1979; DeBacher, 1979; DeBacher y Basmajian, 1977). Sin embargo, es necesaria investigación que emplee controles adecuados para establecer el papel específico de una y otra aproximación. De hecho, existen resultados contradictorios respecto a este punto, como lo indican los datos de Lee y col. (1976), Hurd y col. (1980) y el de Middaugh y Miller (1980).

Por otra parte, es probable -sin que haya evidencia al respecto- que en algún punto del tratamiento pueda resultar útil cambiar de la

nada al procedimiento, a menos, que las características de los pacientes les hagan difícil el logro de la meta (v.gr. retraso en el desarrollo, problemas de comprensión, etc.).

La segunda posible explicación es la confusión acerca del lazo de retroalimentación artificial que se establece mediante la RAB.

Es decir, algunos autores (Basmajian y col., 1975; Bowman y col., 1979; Brudny y col., 1974; Brudny y col., 1979; Swaan y col., 1974) conceden a la información de retroalimentación propiedades reforzantes inherentes, sin que hasta la fecha se justifique tal proposición. Ni en el sentido de incrementar la probabilidad de ejecución de la respuesta, puesto que el desarrollo de ésta no se asemeja a las curvas de aprendizaje típicas. Ni en la versión de servir de satisfactor de una pulsión o necesidad primaria, dado que nunca es apareada con algún reforzador en ese sentido (Yates, 1980).

En realidad, las cualidades de la información retroalimentada deben buscarse en el contexto de la teoría general de los sistemas y los servomecanismos (Anliker, 1977; Gaarder y Montgomery, 1977; Schwartz, 1977; von Bertalanffy, 1968; Yates, 1980).

1.7 Sesiones.

como se ha señalado en el análisis de la Tabla 2, los aspectos del número, la frecuencia y la duración de las sesiones de tratamiento es uno de los más variables y asistemáticos de los estudios revisados.

Estas diferencias hacen difícil la comparación entre estudios así como su replicación y la interpretación de los datos. Solamente como ejemplo considerese el caso del trabajo de Santee y col. (1980). El cual como ya se comentó, estudió el papel de los incentivo en este tipo de entrenamiento, concluyendo que su empleo favorece de manera significativa el logro de mayores incrementos en la función entrenada. Sin embargo, esta

laboratorio sobresaliente.

Ajustando este procedimiento de generalización a la hipótesis de Alcaraz, ocurriría que la sobrecarga súbita de estimulación exteroceptiva podría combatirse permitiendo a la respuesta entrenada "competir" con las variaciones ambientales que se fueran introduciendo en la situación de entrenamiento.

Una sugerencia semejante ha sido planteada por Bach-rita (1980) aunque desde el marco de la plasticidad Cerebral.

La otra maniobra que tampoco ha recibido atención es sugerida por E. Taub (1980) y se basa en una importante línea de investigación con monos desafrentados que concluyó en la hipótesis del desuso aprendido para explicar la permanencia de la inutilidad en las extremidades superiores de monos con sección de una raíz dorsal.

En síntesis, Taub propone que una de las maneras de facilitar la readquisición de los movimientos funcionales, consiste en restringir los movimientos del miembro no afectado y de esta forma obligar al sujeto a emplear el miembro paralítico. Desde luego, esta aproximación resalta la importancia del arreglo medioambiental en el que se desenvuelven los pacientes.

c) Empleo de reforzadores adicionales. Como se ha señalado el uso de reforzadores en los trabajos sobre rehabilitación neuromuscular con RAB ha sido escaso. Esta situación se explica por dos hechos. El primero se relaciona con la concepción del fenómeno subyacente a la RAB por parte de algunos médicos. Es decir, suponer que el control de las funciones sometidas a entrenamiento es un acto volitivo y que por lo tanto el papel de la técnica en sí mismo, es ayudar al sujeto a encontrar la estrategia voluntaria más adecuada para ejercer el control (Basmajian, 1974, 1979). En este sentido, el empleo de los reforzadores no añade esencialmente

contracción muscular mediante RAEMG; y por el otro de una hipótesis de Alcaraz (Alcaraz y col., 1980) respecto a la razón por la que los pacientes pierden las ganancias alcanzadas en el laboratorio poco después de que lo abandonan.

Esta hipótesis plantea que ante una alteración de la estimulación aferente de los órganos del huso neuromuscular, la RAEMG suple a la propioceptiva y la corrige. Sin embargo, esto resulta mucho más sencillo bajo condiciones de estimulación exteroceptiva amortiguada (v.gr. la situación típica del laboratorio). En palabras de Alcaraz y col. (1980):

A medida que la estimulación por otras modalidades aumenta, entonces se produce una especie de enmascaramiento propioceptivo que va a hacer que se pierda el control ganado. Entonces la permanencia del control durante breve tiempo después de las sesiones de electromiografía, quizá se deba a que el reforzamiento obtenido...lleva a una fijación mayor de las señales propioceptivas de baja magnitud; sin embargo, conforme pasa el tiempo, las demandas de otros estímulos del medio, asociados también con el reforzamiento, es factible que conduzcan a que el paciente deje de realizar discriminaciones que de por sí deben ser difíciles (pp. 126-127).

Alcaraz no propone finalmente ninguna alternativa de solución. Esta respuesta parece sugerirse del trabajo de Carrobbles y col. (1981). Estos autores diseñaron un programa de tratamiento con RAEMG del músculo frontal recurriendo al moldeamiento del control adquirido, sometiendo progresivamente a los pacientes a situaciones ambientales que empezaban con las condiciones de alto control del medio y se iban modificando gradualmente introduciendo estímulos que hacían al medio menos estable, hasta llegar al punto de que el entrenamiento se realizaba con el paciente en posición de pie y platicando con el terapeuta sobre tópicos generadores de ansiedad. Todo esto condujo a un grado de control de la cefalea extra-

3.6 Retroalimentación.

a) Medio sensorial. Como se señaló en el capítulo anterior, no se han averiguado las posibles ventajas que pudiera tener alguna modalidad sensorial de retroalimentación sobre otra. Ni en el caso de la RAEMG, ni en el de la retroalimentación del movimiento.

El único punto que parece estar lejos de controversia es el de las ventajas del sistema de retroalimentación continuo y proporcional sobre el binario. Esto, en función de la exactitud y cantidad de información que ofrece este sistema.

b) Práctica en casa. Otro aspecto fundamental de cualquier tratamiento clínico es, además de la readquisición de las funciones neuro-musculares deficitarias, el mantenimiento de éstas en la vida cotidiana de los paciente.

La principal estrategia que se ha empleado para este fin en la rehabilitación neuromuscular con RAB es la práctica en casa. Sin embargo, como ya se ha señalado, son escasos los trabajos que emplean esta maniobra y los que lo han hecho, han recurrido a diferentes modalidades, muchas veces sin justificar su elección y sin verificar que la práctica se realice efectivamente.

