

11222

10/6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Postgrado

Secretaría de Salud

Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación

EVALUACION ELECTROMIOGRAFICA DEL SOBREFLUJO EXCITATORIO

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

QUE PRESENTA EL MEDICO CIRUJANO

CARLOS GONZALEZ CEPEDA

PARA OBTENER EL TITULO DE

E S P E C I A L I S T A E N

MEDICINA EN REHABILITACION

MEXICO, D. F.

FEBRERO DE 1987

TESIS CON
FALLA EN ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

- I.- ANTECEDENTES
- II.- MATERIAL Y METODOS
- III.- RESULTADOS
- IV.- DISCUSION
- V.- BIBLIOGRAFIA

EVALUACION ELECTROMIOGRAFICA DEL SOBREFLUJO EXCITATORIO

I.- ANTECEDENTES

El ejercicio es uno de los elementos principales en rehabilitación; desde la época prehistórica en que se inició su utilización como modalidad terapéutica (1) han sido tema de discusión los efectos que éste tiene sobre el organismo. En la actualidad a pesar de que el ejercicio - junto con el calor son las modalidades terapéuticas más comunmente empleadas en rehabilitación (2), aún persisten interrogantes en cuanto a los mecanismos de sus efectos se refiere.

Los pacientes hemipléjicos por lesión del Sistema Nervioso Central presentan movimientos burdos estereotipados de las extremidades afectadas cuando las extremidades no afectadas se someten a ejercicios o ejecutan algún movimiento. A éstos movimientos que Bobath describe como reflejos tónicos anormales (3), es a lo que llamamos reacciones asociadas, las cuales son indeseables en la rehabilitación de éstos pacientes, ya que producen un aumento generalizado de la espasticidad, acentúan las posturas anormales con la eventual formación de contracturas y deformidades permanentes (3).

El mecanismo de éste efecto bilateral del ejercicio ha sido explicado en los trabajos sobre espasticidad realizados por F.M.R. Walshe (4), donde se propone la teoría de que las reacciones asociadas, son reacciones posturales integradas en el tallo cerebral y manifestadas en forma exagerada por pérdida del control inhibitorio cortical.

Bobath (3) al describir las reacciones asociadas nos advierte que no debemos confundirlas con los movimientos asociados, ya que éstos últimos tienden a presentarse en todos los sujetos cuando se realiza algo con gran esfuerzo ó cuando se aprende una nueva destreza. Este mismo autor enfatiza que éstos movimientos se presentan de manera especial en los niños, por ejemplo, cuando tratar de escribir por primera vez presentan movimientos en espejo de la otra mano (3), los cuales no son estereotipados como las reacciones asociadas sino que son patrones normales de movimiento.

Los estudios sobre espasticidad realizados por Walshe (4) también dan origen a la teoría que señala textualmente: "todos los movimientos voluntarios se acompañan de un ajuste postural apropiado del resto de la musculatura esquelética, y en los movimientos forzados éste ajuste ó adaptación es por fuerza bilateral y generalizado. Si bien se ejecuta bajo control voluntario, la adaptación postural es una función de mecanismos reflejos situados en el tallo cerebral". En base a lo anterior, las reacciones asociadas y posiblemente los movimientos asociados dependen de mecanismos reflejos del tallo cerebral, las primeras manifestadas como ya se señaló de manera exagerada por pérdida del control inhibitorio cortical (4), los movimientos asociados manifestados especialmente en los niños o cuando el sujeto aprende una nueva destreza y probablemente debidos a la falta de integración en el desarrollo psicomotor normal.

En el presente trabajo analizaremos el hecho de que un músculo activado en forma voluntaria, produce actividad involuntaria en el músculo

cuyo homólogo contralateral. Este efecto que ha sido denominado por Moore "Excitation Overflow" (5) es el responsable de la presentación de movimientos y reacciones asociadas en el organismo, mismo que ha causado controversia a través de los años y sobre el que aún en la actualidad no se han definido posturas firmes.

Se han utilizado otros términos para designar éste efecto bilateral de la activación muscular unilateral, entre ellos tenemos: educación cruzada, irradiación motora, fenómeno reflejo cruzado (5), ejercicio cruzado (6), sobreflujo muscular (7), etc. En el presente estudio utilizaremos para designar éste efecto el término sobreflujo excitatorio

El sobreflujo excitatorio es generalmente definido como el efecto de la actividad muscular en una área del cuerpo en la actividad muscular en otra área del cuerpo (8).

Se ha utilizado la electromiografía para demostrar que efectivamente los músculos pueden ser activados por ejercicio contralateral (5,6,7,8,9).

Panin y colaboradores (8) encontraron que al activar una extremidad superior o inferior, el sobreflujo estaba ampliamente diseminado a las cuatro extremidades. Además demostraron que la actividad electromiográfica por superflujo era mayor en los músculos utilizados para estabilizar el cuerpo.

Devine (6) estudió la actividad electromiográfica de dos músculos en reposo del cuádriceps femoral: el vasto lateral y el recto anterior, cuando los músculos homólogos y los isquiotibiales contralaterales eran activados voluntariamente, y encontró que en el vasto lateral la actividad electromiográfica era significativamente mayor cuando su homólogo contralateral era activado en comparación que cuando se activó los isquiotibiales contralaterales. Además encontró que modificando la posición de la extremidad en reposo se aumentaba significativamente la actividad electromiográfica en el vasto lateral hasta cifras en ese momento no reportadas en la literatura (cifras de 60%).

Moore (5) observó que la actividad electromiográfica producida por sobreflujo excitatorio en la extremidad superior en reposo, era aproximadamente de 10 a 20% de la actividad electromiográfica máxima producida en la extremidad contralateral activada por contracción isométrica con o sin resistencia.

