

INTERES DE LA MEDIDA DE LA EXCITABILIDAD  
NEUROMUSCULAR EN ANESTESIOLOGIA\*

DR. J. A. SÁNCHEZ HERNÁNDEZ.

**E**N 1955 H. y G. LABORIT y P. Huguenard en diferentes trabajos<sup>1 2 3 4</sup> propusieron el estudio de la excitabilidad neuromuscular con el reótomo electrónico de Pluven y Guiot, como un medio simple y práctico para descubrir las modificaciones provocadas por el "stress" en la etapa celular y dar una idea de su intensidad.

Estos autores, después de diversas investigaciones y estudios en serie, dejaron establecido que las curvas de excitabilidad neuromuscular dan una idea indirecta y aproximada de la excitabilidad tisular que expresa ante todo la carga energética celular en potasio, entendiendo que esta carga potásica está bajo la dependencia de la permeabilidad de la membrana celular, permeabilidad a su vez, resultante de la actividad metabólica de la célula.

La hipokalicitia, esto es, la disminución del ión potasio intracelular y toda pérdida de energía celular, da una hipoexcitabilidad; y al contrario, la recarga celular en potasio que acompaña al anabolismo, produce hiperexcitabilidad.

Toda intervención quirúrgica, con mayor razón cuando se trata de cirugía mayor, provoca la respuesta neurovegetativa e hipofisosuprarrenal que se traduce, en la etapa celular, por una fuga de potasio, con hiperkaliaemia e hiperkaliuria y por lo tanto, a priori, con hipoexcitabilidad tisular y por tanto, neuromuscular.

Parece lógico pensar que la anestesia más protectora para el organismo será aquella que limite al máximo esta pérdida potásica y que se acompañe por lo tanto, del mantenimiento de una excitabilidad muscular normal.

En 1956, J. du Cailar, A. Levy, M. Attiso y M. Durand,<sup>5</sup> pusieron en evi-

\* Leído en la sesión ordinaria del 4 de junio de 1958.

dencia el hecho de que los ganglioplégicos y neuroplégicos determinan hiperexcitabilidad muscular.

En 1957, M. Durand<sup>6</sup> y J. du Cailar y M. Durand<sup>7</sup> estudiaron las modificaciones de la excitabilidad muscular en el curso de diferentes métodos de anestesia y el valor diagnóstico, pronóstico y terapéutico de la medida de dicha excitabilidad en las evoluciones operatorias.

El presente trabajo tiene por objeto confirmar los hallazgos reportados por los autores citados, aportando las observaciones personales obtenidas con el empleo del reótomó electrónico de Pluven y Guiot\* midiendo la excitabilidad muscular, antes, durante y después de la anestesia con la idea de estar en condiciones de juzgar, en forma más objetiva, si el método anestésico empleado ha protegido o no al organismo frente a la agresión quirúrgica.

Este estudio ha podido realizarse por la ayuda y entusiasta colaboración de los señores doctores Alfonso Alvarez Bravo, Enrique Gutiérrez Murillo, Francisco Barrera Arenas y Juan Mata, a los que deseo expresar mi mayor agradecimiento.

#### TÉCNICA

El reótomó electrónico de Pluven y Guiot es un generador de señales rectangulares cuya duración depende del tiempo de paso a nivel del punto motor de un músculo, la cual es conocida y cuyo umbral de excitación muscular, es medible.

La noción esencial que ha presidido la elaboración de este aparato es la utilización de dos circuitos diferentes e independientes; uno que regula la intensidad de los estímulos y otro que controla su duración. Así es posible variar a voluntad uno de los circuitos, intensidad o tiempo, permaneciendo el otro sin modificación.

El reótomó electrónico libera una corriente rectangular cuya intensidad puede graduarse de 1 a 50 miliamperios, y el tiempo de paso variarse de 0.1 de milisegundo a 1000 milisegundos. Tiene dos electrodos, el indiferente o positivo que se coloca en cualquier sitio del cuerpo y el electrodo negativo que se fija a permanencia a nivel del punto motor del músculo o nervio en estudio.

Su manejo es sencillo. Teniendo práctica, puede tomarse una curva en cinco minutos.

Utilizamos siempre el músculo tibial anterior que es de acceso más cómodo, especialmente en el transoperatorio. Se busca el punto motor por medio de estímulos de prueba en la zona en que teóricamente debe encontrarse y se localiza aproximadamente de 7 a 10 cms. por debajo del tubérculo de Gerdy y a unos 2 cms. fuera de la cresta anterior de la tibia. Una vez localizado el punto motor se fija el electrodo y se marca con tinta un círculo en el sitio

---

\* Este trabajo ha sido hecho con un reótomó electrónico de Pluven y Guiot que nos fue proporcionado gentilmente por los Laboratorios Labfarinex, S. A.

correspondiente, para hacer las medidas sucesivas exactamente en el mismo lugar.

El electrodo indiferente se coloca a nivel de la 5ª vértebra lumbar. En estas condiciones se busca para cada tiempo de paso, empezando por los tiempos cortos, la intensidad umbral necesaria para producir la primera pequeña contracción del dedo grueso del pie.

Las cifras obtenidas se trasladan a una hoja de papel graduado con una escala logarítmica, construyéndose así una curva de la intensidad de la corriente necesaria para tener una respuesta en función de la duración de paso.

Naturalmente interviene un cierto coeficiente personal en la apreciación de la primera contracción pero, de acuerdo con Huguenard, hemos encontrado que operadores diferentes obtienen curvas superponibles y que la precisión alcanzada es clínicamente suficiente.