Tanto por la falta de estudios como por su importancia dentro del proceso de rehabilitación, es necesario el desarrollo de investigación dirigida a dilucidar las formas de práctica en casa más adecuadas para la generalización y el mantenimiento de las habilidades adquiridas durante las sesiones de tratamiento.

De esta forma, vale la pena averiguar las características de dos estrategias que hasta el momento no han sido exploradas en el área.

La primera surge, por un lado, de un trabajo reportado por Carrobles, Cardona y Santacreu (1981) sobre el tratamiento del dolor de cabeza por

3.5 Tipo de Estudio.

Una de las críticas que se encuentran con más frecuencia en la literatura sobre RAB se refiere a la escasez de estudios grupales, particularmente trabajos de comparación de grupos. A partir del análisis realizado a este respecto se podría reafirmar dicha crítica. Sin embargo, esto no responde sino al desarrollo comunmente observado en cualquier nueva forma de tratamiento; es decir, el progreso desde estudios de caso individuales, pasando por diseños de un solo grupo, hasta trabajos de comparación entre dos o más grupos. De esta forma, el número de investigaciones dentro de esta última categoría es escaso¹. Así, es de esperar la aparición cada vez más frecuente de este tipo de diseños. La principal dificultad consiste en la reunión de grupos de pacientes con características relativamente homogéneas.

La alternativa más clara para este obstáculo consiste en el empleo de diseños de estudio de caso sistemáticos, los cuales, manejados adecuadamente producen datos valiosos, comparables a los que se obtienen con diseños grupales. No obstante, debe tenerse presente que el principal problema con la mayoría de los estudios de caso es que los pacientes individuales pueden mostrar cambios durante o después de la terapia, que no sean un efecto de los elementos presuntamente activos del tratamiento. La situación con los pacientes hemipléjicos se torna más compleja en virtud de los múltiples factores que intervienen en el fenómeno; entre ellos, las etapas de meseta en su evolución, durante las cuales los pacientes permanecen en un estado estacionario independientemente de las manipulaciones que se realicen (Bach-Rita, 1980).

¹ Simplemente véase que no es sino hasta 15 años después de la aparición del primer reporte cuando se publica el primer estudio de comparación de dos grupos (Basmajian y col., 1975) y que fueron 23 años los que pasaron para que se publicara el primer estudio estrictamente controlado (Wolf y Binder-Macleod, 1983).

Hasta el momento no se ha reportado que el empleo de esta técnica sea más o menos apropiado para un desorden en particular.

3.4 Variables Dependientes.

Las características del tratamiento con RAB para los trastornos motores ha hecho necesario el empleo de los tres tipos de variables que se han descrito; y no el empleo de una u otra como se ha realizado en algunos trabajos. Esta necesidad se justifica por los siguientes aspectos:

a) La relación entre las variaciones del EMG y la producción de movimiento, no es lineal (Harris, 1980).

b) Se ha demostrado que los cambios en el EMG después del tratamiento de RAEMG pueden ser significativos, pero que estos no se dan en la misma proporción para las respuestas funcionales.

c) Dentro de un contexto clínico, lo más importante es justamente la readquisición de actividad funcional.

Con base en esto, no se puede confiar únicamente en las medidas electromiográficas para afirmar la eficacia del procedimiento de RAB, sino que se debe acudir a la observación de los correlatos funcionales de esas respuestas.

Por otra parte, resultaría de interés para la electromiografía averiguar relaciones más finas como los cambios en la velocidad de conducción, la latencia de respuesta, etc. (Basmajian, 1974). También sería provechoso observar otros cambios fisiológicos concomitantes al entrenamiento con RAEMG. Por ejemplo, se han reportado algunos incrementos en la temperatura de las áreas circundantes al sitio del registro EMG y se ha propuesto la hipótesis de que el entrenamiento en el control de esta respuesta podría tener algún papel complementario en el tratamiento (Alcaras y col., 1980; Hernández-Lezama, comunicación personal).

de movimiento mayor en las principales articulaciones de la extremidad superior y comparativamente menor hiperactividad en los músculos típicamente espásticos. No obstante, este es el único trabajo donde se ha reportado tal interacción y es necesario prestar más atención a este factor y averiguar su consistencia.

La segunda condición surge, por un lado, de los comentarios que vieran algunos autores al discutir sus investigaciones y, por el otro, de una situación previsible al concebir al fenómeno de la invalidez y a su recíproco, la rehabilitación, de una manera más global, no sólo como un hecho de tipo físico. Es decir, diferentes autores comentan que la motivación de los pacientes parece ser un ingrediente importante en el tratamiento. Sin embargo, excepto en un caso (Santee y col., 1980) ningún trabajo señala con claridad las condiciones de motivación a las que se refieren, ni proponen alguna forma sistemática de evaluar esta variable.

Relacionado con este mismo punto, tampoco se ha averiguado la relación entre la lateralidad de los pacientes, en particular los hemipléjicos, y el lado paralítico. Sin la mínima evidencia al respecto se puede suponer que las condiciones de rehabilitación no serán las mismas si la porción hemipléjica coincide o no con la dominante.

Asimismo ningún trabajo ha prestado atención a la probable interacción entre los desórdenes hemipléjicos y las agnosias de tipo somático; en las cuales, los pacientes no reconocen porciones de su propio cuerpo. De presentarse tal relación, las dificultades en el desarrollo del proceso rehabilitatorio parecen evidentes.

3.3 Trastornos.

Sin duda, uno de los aspectos que han favorecido el empleo de la RAE en la rehabilitación neuromuscular ha sido el hecho de poder ser aplicada en diferentes trastornos sin prejuzgar acerca de su etiología.

RAEMG a la retroalimentación del movimiento, bajo la suposición de que el rango, la velocidad, la precisión y la fuerza de los movimientos mismos pueden ser empleados para generar retroalimentación (Bowman y col., 1979; Harris y col., 1974; Woodbridge y Russell, 1976). Toda vez que la RAEMG haya favorecido el incremento de los "micromovimientos" que sirven de sustrato a las acciones músculo-articulares más gruesas. Sin duda, este es un aspecto interesante que requiere investigación.

Otra forma de tratamiento combinado con la RAB que se ha ensayado es la estimulación eléctrica directa del músculo, la cual ha producido resultados muy interesantes (Bowman y col., 1975; Solomonow, 1984).

Por último, al considerarse todas estas opciones una pregunta que se desprende es la del orden de los tratamientos: ¿es recomendable emplearlos simultáneamente? o es más ventajoso ¿aplicar uno antes que el otro?, si es así ¿cuál utilizar primero?; para estas dudas no hay alguna respuesta hasta el momento.

3.10 Resultados.

Como se comentó antes y se ha venido señalando, los diversos problemas e inconsistencias entre varios de los trabajos revisados hacen difícil obtener una conclusión sólida respecto al papel y resultado de la RAB aplicada a la reeducación neuromuscular. No hay duda de que "algo" ocurre con ella, y de que este "algo" no se reduce únicamente al mecanismo neurofisiológico que opera (interesante per se). Es decir, su contribución debe considerarse desde la perspectiva global del proceso de rehabilitación, ¿qué aporta la RAB a este proceso?

