

Electrodiagnóstico clásico en el equino. Determinación de valores de estándar para la confección de curvas intensidad tiempo

García Liñeiro, J. A.^{*}, Spina Jorge^{*}, Scipioni H^{*}, Vaccaro M^{*}, Tonelli C^{*}, Pidal G^{*}, Argibay Quiroga, T. I.^{**}

Palabras claves: Electrodiagnóstico clásico - electroestimulación- caballos deportivos-

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto establecer los valores normales de Intensidad/tiempo de electroestimulación en el equino deportivo para confeccionar las curvas correspondientes vinculadas al electrodiagnóstico clásico. Se seleccionaron 50 equinos con actividad deportiva en Salto, en trabajo activo, con una edad promedio de 12 años (d. s. 2 años), 50% machos y 50% hembras, Raza Silla Argentina.

Las mediciones se realizaron en los músculos Braquiocefálicos, Pectorales, Tríceps y Cuadricéps, Gluteus medius, y Bíceps femoris, de acuerdo a las técnicas establecidas.⁽¹⁾

Se evalúa la normalidad de la intensidad medida para los distintos puntos de corte de la variable tiempo (300; 10; 2; 1; 1,5; 1; 0,7; 0,3; 0,1; 0,05 y 0,01), en cada uno de los músculos, para poder establecer los intervalos de confianza correspondientes del 95%, tomados en cuenta para la confección de las curvas intensidad – tiempo.

Keywords: : Classic electro diagnostic, electrotherapy, sport horses

SUMMARY

The present work tries to establish the normal values of intensity- time in electro- stimulation for sport horses in order to make graphics of the classic electro-diagnosis. 50 Silla Argentina jumping horses in active work and average age of 12 years where chosen. 50% where males and 50% mares.

The measurements where made in the Brachiocefalicus M., Pectoralis M., Triceps M., Cuadriceps M., Gluteus medius M. and Biceps femoris M. according to the established techniques.

Área Salud y Prod Equina, Facultad de Ciencias Veterinarias– UBA. Chorroarín 280. Ciudad de Buenos Aires. (C. P. 1417)

Área Bioestadística, Facultad de Ciencias Veterinarias – UBA. Chorroarín 280. Ciudad de Buenos Aires.

The normality of intensity measured for the different cut points of the variable “ time” (300; 10; 2; 1; 1,5; 1; 0,7; 0,3; 0,1; 0,05 y 0,01), was evaluated in order to establish the confidence interval corresponding to 95% taken into account for the preparation of the intensity/ time curves.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la fisioterapia en equinos deportivos, y especialmente la electroterapia, a través de múltiples investigaciones, empezó a ocupar un papel de apoyo fundamental como un tratamiento más en la rehabilitación del caballo atleta. El electrodiagnóstico clásico, si bien no es ni un reemplazo ni un equivalente de la electromiografía (los datos que aporta no son similares ni intercambiables), es gracias a la rapidez de su trazado y a la valiosa información obtenida sin duda una herramienta de alto valor para aquellos profesionales que han decidido hacer uso de la electroterapia.

Básicamente, se involucran tres aspectos fundamentales; la localización de la placa motriz del músculo, la determinación de la *cronaxia* y de la reobase.

CRONAXIA es el tiempo en el cual la intensidad necesaria para generar una contracción es el doble de la **REOBASE**. ^{(5) (6) (7) (9)}. La cronaxia mide la característica de excitabilidad del tejido y ofrece valores diferentes según su origen. A mayor excitabilidad de un tejido menor cronaxia y viceversa. La determinación de la cronaxia exige una determinación previa del **umbral de contracción o reobase** la cual duplicada permite establecer el tiempo de excitación.

Se puede simplemente determinar un tiempo de excitación que se ha visto que es 10 veces superior a la cronaxia. Este tiempo que debe durar la reobase para producir una contracción ha sido llamado tiempo útil por Gildemeister (1913) y tendría una significación similar a la de la cronaxia pero es 10 veces superior. Partiendo del tiempo útil se puede calcular la cronaxia pero la determinación es más difícil y no reporta ninguna ventaja. La significación del tiempo útil y cronaxia se aclara fácilmente en un sistema de gráficos.

El electrodiagnóstico clásico concluye entonces brindando, en forma instantánea, una valoración subjetiva del comportamiento del músculo estudiado, y a través del tiempo una medición concreta de la evolución de dicho músculo en su respuesta al tratamiento con impulsos eléctricos.