Cary (7) investigó el patrón de sobreflujo excitatorio que acompañaba a actividades motoras de precisión, además trató de establecer la existencia de un orden en la irradiación de éste sobreflujo. Para este propósito los sujetos que estudió realizaron una empuñadura contra cuatro niveles de resistencia, captó el sobreflujo en 6 músculos colocados en un orden sucesivo de distancia con respecto a la mano activada, así investigó 5 músculos ipsilaterales y uno contralateral. Encontró que el sobreflujo excitatorio no siguió un patrón ordenado en su irradiación, ya

que los músculos proximales y distales a la mano activada, manifestaron - alternadamente cifras mayores y menores de sobreflujo. Sin embargo encontró la existencia de dos tipos de sobreflujo; el continuo propio de los niveles bajos de resistencia y el sincrónico propio de los niveles altos de resistencia. Este mismo autor en apoyo a los trabajos de Kottke (10) enfocó al sobreflujo excitatorio como una actividad muscular agregada que produce estímulos de retroalimentación confusos al Sistema Nervioso Central que a su vez reducen la capacidad del individuo para monitorear los actos motores y resultan en un deterioro final de la coordinación; además propuso el uso de la biorretroalimentación electromiográfica para controlar el sobreflujo excitatorio como medida en el entrenamiento de la coordinación.

La investigación electromiográfica en torno al sobreflujo -- excitatorio también se ha realizado en pacientes espásticos por lesión -- del Sistema Nervioso Central. Mills y Quintana (9) en estudios realizados en pacientes hemipléjicos por accidente vascular cerebral, encontraron que la actividad electromiográfica por sobreflujo excitatorio en las extremidades paréticas era significativamente mayor ($p < .05$) que la actividad eléctrica en reposo de éstos pacientes.

Es interesante señalar que a pesar de las observaciones de Bobath (3) sobre la presentación de los movimientos asociados en forma -- tan especial en los niños, no se ha realizado ningún estudio electromiográfico que investigue el sobreflujo excitatorio en ellos.

El propósito del presente trabajo, es comparar la magnitud de actividad electromiográfica por sobreflujo excitatorio en músculos en reposo, cuando los músculos homólogos contralaterales son activados voluntariamente, en un grupo de niños contra un grupo de adultos, bajo la hipótesis de que es mayor en los primeros. También se ha planeado la hipótesis en base a los trabajos de Devine (6), de que la magnitud de sobreflujo excitatorio se modifica dependiendo de la posición del músculo en reposo, para lo cual se eligió la posición acortada y alargada en los músculos estudiados. Por último, se comparó el sobreflujo excitatorio obtenido en músculos distales de la extremidad involucrados en actividades motoras de precisión, para lo cual se eligieron dos músculos intrínsecos de la mano, con el sobreflujo obtenido en músculos proximales, normalmente no involucrados en actividades motoras de precisión, con la hipótesis de que el sobreflujo es mayor en éstos últimos.

II.- MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Departamento de Fisiología del Instituto Nacional de Ortopedia, en el período comprendido entre el 8 de Septiembre al 15 de Diciembre de 1986.

Se estudiaron 20 sujetos normales sin antecedentes personales ó heredofamiliares y con un examen físico negativo para padecimientos neuromusculares, seleccionados al azar de familiares de pacientes del Departamento de Medicina de Rehabilitación. Se formaron dos grupos de 10 miembros cada uno ; el primero de ellos incluyó a 10 niños con edades entre los 4.5 y 8.5 años (media aritmética de 6.5), 3 del sexo femenino y 7 del sexo masculino, todos diestros a excepción de una niña siniestra. El segundo grupo incluyó a 10 personas con edades entre los 13 y 47 años (media aritmética de 25.1 años), 2 del sexo masculino, todos diestros.

Una vez explicada la naturaleza del programa de investigación clínica, y obtenido el consentimiento de los sujetos adultos y de los familiares de los niños, se procedió a realizar el estudio.

Se colocó a cada sujeto cómodamente sentado frente a una mesa, a la cual se le hicieron adaptaciones para la realización de éste estudio. Se eligieron para el estudio los músculos abductor del 5º dedo, el oponente del pulgar, el bíceps braquial y la porción media del deltoides.

Para la captación de la actividad electromiográfica se utilizaron electrodos de registro de disco de 9 mm de diámetro, de plata y clo_rurados; los cuales se colocaron sobre la superficie cutánea, el electrodo activo de acuerdo a la referencia anatómica señalada por Delagi y Però_tto (11), el electrodo de referencia a 3 cms. de distancia del activo, se utilizó además un electrodo de placa de 2 x 3 cms. en el dorso de la muñe_ ca izquierda, el cual hizo la función de tierra. La piel fué aseada con alcohol, aplicándose una pequeña cantidad de pasta electrolítica a fin de atenuar la resistencia eléctrica de la piel. Los potenciales musculares_ obtenidos se hicieron pasar por un preamplificador dotado de capacidad y de resistencia y después la señal de salida se llevó a un osilógrafo de inscripción con tinta para su registro permanente (Electroencefalógrafo - Grass de 8 canales). Se emplearon solo dos canales del osilógrafo, uno_ para el músculo activo y otro para el pasivo, los cuales fueron ajustados en su escala de sensibilidad de tal manera que aquella del músculo inacti_ vo siempre fuera cinco veces más que la sensibilidad en el canal del mús_ culo activo. Este ajuste fué necesario debido a la amplitud tan grande - de los músculos activados. La velocidad del papel utilizada fué de 15 - mm/seg.

Cada estudio consistió de 4 fases, en cada una de ellas se - estudió un músculo en forma bilateral, de tal manera que mientras un mús_ culo de un lado era activado voluntariamente, su homólogo contralateral - permanecía inactivo captándose en él la actividad electromiográfica por sobreflujo excitatorio y viceversa. Cada músculo activo se sometió a dos contracciones isométricas contra resistencia, durante la primera el mús_ cu

culo pasivo homólogo contralateral se mantuvo en una posición alargada; - durante la segunda éste músculo permaneció en una posición acortada.