En primer lugar, modifica diametralmente las metas de la terapia física tradicional, de una aproximación "cuyo objetivo es hacer que los pacientes alcancen un funcionamiento máximo dentro de su deshabilidad [a través de la] preservación y fortalecimiento de los músculos de las

Consideraciones Finales.

a) Bases anatómicas y fisiológicas. La duda fundamental a este respecto es :¿cómo funciona la RAB en el contexto de la rehabilitación neuromuscular? Las hipótesis que se han propuesto han sido en términos de:

i) Plasticidad cerebral. A través de los mecanismos de sustitución sensorial, "sprouting"², incrementos en la hipersensibilidad de algunos neurotransmisores y "desenmascaramiento" de vías de inervación alternas (para una exposición más precisa de estos mecanismos, v. Bach-y-Rita, 1980, 1981, 1981a). En este mismo sentido, Alcaraz ha propuesto a la RAEMG como una forma de prótesis neuromuscular.

ii) Corrección de la inapropiocepción. Donde la RAB asume funciones de corrector de la información producida por la musculatura afectada que se envía al comparador central -estructuras supramedulares- (v. Harris, 1980; Sachs, 1980).

iii) Funcionamiento engramático. Aquí, la RAB sustituye a algún elemento (dependiendo del sitio de la lesión) de la cadena de "engramas" que constituyen un patrón de movimiento determinado de manera que se restablezca el circuito (cortical-medular-cortical) y la secuencia de acciones del patrón (v. Wolf, 1979).

Como se puede apreciar, estas tres aproximaciones están determinadas por la forma en la que se concibe el control del movimiento en particular, y el sistema nervioso en general. Sin embargo, independientemente de la explicación neurofisiológica particular que resulte más satisfactoria, el fenómeno subyacente a la RAB encuentra su mejor explicación en el marco de la teoría general de los sistemas, promoviendo los ajustes

2. "brote de axones colaterales que forman nuevas sinápsis con células adyacentes que han perdido sus entradas sinápticas usuales" (Bach-y-Rita, 1981, p.11).

extremidades no afectadas que pueden ser requeridas para llevar una carga mayor." (Strax, 1981, p. 6), a una aproximación que incrementa sensiblemente la probabilidad de la readquisición de las actividades funcionales perdidas o ausente (como en el caso de los pacientes con PCI). Una terapia que amplía las expectativas de reincorporación de los pacientes a una vida social y productiva provechosa.

En segundo lugar, y desde el margo integral del proceso de rehabilitación, la RAB puede influir significativamente en la percepción y disposición del paciente hacia la terapia. Mediante la demostración de la posibilidad real de cambios, que aunque mínimos inicialmente, son fundamentales para el desarrollo de unos más gruesos que progresan gradualmente hasta el logro de actividad funcional con la musculatura afectada.

Con base en estas consideraciones, se anexa a esta tesis el protocolo de un proyecto de investigación sobre el tratamiento de la espasticidad en miembros superiores. Este proyecto fue presentado a y aprobado por la Coordinación de Investigación de la ENEP Zaragoza en 1983 (en el apéndice se presenta una segunda versión [1984] corregida y mejorada). Sus principales objetivos se refieren a la evaluación de la factibilidad del desarrollo de los procedimientos de la RAB en las instituciones de salud pública de México; así como, a contribuir en la solución de algunos de los problemas metodológicos que aquí se han planteado.

Desafortunadamente, su ejecución no ha podido concretarse. Los obstáculos que lo han impedido son solamente el reflejo de la situación que se describió en la sección 3.1 (i.e. una ignorancia tanto de la RAB como de las importantes y potenciales contribuciones de la psicología en esta área; así como la prevalencia de una "burocracia científica" rígida que contempla al proceso salud-enfermedad de una manera por demás estrecha).

Por otra parte, cabe señalar que en el primero y último ensayos de cada sesión de esta fase, así como de la (3C), se utilizarán como ensayos de prueba, en donde se le pedirá al paciente la ejecución de la tarea respectiva pero sin retroalimentación.

El número de sesiones de esta fase, así como de la (3C), será de 30.

1) Relajación del músculo espástico.- Aunque es frecuente encontrar que los pacientes con espasticidad pueden mantener sus músculos espásticos en estado de relajación bajo condiciones de descanso, no todos pueden lograrlo y la gran mayoría no puede mantenerlo bajo diferentes condiciones de estimulación, como son durante la conversación, la marcha, viendo televisión, y otras. De tal manera, el objetivo de esta primera subfase del tratamiento consiste en entrenar la respuesta de relajación en el bíceps espástico, y desarrollar procedimientos que permitan la generalización de esta respuesta bajo diferentes condiciones de estimulación.

Sentado el paciente cómodamente, se le colocarán electrodos de superficie en el vientre del músculo y se buscará una posición de la extremidad que disminuya la hipertonia durante el descanso del miembro, ayudados por el registro EMG. Se le instruirá sobre cómo emplear la señal de retroalimentación y cuáles son sus funciones. En caso de que se presentaran problemas en la comprensión del procedimiento, se podrá

gradualmente aumentado poco a poco la velocidad de estiramiento del miembro afectado, a una tasa promedio de 15 grados por seg. es decir, una extensión de por lo menos 90 grados en 6, 3 y 1 segundos sucesivamente. Estas velocidades se irán alcanzando conforme el paciente pueda mantener relajado el músculo blanco, ayudado por la señal de retroalimentación, en el curso del estiramiento. La velocidad aumentará en el momento en que la señal retroalimentadora indique una relajación adecuada del miembro.

Cada sesión consistirá de un promedio de 90 ensayos de 15 seg. cada uno, con un intervalo interensayos de 5 seg. Las variables dependientes en esta etapa serán dos: la actividad --EMG y el arco pasivo de movimiento, en grados por seg., que se registrarán en los ensayos 1, 22, 45, 68 y 90 para fines de análisis.

iii) Fortalecimiento del músculo agonista y entrenamiento de movimientos coordinados.— Esta etapa consiste en el entrenamiento para contraer el músculo tríceps, con el objetivo de lograr el estiramiento activo del miembro espástico.

El primer paso consistirá en entrenar la contracción isométrica del tríceps (sin flexión de la articulación del codo), proporcionando retroalimentación de los incrementos en la actividad EMG de este músculo. El número y tipos de ensayos serán semejantes a los de la fase inicial de relajación. Esta primera parte terminará cuando la actividad EMG máxima durante la contracción se mantenga estable a lo largo de 2 sesiones completas consecutivas, para continuar con los siguientes pasos: a) Extensión de la extremidad proporcionando retroalimentación simultánea para contraer el tríceps e inhibir el bíceps. Como en la fase anterior (ii), esta parte del programa se realizará incrementando gradualmente la velocidad del recorrido de la extensión total del miembro; b) inmediatamente --

realizar un ensayo en los músculos sanos contralaterales para ejemplificar y hacer más clara la tarea. Si se llegara a apreciar dificultad para lograr la relajación, aún en los músculos normales, ya sea debido a problemas de ansiedad, distracción o alguna otra causa, se realizaría un entrenamiento previo de relajación generalizada empleando la retroalimentación EMG en diferentes grupos musculares sanos. También se darán instrucciones específicas para procurar que el paciente destine un tiempo para practicar en casa las habilidades aprendidas en las sesiones de tratamiento, tratando de contar con la supervisión de algún familiar. Una segunda parte de esta subfase, consistirá en el entrenamiento para facilitar la generalización de la respuesta en condiciones diferentes a las del entrenamiento, donde se variará la situación del laboratorio (e.g. en un asiento distinto, con alguna fuente de estimulación variable, manteniendo una conversación, caminando, etc.)