Idéntica determinación se hace sobre el ciático poplíteo externo, nervio del músculo tibial anterior, en el borde externo del hueco poplíteo a la altura de la cabeza del peroné. Las cifras encontradas se trasladan a la gráfica con un color diferente del utilizado para la curva del músculo.

H. Laborit,<sup>8</sup> R. Moynier,<sup>9</sup> R. Coirault,<sup>10</sup> y colaboradores han considerado en la curva INTENSIDAD-DURACION, tres segmentos (Fig. N° 1). El primero, entre 0.1 milisegundo y 1 milisegundo, segmento de los tiempos cortos.

El segundo, comprendido entre 1 y 10 a 30 milisegundos, segmento de los tiempos medios.

Y el tercero, que se extiende entre 10 a 30 y 1000 milisegundos, llamado segmento de los tiempos largos o reobásicos.

La experiencia obtenida por estos autores en varios miles de determinaciones ha demostrado:

1º Que el segmento de los tiempos cortos que expresa la excitabilidad de las fibras rápidas del músculo, está en relación con los movimientos del calcio ionizado celular. Así la hipocalcemia, es decir, la disminución del calcio celular, se expresa por una hipoexcitabilidad en los tiempos comprendidos entre 0.1 y 1.0 milisegundo y la hipercalcemia por una hiperexcitabilidad en esos mismos tiempos.

2º Que el segmento de los tiempos medios que se extiende entre 1 y 10 a 30 milisegundos se modifica, en el mismo sentido, por los aportes del ión magnesio.

3º Que el segmento de los tiempos largos, que corresponde a la excitabilidad de las fibras lentas del músculo y está comprendido entre 10 a 30 y 1000 milisegundos, se relaciona con el contenido de potasio intracelular. Mientras más se abate este segmento, es decir, mientras más evoluciona hacia la hiperexcitabilidad, la carga de potasio intracelular se eleva y viceversa.

Según H. Laborit, R. Moynier, P. Huguenard, R. Coirault, H. Farand y colaboradores,<sup>8 9 10</sup> el trazo de las curvas INTENSIDAD-DURACION se con-

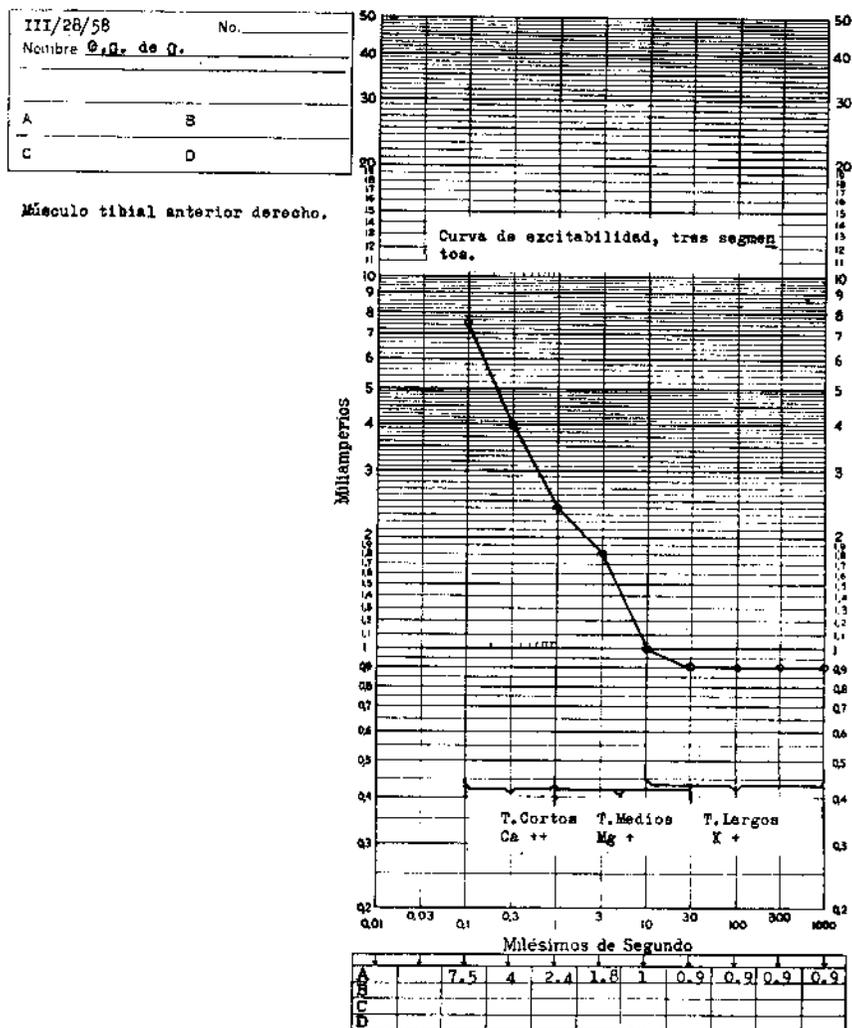


FIGURA 1

sidera normal cuando queda dentro de la superficie que aparece sombreada en la figura N° 2.

Puede traducirse como expresión de hipoeexcitabilidad toda curva que se sitúe por encima de los límites normales tipo y como expresión de hiperexcitabilidad, toda curva que se sitúe por debajo.

