



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION
SIGLO XXI
COORDINACION CLINICA DE EDUCACION E
INVESTIGACION EN SALUD

**“REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA
ESTADISTICA PARA OBTENER LA ESTIMACION
DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES
SANOS Y CON SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO”**

**TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

P R E S E N T A

DR. JOSE ANTONIO HERNANDEZ

MARTINEZ



MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme la vida y la oportunidad de estar en este momento y en este lugar.

A MI MAMA: Por que a través de ella obtuve la vida, el amor, sus cuidados y su ayuda que me han permitido ser feliz, por enseñarme a luchar en contra de las adversidades y obtener con nuestro esfuerzo y trabajo lo deseado.

A REBECA MI CHINITA: Por su gran amor, comprensión y paciencia, así como por estar en cada momento y permitirme crecer a su lado. Te amo mi amor.

A MI FAMILIA: Por ser personas tan importantes en mi vida por darme su amor, ejemplo, sus alegrías y de tener la gran dicha de ser unidos.

A MIS COMPAÑERAS Y AMIGOS: A todos con los que he compartido algún momento de mi vida y me han regalado su confianza y amistad, les agradezco infinitamente. Especialmente a mis compañeras de carrera: Alicia, Ángel, Elga, Heidi y Ana, además de los R2 y R1 Julieta, Antonio, Rosaura, Mestre, Nadia, Ara, Ana, Yuri, Silvia, Julio, Zaira, Giovanna, Iris, por compartir este tiempo inolvidable e irrepetible.

AGRADECIMIENTOS.

A todos los médicos por el tiempo dedicado a mi persona, así como a mi preparación como profesional de la salud.

Especialmente: Dr. Mejía, Dra. González, Dra. Ramírez, Dr. David Escobar, Dra. Escamilla, Dra. Altamirano y a todos los Drs. del turno vespertino.

A todos los terapeutas.

A todos los enfermeros.

A todo el personal de gobierno, oficina, mantenimiento e intendencia.

A Xochitl, Irma, Sandra, Norma.

A todas las personas que participaron en el estudio gracias por su cooperación.

ÍNDICE

RESUMEN.	1
INTRODUCCION	2
MARCO TEORICO	5
JUSTIFICACION	16
PREGUNTA DE INVESTIGACION	17
OBJETIVOS	18
MATERIAL Y METÓDOS	20
Sitio del estudio	20
Población de estudio	20
Tipo de estudio	20
Medición de variables	21
Descripción general del estudio	22
Plan de análisis estadístico	24
RESULTADOS	25
Tablas y gráficas	28
DISCUSION	41
CONCLUSIONES	44
ANEXOS	45
BIBLIOGRAFIA	53

RESUMEN

REPRODUCIBILIDAD DE LA TÉCNICA ESTADÍSTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO”

Introducción: El conocer el numero de unidades motoras que funcionan dentro de un músculo es de interés para el diagnostico neurofisiológico de muchos proceso neurogénicos, esto puede ser valorado mediante técnicas neurofisiológicas, pero solo el MUNE (estimado del número de unidades motoras) ofrece resultados cuantitativos. Para que la técnica Estadística o Poisson se expanda y se utilice es necesario determinar la reproducibilidad y sensibilidad de dicho test en sujetos sanos y en pacientes con algún proceso neurogénico.

Objetivo: Determinar la reproducibilidad y los indicadores de eficacia de la técnica estadística para estimar MUNE en sujetos sanos y en pacientes con síndrome de túnel del carpo.

Material y Métodos: Estudio Prueba Diagnostica; se captaron 60 pacientes, 30 sanos y 30 con síndrome de túnel del carpo; Se registró la edad, sexo, amplitud del PAMC, PUMS, MUNE. Se analizó con estadística descriptiva estimándose la media y la desviación estándar en las variables cuantitativas y se estimó la frecuencia y el porcentaje en las variables cualitativas. También se utilizo estadística analítica mediante coeficientes de correlación de Pearson y coeficientes de variación, así como la obtención de sensibilidad y especificidad.