Durante esta subfase, cada sesión estará compuesta de 9 ensayos, de 5 minutos cada uno, con un intervalo interensayos de 30 segundos. Se obtendrán índices de la actividad EMG integrada promedio de los ensayos 1, 5 y 9 de cada sesión, para fines de análisis.

ii) Control del reflejo de estiramiento.- La principal característica de una extremidad espástica es su resistencia aumentada al estiramiento pasivo. De esta forma, el siguiente paso del entrenamiento, una vez que el paciente pueda mantener relajado el músculo afectado en condición de descanso, consistirá en disminuir esa resistencia. Esto se conseguirá

mental; siendo el procedimiento en cada una de ellas el mismo para las diferentes etapas de la investigación.

FASE (A).— Cada paciente asistirá a un promedio de 6 sesiones donde se realizarán las siguientes evaluaciones:

- Aplicación de una batería neuropsicológica.
- Evaluación psicológica (perfil multinodal).
- Aplicación de inventarios conductuales.
- Aplicación de la encuesta de datos socioeconómicos.
- Pruebas musculares: arcos pasivo y activo de movimiento de la articulación del codo y actividad EMG integrada mínima del bíceps en reposo. Esta parte de la evaluación se realizará las tres últimas sesiones de esta fase. La primera de ellas se empleará para explicar a los pacientes el plan de tratamiento, así como para familiarizarlos con la situación experimental.

FASE (B).— Esta fase del diseño se divide en tres subfases consecutivas:

- i) relajación del músculo espástico
- ii) control del reflejo de estiramiento
- iii) fortalecimiento del músculo agonista y entrenamiento de movimientos coordinados.

A lo largo de toda esta fase, así como de la correspondiente a la etapa 3 (3C), se se usará un procedimiento general de moldeamiento de respuesta por aproximaciones sucesivas, es decir, cada sesión, subfase y fase del entrenamiento iniciará con criterios de ejecución sencillos y aumentará su grado de dificultad en la medida en que los pacientes muestran avances significativos en cada una de las tareas del entrenamiento.

Finalmente, parece corresponder a nuestra generación empezar a cosechar los primeros frutos de aquellos que iniciaron el campo de la medicina conductual. Esto, más que ser una ventaja, constituye un reto: el analizar, mejorar y dar mayor coherencia a estos primeros resultados. Todo con el objetivo de que nuestra disciplina empiece a tener el impacto que hasta ahora la sociedad que la sustenta, ha estado esperando.

sistémicos necesarios para que el organismo, y en este caso el sistema neuromuscular, regrese y permanezca en las condiciones de control y estabilidad adecuadas para una mejoría en las interacciones del organismo con su ambiente.

Asimismo, cada una de esas explicaciones acentúa la importancia, durante todo el proceso rehabilitatorio, de las relaciones entre el sujeto y su medioambiente inmediato, como una condición determinante de la reorganización de las funciones. Los trabajos de Taub (1980) que se han mencionado, así como los de Fordyce (1980) sobre métodos conductuales en la rehabilitación médica son los mejores ejemplos a este respecto. De hecho, el análisis que realiza Alcaraz puede ser considerado como una síntesis de las aproximaciones fisiológica y conductual (cfr. Alcaraz y col., 1980).

b) Necesidad de modelos teóricos más generales. De los comentarios anteriores se desprende la necesidad de desarrollar modelos teóricos más amplios de la Retroalimentación Biológica, que permitan, además de la generación de nuevos datos y aplicaciones, la integración de diferentes teorías y aproximaciones empíricas. La RAB es un fenómeno que implica a varias disciplinas; permite observar las relaciones entre cerebro, organismo y ambiente. De modo que lleva a considerar: a) la participación de procesos cognoscitivos (percepción, memoria, atención, imaginación, etc.); b) el establecimiento de relaciones entre estos procesos y sus repercusiones emocionales; y c) el estudio de las relaciones de estos fenómenos con los sustratos biológicos subyacentes (neural, endócrino, etc.).

La necesidad de unificar las diferentes aproximaciones para ayudar directamente, primero a la investigación básica, y segundo a la investigación y aplicaciones clínicas (en este caso en un plano tecnológico;

v. infra), no se circscribe sólo a la RAB, este deseo está presente en la psicología moderna, y particularmente en el floreciente campo de la Medicina Conductual. Cada vez parece menos inaplazable llegar a una síntesis de los diferentes niveles de inferencia, bioquímico, fisiológico, neurológico, conductual y social. Además esta necesidad resulta particularmente evidente cuando se aprecia que todos estos niveles tienen una importancia notable en un fenómeno particular (v.gr. el proceso salud-enfermedad).

c) Implicaciones profesionales: la Medicina Conductual. Se ha reconocido a la RAB como el principal precursor de la Medicina Conductual (Schwartz y Weiss, 1978), la cual es un área fundamentalmente tecnológica y aplicable socialmente; entendiendo tecnología no como el traslado directo de los principios básicos de las disciplinas que la conforman, sino como la síntesis estos principios, así como de las reglas y las tradiciones prácticas que convergen en un problema concreto (v.gr. la invalidez) o con la necesidad de transformar o construir un producto determinado (v.gr. la rehabilitación). En este marco, la psicología aplicada en general y la Medicina Conductual en particular, pueden concretarse solamente como una teoría e investigación tecnológicas que adapten el conocimiento analítico de las disciplinas básicas a la situacionalidad práctica que la tecnología implica (Ribes y López, 1985).

Asimismo, la ubicación profesional del psicólogo en este contexto no es necesariamente -ni se reduce- la de terapeuta o técnico de RAB. Su papel parece estar en la realización de labores de tipo asesoría metodológica para todo el equipo multidisciplinario que conforma a la Medicina Conductual. Asesor metodológico, porque es capaz de sintetizar diferentes fuentes de información bajo un marco metodológico coherente.