En este trabajo nos concretaremos exclusivamente al estudio de curvas de excitabilidad muscular, tomadas antes, durante y después de la anestesia. Hemos ordenado las intervenciones quirúrgicas en tres grupos:



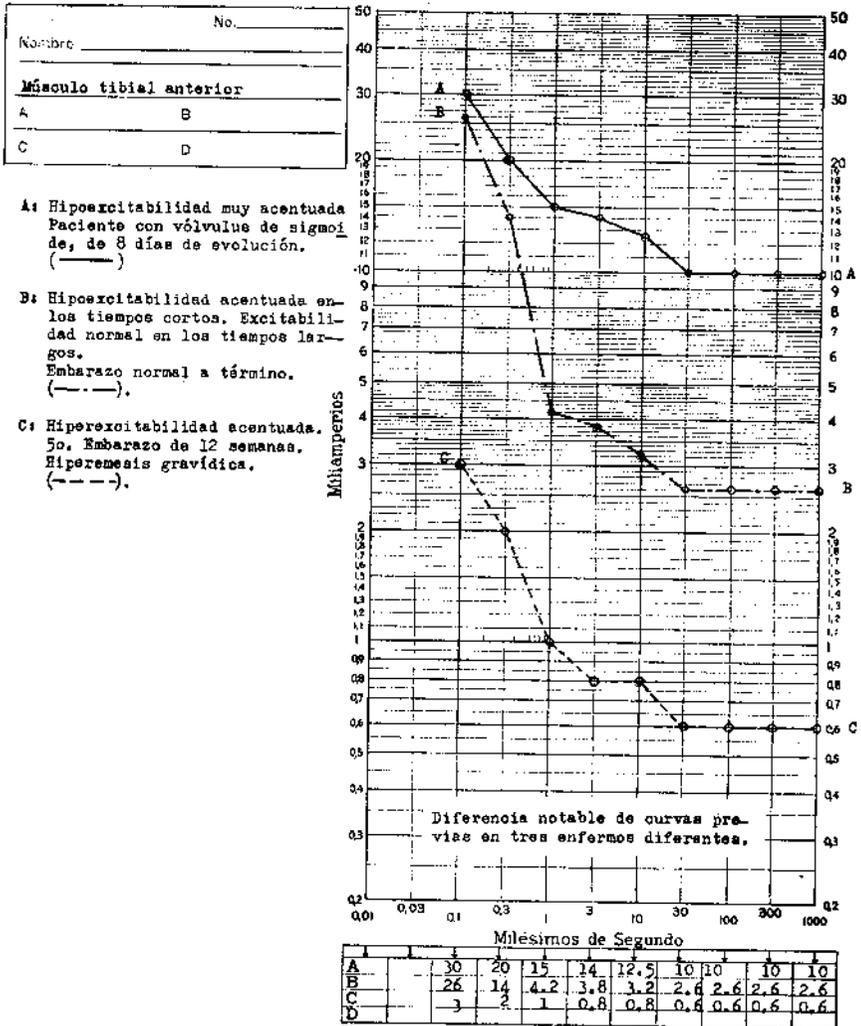


FIGURA 3

3. Las operaciones que producen un traumatismo mayor por la categoría misma de la intervención o por las condiciones del paciente, como gastrectomías, cirugía de canales biliares, histerectomías ampliadas, etc.

Hemos utilizado dos métodos de anestesia:

a) La anestesia ordinaria por medio de un barbitúrico endovenoso para inducción y mantenimiento con ciclopropano o con fluotane agregando, cuando sea necesario, un curarizante del tipo del flaxedil.

IV/17/58	No.
Nombre J.A.G.	35 años
A	B
C	D

Músculo tibial anterior derecho.

Operación:

Hernioplastia inguinal.

Medicación preanestésica:

Amytal sódico 0,40 grs.

Anestesia:

Ketivál - 0,50 grs.

Ciclopropano - 3500 cc.

Fluotane - 1 c.c.

Plaxedil - 0,080 grs.

A - Curva previa (—).

B - Una hora después de la intervención, (---).

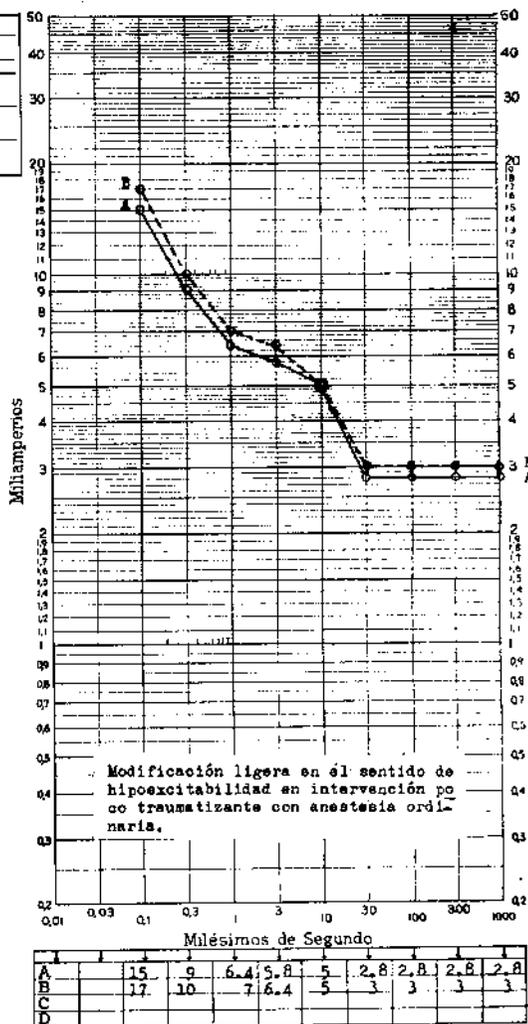


FIGURA 4

b) La anestesia potencializada en la cual agregamos a los agentes anteriores, durante el trans y el postoperatorio, una venoclisis que lleva una combinación variable de las drogas siguientes: Prometazina (Fenergán), Acepromazina (Plegicil), Meperidina (Demerol), Cloruro de potasio, Insulina y Glucosa.