Resultados: Se estudiaron 60 sujetos, divididos en 2 grupos de 30 cada uno. El grupo de sanos constituido por 17 hombres (56.7%) y 13 mujeres (43.3%) y el de STC por 30 (100%) mujeres. Edades: sanos 31.3 ± 5.5 años (24 a 42 años); STC 40.1 ± 7 años (28 a 56 años). Amplitudes del PAMC, evaluación inicial sanos 9.5 ± 3.4 mV y STC 6.0 ± 1.7 mV con $t = 4.94$ y $p > 0.05$. segunda evaluación sanos 9.5 ± 3.1 mV y STC 6.4 ± 1.8 mV con $t = 4.7$ y $p > 0.05$. PUMS primer prueba sanos 106.9 ± 12.4 µV y STC 90.7 ± 11.5 µV con $t = 1.6$ y $p = 0.112$, segunda prueba sanos 116.4 ± 14.2 µV y STC 97.8 ± 14.0 µV con $t = 1.9$ y $p = 0.05$. MUNE primera prueba sanos 104.9 ± 28.9 y STC 98.1 ± 13.2 con $t = 1.13$ y $p = 0.261$; segunda prueba sanos 106.6 ± 23.4 y STC 98.1 ± 16.6 con $t = 1.62$ y $p = 0.111$. Coeficiente de variación para amplitud sanos variación del 11% y STC del 14%; PUMS sanos de 22% y STC de 16%. Y MUNE que sanos de 12% y STC de 10%. En forma global amplitud de 13%, PUMS del 19% y MUNE de 11%. Coeficiente de correlación para amplitud sanos $r = .893$ y STC $r = .738$. PUMS sanos $r = .591$, y STC $r = .665$. Y MUNE sanos $r = .491$ y STC $r = .461$ todas con $p < 0.05$. En forma global amplitud $r = .880$, PUMS $r = .635$ y MUNE $r = .491$ con $p < 0.05$. La sensibilidad para la amplitud de 53.3%, PUMS de 26.6% y MUNE de 13.3%

Conclusiones: La técnica para estimación del MUNE es una técnica relativamente sencilla, fácil de realizar, tolerable, pero que requiere de habilidad y conocimiento por parte de quien la realiza. La reproducibilidad mediante los coeficientes de correlación de la prueba es mayor en sujetos sanos que en pacientes con túnel del carpo para los parámetros de amplitud y MUNE. La reproducibilidad de la prueba mediante los coeficientes de variación es menor en sujetos sanos que en pacientes con túnel del carpo para el parámetro de amplitud. La sensibilidad para los diferentes parámetros evaluados es relativamente baja, sobretudo en lo concerniente al registro de PUMS y de MUNE. En la evaluación del síndrome de túnel del carpo, la técnica estadística de estimación del número de unidades motoras no mostró hallazgos significativos en su comparación con sujetos sanos. Si se desea implementar el uso de la técnica estadística de estimación del número de unidades motoras en el laboratorio de electrodiagnóstico, se sugiere que sea en patologías con daño axonal predominantemente y que el propósito sea el de efectuar un seguimiento respecto a la evolución del padecimiento.

INTRODUCCION

El conocer el numero de unidades motoras que funcionan dentro de un músculo es de interés para el diagnostico neurofisiológico de muchos procesos neurogénicos, actualmente con la electromiografía convencional se pueden valorar diversas patologías del sistema nervioso periférico, sin embargo esta no es de mucha utilidad para cuantificar con precisión el grado del deterioro o perdida de unidades motoras en un músculo. ⁽²⁾

Dentro de la evaluación neurofisiológica del sistema nervioso periférico realizada con el estudio de electromiografía (EMG) estándar o convencional se tienen dos objetivos principalmente:

El Primero.- es el de realizar un diagnostico etiológico y proveer la mayor información sobre la posible localización.

El Segundo.- valorar la severidad de una enfermedad, realizando comúnmente comparaciones de estudios previos con los que se determina la progresión de una enfermedad, incluyendo la valoración de las características de los procesos neurogénicos como pueden ser: reclutamiento de unidad motora disminuido, unidades motoras de gran amplitud y duración o la presencia de actividad espontánea; otro de los usos importantes es el de valorar el efecto de una terapia. ⁽⁴⁾

En general los estudios de Electromiografía y de Neuroconducción proveen información más relevante en lo referente al primer objetivo, ya que ofrecen una menor sensibilidad para identificar los cambios que se presentan durante la evolución de la enfermedad. De acuerdo a lo mencionado entendemos que los estudios de electromiografía y de conducción nerviosa estándar pueden ayudar a realizar el Diagnostico de la enfermedad y su localización pues permite realizar mediciones objetivas, sin embargo para realizar una medición longitudinal de la perdida axonal esta solo se podría obtener hasta cuando la evolución de la enfermedad permita identificarlo y esto es generalmente en procesos crónicos. ⁽¹⁾

Por otra parte el estudio de MUNE por su siglas en ingles (motor unit number estimation) o estimado del numero de unidades motoras, considerada como

una técnica electrofisiológica que permite determinar un estimado numérico del número de axones que inervan a un músculo determinado. ^(1,2)