MATERIALES Y METODOS

Población en estudio

Se seleccionaron 50 equinos con actividad deportiva en Salto, en trabajo activo, con una edad promedio de 12 años (d. s. 2 años), 50% machos y 50% hembras, Raza Silla Argentina

Las mediciones se realizaron en los músculos Braquiocefálicos, Pectorales, Tríceps y Cuadriceps, Gluteus medius, y Bíceps femoris de acuerdo a las técnicas establecidas.⁽¹⁾ Para realizar las mediciones se utilizó una unidad de CRONAXIMETRO Y ELECTROTERAPIA CYE la cual es un generador de onda rectangular concebido para la realización de mediciones de cronaxia, y tratamientos programados con control preciso de la corriente de estimulación necesaria, con el fin de trazar las curvas de Intensidad Tiempo.

Trazado de curvas de intensidad / tiempo

Se ubican los electrodos, por ejemplo el positivo en plexo inervador y el negativo en placa motora del músculo a investigar, y se comienza a buscar el nivel de intensidad necesaria para cada ancho de pulso, que sea capaz de generar una contracción umbral.

El cronaxímetro utilizado en esta experiencia, cuenta con un dispositivo de disparo único, que hace que solamente sea emitido un pulso de estimulación, situación que facilita la detección del momento en que una contracción viva y sostenida es alcanzada.

El procedimiento consistió en:

- 1.- Ubicar los electrodos, registrando su punto, en la planilla
- 2.- Verificar que el dial de intensidad del canal MEDICION/TERAPIA se encuentre en 0.
- 3.- Conectar el extremo apropiado del cable del paciente a los electrodos.
- 4.- Colocar la llave PULSO/IONTO en PULSO.
- 5.- Colocar la llave BURST/NO en NO.
- 6.- Colocar la llave FREC/PULSO ÚNICO en PULSO ÚNICO.
- 7.- Colocar la llave _ / _ en _ (esto selecciona los valores rojos de la llave rotativa de anchos de pulsos)
- 8.- Colocar la llave de anchos en el valor 0,7ms 300ms (valor seleccionado 300ms)
- 9.- Conectar el extremo libre del cable del paciente al CYE.
- 10.- Encender la unidad.
- 11.- Subir la intensidad a un valor de 10 mA
- 12.- Oprimir el pulsador PULSO ÚNICO

13.- Si obtiene contracción visible, disminuir el nivel de intensidad moviendo el dial del CANAL MEDICIÓN / TERAPIA en el sentido antihorario hasta llegar a 9 mA, y volver al paso 12. Si no tiene contracción girar el dial en el sentido horario y volver al paso 12.

14.- Una vez determinado la posición del dial que permite obtener una contracción visible, tomar nota de dicho nivel y volcar en la hoja de gráficos 1, buscando el cruce entre la línea de 300 msec y la corriente que se ha medido con el dial.

15.- Girar la llave de tiempos a la posición 0,3ms 10 ms seleccionando de esta forma un ancho de 10 ms, y volver a generar un disparo con el pulsador de PULSO ÚNICO, sin mover el dial. Si tiene contracción, volcar nuevamente el punto correspondiente, ahora en la línea que está marcada con el valor de 10 ms. Si no tiene contracción, gire el dial en el sentido horario variando el nivel de intensidad en 0,1 mA y vuelva a producir un disparo. Repetir el procedimiento hasta ver la contracción franca, y tomar nota del valor de intensidad que marca el dial, volcándolo en la hoja de graficación.

16.- Repetir el procedimiento hasta haber conseguido un valor de intensidad para cada tiempo de la llave de anchos.

RESULTADOS

Se realizó la transformación logaritmo para conseguir que las intensidades medidas en los distintos puntos de corte de la variable tiempo (300; 10; 2; 1; 1,5; 1; 0,7; 0,3; 0,1; 0,05 y 0,01), en cada uno de los músculos, se distribuyan normalmente, y a partir de allí calcular los intervalos de confianza para las medias.

Los resultados obtenidos se ordenaron en la siguiente tabla, por músculo, en la que figuran: variable (Var.), media, error estándar (E. E.), límite inferior (L. I.) y límite superior (L. S.) de los intervalos de 95% de confianza para la media. Como puede observarse sólo se calcularon los intervalos para la media de intensidad en las distribuciones que resultaron normales, quedando el resto para posteriores evaluaciones, y de esa manera poder ajustar de forma más precisa las curvas intensidad – tiempo, que nos permitan establecer un electrodiagnóstico en la clínica equina.