- Kimble, G.A. [1961] Hilgard y Marquis. Condicionamiento y aprendizaje. México, Trillas, 1969.
- Kimmel, E. y Kimmel, H.D. Operant conditioning of the GSR. J. of experimental Psychology, 1963, 65, 212-213.
- Kimmel, H.D. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior. Psychological Bulletin, 1967, 67, 337-345.
- Kimmel, H.D. y Baxter, R. Avoidance conditioning of the GSR. J. of experimental Psychology, 1964, 68, 482-485.
- Kimmel, H.D. y Hill, F.A. Operant conditioning of the GSR. Psychological Reports, 1960, 7, 555-562.
- Koheil, R. y Mandel, A.R. Joint Position biofeedback facilitation of physical therapy in gait training. American J. of Physical Medicine, 1980, 59, 288-297.
- Kukulka, C.G., Basmajian, J.V. Assesment of an audiovisual feedback device used in motor training. American J. of Physical Medicine, 1975, 54, 194-208.
- Ladd, H.W., Lacaille, J.C., O'Riain, D. y Broman, H. Evaluation and prediction of reenerative processes by quantitative analysis of the electromyographic response and biofeedback in peripheral nerve injuries. International Rehabilitation Medicine, 1981, 3, 201-205.
- Lang, P.J. Acquisition of heart rate control: method, theory and clinical implications. En: D.C. Fowles (Ed.) Clinical applications of psychophysiology. Nueva York, Columbia University Press, 1975.
- Lee, K., Hill, E., Johnston, R. y Smiehorowski, T. Myofeedback of muscle retraining in hemiplegic patients. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1976, 57, 588-591.
- Lisina, M.I. The role of orientation in the transformation of involuntary reactions into voluntary ones. En: L.G. Voronin, A.N. Leontiev, A.R. Luria, E.N. Sokolov y O.S. Vinogradova (Eds.) Orienting reflex and exploratory behavior. Washington, American Institute of Biological Science, 1965.
- Marinacci, A.A. y Horande, M. Electromyogram in neuromuscular re-education. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 1960, 25, 57-71.
- Martin, P.R. Spasmodic torticollis: investigation and treatment using EMG biofeedback training. Behavior Therapy, 1981, 12, 247-262.
- Middaugh, S.J. y Miller, C. Electromyographic feedback: effect on voluntary muscle contractions in paretic subjects. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1980, 61, 24-29.
- Millenson, J.R. [1967] Principios de análisis conductual. México, Trillas, 1977.

REFERENCIAS.

- Alcaraz, V.M., Castro, I., de la Cruz, S. y del Valle, G. Condicionamiento y recuperación de funciones perdidas por daño cerebral. En: V.A. Colotla, V.M. Alcaraz y Ch.R. Schuster (Eds.) Modificación de Conducta: aplicaciones del análisis conductual a la Investigación biomédica. México, Trillas, 1980.
- Andrews, J.M. Neuromuscular re-education of the hemiplegic with the aid of the electromyograph. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1964, 45, 530-532.
- Anliker, J. Biofeedback from the perspective of cybernetics and systems science. En: J. Beatty y H. Legewie (Eds.) Biofeedback and behavior. Nueva York, Plenum Press, 1977.
- Bach-y-Rita, P. Brain plasticity as a basis for therapeutic procedures. En: P. Bach-y-Rita (Ed.) Recovery of function: theoretical considerations for brain injury rehabilitation. Baltimore, University, Park Press, 1980.
- Bach-y-Rita, P. Sensory substitution: the basis for a new therapy. En: New directions in rehabilitation medicine: retraining neuromuscular function with EMG sensory feedback therapy (monografía). Miami, Cordis Corp., 1981.
- Bach-y-Rita, P. Brain plasticity as a basis of the development of rehabilitation procedures for hemiplegia. Scandinavian J. of Rehabilitation Medicine, 1981a, 13, 73-83.
- Bair, J.H. Development of voluntary control. Psychological Review, 1901, 8, 474-510 (Cit. en Yates, 1980).
- Balliet, R., Shin, J.B. y Bach-y-Rita, P. Facial Paralysis rehabilitation: retraining selective muscle control. International Rehabilitation Medicine, 1982, 4, 67-74.
- Basmajian, J.V. Control and training of individual motor units. Science, 1963, 141, 440-441.
- Basmajian, J.V. Muscles alive: their functions revealed by electromyography. Baltimore, Williams and Wilkins, 1974.
- Basmajian, J.V. (Ed.) Biofeedback: principles and practice for clinicians. Baltimore, Williams & Wilkins, 1979.

- Harris, F.A., Sperman, F. y Hymer, J. Electronic sensory aids as treatment for cerebral palsied children. Innapropioception, part II. Physical Therapy, 1974, 54, 354-365.
- Harrison, V.F. y Mortensen, O.A. Identification and voluntary control of single motor unit activity in the tibialis anterior muscle. Anatomical Record, 1962, 144, 109-116.
- Hefferline, R.F. y Perera, T.B. Proprioceptive discrimination of a covert operant without its observation by the subject. Science, 1963, 139, 834-835.
- Hernstein, R.F. y Boring, E.G. (Eds.) A source book in the history of psychology. Cambridge, Harvard University Press, 1965.
- Hurd, W. y Nopomuceno, C. Comparison of actual and simulated EEG biofeedback in the treatment of hemiplegic patients. American J. of Physical Medicine, 1980, 59, 73-82.
- Ince, L.P. (Ed.) Behavioral psychology in rehabilitation medicine: clinical applications. Baltimore, Williams & Wilkins, 1980
- Ince, L.P., León, M.S. y Christidis, D. Experimental Foundations of EMG biofeedback with the upper extremity: a review of the literature. Biofeedback and Self-Regulation, 1984, 9, 371-382.
- Inglis, J., Donald, M.W., Monga, T.N., Sproule, M. y Young, M.J. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1984, 65, 758-759.
- Jacobsen, E. Variation of blood pressure with skeletal muscle tension and relaxation. Annals of Internal Medicine, 1939, 12, 1194-1212. (Cit. en yates, 1980).
- Jankel, W.R. Bell palsy: muscle reeducation by electromyograph feedback. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1978, 59, 240-242.
- Johnson, H. y Garton, W. Muscle re-education in hemiplegia by use of electromyographic device. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1973, 54, 320-323.
- Kamiya, J. Conditioned discrimination for the EEG alpharhythm in humans. Artículo presentado en el Congreso de la Western Psychological Association, 1962.
- Katkin, E.S. y Murray, E.N. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior: theoretical and methodological issues. Psychological Bulletin, 1968, 70, 52-68.
- Keller, F.S. La definición de psicología. México, Trillas, 1975.
- Keller, F.S. y Schoenfeld, W.N. [1950] Fundamentos de psicología. Barcelona. Fontanella, 1975.