El concepto de estimación del número de unidad motora (MUNE) ha sido utilizado desde hace 30 años aproximadamente, descrito por primera vez en 1971 por McComas y colaboradores en donde la Estimación del Número de la Unidad Motora (MUNE) fue descrita primariamente para cumplir con el objetivo de dar un seguimiento del curso de cualquier enfermedad en donde se presentara una pérdida de los axones motores, se sabe actualmente que el MUNE proporciona información sobre las características fisiológicas de cada unidad motora así como el tamaño de un conjunto de unidades motoras de un determinado grupo muscular. Entendiendo entonces que el MUNE es un estimado cuantitativo del número de motoneuronas que inervan a un músculo y tomando siempre en cuenta esta información es posible comprender mejor las características de las diferentes formas de la pérdida axonal y de la subsiguiente reorganización de la unidad motora en respuesta a los desordenes del sistema nervioso periférico, lo que permite hacer un seguimiento de la historia natural de una enfermedad o la valoración de la respuesta a un tratamiento específico. ⁽⁴⁾

Con el resurgimiento del MUNE se han realizado varias revisiones de las diferentes técnicas con el objetivo de valorar las ventajas y desventajas de cada una de ellas, llegando a la conclusión de que ninguna de las técnicas es la mejor, ya que cada técnica tiene sus propias limitantes, pero aun así con las limitantes, el estudio de MUNE proporciona información importante de muchas enfermedades. En todas las técnicas el MUNE se obtiene de la división del tamaño del máximo Potencial de acción muscular compuesto (PAMC) entre el promedio del tamaño del Potencial de unidad motora de superficie (PUMS), lo que hace diferente a cada técnicas es el como obtienen los PUMS. ⁽³⁾

Por otra parte el estudio de MUNE es poco difundido en los laboratorios de electrofisiología, esto debido a varios factores como son: la relativa complejidad de las técnicas, variabilidad de resultados entre las técnicas, y el consumo de tiempo, pero cuando se utilizan es generalmente para valorar la progresión y pronóstico de procesos de tipo neurogénico. Para que la técnica Estadística o

Poisson utilizada para determinar MUNE se expanda y se utilice es necesario determinar la sensibilidad de dicho test en sujetos sanos y en pacientes con algún proceso neurogénico, ya que existen pocos datos sobre su valor diagnóstico y especialmente sobre su sensibilidad para identificar alteraciones neurogénicas. Otro aspecto importante es el determinar los coeficientes de variación y correlación, puntos con lo que se valora la reproducibilidad del estudio, al mismo tiempo se tratara de ofrecer un panorama más comprensible de la técnicas electrofisiológicas para obtener MUNE.^(1-4,8)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La utilidad no es claramente definida y existe controversia de los criterios para realizarla e interpretarla

En nuestro medio es poco conocida y no existe literatura nacional al respecto

Conocer la reproducibilidad de la técnica estadística para determinar su utilidad como prueba diagnóstica complementaria

Un propósito adicional es el de difundir el procedimiento operativo para el uso uniforme de la técnica estadística en los laboratorios de electrodiagnóstico

ANTECEDENTES

La Estimación de Unidad Motora MUNE es básicamente un estimado cuantitativo del número aproximado de motoneuronas que inervan a un músculo; entendiéndose por esto que el número de unidades motoras son el equivalente al número de motoneuronas funcionales que inervan a un músculo o grupo muscular. Desde que el MUNE fue descrito por primera vez en 1971 por McComas y colaboradores se han desarrollado muchos métodos para obtener el MUNE, lo que solo ha significado limitaciones prácticas y teóricas ya que no existe un método universalmente aceptado, pero aun así con las limitantes que cada técnica presenta, el estudio de MUNE proporciona información importante de muchas enfermedades además de agregar a esto el gran avance tecnológico en nuestros días han hecho que se presente un resurgimiento en el interés por estas técnicas en la pasada década. ^(1-4,8)

Para entender mejor el estudio de MUNE se explicaran las bases generales de todas las técnicas y posteriormente se dará una descripción mas detallada de la técnica estadística o poisson para la estimación del número de unidades motoras.