Braquiocefálico				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t07	0,7596	1,0442	0,6963	0,8286
t03	0,9354	1,6109	0,8302	1,0539
t01	1,1818	1,0698	1,0320	1,3536
t005	1,4254	1,0707	1,2424	1,6354

Pectoral				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t1,5	0,6628	1,0314	0,6228	0,7054
t1	0,7351	1,0334	0,6881	0,7853
t07	0,8273	1,0347	0,7723	0,8862
t03	0,9932	1,0374	0,9222	1,0695

t001	1,6472	1,0692	1,4398	1,8845
------	--------	--------	--------	--------

t01	1,6280	1,0356	1,5174	1,7469
-----	--------	--------	--------	--------

Tríceps				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t07	0,9637	1,0679	0,8445	1,0998
t03	1,0819	1,0702	0,9439	1,2402
t01	1,3879	1,0757	1,1986	1,6070
t005	1,6987	1,0800	1,4552	1,9829
t001	1,9845	1,0763	1,7115	2,3008

Cuadriceps				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t1,5	0,7733	1,0422	0,7116	0,8404
t1	0,9008	1,0446	0,8251	0,9836
t07	1,0292	1,0535	0,9266	1,1431
t03	1,2990	1,0523	1,1724	1,4392
t01	1,6582	1,0553	1,4702	1,8254
t005	2,0125	1,0620	1,7832	2,2714
t001	2,2793	1,0598	2,0281	2,5617

Glúteo Medio				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t10	0,5359	1,0415	0,4938	0,5816
t07	1,0372	1,0572	0,9273	1,1602
t03	1,3097	1,0587	1,1677	1,4688
t01	1,5987	1,0564	1,4319	1,7851
t005	1,9130	1,0639	1,6891	2,1669
t001	2,1455	1,0617	1,9021	2,4200

Bíceps Femoral				
VAR.	MEDIA	E. E.	L. I.	L. S.
t03	1,2778	1,0540	1,1495	1,4203
t01	1,6882	1,0543	1,5181	1,8776
t005	2,0595	1,0604	1,8301	2,3175
t001	2,2784	1,0596	2,0281	2,5594

Análisis de las curvas de máximo y mínimo

La **curva I/t** genérica presenta 5 zonas claramente marcadas ⁽¹⁾.

-Una intensidad situada a la derecha, para el mayor tiempo utilizado llamada REOBASE e identificada como R.

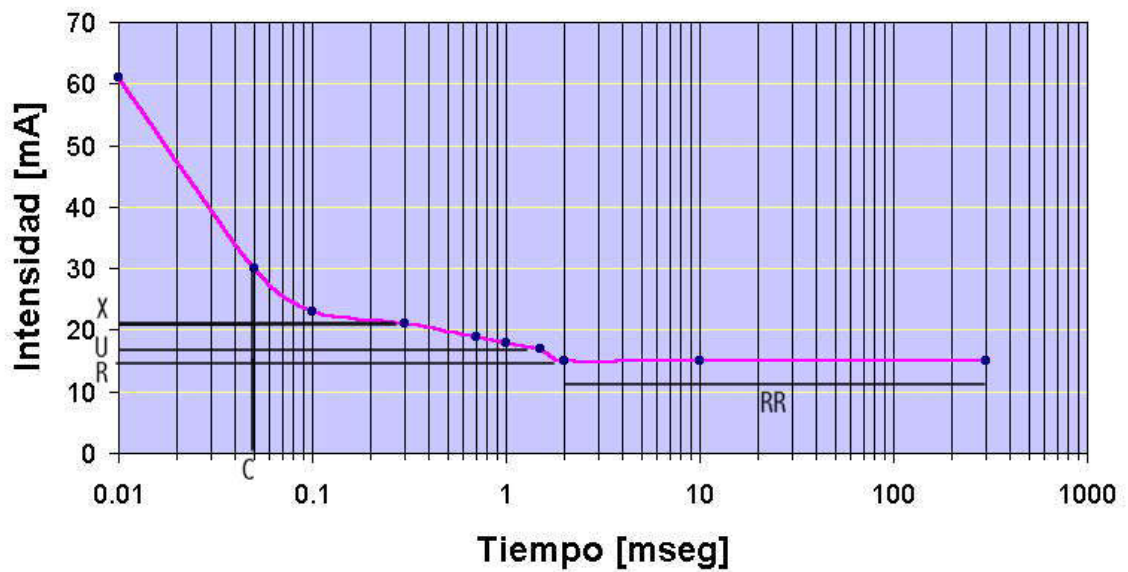
-La segunda parte es una línea recta casi horizontal llamada zona reobásica (RR). Esta zona indica que la intensidad será siempre la misma en tanto y en cuanto el tiempo sea mayor que aquél específicamente requerido por el músculo, al cual se denomina punto útil muscular.