Durante 52 anestias hicimos el estudio gráfico de la excitabilidad muscular por el método antes descrito, encontrando lo siguiente:

1. La curva de excitabilidad muscular tomada antes de la anestesia es muy



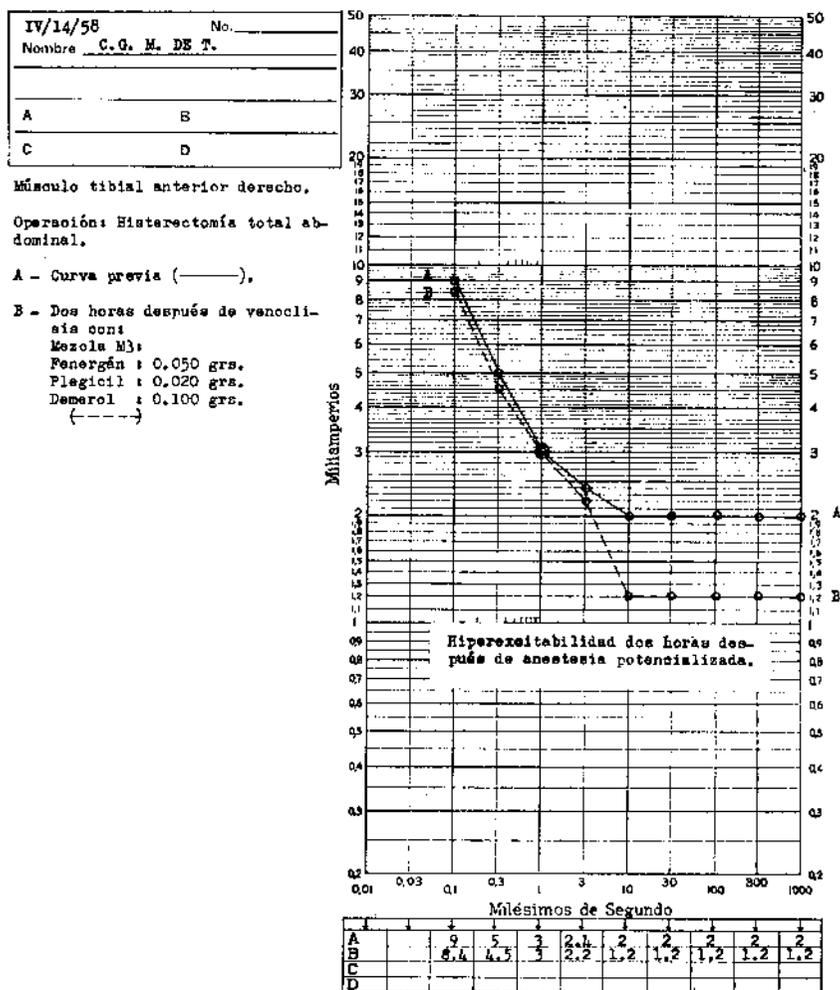


FIGURA 6

4. En las intervenciones en que hemos utilizado anestesia potencializada con las drogas mencionadas más arriba, hemos encontrado HIPEREXCITABILIDAD CONSTANTE de grado variable. (Fig. 6).

5. Esta hipereexcitabilidad ha sido más acentuada cuando el uso de las drogas neuroplégicas y repolarizantes se ha continuado en el postoperatorio inmediato. (Fig. 7).

6. En el postoperatorio inmediato hay una relación evidente y paralela entre las curvas de excitabilidad y las manifestaciones clínicas del paciente. La HIPOEXCITABILIDAD se traduce en la clínica por taquicardia, manteni-

IV-6/58	No.
Nombre O.R.C.	
A	3
C	0

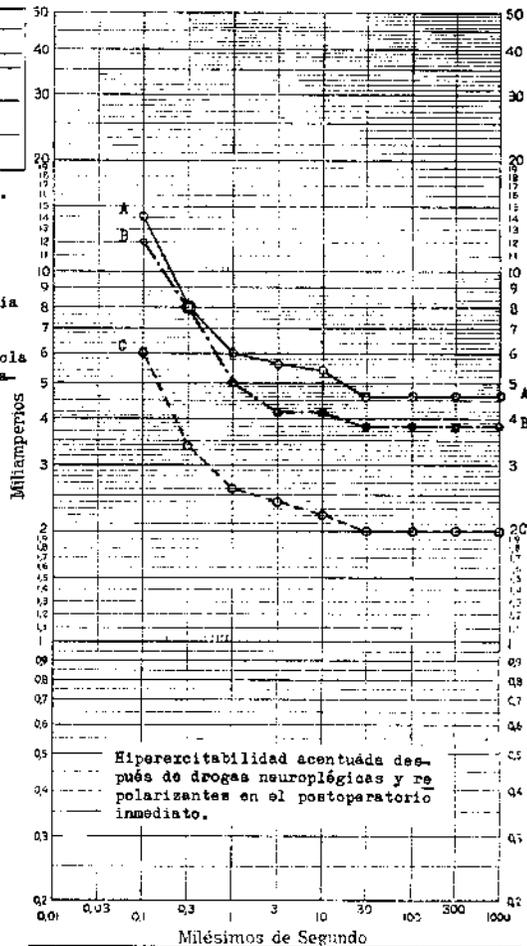
Músculo tibial anterior derecho.

Operación: Colectistectomía.

A - Curva previa (—)

B - Una hora después de anestesia potencializada. (---)

C - Cuatro horas después de mezcla  $M_3$  + glucosa, insulina, potasio (---).