- Basmajian, J.V. Kukulka, C.G., Narayan, M.G. y Takebe, K. Biofeedback treatment of foot-drop after stroke compared with standard rehabilitation technique: effects on voluntary control and strength. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1975, 56, 231-326.
- Black, A.H. y Cott, A. A perspective on biofeedback. En: J. Beatty y H. Legewie (Eds.) Biofeedback and behavior. Nueva York, Plenum Press, 1977.
- Booker, H., Rubow, R.F. y Coleman, P.J. Simplified feedback in neuromuscular retraining: an automated approach using electromyographic signals. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1969, 50, 621-625.
- Boring, E.G. A history of experimental psychology. Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1950.
- Brener, J. A general model of voluntary control applied to the phenomena of learned cardiovascular change. En: P.A. Obrist, A.H. Black, J. Brener y L.V. DiCara (Eds.) Cardiovascular psychophysiology, Chicago, Aldine, 1974.
- Brown, P.L. y Jenkins, H.M. Auto-shaping of the pigeon's key peck. J. of the Experimental Analysis of Behavior, 1968, 11, 1-8.
- Brudny, J. Therapeutic electromyography: principles and practice. En: New directions in rehabilitation medicine: retraining neuromuscular function with EMG sensory feedback therapy (monografía). Miami, Cordis, Corp., 1981.
- Brudny, J., Grynbaum, B. y Korein, J. Spasmodic torticollis: treatment by feedback display of the EMG. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1974, 55, 403-408.
- Brudny, J., Korein, J., Grynbaum, B., Belandres, P. y Gianustos, J. helping hemiparetics to help themselves: sensory feedback. J. of the American Medical Association, 1979, 241, 814-818.
- Brudny, J., Korein, J., Levidow, L., Grynbaum, B., Lieberman, A. y Friedman, L. Sensory feedback therapy as a modality of treatment in central nervous system disorder of voluntary movement. Neurology, 1974, 24, 925-932.
- Budzynski, Th., Stoyva, J., Adler, C. y Mullaney, D.J. EMG biofeedback and tension headache: a controlled outcome study. Psychosomatic Medicine, 1973, 35, 74-78.
- Cabanac, J. y Serres, F. Peripheral heat as a reward for heart rate response in the curarized rat. J. of Comparative and Physiological Psychology, 1976, 80, 436-441.
- Cabrer, F., Daza, B.C. y Ribes, E. Teoría de la conducta: ¿nuevos conceptos o nuevos parámetros? Revista Mexicana de Análisis de la Conducta, 1975, 1, 191-212.

- Carlsson, S.G. y Gale, E.N. Biofeedback in the treatment of long-term temporomandibular joint pain: an outcome study. Biofeedback and Self-Regulation, 1977, 2, 161-171.
- Carrobbles, J.A.I., Cardona, A. y Santacreu, J. Shaping and generalization procedures in the EMG-biofeedback treatment of tension headaches. British J. of Clinical Psychology, 1981, 20, 49-56.
- Cleeland, C.J. Behavioral technics in the modification of spasmodic torticollis. Neurology, 1973, 23, 1241-1247.
- DeBacher, G. y Basmajian, J.V. EMG feedback strategies in rehabilitation of neuromuscular disorder. En: J. Beatty y H. Legewie (Eds.) Biofeedback and behavior. Nueva York, Plenum Press, 1977.
- DiCara, L.V. y Miller, N.E. Changes in heart rate instrumentally learned by curarized rats as avoidance responses. J. of comparative and Physiological Psychology, 1968, 65, 8-12.
- Ernst, F.A. y Kordenat, R.K. Coronary biofeedback: a challenge to bio-engineering. En: J. Beatty y H. Legewie (Eds.) Biofeedback and Behavior. Nueva York, Plenum Press, 1977.
- Finley, W., Niman, C., Standley, J. y Ender, T. Frontal EMG biofeedback training of athetoid cerebral palsy patients: a report of six cases. Biofeedback and Self-Regulation, 1976, 1, 169-182.
- Finley, W., Niman, C., Standley, J. y Wansley, R. Electrophysiologic behavior modification of frontal EMG in cerebral-palsied children. Biofeedback and Self-Regulation, 1977, 2, 59-79.
- Flórez, L.E. ¿Qué es la retroalimentación biológica? En: Flórez, L.E. y Palacios, P. Programa general de investigación: la medicina conductual, el desarrollo científico de la psicología clínica y la incorporación del psicólogo en los servicios de salud pública en México (mecanograma). ENEP Zaragoza, 1983.
- Fordyce, W. E. Métodos conductuales en la rehabilitación médica. En: V.A. Colotla, V.M. Alcaraz y Ch. R. Schuster (Eds.) Modificación de Conducta: aplicaciones del análisis conductual a la investigación biomédica. México, Trillas, 1980.
- Gearder, K.R. y Montgomery, P.S. Clinical biofeedback: a procedural manual. Baltimore, Williams & Wilkins, 1977.
- Gatchel, R.J. y Price, K.P. (Eds.) Clinical applications of biofeedback: appraisal and status. Nueva York, Pergamon Press, 1979.
- Harris, F.A. Exteroceptive feedback of position and movement in remediation for disorder of coordination. En: L.F. Ince (Ed.) Behavioral psychology in rehabilitation medicine: clinical applications. Baltimore, Williams & Wilkins, 1980.

- Miller, N.E. Learning of visceral and glandular responses. Science, 1969, 163, 434-445.
- Miller, N.E. Biofeedback and visceral learning. En: M.R. Rosenzweig y L.W. Porter (Eds.) Annual Review of Psychology. Palo Alto, Cal., Annual Reviews, 1978.
- Miller, N.E. y Banuazizi, A. Instrumental learning by curarized rats of a specific visceral response, intestinal or cardiac. J. of Comparative and Physiological Psychology, 1968, 65, 1-7.
- Miller, N.E. y Carmona, A. Modification of a visceral response, salivation in thirsty dogs, by instrumental training with water reward. J. of Comparative and Physiological Psychology, 1967, 63, 1-6.
- Miller, N.E. y DiCara, L.V. Instrumental learning of heart rate changes in curarized rats: shaping and specificity to discriminative stimulus. J. of Comparative and Physiological Psychology, 1967, 63, 12-19.
- Miller, N.E. y Dworkin, b. Visceral learning: recent difficulties with curarized rats and significant problems for human research. En: P.A. Obrist, A.H. Black, J. Brener y L.V. DiCara (Eds.) Cardiovascular psychophysiology. Chicago, Aldine, 1974.
- Mowrer, O.H. Preparatory set (expectancy -a determinant in motivation and learning. Psychological Review, 1938, 45, 62-91 (Cit. en Kimmel, 1967).
- Mowrer, O.H. Learning theory and personality dynamics. Nueva York, Ronald Press, 1950.
- Mowrer, O.H. On the dual nature of learning: a reinterpretation of "conditioning" and "problem solving". Harvard Educational Review, 1947, 17, 102-148.
- Mroczek, N. Halpern, D. y McHugh, R. Electromyographic feedback physical therapy for neuromuscular retraining in hemiplegia. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1978, 59, 258-267.
- Munk, H. Ueber die functionen von hirn und rockenmark. Berlin, Hirshwald, 1909 (Cit. en Taub, 1980).
- Olds, J. y Olds, M.E. Interference and learning in paleocortical systems. En: J.F. Delafresnaye (Ed.) Brain mechanisms and learning. Oxford, Blackwell, 1961.
- Olton, D. y Noonberg, A. Biofeedback: clinical applications in behavioral medicine. Nueva Jersey, Prentice-Hall, 1980.
- Peck, D.F. The use of EMG feedback in the treatment of a severe case of blepharospasm. Biofeedback and Self-Regulation, 1977, 2, 273-277.
- Rachlin, H. [1976] Introducción al conductismo moderno. Madrid, Debate, 1977.