Para el estudio de los músculos de la mano, los sujetos colocaron ambos brazos siguiendo el eje del cuerpo, los antebrazos en pronación sobre la mesa formando un ángulo recto con los brazos. En el caso del oponente del pulgar, éste se activó contra la resistencia mantenida por un pequeño poste situado en el centro de la mesa, de tal manera que el pulgar se mantenía en contacto con éste poste y formando un ángulo de aproximadamente 90° con el eje de la mano que a su vez mantenía un ángulo de 45° con el eje del antebrazo. El oponente del pulgar pasivo se mantuvo en reposo y con abducción del pulgar para su posición alargada, y en reposo y con aducción del pulgar para su posición acortada. El abductor del 5° dedo se activó contra la resistencia mantenida por una barra de madera; el 5°dedo se colocó en contacto y paralelo a la barra la cual a su vez era paralela al eje del antebrazo, mientras el músculo homólogo pasivo se mantuvo en reposo y aducción del 5° dedo para su posición alargada, y en reposo y abducción del 5° dedo para su posición acortada.

El bíceps braquial se activó contra la resistencia de una barra de metal colocada en el eje coronal de la mesa, los sujetos colocaron ambos antebrazos en supinación, con el brazo a efectuar la contracción en ángulo recto con el antebrazo y la palma de la mano en contacto con la barra, mientras el bíceps braquial contralateral se mantenía en reposo y extensión (codo en extensión y brazo ligeramente abducido) para su posición

alargada, y en reposo, flexión de 90° de codo, rotación interna de hombro y supinación de antebrazo para la posición acortada.

El deltoides se activó contra la resistencia de una barra de metal colocada en un plano inferior que la mesa; los sujetos efectuaron abducción del brazo extendido siguiendo el eje del cuerpo con el antebrazo en posición neutra y haciendo contacto con la barra con el dorso del tercio distal del antebrazo, mientras mantenían el deltoides contralateral en reposo con el brazo colgando siguiendo el eje del cuerpo para la posición alargada y con el brazo en abducción de 90° reposando sobre un banco (de altura ajustable) para la posición acortada.

Antes de proceder al registro de la actividad electromiográfica de cada músculo, se tomó un trazo de base para comprobar que el músculo inactivo se encontraba en silencio eléctrico.

Al terminar el estudio se procedió al análisis de los registros electromiográficos. Se midió la amplitud de los potenciales obtenidos, determinándose el 100% de actividad electromiográfica a la amplitud máxima del potencial del músculo activo, comparándose ésta con la amplitud máxima del potencial del músculo inactivo homólogo contralateral, obteniéndose así el porcentaje de sobreflujo excitatorio en éste último.

Se compararon los resultados obtenidos en el grupo de niños

con los obtenidos en el grupo de adultos; también se comparó los resultados obtenidos de los músculos en posición acortada con los obtenidos de los músculos en posición alargada. Por último se comparó la actividad obtenida en los músculos intrínsecos de la mano con aquella del biceps y del deltoides. Se utilizó como método estadístico la "t de student" para determinar diferencias estadísticamente significativas entre la comparación de los resultados obtenidos.

III.- RESULTADOS

La figura 1 representa un ejemplo de los registros obtenidos en los músculos deltoides y abductor del 5°dedo. Puede observarse en el caso del deltoides que la actividad electromiográfica obtenida por sobreflujo excitatorio en el músculo inactivo es evidentemente mayor en la posición acortada que en la posición alargada del músculo, e incluso mayor que la actividad electromiográfica obtenida en el músculo activo. Los valores porcentuales de sobreflujo excitatorio con respecto a la actividad electromiográfica del músculo activo, corresponden a un 52% para la posición acortada, y a un 22% en la posición alargada. En el caso del abductor del 5° dedo se observa que el sobreflujo excitatorio en la posición acortada del músculo, es mayor que el sobreflujo excitatorio obtenido en la posición alargada, y que aparentemente es igual a la actividad electromiográfica en el músculo activo. Los valores porcentuales de sobreflujo excitatorio, corresponden a un 20% en la posición acortada y a un 5% en la posición alargada del músculo.

La evaluación cuantitativa de la actividad electromiográfica obtenida por sobreflujo excitatorio en el grupo de niños en comparación -- con el grupo de adultos se muestra en la tabla 1 para los músculos en posición acortada y en la tabla 2 para los músculos en posición alargada.

En la tabla 1, puede observarse que el sobreflujo excitatorio en el grupo de niños es mayor en todos los casos que el sobreflujo -- excitatorio obtenido en el grupo de adultos. Sin embargo solo el músculo

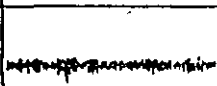
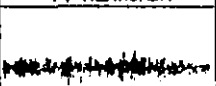
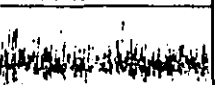

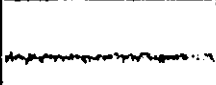

	MUSCULO ACTIVO	SOBREFLUJO EXCITATORIO EN EL MUSCULO CONTRALATERAL INACTIVO	
		P. ALARGADA	P. ACORTADA
DELTOIDES	 I 500 μV	 I 100 μV	 I 100 μV
ABD 5 ^o DEDO	 I 500 μV	 I 100 μV	 I 100 μV

FIG. 1.- REGISTROS DE ACTIVIDAD ELECTROMIOGRAFICA POR ACTIVACION VOLUNTARIA Y POR SOBREFLUJO EXCITATORIO. PUEDE OBSERVARSE QUE EN AMBOS MUSCULOS EL SOBREFLUJO EXCITATORIO ES EVIDENTEMENTE MAYOR EN LA POSICION ACORTADA QUE EN LA POSICION ALARGADA, EN EL CASO DEL DELTOIDES ES INCLUSO MAYOR QUE LA ACTIVIDAD EN EL MUSCULO ACTIVO.

oponente del pulgar muestra una diferencia significativa ($p < .05$) en favor del grupo de niños. El histograma 1 representa los datos señalados en la tabla 1.