Modelo de estimulación para MUNE

La meta del MUNE es la de determinar el número de unidades motoras presentes en un músculo con la mayor precisión posible; una de las grandes cuestiones aun sin resolver es el de definir cual es número real de unidades motoras funcionando lo que proporcionaría una cifra para ser considerada como el estándar de oro y servir de base para ser comparada con los resultados obtenidos con las diferentes técnicas; uno de los propósitos del modelo histológico es el de servir como un aproximado al estándar de oro ya que no hay forma de comparar directamente los valores de todas las técnicas para determinar MUNE con los valores anatómicos, punto difícil de probar ya que existen pocos estudios que comprueben dicha relación, sin embargo es importante tomar en cuenta que los mismos estudios anatómicos tienen sus propios problemas técnicos y teóricos para realizar las interpretaciones de sus resultados. (tabla. 1)

Santo y colaboradores utilizaron métodos histológicos para estimar el número y tamaño de las unidades motoras del músculo flexor corto del meñique, en 10 cadáveres frescos con edades que oscilaban entre los 33 a 74 años; llegando a la conclusión de que el 60% de todas las fibras nerviosas mielinizadas correspondían a motoneuronas alfa, con un rango del número de unidades motoras de 130 ± 15 el cual se ajustaba a los valores obtenidos de MUNE en las diferentes técnicas. Algo por otra parte importante fue que no se encontró un decremento significativo del número de unidades motoras en los sujetos de 70 años o más, difiriendo con lo publicado por McComas. ^(3,4,8,9)

El modelo fundamenta que un músculo contiene en promedio entre 130-250 unidades motoras dependiendo del músculo valorado, dentro de este modelo de análisis existen factores que pueden hacer que se presenten variaciones y estos son: tamaño de unidad motora, tamaño de axon, velocidad de conducción, excitabilidad del axon y el reclutamiento de la unidad motora. ⁽⁹⁾

Principios para el conteo de la unidad motora.

Todas las técnicas para obtener MUNE se basan en la relación que existe al dividir el tamaño del Potencial de acción muscular compuesta (PAMC) entre el rango de potenciales de unidad motora de superficie (PUMS). Los PAMC y PUMS que son utilizados para la obtención del MUNE son comúnmente registrados con un electrodo de superficie activo sobre el vientre muscular seleccionado y otro inactivo, similar al realizado de forma rutinaria en los estudios de Neuroconducción estándar. ⁽¹⁾

Cual es el mejor método?

Todos los métodos para la estimación de la unidad motora tienen limitaciones teóricas y técnicas.

La primera técnica para obtener MUNE fue la de estimulación incremental desarrollada por McComas y colaboradores en 1971 en donde respuestas del todo o nada se obtienen con el incremento gradual del estímulo del nervio periférico hasta obtener 10 o mas respuestas individuales. Otras alternativas

fueron desarrolladas debido al problema que ocurre cuando dos unidades motoras son captadas al mismo nivel de estimulación y en donde una o las dos son reclutadas en cualquier momento, lo que provoca una subestimación del tamaño del PUMS y en consecuencia una sobreestimación del resultado final del MUNE. Por su parte Kadrie y colaboradores describieron la técnica de la estimulación de múltiples puntos y Doherty y colaboradores la adaptaron para el MUNE, en donde muestras individuales de PUMS son obtenidas por estimulación de múltiples puntos a través del nervio, para posteriormente obtener el rango de los PUMS. Otra técnica es la que utiliza el registro de la onda F ya que es otra alternativa para obtener y medir los PUMS individuales que pueden ser utilizados para conseguir un rango del tamaño. La técnica de spike-trigger es la única que no utiliza una estimulación del nervio motor para obtener los PUMS, pero requiere de la colocación de un electrodo de aguja dentro del músculo para obtener los PUMS y ser promediados, la cual es poco utilizada por su gran variabilidad y poca reproducibilidad. Y por último la técnica estadística o poisson requiere de un programa específico, el cual es un software producido por un fabricante ^(1,4,8)

Otro punto muy importante es que el número actual del MUNE puede no importar tanto como lo es el factor de la reproducibilidad, ya que lo esencial es el de valorar los cambios que se presenten durante un determinado periodo de tiempo ya que esta puede ser la vía para documentar la progresión de una enfermedad ⁽¹⁻⁸⁾

Tabla1.-Comparación de MUNE con estudios anatómicos de animales y humanos. ⁽⁸⁾

AUTORES	MÉTODO ANATOMICO	CONTEO UNIDAD MOTORA	TEC. ESTIMACION MÚLTIPLES PUNTOS	TEC. SPIKE TRIGGERED	TEC. INCREMENTAL
Eisen et al. 1974	Conteo de fibras largas mielinizadas de músculos soleo de ratas.	60			31
Peyonard et al. 1977	Fibras mielinizadas del nervio EDB de monos.	153		119	
Araski et al. 1997	Conteo de fibras motoras en cordón espinal	103	93		