	0.1	0.3	1	3	10	30	100	300	1000
A	14	8	6	5.6	5.4	4.6	4.6	4.6	4.6
B	12	8	5	4.2	4.2	3.8	3.8	3.8	3.8
C	6	3.4	2.6	2.4	2.2	2	2	2	2

FIGURA 7

miento de las cifras tensionales previas, fiebre en ocasiones, náuseas y vómito, sed, oliguria, distensión intestinal por gases, dolor de punto de partida operatorio, malestar general, inquietud e insomnio.

La HIPEREXCITABILIDAD se manifiesta por bradicardia e hipotensión arterial relativas en relación con las cifras previas, hipotermia, ausencia completa de náuseas y vómito, ausencia de sed, diuresis normal, disminución o falta de dolor de punto de partida operatorio y sensación de bienestar.

7. Vamos a presentar a continuación algunas gráficas que muestran la

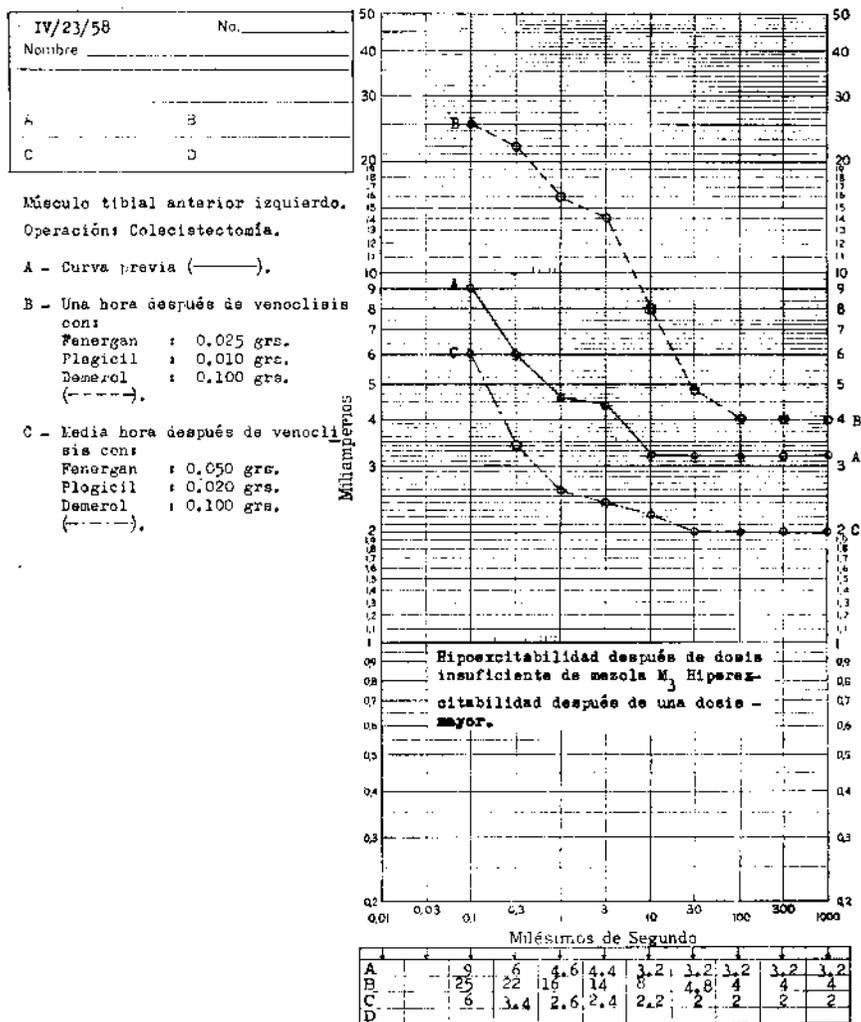


FIGURA 8

utilidad de la toma sucesiva de las curvas de excitabilidad para la vigilancia y la dosificación más precisa de sustancias como las fenotiazinas y mezclas repolarizantes cuya intensidad de acción varía considerablemente de un sujeto a otro.

Caso 1: Colectectomía con anestesia potencializada en donde una dosificación insuficiente de la mezcla M<sup>3</sup> (Fenergán + Plegicil + Demerol), determinó HIPOEXCITABILIDAD en el término de una hora. La administración inmediata de una dosis mayor produjo al finalizar la intervención, media

7/6/58		No. _____	
Nombre <u>G.O. de O.</u>			
A		B	
C		D	

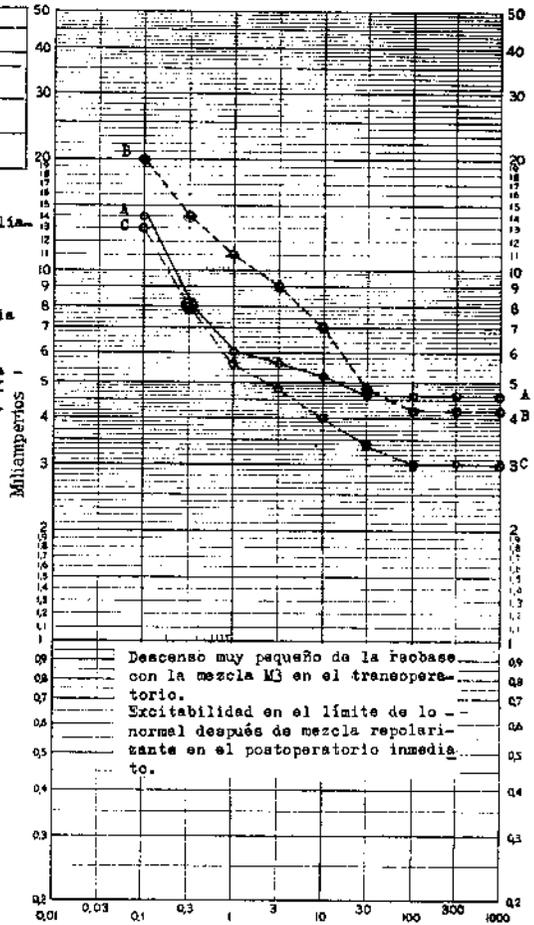
Músculo tibial anterior derecho.