En la tabla 2 se observa que el sobreflujo excitatorio también es mayor en todos los casos en el grupo de niños que en el grupo de adultos. Sin embargo en esta posición alargada de los músculos, el deltoides ($p < .01$), el bíceps braquial ($p < 0.5$) y el abductor del 5° dedo ($p < .01$) muestran una diferencia significativa en favor del grupo de niños. El histograma 2 representa los datos señalados en la tabla 2.

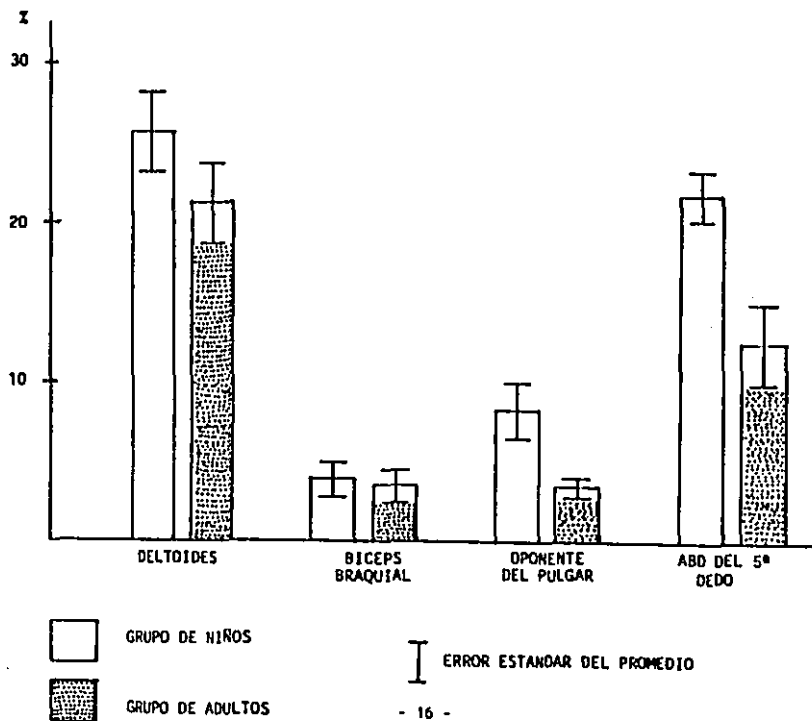
La actividad electromiográfica obtenida por sobreflujo excitatorio en los músculos en la posición acortada, en comparación con los músculos en la posición alargada, es evaluada cuantitativamente en la tabla 3 para el grupo de niños, y en la tabla 4 para el grupo de adultos. En ambas tablas puede observarse que el sobreflujo excitatorio difiere según la posición acortada ó alargada del músculo.

En el grupo de niños (tabla 3) se observa que los músculos en posición acortada, poseen mayor sobreflujo excitatorio a excepción del bíceps braquial, en el que la posición alargada resultó con mayor sobreflujo, aunque sin diferencia significativa ($p > 0.5$). En este mismo grupo el sobreflujo excitatorio del abductor del 5° dedo resultó con una gran diferencia estadística ($p < .001$) entre la posición acortada y alargada, seguido por el deltoides en diferencia significativa ($p < .01$), ambos en fa

**TABLA 1.- VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO
 EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO)
 OBSERVADA EN EL GRUPO DE NIROS Y EN EL GRUPO DE A-
 DULTOS, PARA LOS MUSCULOS EN POSICION ACORTADA.**

MUSCULO	SOBREFLUJO EXCITATORIO EN LA POSICION ACORTADA		
	G. DE NIROS	G. DE ADULTOS	P
DELTOIDES	25.8 \pm 2.4	21.3 \pm 2.6	P > 0.05
BICEPS BRAQUIAL	3.9 \pm 1.1	3.6 \pm 1	P > 0.05
OPONENTE DEL PULGAR	8.2 \pm 1.8	3.6 \pm 0.6	P < 0.05
ABD 5º DEDO	21.7 \pm 1.5	12.4 \pm 2.4	P > 0.05

HISTOGRAMA 1.- REPRESENTACION DE LOS VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO) OBSERVADA EN EL GRUPO DE NIROS Y EN EL GRUPO DE ADULTOS, PARA LOS MUSCULOS EN POSICION ACORTADA.



vor de la posición acortada. El histograma 3 representa los datos señalados en ésta tabla.

En el grupo de adultos (tabla 4) observamos que solo la posición alargada del oponente del pulgar predominó sobre las posiciones acortadas, aunque sin diferencia significativa ($p > .05$) se puede además observar la gran diferencia estadística del deltoides ($p < .001$) entre las posiciones acortada y alargada, seguido del abductor del 5° dedo ($p < .01$) ambas en favor de la posición acortada. El histograma 4 representa los datos señalados en ésta tabla.

La evaluación cuantitativa del sobreflujo excitatorio obtenido en los músculos proximales en comparación con los músculos distales, puede hacerse en todas las tablas e histogramas arriba señalados, donde observamos que sólo en el caso del deltoides el sobreflujo excitatorio es mayor para los músculos proximales, ya que el bíceps braquial resultó con cifras de sobreflujo menores a las cifras del abductor de 5°dedo y menores ó iguales a las cifras del oponente del pulgar.