-El punto útil muscular que es el valor óptimo para una estimulación muscular

-Umbral farádico (U) que es el valor mínimo de intensidad necesaria para obtener una respuesta motora por acción mayoritariamente muscular

-El punto o tiempo útil nervioso (X) es el valor mínimo de intensidad necesaria para obtener una respuesta motora por acción mayoritariamente nervioso

-La Cronaxia (C) es el tiempo correspondiente al punto donde la intensidad es el doble de la reobase y que puede obtenerse trazando directamente una línea horizontal en el valor equivalente al doble de la reobase, y leyendo en el eje vertical el valor de tiempo en el que dicha línea lo interseca.



A partir de los 50 valores adquiridos durante las mediciones se calcularon los valores del promedio, máximos, mínimos, desviación estándar, la mediana y los valores correspondientes al promedio + 1 desvío estándar y - 1 desvío estándar. Con estos valores se trazaron 5 curvas para cada uno de los músculos estudiados: valores máximos, valores mínimos, media + desvío, media - desvío y media. En el eje de abscisas se graficó el tiempo utilizando escala logarítmica.

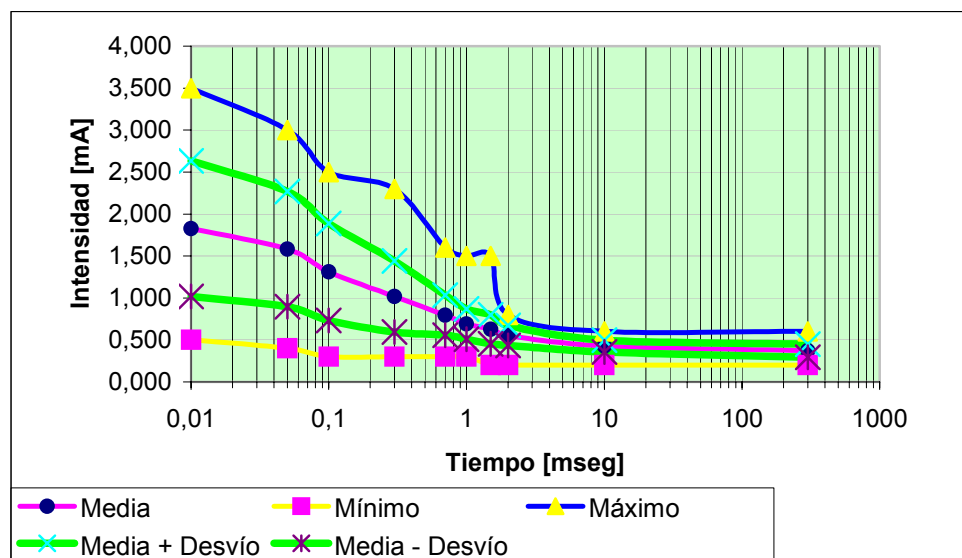


Gráfico correspondiente al músculo Braquiocefálico. Reobase = 0,371

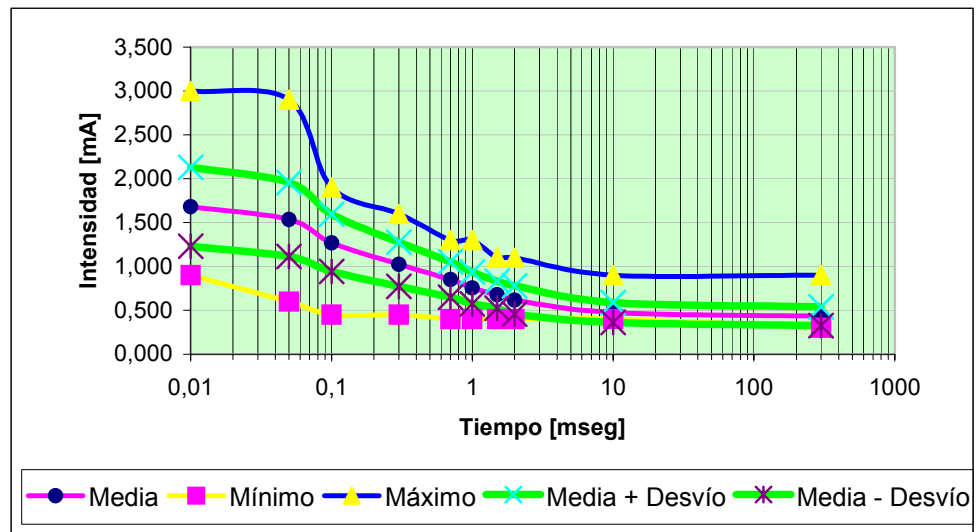


Gráfico correspondiente al músculo Pectoral. Reobase = 0,433

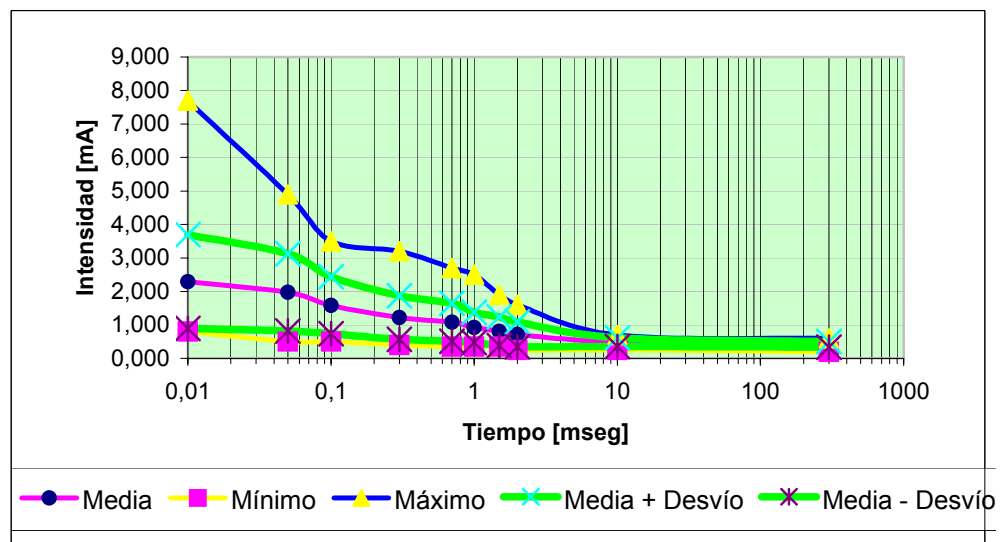


Gráfico correspondiente al músculo Tríceps. Reobase = 0,417

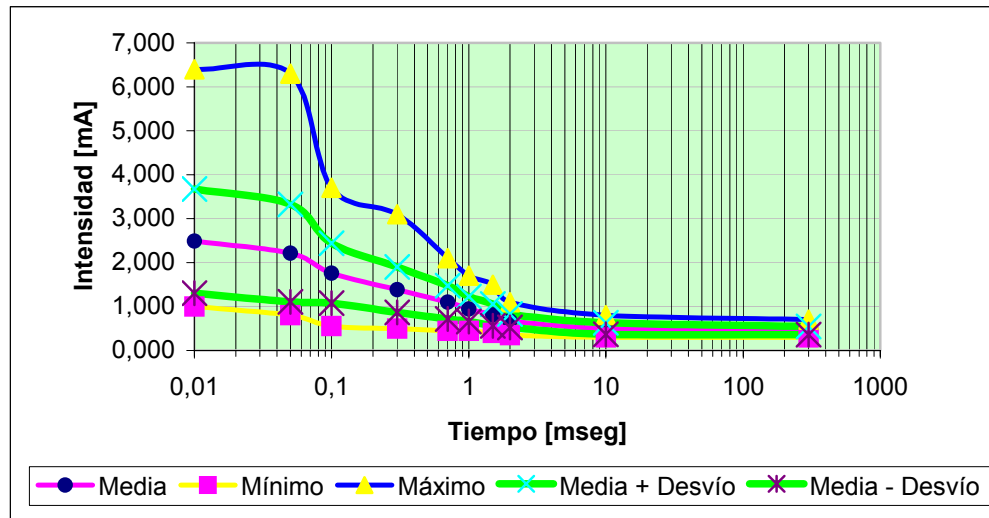


Gráfico correspondiente al músculo Cuadriceps. Reobase = 0,456

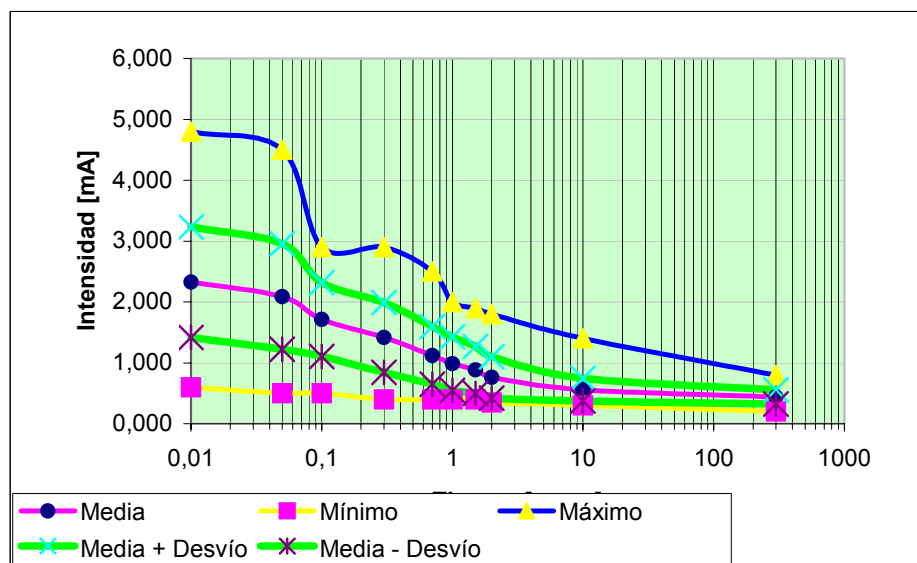


Gráfico correspondiente al músculo Glúteo Medio. Reobase = 0,439

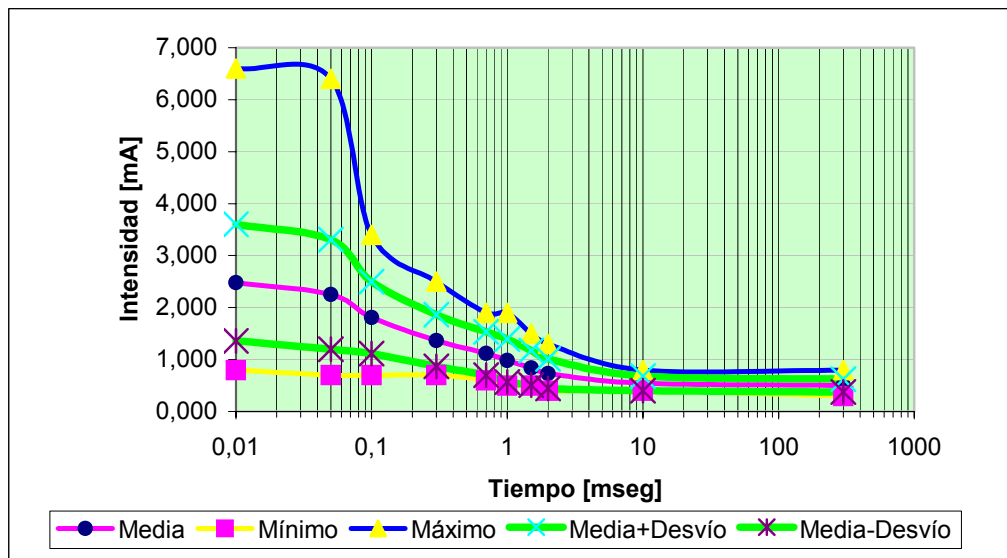


Gráfico correspondiente al músculo Bíceps Femoral. Reobase = 0,502

Desde el punto de vista descriptivo, es posible visualizar que las tres curvas correspondientes a Media + Desvío, Media – Desvío y Media, presentan un comportamiento muy similar una respecto de la otra con coincidencia casi perfecta en el tramo que va desde 2mseg hasta 300mseg, valor de duración infinita para cualquier músculo, a la que hemos denominado rama reobásica, y que representa el comportamiento exclusivamente muscular frente al estímulo eléctrico. Esta situación nos permite suponer que el músculo en sí mismo no presenta variaciones en su capacidad de ser estimulado por medio de una corriente eléctrica. Puede entenderse que esto sea así dado que no

existían diferencias sustanciales entre los animales tratados y por ende, entre los volúmenes musculares de los mismos.

En cambio, se observa una desviación importante en el tramo que va desde 2 mseg de duración hasta 0.01 mseg de duración de pulso.

DISCUSIÓN:

Si se acepta ese ámbito generado entre las dos curvas extremas como el área posible para un músculo medio de cualquier animal de las características de los estudiados, y en buen estado de salud, debiéramos aceptar que aquellos valores encontrados fuera del área o alejadas de la curva promedio, lo están a causa de diferencias sistemáticas de la medición y/o por diferencias sustanciales en la contracción muscular en la zona que corresponde específicamente a la acción de tipo nerviosa. Una de las posibilidades a tener en cuenta, aunque de ninguna manera la única posible, es el factor que determina la ubicación de los electrodos.