Operación: Cirugía de canales biliares y colecistectomía.

A - Curva previa (—).

B - Dos horas después de anestesia potencializada. (---).

C - Ocho horas después de glucosa - insulina, potasio en venoclisis y plegicil + demerol por vía intramuscular (---).



	Milisegundos							
	0.1	0.3	1	3	10	30	100	300
A	14	8	5.6	4.8	4.2	4.6	4.6	4.6
B	20	14	11	9	7.4	4.8	4.2	4.2
C	13	8	5.6	4.8	4	3.4	3	3

FIGURA 9

hora después, una HIPEREXCITABILIDAD con buena evolución clínica. (Fig. 8).

Caso 2: Tratamiento de canales por una ictericia obstructiva y colecistectomía. La curva previa demostró HIPOEXCITABILIDAD. Se administró anestesia potencializada y glucosa insulina, potasio, y se obtuvo un descenso de la reobase de sólo 0.4 de miliamperio, conservando franca hipoexcitabilidad. Se continuó con mezcla reoparalizante (Glucosa + Insulina + Potasio), por

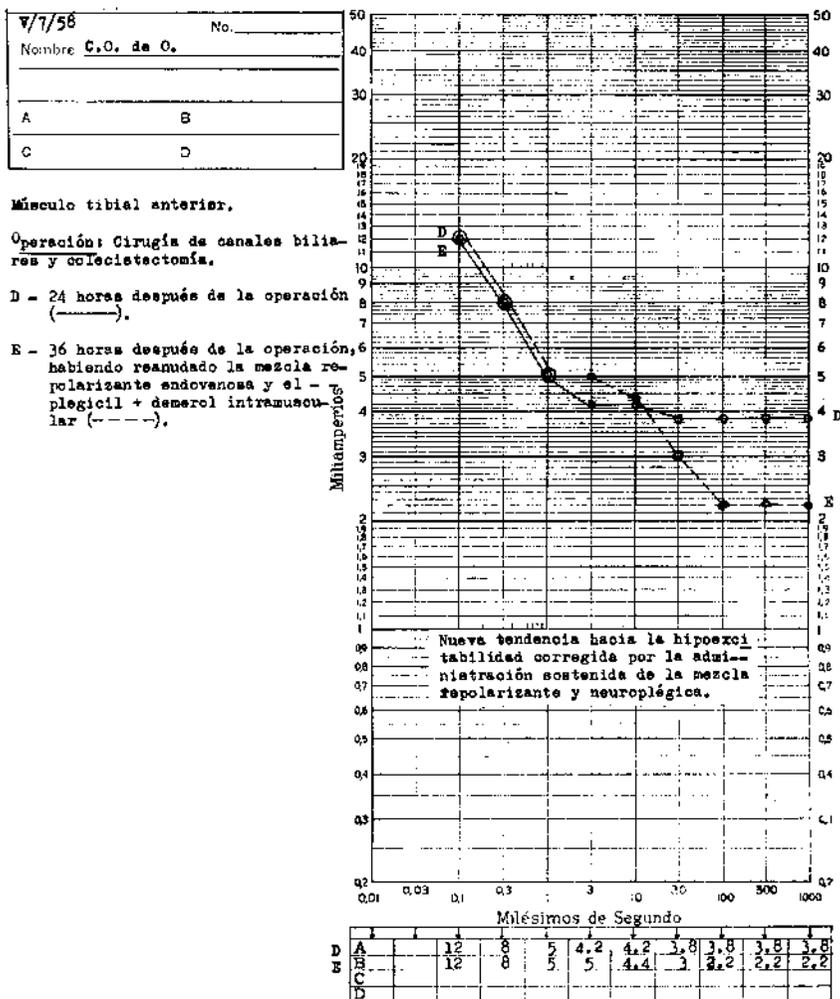


FIGURA 9 Bis.

vía endovenosa y Plegicil + Demerol por vía intramuscular cada 6 hs. Ocho horas después se obtuvo una curva en el límite de lo normal.

Al día siguiente una nueva curva dio hipoeccitabilidad moderada, nuevo tratamiento repolarizante dio, 36 hs. Después de la operación, una curva dentro de los límites normales. Buena evolución clínica en el postoperatorio. (Fig. 9).

Caso 3: Hemorroidectomía y tratamiento de fisura anal en un enfermo con dolor anal intenso desde varios meses antes. Curva previa demostró franca