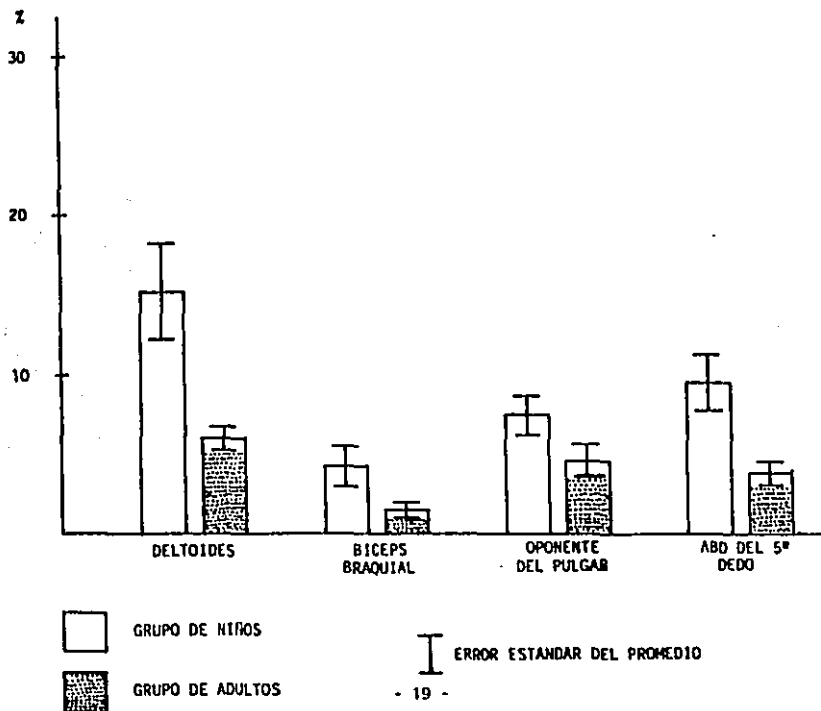
Es importante señalar que al observar los porcentajes de sobreflujo excitatorio en forma asilada, se obtuvieron frecuentemente cifras superiores al 20% señaladas por otros autores (5). Nuestro valor máximo fué de 55%, comparable a las cifras reportadas por Devine (6).

Durante la obtención de los registros se observó en algunos

**TABLA 2.- VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO
 EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO)
 OBSERVADA EN EL GRUPO DE NIROS Y EN EL GRUPO DE A-
 DULTOS, PARA LOS MUSCULOS EN POSICION ALARGADA.**

MUSCULO	SOBREFLUJO EXCITATORIO EN LA POSICION ALARGADA		
	G. DE NIROS	G. DE ADULTOS	P
DELTOIDES	15.2 \pm 2.9	5.8 \pm 0.9	P < 0.01
BICEPS BRAQUIAL	4.6 \pm 1.1	1.4 \pm 0.2	P < 0.05
OPONENTE DEL PULGAR	7.3 \pm 1.3	4.7 \pm 1	P > 0.05
ABD 5º DEDO	9.4 \pm 1.7	3.9 \pm 0.7	P < 0.01

HISTOGRAMA 2.- REPRESENTACION DE LOS VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO) OBSERVADA EN EL GRUPO DE NIÑOS Y EN EL GRUPO DE ADULTOS, PARA LOS MUSCULOS EN POSICION ALARGADA.



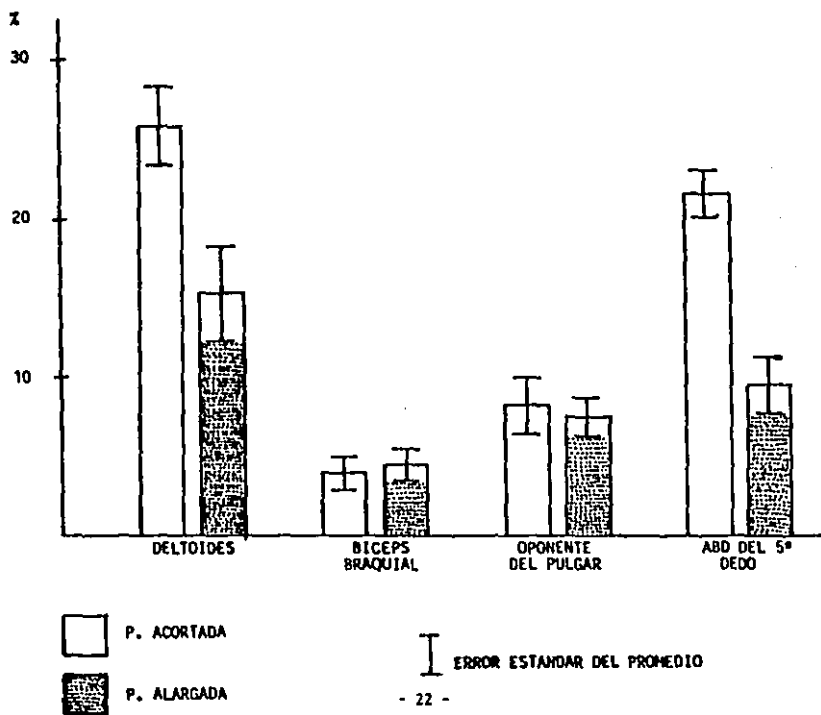
de los sujetos, que tanto la actividad electromiográfica en el músculo ac tivo, como aquella obtenida por sobreflujo excitatorio en el músculo homó logo contralateral inactivo, presentaron un patrón progresivamente cre- - ciente en la amplitud de los potenciales de unidad motora. La figura 2 - nos muestra un ejemplo de éste hecho. En ésta figura podemos observar -- que el patrón creciente en amplitud de los potenciales de unidad motora - en el músculo inactivo, reproduce el patrón observado en el músculo acti- tivo.