Otros factores que nos ayudan a tomar la decisión de cual es el método a utilizar: es la fiabilidad de las mediciones, lo que sirvió de punto de partida para realizar algunos estudios que valoraran la fiabilidad de las mediciones de un test-retest, con lo que se obtuvieron los resultados de Coeficientes de correlación con rangos entre 0.75 a 0.98 para sujetos normales y reportándose como mayor en pacientes con lesiones neurogénicas; el Coeficiente de variación por su parte fue del 7 al 16% e incluso hasta el 19%. ⁽³⁻⁸⁾ (Tabla 2)

Tabla 2.- reproducibilidad de estudios MUNE ⁽⁸⁾

AUTOR	MÉTODO	MUSCULO	COEFICIENTE. DE CORRELACION	COEF. DE VARIACION (%)
Doherty et al. 1993	Estimulación múltiple	APB	0.85	19
Bromberg et al. 1993	Spike-trigger	Bíceps	0.86	19
Felice et al. 1995	Estimulación Múltiple	APB	0.85	17
Wang et al. 1995	Estimulación múltiple	APB	0.95	10
Lomen-Hoerth et al 2000	Est. Multiple simple	ADQ	0.85	18
	Est. Multiple pariado	ADQ	0.9	12
	Estadístico simple	ADQ	0.95	12
	Estadístico pariado	ADQ	0.98	7

Abreviaciones: APB, abductor pollicis brevis; ADQ, abductor digit quinti.

Existen algunas recomendaciones para reducir la variabilidad del MUNE; La primera recomendación es la de incrementar el numero de PUMS a promediar sin importar el método utilizado, ya que cambios en el tamaño de la muestra de 5-10 unidades representan un efecto dramático en la variabilidad de las mediciones y es esta la razón del por cual la mayoría de los métodos de MUNE consideran que por lo menos una muestra de 10 unidades se ha la necesaria para ser considerada como apropiada.

La segunda recomendación es la de realizar el estudio dos veces con las mismas características y posteriormente promediar ambos resultados, reportándose en la literatura resultados de coeficiente de variación de 19-12%

para estimulación de múltiples puntos y de 12-7% para el método estadístico. Finalmente, algunos factores prácticos tales como el confort, duración del estudio y las dificultades técnicas son también determinantes y de gran importancia para tomar la decisión de cual método se debe emplear. Por ejemplo: el método de Spike-Trigger es el único que utiliza una aguja como electrodo, sin embargo es el único método que no requiere un estímulo eléctrico, por otra parte en el resto de métodos se requiere aplicar un estímulo eléctrico supramáximo, y tomando en cuenta el comentario de la percepción de los sujetos estudiados como el de una prueba tolerable y no particularmente incómoda o dolorosa. El tiempo para realizar un estudio para obtener MUNE varía de unos 10 min. para el método de incremental y unos 15 min. para el método estadístico, técnicamente todos requieren de un entrenamiento así como de la familiarización con el método utilizado. ^(1,2,4,8)

Técnicas para obtener MUNE.

Técnica de Incremental.- creada por McComas y colaboradores en 1971 describió una simple y atractiva técnica para realizar el conteo de la unidad motora, en donde el máximo PAMC fue registrado en un músculo distal del miembro pélvico con la estimulación del nervio peroneo, el estímulo fue gradualmente incrementándose hasta obtener una respuesta cuantificable representando a la primer unidad motora activada, posteriormente la amplitud de cada uno de estos incrementos fue medida y promediada para obtener el promedio final del PUMS para después dividirlo entre el máximo PAMC y obtener el MUNE. La técnica incremental tiene muchos problemas teóricos y prácticos que son inherentes a este método se le ha modificado en varias ocasiones desde su inicial concepción; como el de agregar técnicas automatizadas o el incremento del estímulo de forma digitalizada, sin embargo esto no ha reducido la variabilidad de los resultados. ^(1,4,8)

Técnica de estimulación de múltiples puntos (MPS).- adaptada para MUNE por Doherty en 1973, en donde en lugar de estimular al nervio en un lugar fijo el operador estimula al nervio en diferentes puntos con intensidades muy bajas produciendo un pequeño número de PUMS. Un total de 10 a 20 PUMS son promediados para obtener el potencial representativo y obtener el MUNE

el criterio para determinar el incluir o no la respuesta es la posibilidad para obtener o no la respuesta con el mismo estímulo. Las modificaciones de la técnica que se han propuesto es la de combinar la técnica de incremental con la de MPS para obtener MUNE. ^(1,4,8)