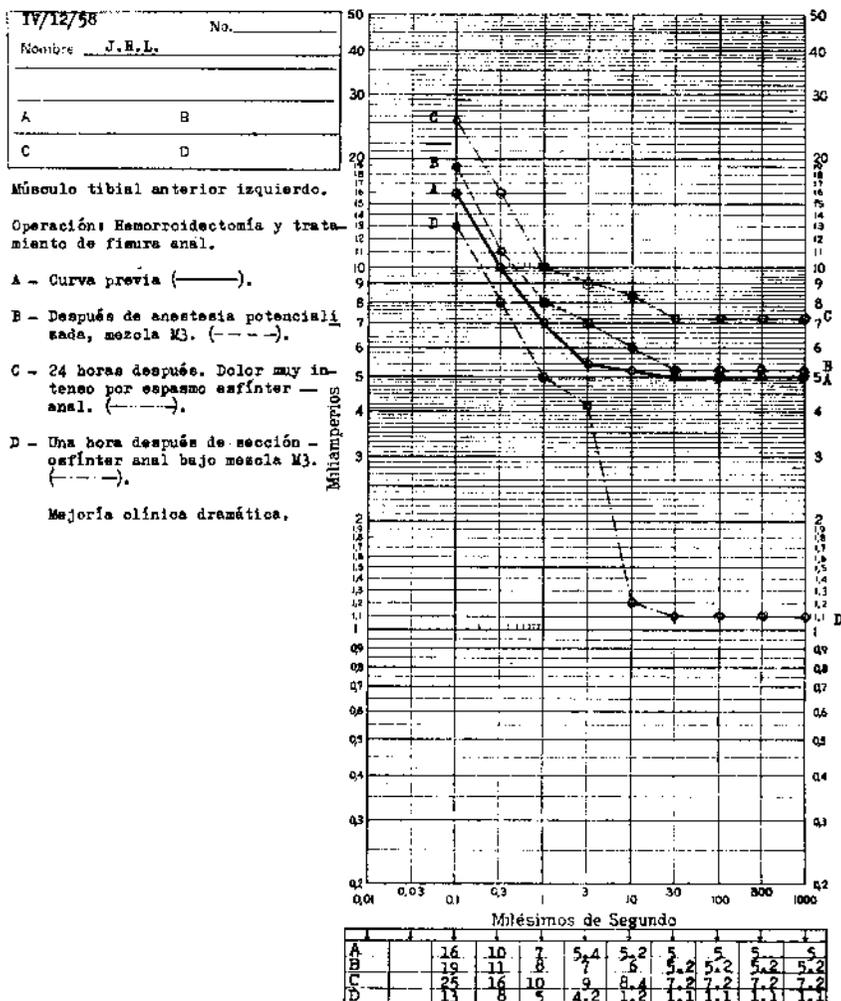


FIGURA 10

hipoexcitabilidad. La intervención se llevó a cabo bajo anestesia potencializada. En el transoperatorio la curva se mantuvo más o menos en los límites anteriores. A las 24 hs. se encontró hipoexcitabilidad acentuada coincidiendo con dolor muy intenso por espasmos del esfínter anal, que seguramente fue seccionado incompletamente durante la operación. Se intervino nuevamente haciendo la sección completa del esfínter bajo dosis más fuertes de Fenegán, Plegicil y Demerol y se obtuvo, una hora después, una curva franca de hiperexcitabilidad, con mejoría clínica dramática. (Fig. 10).

## COMENTARIO

Con la medida de la excitabilidad muscular que hemos practicado en relación con el acto anestésico-quirúrgico, hemos observado una serie de hechos que están acordes con lo asentado en los trabajos de H. Laborit, P. Huguenard, J. du Cailar y M. Durand.

Hemos comprobado que cada paciente tiene su propia curva de excitabilidad y que sólo la evolución de esta curva desde el pre, en el trans y en el postoperatorio puede dar datos útiles para el manejo del paciente.

Por otra parte, la medida debe hacerse siempre en el mismo punto motor para evitar causas de error originadas por estimular puntos menos sensibles o por las diferencias que pueden existir entre los dos miembros inferiores.

El hecho central que forma el núcleo de este estudio es la relación evidente y paralela que existe entre las curvas de excitabilidad y las manifestaciones clínicas del paciente en el postoperatorio inmediato:

La clásica ENFERMEDAD POSTOPERATORIA descrita magistralmente por R. Leriche, tan común después de la cirugía mayor, particularmente de la intraabdominal, se traduce por curvas de HIPOEXCITABILIDAD. La BUENA EVOLUCION POSTOPERATORIA que se obtiene con el empleo de la anestesia potencializada a base de acepromazina, prometazina y meperidina, se manifiesta constantemente por curvas de HIPEREXCITABILIDAD de grado variable.

Pero, ¿de qué manera podemos explicarnos la concordancia de estos hechos?

Laborit sostiene la hipótesis de que durante el "stress" en la etapa celular existe "una despolarización estable de la membrana, con una orientación del metabolismo en el sentido de un catabolismo intenso, proteico e hidrocarbonado, no compensado por un anabolismo reparador; de ahí ciertas perturbaciones iónicas particularmente la fuga del potasio intracelular". Esta pérdida de potasio intracelular se manifiesta por una hipoexcitabilidad tisular y por tanto, por una hipoexcitabilidad del músculo explorado.

Huguenard sostiene que las drogas neuroplégicas tienen además de sus acciones sobre el sistema nervioso central y el neurovegetativo una acción directa celular indudable, que consiste en un aumento del potencial de la membrana y en lo que se refiere al potasio, en una disminución de su salida y un aumento de entrada del mismo ión. Esta conservación o reentrada del potasio intracelular se traduce por una hiperexcitabilidad tisular.

Basándonos en estas hipótesis pensamos que con el empleo de la anestesia potencializada se logra frenar el hipercatabolismo celular, producido por el "stress" operatorio o aún producir un hipometabolismo mientras dure el estímulo agresor.

Sin embargo, fuera de la clínica no teníamos manera de juzgar en forma sencilla, rápida y económica, de la duración de dicho estímulo agresor, de la

respuesta favorable o desfavorable del organismo y del momento y la dosis en que debían emplearse las mezclas neuroplégicas y repolarizantes.

Tenemos la firme convicción de que la medida de la excitabilidad muscular resuelve de manera sencilla estos problemas.

Así por ejemplo, en el caso de la gráfica N° 9, antes de contar con la ayuda del reótomo habríamos administrado la mezcla M<sup>3</sup> en el transoperatorio y sólo la evolución en el postoperatorio inmediato nos habría hecho saber que la dosis empleada había sido inferior a la necesaria. La curva que se tomó dos horas después nos lo hizo saber de inmediato, por lo que administramos Glucosa, Insulina, Potasio en venoclisis y Plegicil, Demerol, por vía intramuscular. La curva tomada 8 hs. después dio una excitabilidad en el límite de lo normal, por lo que suspendimos las drogas.