- Ribes, E. y López, F. Teoría de la conducta: un análisis de campo y paramético. México, Trillas, 1985.
- Sach, D.A. Behavioral feedback techniques for rehabilitation of motor problems. En: L.P. Ince (Ed.) Op. cit. 1980.
- Santee, J.L., Keister, M.E. y Kleinman, K.M. Incentives to enhance the effects of electromyographic feedback training in stroke patients. Biofeedback and Self-Regulation, 1980, 1, 51-56.
- Schoenfeld, W.N. The contemporary state of behavior theory. Revista Mexicana de Análisis de la Conducta, 1983, 9, 55-82.
- Schultz, J.R. y Luthe, W. Autogenic training. Nueva York, Grune & Stratton, 1959.
- Schwartz, G.E. Disregulation and systems theory: a biobehavioral framework for biofeedback and behavioral medicine. en: N. Birbaumer y H.D. Kimmel (Eds.) Biofeedback and self-regulation. Nueva York, Lawrence Erlbaum, 1979.
- Schwartz, G.E. y Weiss, S.M. Behavioral medicine revisited: an amended definition. J. of Behavioral Medicine, 1978, 1, 249-251.
- Shearn, D.W. Operant conditioning of heart rate. Science, 1962, 137, 530-531.
- Skinner, B.F. [1983] La conducta de los organismos. Barcelona, Fontanella, 1975.
- Skinner, B.F. [1953] Ciencia y conducta humana. Barcelona, Fontaneila, 1977.
- Skrotzky, K., Gallenstein, J.S. y Ostering, L.R. Effects of electromyographic feedback training on motor control in spastic cerebral palsy. Physical therapy, 1978, 58, 547-551.
- Solomonow, M. Restoration of movement by electrical stimulation: a contemporary view of the basic problems. Orthopedics, 1984, 7, 245-250.
- Spearing, D.L. y Poppen, R. Single case study: the use of feedback in the reduction of foot dragging in a cerebral palsied client. J. of Nervous and Mental Disease, 1974, 159, 118-151.
- Strax, T.E. Current approaches in rehabilitation medicine. En: New directions in rehabilitation medicine: retraining neuromuscular function with EMG sensory feedback therapy (monografía). Miami, Cordis Corp., 1981.
- Swaan, D., van Wieringen, P. y Fokkema, S. Auditory electromyographic feedback therapy to inhibit undesired motor activity. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1974, 55, 251-254.
- Taub, E. somatosensory deafferentation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. En: L.P. Ince (Ed.) Op. cit. 1980.

- Valdes, M., Flores, T., Tobeña, A. y Massana, J. Medicina Psicosomática. México, Trillas. 1983.
- Van Twyver, H.B. y Mimmel, H.D. Operant conditioning of the GSR with concomitant measurement of two somatic variables. J. of Experimental Psychology, 1966, 72, 841-846.
- von Bertalanffy, L. [1968] Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México, F.C.E., 1976.
- Wade, D.T., Langton Hewer, R. y Wood, V.A. Stroke: influence of patient's sex and side of weakness on outcome. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1984, 65, 513-516.
- Wolf, S.L., Anatomical and physiological basis for biofeedback. En: J.V. Basmajian (Ed.) Op. cit. 1979.
- Wolf, S.L., Baker, M. y Kelly, J.L. EMG biofeedback in stroke: effect of patient characteristics. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1979, 60, 96-102.
- Wolf, S.L., Baker, M. y Kelly, J.L. EMG biofeedback in stroke: a 1-year follow-up on the effect of patient characteristics. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1980, 61, 351-355.
- Wolf, S.L., y Binder-Macleod, S.A. Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patients: changes in upper extremity neuromuscular and functional status. Physical Therapy, 1983, 9, 1393-1403.
- Woodworth, R.S. On the voluntary control of the force of movement. Psychological Review, 1901, 8, 350-359 (Cit. en Yates, 1980).
- Woodridge, C.P. y Russell, G. Head position training with the cerebral palsied child: an application of biofeedback techniques. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1976, 57, 407-414.
- Yates, A.J. Biofeedback and the modification of behavior. Nueva York, Plenum Press, 1980.
- Yu, J. Neuromuscular recovery with training after central nervous system lesions: an experimental approach. En: L.P. Ince (Ed.) Op. cit. 1980.

ANEXO 1: PROYECTO DE INVESTIGACION

♦

"Tratamiento de la espasticidad en pacientes con trastornos neuromusculares mediante retroalimentación electromiográfica"¹

¹ Por razones de economía, se omite en este protocolo el marco teórico, el cual está conformado por el cuerpo central de esta tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ZARAGOZA"

COORDINACION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO, INVESTIGACION Y
DESARROLLO ACADÉMICO

PROGRAMA DE INVESTIGACION:
MEDICINA CONDUCTUAL

PROYECTO DE INVESTIGACION:

TRATAMIENTO DE LA ESPASTICIDAD EN PACIENTES
CON TRASTORNOS NEUROMUSCULARES MEDIANTE
RETROALIMENTACION ELECTROMIOGRAFICA

MEXICO, D. F. OCTUBRE, 1984.

I N D I C E

	Página
DATOS GENERALES DEL PROYECTO	1
MARCO DE REFERENCIA	1
Rehabilitación neuromuscular con retroalimentación electromiográfica	4
Conclusiones	17
OBJETIVOS GENERALES	25
OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
ETAPAS, PROBLEMAS E HIPOTESIS DE INVESTIGACION	26
METODO	29
1.- Sujetos	29
2.- Diseño experimental	29
3.- Procedimiento	30
4.- Aparatos	36
5.- Forma de registro de las variables dependientes	37
ANALISIS DE DATOS	37
RECURSOS SOLICITADOS A LA INSTITUCION	38
REFERENCIAS	39

- 3.- Establecer las diferencias y/o relaciones entre los efectos del tratamiento de la espasticidad con retroalimentación EMG y variables como el tipo de lesión, su duración, las características psicológicas y el estatus socioeconómico de los pacientes.
- 4.- Observar los efectos de la combinación de la terapia física con la retroalimentación EMG en el tratamiento de la espasticidad de pacientes mexicanos con algún desorden neuromuscular.
- 5.- Desarrollar estrategias psicoterapéuticas complementarias pertinentes, que faciliten la participación activa del paciente y de su familia en el proceso rehabilitatorio.

II.- ETAPAS, PROBLEMAS E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

Dado que el presente proyecto contempla la manipulación de varias variables independientes, las cuales resulta difícil manejar simultáneamente con muestras pequeñas, se hace necesario organizar el proyecto en diferentes etapas, en cada una de las cuales se manipulará una variable a la vez. Consecuentemente, el planteamiento de problemas, así como las hipótesis de trabajo se presentan por etapa.