Aclaremos en este punto que en todas las mediciones efectuadas el diámetro y la conductividad de los electrodos ha sido siempre la misma por haberse usado los mismos para todas ellas. ^(1,2,6)

Una pequeña variación en la ubicación de los electrodos respecto de la de la placa motriz del músculo haría variar la posición de la curva desplazándola hacia arriba (mayor cantidad de corriente requerida para estimular el músculo). La otra posibilidad con la que puede especularse es que nos encontremos frente a un mecanismo útil a la hora de determinar características individuales de los músculos de cada sujeto. Aquellos músculos capaces de reaccionar con valores de corriente menor permitirían procesos químicos de estímulo neuromuscular menos lentos desde su generación hasta la efectivización del movimiento en cuestión ^(1,2,6,7). Si esto fuese así, la lectura de la CRONAXIA, (valor del tiempo requerido para generar un movimiento con un pulso cuya intensidad es igual al doble de la reobase) podría ser un indicativo de la capacidad reactiva de un determinado músculo de un determinado sujeto. ^(1,2,6)

Estaríamos entonces frente a un método eficiente (las curvas arrojan con claridad la diferencia entre un sujeto y otro), rápido (no más de 5 minutos) y económico (no requiere preparativos ni adicionales aparte del equipo) para la observar si la reacción de un músculo se ajusta más o menos a una curva intensidad - tiempo específica. Quedaría por determinar entonces, de aceptarse la premisa anterior, si esa diferencia medida es proyectiva (un animal con tal o cuál característica

es más apropiado para tal o cuál función), o es el producto de un determinado tipo de entrenamiento realizado. La misma curva sería capaz de brindarnos esta información en dos trazados sucesivos, separados uno del otro durante un entrenamiento diseñado a los efectos de modificar la reacción del músculo en cuestión. Puede observarse además en las distintas curvas, importantes diferencias propias a cada uno de ellos. Aquellos músculos cuya masa es mayor requieren valores más altos de corriente en lo que se refiere a la reobase y aquellos cuya acción es más específica o delicada presentan cronaxias menores .

INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS: Cada músculo presenta un comportamiento gráfico diferente, de acuerdo a su tamaño, función, edad y condición física del paciente^(6,7), etc. Sin embargo, de forma genérica puede decirse que un músculo que mejora en su capacidad tiende a desplazar la curva hacia abajo y hacia la izquierda. Dicho de otra forma, un músculo que mejora requiere de pulsos de menor duración, o de menor intensidad para una intensidad o duración prefijadas. Por contrapartida, un músculo que empeora desplaza la curva hacia arriba y hacia la derecha, mostrando que para generar la contracción se requiere o mayor duración o más intensidad de corriente. El trazado reiterado de las curvas permite contar con un mecanismo eficiente para documentar los resultados del tratamiento que se está llevando a cabo.

La relajación muscular por fatiga puede simularse sin esfuerzo para el paciente mediante una estimulación a alta frecuencia, tetanizante o no, bajo estricta supervisión del profesional, de forma tal de interrumpir el tratamiento una vez alcanzado el objetivo de la fatiga. La fatiga por estimulación tiene la particularidad de ser rápida aunque debe cuidarse el tiempo durante el cual se mantiene el trabajo muscular⁽⁶⁾ La relajación muscular por galvanización es más lenta, y menos agresiva para el paciente y resulta la estimulación por aplicación de corriente galvánica. La particularidad de salida del CYE de mantener la corriente constante disminuye prácticamente en forma total el riesgo de quemaduras eléctricas y químicas. El equipo, colocado en la posición GALVANICA, con los electrodos ubicados plexo inervador y placa motriz del músculo a relajar, debe graduarse por DEBAJO del umbral sensorial, de forma tal que el paciente no experimente ninguna sensación que pueda generar vasoconstricciones por molestias o dolor.

Tanto por medio de la aplicación directa de estímulos eléctricos sobre la fibra muscular, o por la aplicación indirecta a través del nervio, pueden desencadenarse fenómenos mecánicos, eléctricos, químicos y térmicos. El impulso nervioso que se genera en la corteza cerebral viaja en forma

de corriente eléctrica hasta el músculo. Una vez que el impulso llega al músculo desencadena los fenómenos que finalizan en una contracción muscular. ⁽⁸⁾

Es factible, como se sabe desde las experiencias de Galvani, generar esa misma contracción o una similar aplicando en determinados lugares estímulos de la misma naturaleza (mecánicos, eléctricos, químicos o térmicos) que los que se verifican durante la contracción.