Otro hecho que se puso de manifiesto en éste estudio es la - capacidad para inhibir la actividad electromiográfica por sobreflujo exci- tatorio. Se procedió a explicar a varios de los sujetos en el estudio, la naturaleza exacta del sobreflujo excitatorio; se colocó a éstos sujetos - frente al electroencefalógrafo, y se les mostraron los registros de acti- vidad electromiográfica por activación voluntaria y los registros del so- breflujo excitatorio. Una vez que se inició el estudio, se ordenó a los - sujetos inhibir la actividad electromiográfica correspondiente al sobre- flujo excitatorio, a la vez que mantenían la activación voluntaria desea- da. La figura 3 nos muestra los resultados obtenidos en dos de éstos suje tos. Puede observarse en los trazos que corresponden al primer (A) como - al segundo sujeto (B), que después que el individuo recibe la orden de in- hibición, se produce una interrupción completa de la actividad por sobre- flujo después de una breve latencia, aún cuando la actividad por sobreflu- jo reaparece con menor frecuencia y amplitud a la observada antes de la or- den de inhibición. También se observa, que la actividad electromiográfica en

**TABLA 3.- VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO
 EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO)
 OBSERVADA EN LOS MUSCULOS EN LA POSICION ACORTADA
 Y EN LA POSICION ALARGADA. PARA EL GRUPO DE NIÑOS.**

MUSCULO	SOBREFLUJO EXCITATORIO EN EL GRUPO DE NIÑOS		
	P. ACORTADA	P. ALARGADA	P
DELTOIDES	25.8 \pm 2.4	15.2 \pm 2.9	P < 0.01
BICEPS BRAQUIAL	3.9 \pm 1.1	4.6 \pm 1.1	P > 0.05
OPONENTE DEL PULGAR	8.2 \pm 1.8	7.3 \pm 1.3	P > 0.05
ABD 5º DEDO	21.7 \pm 1.5	9.4 \pm 1.7	P < 0.001

HISTOGRAMA 3.- REPRESENTACION DE LOS VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO) OBSERVADA EN LOS MUSCULOS EN LA POSICION ACORTADA Y EN LA POSICION ALARGADA, PARA EL GRUPO DE NIROS.

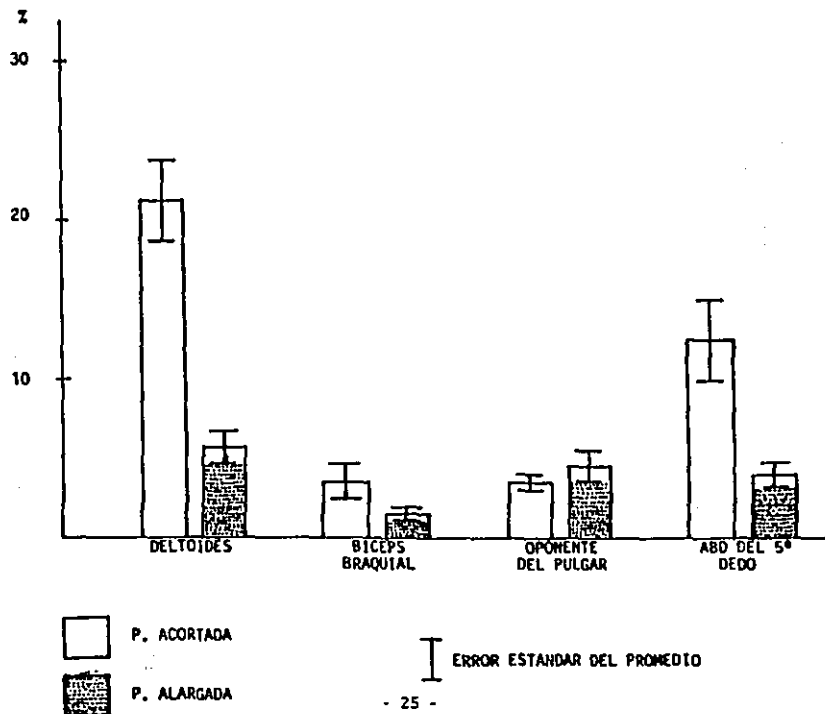


el músculo activo permanece sin cambios durante el procedimiento de inhibición contralateral.

**TABLA 4.- VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO
 EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO)
 OBSERVADA EN LOS MUSCULOS EN LA POSICION ACORTADA
 Y EN LA POSICION ALARGADA, PARA EL GRUPO DE ADULTOS**

MUSCULO	SOBREFLUJO EXCITATORIO EN EL GRUPO DE ADULTOS		
	P. ACORTADA	P. ALARGADA	P
DELTOIDES	21.3 \pm 2.6	5.8 \pm 0.9	P < 0.001
BICEPS BRAQUIAL	3.6 \pm 1	1.4 \pm 0.2	P > 0.05
OPONENTE DEL PULGAR	3.6 \pm 0.6	4.7 \pm 1	P > 0.05
ABD 5º DEDO	12.5 \pm 2.4	3.9 \pm 0.7	P < 0.01

HISTOGRAMA 4.- REPRESENTACION DE LOS VALORES PORCENTUALES DE LA ACTIVIDAD POR SOBREFLUJO EXCITATORIO (MEDIA \pm ERROR ESTANDAR DEL PROMEDIO) OBSERVADA EN LOS MUSCULOS EN LA POSICION ACORTADA Y EN LA POSICION ALARGADA, PARA EL GRUPO DE ADULTOS.