Técnica de onda F.- la estimulación supramáxima distal genera un potencial de acción mixto: uno motor que viaja de forma retrograda hacia el asta anterior, generando un rebote de despolarización axonal (onda F) típicamente compuesta por una o unas unidad(es) motora(s) sobrepuestas. Aproximadamente el 2% del total de conjunto de motoneuronas es recurrentemente activado con un estímulo supramáximo. Para aceptar la respuesta única de la unidad motora es necesario identificar respuestas idénticas que se presenten en por lo menos en 2 ocasiones por cada toma de muestra y en promedio un total de 10 respuestas pueden ser identificadas posteriormente a la aplicación de unos 300 estímulos aproximadamente, esas respuestas se promedian para ser dividido entre el máximo PAMC obtenido para dar el MUNE final. ^(1,4,8)

Técnica Estadística o Poisson.- esta técnica fue desarrollada para obtener muestras de unidades motoras mediante un mayor rango de respuestas promediadas, teóricamente proporcionado una mayor y completa representación de la unidad motora, esta técnica utiliza el software (nicolet biomedical, madison, Wi) el cual realiza un análisis estadístico para escoger la respuesta única de la unidad motora. Para realizar la técnica se considera el estímulo-respuesta conocido como análisis, el cual genera una serie de estímulos que incrementan de intensidad y en consecuencia se registran respuestas por estímulos subumbrales y supramáximos.

En donde se valoran las diferencias encontradas y se analizan estadísticamente para obtener así los promedios de tamaño, amplitudes y obtener el MUNE. La técnica se utiliza comúnmente en músculos dístales los cuales son: Abductor corto del pulgar, Abductor corto del meñique, abductor corto del pulgar y el peroneo corto; siendo este uno de los métodos más utilizados y aceptados. ^(1,3,4,8)

Bases teóricas para método estadístico

El método estadístico fue introducido desde hace 10 años en el campo del MUNE, sin embargo sus bases teóricas se remontan a los años 50 aprox. con la teoría de la liberación de quantal. Específicamente la hipótesis del quantum formula que los neurotransmisores son liberados en la Terminal presináptica en discretos paquetes llamados quanta y cada quanta representa el contenido de una sola vesícula; esto llevó a la observación y valoración de los potenciales postsinápticos que ayudaron a soportar dicha hipótesis ya que los potenciales observados de las fibras del músculo esquelético varían aleatoriamente, lo que significa que cada potencial de acción postsináptico representa la suma de un determinado número de potenciales unitarios, justo como en el potencial de acción muscular compuesto representa la suma de los potenciales de acción de la unidad motora.

Para el análisis del quantal en el modelo estadístico el programa considera varios parámetros de un grupo o familia de potenciales postsinápticos, estos parámetros incluyen el número total de quanta liberado (n), la probabilidad de liberación (p), la media liberada (m), y la amplitud o área de la respuesta producida por la liberación de un solo quantum (q). En términos generales solo hay 2 posibles resultados con respecto a la liberación de un quantum de neurotransmisores seguido de un potencial de acción y son: hay liberación o no hay liberación lo que al parecer es una simple ecuación binomial; al saber que existen muchas vesículas en las terminales sinápticas y aceptando que la liberación de cada vesícula es independiente al estado del resto y en donde la respuesta global puede ser vista desde un a serie de ecuaciones independientes, específicamente el sistema pretende determinar el número de quantum liberado con un estímulo específico.

Además el sistema utiliza las propiedades de la distribución Poisson o varianzaza para dar la distribución de una muestra binomial. ^(3,10)

Por otra parte algunos investigadores difieren en como realizar el estudio de MUNE con el método estadístico. Ya que el operador tiene la capacidad de inferir en cuatro importantes variantes: intensidad del estímulo, nivel de registro de la ventana, tamaño de ventana de registro y número de ventanas de registro. Reportándose en la literatura excelente reproducibilidad para obtener

MUNE al modificar la ventana de registro a un 10%, con una intensidad del estímulo dentro del tercio inferior, considerando el que se tomó en cuenta la nomenclatura en donde 0% que es igual a la mayor intensidad del estímulo que no activa el umbral del PUMS y el 100% representa la menor intensidad del estímulo con la que se activan todos los PUMS; la estandarización para la ventana de registro fue del 10%, dentro de diferentes niveles de registro 10-20%, 25-35%, 40-50% y 55-65%.⁽¹⁰⁾

El método estadístico para obtener MUNE es considerado como uno de los métodos con más reproducibilidad, reportando resultados intrasujeto relacionados con el coeficiente de variación del (7 al 12%), obtenida por la promediación de dos estudios de MUNE. Aunque las modificaciones pueden resultar en valores por debajo de los reportados en estudios anatómicos, esto no debe tomarse mucho en cuenta ya que la mayor utilidad del MUNE es el dar un seguimiento de los cambios que se dan durante el tiempo y en consecuencia esto exige tener una mayor reproducibilidad.^(3,5,6)

Pasos recomendados para realizar la técnica Estadística.