Etapas 1: Comparación entre la terapia física y la retroalimentación EMG.

Problema: ¿Cuál es la diferencia, en cuanto a efectividad, entre la terapia física y la retroalimentación EMG en el tratamiento de la espasticidad en pacientes con trastornos neuromusculares?

Hipótesis: La retroalimentación EMG resultará más efectiva en el tratamiento de la espasticidad de la extremidad superior afectada.

Etapas 2: Efecto de diferentes secuencias de tratamientos.

Problema: ¿Cuál es la diferencia, en cuanto a efectividad, de aplicar el procedimiento de retroalimentación EMG antes que el de la terapia física?

Hipótesis: La aplicación del tratamiento con retroalimentación EMG antes que la terapia física redundará en mayores beneficios para los pacientes con espasticidad en alguno de sus miembros superiores.

Etapas 3: Efecto de la combinación de procedimientos.

Problema: ¿Cuál es el efecto de la aplicación combinada de los procedimientos con retroalimentación EMG y de terapia física en el tratamiento de la espasticidad en pacientes con trastornos neuromusculares?

Hipótesis: La combinación de la retroalimentación EMG y la terapia física en el plan de tratamiento de la espasticidad de la extremidad superior de pacientes con trastornos neuromusculares será más efectiva que el empleo aislado de una u otra estrategia.

Etapas 4: Lateralidad (dominante o no dominante) del miembro superior con espasticidad.

Problema: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de la retroali-

mentación EMG cuando la lateralidad afectada es la dominante?

Hipótesis: El resultado del tratamiento de la espasticidad en miembros superiores, guardará una relación directa cuando la lateralidad afectada sea la dominante.

Etapa 5: Tipo de lesión (localizada o difusa).

Problema: ¿Cómo se correlaciona la variable tipo de lesión en el curso del proceso de rehabilitación de pacientes con espasticidad en alguno de sus miembros superiores?

Hipótesis: Existirá una relación directa entre la efectividad del tratamiento y un tipo de lesión localizada.

Etapa 6: Tiempo de evolución (mayor o menor de un año) de la espasticidad

Problema: ¿Cómo se correlaciona la variable tiempo de evolución en el curso del proceso de rehabilitación de pacientes con espasticidad en alguno de sus miembros superiores?

Hipótesis: Existirá una relación directa entre la efectividad del tratamiento y un tiempo de evolución menor de un año.

Etapa 7: Características psicológicas de los pacientes.

Problema: ¿Cómo se correlacionan algunas características psicológicas de los pacientes con el resultado del proceso de rehabilitación?

Hipótesis: a) Existirá una relación directa entre el coeficiente intelectual normal o mayor y los efectos del tratamiento.

b) Los resultados del tratamiento guardarán una

De esta manera, las diferentes fases contempladas en las etapas de la investigación son las siguientes:

- (A) evaluación y línea base de las variables dependientes
- (B) entrenamiento con retroalimentación EAG
- (C) terapia física
- (D) psicoterapia pertinente para cada caso con base en la evaluación psicológica previa (A)
- (E) pseudotrataamiento psicológico.

Diseños por etapa:

(1) A - B

A - C

(2) A - B - C

A - C - B

(3) A - BC

(4) A partir de esta etapa los diseños se seleccionaran con base en los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

3.- Procedimiento

Los pacientes serán seleccionados por el personal médico o del departamento de fisioterapia de la institución donde se lleve a cabo el proyecto. Para todo el desarrollo del procedimiento es deseable contar con un espacio físico amplio, bien ventilado y bien iluminado. También es necesario contar con un asiento cómodo y una mesa para realizar las pruebas musculares.

A continuación se describen las fases del diseño experi-

después de terminar cada ensayo se pedirá al paciente que relaje ambos grupos musculares lo más rápidamente posible; c) cuando se cumpla el criterio de relajación (determinado sesión a sesión), se instruirá al paciente para que intente una flexión completa, recibiendo retroalimentación para la contracción de los flexores e inhibición de los extensores, de manera simultánea; d) nuevamente, terminado este ejercicio, se pedirá una rápida relajación de ambos músculos. En este punto, se iniciará nuevamente el ciclo.

La duración de cada ciclo extensión-relajación-flexión-relajación se espera que varíe de paciente a paciente. No obstante, se propone un número aproximado de 10 ensayos por sesión.

La evaluación de esta subfase incluye la medición de los cambios en el arco activo de movimiento y de la actividad EMG integrada en los ensayos o ciclos 1, 5 y 10 de cada sesión. Asimismo, el incremento en el grado de dificultad de la tarea se hará sobre la base de los cambios observados en ambas variables, cada 5 ciclos de cada sesión.

FASE (C).-- Cada paciente ingresará al programa de rehabilitación física que el departamento de fisioterapia de la institución determine. Paralelamente, se continuarán realizando evaluaciones periódicas, por lo menos una vez por semana, de las tres variables dependientes. Esta fase terminará cuando su duración sea equivalente a la de la fase B.

FASE (BC).- Esta fase única de la etapa 3 de la investigación combina, de manera simultánea, los dos procedimientos de reeducación neuromuscular que ya han sido descritos. Su duración así como la distribución de las sesiones serán las mismas de las etapas y fases anteriores.

A partir de la etapa 4 se empleará aquel diseño que haya demostrado ser el más efectivo en las etapas previas, particularmente la 2 y la 3. Por ejemplo, si se encontrará que los mejores resultados se obtienen con el primer diseño de la segunda etapa (A-B-C), será éste el que se emplee de la cuarta etapa en adelante. Así, en la etapa 7 cuando se incorpore la estrategia psicoterapéutica, el diseño cambiaría de la siguiente manera: A-BD-CD.

PSICOTERAPIA (D).- La psicoterapia que se empleará en la etapa 7 podrá tener carácter individual, familiar o ambas; esto con base en la evaluación realizada en la fase (A) respectiva, su duración será la misma que el tratamiento de rehabilitación física que se emplee y su frecuencia será de por lo menos una sesión por semana.

4.- Aparatos

- Equipo para retroalimentación EMG auditiva y visual.
- Polígrafo.

en las variables de duración del trastorno neuromuscular y los resultados del entrenamiento con retroalimentación EMG.

- 5.- Coeficiente de Contingencia C. Para determinar la relación y su significancia entre la lateralidad del paciente y los resultados del tratamiento.
- 6.- Coeficiente de Correlación de Rango de Spearman. Para determinar la relación y su significancia entre las variables de tipo de lesión, nivel socioeconómico, coeficiente intelectual (cada variable de manera independiente) y los resultados del tratamiento con retroalimentación EMG.

V.- RECURSOS SOLICITADOS A LA INSTITUCION

A) Humanos.- Colaboración de un fisioterapeuta para la realización de las pruebas musculares y asesoría en este mismo aspecto

B) Materiales.- i) asignación de un espacio físico adecuado para el desarrollo del procedimiento y ii) disponibilidad de un polígrafo para la evaluación periódica de la actividad EMG.