A los efectos de poder utilizar esta particularidad del tejido muscular con fines diagnóstico, deben recordarse algunos parámetros que hacen de este método un elemento útil. Para hacerlo, parece lo mejor recordar la historia que nos ha ubicado en este momento de la técnica. ⁽¹⁾

Las aplicaciones prácticas del método, están vinculadas a la visión que nos brinda para evaluar la capacidad de observar la evolución positiva, negativa o neutra de una patología a través de la respuesta muscular en trazados sucesivos de las curvas, sencillamente contrastando el desplazamiento de las mismas dentro del cuadrante. Un trazado desplazado a la derecha y/o hacia arriba denota un empeoramiento. Por contrapartida un desplazamiento hacia abajo y hacia la derecha un mejoramiento ^(1,2,3,6,7). Un desplazamiento hacia la derecha exclusivamente un aumento de la excitabilidad no necesariamente indicativo de una mejoría.

También este método deja abierto **un protocolo de trabajo** para evaluar una supuesta capacidad de respuesta y evolución del músculo frente a un determinado entrenamiento, como así también una supuesta capacidad de evaluación pronóstica o calificativa de un determinado sujeto.

Todas estas determinaciones se pueden llevar a cabo en tiempos muy cortos, en cualquier lugar de trabajo, sin requerir de ningún procedimiento preparativo del sujeto, sin acciones traumáticas o invasivas para el animal sin costo operativo y con una inversión muy reducida.

CONCLUSIÓN

Para establecer este método como método válido de análisis de función o patología muscular se deberían entonces utilizar estos trazados ya obtenidos observando si los puntos del sujeto en análisis caen dentro de la zona enmarcada por las dos curvas verdes (Media+Desvío y Media-Desvío). Si se ha trazado la curva a los efectos de realizar un trabajo posterior de electroterapia, la propia curva, independientemente de las de referencia, aportará la forma de realizar dicho trabajo, dado que en sí misma es la curva de reacción umbral al estímulo eléctrico. Trabajando con

las intensidades indicadas por la rama reobásica, puede estimularse al músculo con independencia de la función nerviosa que inerva al mismo, mientras que trabajando a la izquierda de dichos valores se lo puede hacer directamente sobre la innervación.

Tenemos entonces finalmente el siguiente panorama:

- 1.- Un sistema de trabajo diseñado y estipulado para el trazado de las curvas que incluye la descripción de los elementos y la metodología a utilizar.
- 2.- Un set de curvas de referencia para los siguientes músculos: Braquiocefálico, Cuádriceps, Bíceps femoral, Pectoral, Glúteo medio y Tríceps, obtenido de las mediciones efectuadas en 50 animales sanos de similar extracción anatómica.
- 3.- Un set de curvas en donde se calcularon los intervalos de 95% de confianza para la media de las intensidades, que puede usarse como referencia a la hora de comparar con los valores obtenidos en el trazado con sujetos incógnita.
- 4.- Un set de curvas trazadas con los valores máximos y mínimos de cada medida, que no corresponden a ningún animal específico. Han sido obtenidas sencillamente a los efectos de marcar límites en las mediciones.
- 5.- Un valor de REOBASE para cada músculo de los mencionados, indicativo de la funcionalidad del mismo.
- 6.- Un valor de CRONAXIA para cada músculo de los mencionados, indicativa de la excitabilidad del mismo.
- 7.- La capacidad de establecer un punto adecuado y específico para efectuar electroterapia en un determinado músculo y en un determinado sujeto.
- 8.- Una supuesta capacidad para determinar la aptitud de un determinado músculo o grupo muscular para alguna función en particular.

Bibliografía :

1. Cummings,JP. Electrical stimulation of denervated muscle. 1r ed. Electrotherapy in rehabilitation. Philadelphia: FA Davis; 112-145 - 1992
2. Davis, HL. Is electrostimulation beneficial to denervated muscle? 1r ed. A review of results from basic research. Physiotherapy (Canadá); 35:306-10. - 1983
3. del Aguila, C. Electromedicina 1r ed Ed. HASA. Argentina 270-290 - 1990

4. Fernández J. y Galloni- . Física Elemental Tomo II pag 309-435 . Ed Nigar
9 Ed - 1992
5. Tremoliers J. . Electrónica y Medicina. 1 r ed. Paraninfos, Madrid.
pag 200 – 250 - 1970
6. Morral Fernández. Electrodiagnóstico y electroestimulación en músculos denervados. Abstract
7. Plaja J. Guía práctica de electroterapia. 1r ed. Ed Carin-electromedicarin.
Barcelona; 57 –78 1999.
8. Cicardo Vicente. Biofísica . 6 Ed Lopez Librero Argentina.
638-647 1975
9. Martín Rodríguez. Electroterapia en Fisioterapia . Ed Panamericana Madrid. pag 145-176