Veinticuatro horas después una nueva curva nos indicó tendencia hacia la hipoexcitabilidad, concordando con la clínica (dolor, náusea, meteorismo), por lo que se administró nueva mezcla repolarizante y Plegicil, Demerol. Treinta y seis horas después de la operación se obtuvo una última curva de excitabilidad dentro de límites normales acompañada de una evolución postoperatoria muy satisfactoria.

Aunque el método de anestesia potencializada no es aceptado universalmente y que las hipótesis de Laborit, Huguenard y su escuela, sobre el recambio de iones Sodio y Potasio no han sido confirmadas en su totalidad, el hecho de concordar con la clínica, siempre que las hemos aplicado tanto desde el punto de vista terapéutico, como del pronóstico, nos hace entrever que tienen mucho de verdad en su contenido.

Pensamos que la hipótesis de estos autores entran en la categoría de las ideas geniales, pues aunque presenten muchos puntos oscuros y a la postre pueda demostrarse el error de algunos conceptos, han dado lugar a una enorme inquietud que ha producido revisión de ideas y nuevas investigaciones que han hecho adelantar notablemente no sólo la anestesiología, sino muchos aspectos de la patología, de la clínica y de la terapéutica.

#### REFERENCIAS

1. Laborit H. et Laborit C. "*Excitabilité neuro-musculaire et équilibre ionique*. I. Vol. Ed Masson et Cie, 1955.
2. Laborit H., Favre R., Guittard R., et Laborit G. "*Excitabilité neuro-musculaire*". "*Équilibre ionique (K et Ca) et optimum thermique de fonctionnement cellulaire*". La Presse Médicale, 16 février 1955, Pg. 223-227.
3. Huguenard P. et Tayot G. "*Intéret de la mesure de l'excitabilité neuro-musculaire en anesthésiologie*". Cahiers D'Anesthésiologie. Tome 3. N° 3, Octobre, 1955.
5. Du Cailar J., Levy A., Attiso M., et Durand M. "*Les variations de l'excitabilité neuro-musculaire sous l'influence de quelques lytiques, relation avec l'équilibre ionique*". Anesthésie-Analgésie, XII, 2 mars-avril, 1956.
6. Durand, M. "*L'excitabilité neuro-musculaire en anesthésie*". Anesthésie-Analgésie, XIV, 2 mars, avril, 1957.

7. Du Cailar, J. et Durand M. "*La mesure de l'excitabilité musculaire dans les suites opératoires; valeur, diagnostique, pronostique et thérapeutique*". *Anesthésie-Analgésie*. XIV, 3, mai-juin, juillet, 1957.
8. Laborit H., Coirault R., Guiot C. "*L'excitabilité neuro-musculaire, signification physiologique et clinique*". Presse Medicale, N° 25, 1957.
9. Moynier R., Guiot G. et Coll. "*Etude de la fatigue par la mesure de l'excitabilité neuro-musculaire (courbes intensité, durée). Aparcillage. Méthode expérimentales. Résultats*". Presse Medicale, N° 47, 1956.
10. Coirault R., Guiot G., Thiebault J., Farand H., Brault, H. "*Contraction musculaire et controle médico-sportif. Essai d'interprétation du mecanisme d'entrainement et la fatigue. Leur controle et leur traitement*". "*Role de l'adenosine triphosphorique ou A.T.P.*" Presse Medicale, N° 78, 1956.

INTERES DE LA MEDIDA DE LA EXCITABILIDAD NEUROMUSCULAR  
EN ANESTESIOLOGIA\*

COMENTARIO AL TRABAJO DEL DR. SANCHEZ HERNANDEZ

DR. MARTÍN MAQUIVAR.

---

**S**IENTO VERDADERA SATISFACCIÓN de hacer el comentario del trabajo de ingreso del Dr. José Antonio Hernández, quien es un anestesiólogo lleno de entusiasmo por todo lo que significa progreso en el campo de la anestesia, siendo un convencido de las ideas originales de los doctores Laborit, Huguenard, Durand y colaboradores, ideas que él mismo reconoce no son aceptadas universalmente, citando como ejemplo la escuela norteamericana; en nuestro país el uso indebido y empírico de las drogas neuroplégicas ha hecho que muchos de nosotros seamos un poco escépticos en cuanto a la bondad de tales métodos, máxime que la acción farmacológica de sus múltiples combinaciones no es conocida con precisión; sin embargo, no podemos pasar por alto que el trabajo presentado está elaborado con toda seriedad y coincide con los autores franceses que, anteriormente, se habían ocupado del mismo tema. Si en un futuro las teorías de la escuela francesa son ampliamente comprobadas, nos daríamos cuenta de la gran importancia de este método para juzgar el estado postoperatorio de nuestros enfermos por la medida de la excitabilidad neuromuscular, prueba realmente fácil de ejecutar, ayudándonos asimismo para llevar un control juicioso de las diferentes mezclas neuroplégicas, evitando el uso empírico de las mismas.

Creo, también, que sería ventajoso hacer la dosificación de corticoesteroides simultáneamente a las pruebas de excitabilidad.

Espero que el autor de este trabajo siga investigando sobre este mismo tema y nos aclare muchos conceptos que, hasta la fecha, nos parecen dudosos.

Felicito, una vez más, al señor Dr. don José Antonio Sánchez Hernández, teniendo la seguridad de que su labor académica será fructífera.

---

\* Leído en la sesión ordinaria del 4 de junio de 1958.