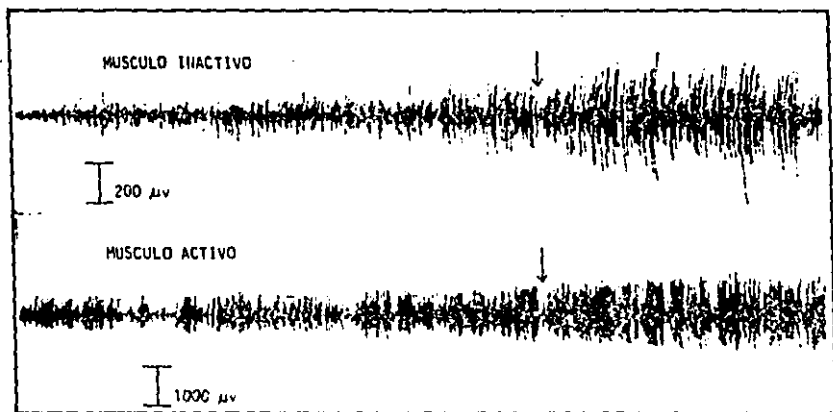


FIG. 2.- REGISTROS DEL PATRON PROGRESIVAMENTE CRECIENTE EN LA AMPLITUD DE LOS POTENCIALES DE UNIDAD MOTORA. PUEDE OBSERVARSE EN ESTA FIGURA QUE EL PATRON CRECIENTE EN EL MUSCULO INACTIVO REPRODUCE EL PATRON OBSERVADO EN EL MUSCULO ACTIVO.

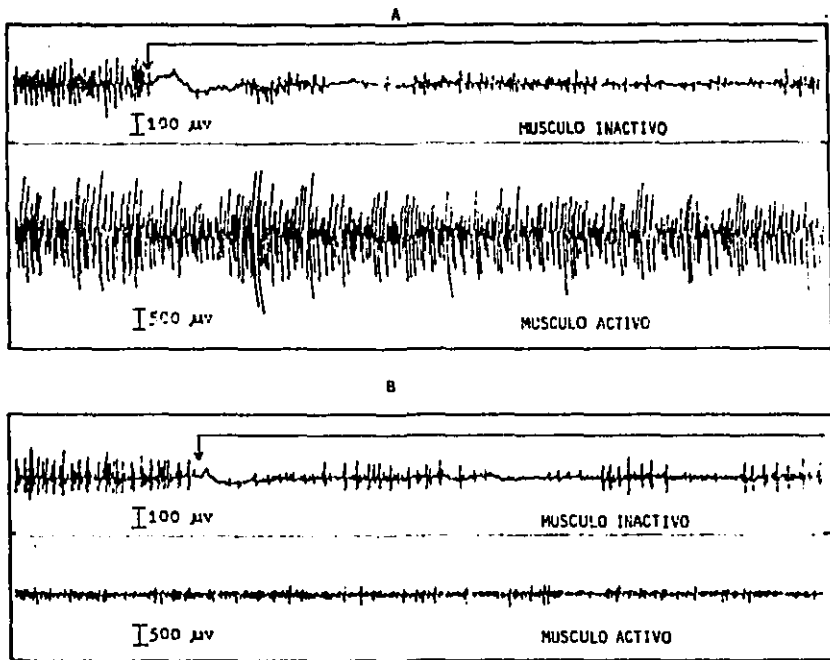


FIG. 3.- INHIBICION DE LA ACTIVIDAD ELECTROENFIOGRAFICA POR SOBREFLUJO EXCITATORIO. PUEDE OBSERVARSE QUE TANTO EN EL PRIMER SUJETO (A), COMO EN EL SEGUNDO (B) DESPUES DE UNA BREVE LATENCIA OCURRE UNA INTERRUPCION COMPLETA DEL SOBREFLUJO. ESTA ACTIVIDAD REAPARECE CON MENOR AMPLITUD Y FRECUENCIA A LA OBSERVADA ANTES DE LA ORDEN DE INHIBICION. LA FLECHA REPRESENTA EL MOMENTO EN QUE SE DIO LA ORDEN DE INHIBICION, LA CUAL SE MANTUVO DURANTE TODO EL REGISTRO

IV.- DISCUSION

Los resultados del presente estudio demuestran que en las -- condiciones experimentales descritas, existe una actividad electromiográfica por sobreflujo excitatorio en el músculo en reposo, cuando el músculo homólogo contralateral se activa voluntariamente mediante una contracción isométrica.

Los valores porcentuales de sobreflujo excitatorio (media + error estandar del promedio) obtenidos en los músculos deltoides y abductor del 5° dedo, tanto en el grupo de niños como en el de adultos (Tablas 3 y 4), corresponden aproximadamente a los valores de 10-20% señalados previamente en la literatura (5,8). El valor porcentual máximo obtenido en varios de los sujetos en el estudio fué de 55%, cifra que corresponde a la cifra máxima de 60% de sobreflujo excitatorio señalada por Devine(6).

Otro hecho de importancia es que el sobreflujo excitatorio en los músculos proximales, fué mayor que el sobreflujo en los músculos intrínsecos de la mano sólo en el caso del deltoides, ya que el bíceps braquial resultó con cifras menores ó iguales a las cifras de sobreflujo en éstos músculos (tablas 3 y 4). Se planteó la hipótesis que los músculos proximales de mayor volumen, normalmente involucrados en actividades motoras que no requieren de precisión, producían mayor sobreflujo excitatorio que los músculos intrínsecos de la mano involucrados en actividades

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

motoras que requieren mayor precisión y coordinación. A éste respecto - los trabajos de Ramos y colaboradores (12), proponen la teoría de que las actividades de precisión demandan de un monitoreo cortical constante y profundo de los músculos deseados, lo que libera una propagación de excitación a centros motores somáticos no esenciales. Sin embargo los resultados de éste estudio, no permiten determinar si son los músculos proximales ó los distales los que producen la mayor actividad por sobreflujo excitatorio.