1. Obtener el PAMC con estímulo supramáximo sobre el Abductor corto del pulgar, el sistema memoriza la máxima amplitud del PAMC y la intensidad del estímulo con el que se obtuvo.
2. Se aporta al programa por medio del teclado la ventana de registro al 10% dentro de los niveles 10-20%, 25-35%, 40-50% y 55-65%.
3. Se inicia la fase de análisis definitivo, para ello se coloca el estimulador en 0 y se aumenta la intensidad hasta que la amplitud del PAMC tenga un valor dentro del rango de la ventana.
4. Sin cambiar de intensidad se inicia el análisis, con estímulos repetitivos y aunque la intensidad permanezca invariable, la amplitud de los PAMC producidos varía ligeramente decenas de microvoltios; el programa analiza dichas variaciones pero solo de los PUMS cuya amplitud permanezca dentro de dicho rango.
5. Cuando se han analizado 30 PAMC el sistema se detiene automáticamente y muestra una tabla con el valor de varianza expresado en microvoltios representando el primer valor del PUMS.

6. El análisis descrito en el punto 4 se repetirá un mínimo de cuatro veces en cada ventana y posteriormente se obtendrán los promedios de estos valores. Si la DE media es inferior al 10% de dicha media, el análisis se detendrá automáticamente, en caso contrario se continuara hasta alcanzar esta condición.
7. A continuación el programa divide el valor del 6% de la amplitud del PAMC máxima, entre el PUMS medio obteniendo el numero de unidades motoras que existen en ese segmento de PAMC.
8. La operación descrita en los puntos 4 y 6 se repiten en cada una de las ventanas restantes para obtener el MUNE correspondiente a cada una. Estos valores se suman y el resultado equivale al numero de unidades motoras que se estima existe con un mínimo del 24% del PAMC.
9. El sistema estima las unidades motoras del 76% restante dividiendo el 76% de la amplitud del PAMC entre el promedio PUMS obtenido de las cuatro ventanas y finalmente se obtiene la MUNE definitivo sumando ambos valores. ^(1,10,11)

Otro punto importante el de dar a conocer la técnica de estadística o poisson para obtener MUNE ya que este método es poco difundidos en los laboratorios de electrofisiología, esto debido a diversas causas inherentes a la técnicas y cuando se llegan a utilizar es específicamente para el control de la progresión y pronostico de procesos del tipo de la segunda motoneurona y no como complemento diagnostico de la EMG, existen muy pocos datos sobre los resultados de MUNE de algunas patologías en especifico como: esclerosis lateral amiotrofica, atrofia muscular espinal, poliomiелitis, enfermedades criticas, evento vascular cerebral y neuropatías hereditarias del tipo Charcot Marie-Tooth; en lo referente a las neuropatías por atrapamiento estas se ha valorado por Jilapalli⁽¹²⁾ con afectaciones del nervio cubital a nivel del codo, reportando solo cambios en los valores de los PUMS y la amplitud a nivel proximal en comparación con los valores dístales, también es importante considerar que en las neuropatías focales compresivas las fibras que generalmente se afectan es solo un pequeño numero de fibras largas mielinizadas.

El que existan pocos datos sobre el valor diagnóstico y de sensibilidad para reconocer las alteraciones de las diversas patologías de origen neurogénico frecuentes en la práctica diaria, son punto de interés para futuras investigaciones.⁽²⁾

Por otra parte debemos tomar en cuenta los problemas fundamentales que presenta la técnica estadística: el tiempo que consume realizarlo, su relativa complejidad, la variabilidad de los datos entre sujetos y entre estimaciones intrasujeto en diferentes valoraciones, así como la sobre estimación de las unidades motoras. Para minimizar esto Shefner ⁽⁶⁾ propuso una modificación de la estimación, la cual se ha comparado con la técnica convencional encontrando pocos datos que apoyen de que la estimación modificada mejore la sensibilidad en comparación a la estimación convencional. Otro punto es el de valorar la sensibilidad de la técnica estadística para el proceso específico del síndrome del túnel del carpo.