Llama la atención que la actividad por sobreflujo excitatorio pueda ser modificada por la posición del músculo en reposo. En éste estudio, la posición acertada de los músculos deltoides y abductor del 5º dedo fueron los que se acompañaron de mayor actividad por sobreflujo excitatorio, con diferencias estadísticamente significativas con relación a la posición alargada, tanto en el grupo de niños como en el de adultos -- (tablas 3 y 4). El mecanismo de éste fenómeno se debe probablemente a que al colocar a un músculo en posición acertada se inicie una facilitación de la activación muscular en los receptores musculares, los cuales envían información al Sistema Nervioso Central, que a su vez facilita aún más la activación muscular mediante el sistema gama. Sin embargo el hecho de no encontrar éste mismo fenómeno en los músculos oponente del pulgar y bíceps braquial, nos habla de la participación de mecanismos diferentes, que de acuerdo al planteamiento experimental del estudio no se trató de dilucidar.

Se planteó la posibilidad de que el sobreflujo excitatorio -

podiera depender del nivel de desarrollo psicomotor alcanzado por los sujetos estudiados; a medida que el nivel de desarrollo psicomotor fuera mayor, el sobreflujo excitatorio sería menor. De ésta manera, se estableció la hipótesis de que los niños presentaban un sobreflujo excitatorio mayor que los adultos. Los resultados del estudio, confirman ésta hipótesis sólo en el caso de los músculos en la posición alargada, en la que se obtuvieron 3 músculos con diferencia estadísticamente significativa en favor del grupo de niños (tabla 2). El hecho de no confirmar ésta hipótesis en los músculos en posición acortada, probablemente se debe a que el número de sujetos estudiados en cada uno de los grupos, fué muy pequeño.

Los registros de actividad electromiográfica en los que se observó un patrón progresivamente creciente en amplitud (Figura 2), son de un interés fundamental. En función de la simultaneidad presentada entre el registro del sobreflujo excitatorio y el registro de la actividad voluntaria, podríamos suponer la presencia de un mecanismo reflejo, probablemente con inicio en el huso muscular (del músculo activo), con integración a nivel de interneuronas espinales y propagación mediante conexiones polisinápticas al lado contralateral, como una posible vía del sobreflujo excitatorio. Sin embargo, debido a la capacidad de inhibición del sobreflujo presentada en algunos sujetos, también suponemos un control esencial y voluntario por el Sistema Nervioso Central. Se tendría que diseñar un modelo experimental para determinar la latencia de ésta actividad por sobreflujo excitatorio, y así establecer posibles mecanismos reflejos o voluntarios en la producción de éste sobreflujo.

Con respecto a los fenómenos de inhibición observados en este estudio, y enfocando al sobreflujo excitatorio desde el punto de vista de Kottke (10) como una actividad muscular agregada que produce estímulos de retroalimentación confusos al Sistema Nervioso Central, que a su vez reducen la capacidad del individuo de monitorear los actos motores y resultan en un deterioro final de la coordinación; se pone de manifiesto -- que es posible aprovechar el aspecto negativo de la biorretroalimentación como medida en el entrenamiento de la coordinación.

En relación con otras aplicaciones terapéuticas del sobreflujo excitatorio, algunos autores como Moore (5), consideran que puede emplearse como medida para mantener el tono muscular de extremidades temporalmente inmovilizadas, debido a injertos cutáneos, quemaduras, férulas de yeso, tracción, etc. Actualmente en algunas instituciones para la rehabilitación de pacientes quemados se recomienda el ejercicio de la extremidad no afectada, para mantener el tono muscular y evitar la atrofia de la extremidad afectada (13).

V.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- LIGHT S.: History. In Basmajian J. V.: Therapeutic Exercise, 4th. Ed. Williams & Wilkins, Baltimore E. U. 1948, p. 1
- 2.- DE LATEUR B.J.: Therapeutic Exercise To Develop Strength And Endurance. In Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, 3rd. Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia E.U. 1982, p. 427.
- 3.- BOBATH K.: Base Neurofisiológica Para el Tratamiento De la Parálisis Cerebral, 2da. Ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires Argentina 1982, p. 66.
- 4.- WALSH F.M.R.: On Certain Tonic Or Postural Reflexes In Hemiplegia, - With Especial Reference To The So-Called "Associated Movements". In - Payton Hirt & Newton: Neurophysiologic Approaches To Therapeutic - - Exercise. F. A. Davis Philadelphia E.U. 1977, p. 155-165.
- 5.- MOORE J.C.: Excitation Overflow: An Electromyographic Investigation. Arch Phys Med Rehabil. 56: 115 - 120, 1975.
- 6.- DEVINE K. L.: Electromyographic Activity Recorded From An Unexercised Muscle During Maximal Isometric Exercise Of The Contralateral - - Agonists And Antagonists. Phys Ther. 61: 898-903, 1981.

- 7.- CAREY J.R.: Electromyographic Study Of Muscular Overflow During Precision Handgrip. Phys Ther. 63: 505-511, 1983.
- 8.- PANIN N.: Electromyographic Evaluation Of The Cross Exercise Effect. Arch Phys Med Rehabil. 42:47-52, 1961.
- 9.- MILLS V.M.: Electromyographic Results Of Exercise Over Flow In Hemiplegic Patients. Phys Ther. 65:1041-1045, 1985
- 10.- KOTTKE F.J.: The Training Of Coordination. Arch Phys Med Rehabil. - 59:567-572, 1978.
- 11.- DELAGI E.F. & PEROITO A.: Anatomic Guide For The Electromyographer. 2nd. Ed. Charles C. Thomas. Illinois E.U. 1980 p. 4, 24, 66, 80.
- 12.- RAYOS M.U.: Cardiovascular Effects of Spread of Excitation During Prolonged Isometric Exercise. Arch Phys Med Rehabil 54:496- 504, -- 1973.
- 13.- FISHER and HELM: Comprehensive Rehabilitation of Burns. Ed. Williams & Wilking. Baltimore E.U. 1984 p. 58.