Ya que los datos en la literatura con los que se cuentan sobre sensibilidad en procesos neurogénicos son: Polineuropatía 53%, segunda neurona (ELA) 61%, cialgía 41% con el método incremental automático estudiando a 225 pacientes. En otro estudio con el método estadístico se valoraron los procesos de polineuropatía 77%, Radiculopatía 84%, Enf. motoneurona 85%. ^(2,6)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la reproducibilidad y los indicadores de eficacia de la técnica estadística para estimar MUNE en sujetos sanos y de pacientes con síndrome de túnel del carpo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los coeficientes de variación y correlación de la Técnica Estadística para obtener MUNE en cada medición realizada

Comparar los coeficientes de variación y correlación en sujetos sanos y en pacientes con síndrome de túnel del carpo

Determinar la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de cada uno de los parámetros electrofisiológicos evaluados.

Enlistar los pasos en forma secuencial para realizar la Técnica estadística en laboratorio de neurofisiología de UMFRSXXI.

HIPOTESIS

La reproducibilidad de la técnica estadística para obtener la estimación del número de unidades motoras tendrá coeficientes de variación menores y coeficientes de variación mayores en sujetos sanos que en pacientes con túnel del carpo.

La sensibilidad de la técnica estadística para obtener la estimación del número de unidades motoras será mayor al 34% en pacientes con síndrome de túnel del carpo.

JUSTIFICACIÓN

Desde hace aproximadamente 10 años se maneja en el campo del electrodiagnóstico la prueba de estimación cuantitativa estadística o poisson, utilizada para obtener el estimado del número de unidades motoras denominada MUNE por sus siglas en ingles de *motor unit number estimation*. Su mayor aplicación ha sido dentro de los padecimientos neurogénicos donde predomina la pérdida axonal, por ejemplo en la esclerosis lateral amiotrófica sobre la cual hay más estudios realizados. Su utilidad no esta claramente definida y existe controversia en los criterios para realizarla e interpretarla. En nuestro medio es poco conocida esta prueba y no hay estudios en la literatura nacional al respecto. Lo anterior nos motivo al estudio de dicha prueba para conocer los parámetros de la misma en una muestra de sujetos sanos y al mismo tiempo evaluar a pacientes con neuropatía, específicamente el síndrome del túnel del carpo, y de esta manera poder comparar los resultados para determinar si la neuropatía mencionada muestra alteración en el MUNE y por lo tanto determinar su utilidad como una prueba diagnóstica complementaria, así mismo debemos conocer el grado de reproducibilidad de esta prueba mediante la técnica de test-retest, por otra parte el de establecer los índices de eficacia como son la sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos positivos y negativos.

Un propósito adicional es el de trata de establecer nuevas líneas de investigación utilizando la técnica descrita y valorar distintas patologías del sistema nervioso periférico, así como difundir el procedimiento operativo para su uso en una forma uniforme en los laboratorios de electrodiagnóstico.

MATERIAL Y METODOS

Sitio de estudio.

El estudio se realizó en el laboratorio de electrodiagnóstico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación SXXI región sur del Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Sur del D.F.

Población de estudio.

Población diana: Todos los sujetos con Diagnostico de Síndrome del túnel del carpo corroborado por electroneuromiografía (EMG) así como pacientes de unidades afluentes al servicio de Electrofisiología de la UMFRSXXI.

Población accesible: Los sujetos se reclutaron por invitación en la consulta externa o en el servicio de electrofisiología y se concertó una cita en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación XXI del IMSS donde se realizaron los estudios clínicos y de neurocoducción por los investigadores participantes.

Sujetos sanos que decidan participar en forma voluntaria para constituir el grupo control.

Tipo de estudio.

Prueba diagnóstica. Observacional, prolectivo y comparativo.

Grupos de estudio.

Grupo A: Sujetos sanos, de 24 a 42 años de edad, registrados en la UMFRSXXI del IMSS y estuvieron de acuerdo en participar en el estudio y firmaron el consentimiento informado.

Grupo B: Sujetos con diagnostico de Síndrome del túnel del carpo el cual se confirmo por EMG, de 28 a 56 años de edad, que acudieron a la UMFRSXXI, que estuvieron de acuerdo en participar y en incluirse en el estudio, firmaron el consentimiento informado.

Criterios de selección:**Criterios de inclusión sujetos sanos**

Derechohabientes

Ambos sexos

Edad entre 20 y 70 años

Cualquier nivel económico, ocupación y estado civil

Capaces de entender y atender las órdenes solicitadas.

Que acepten participar en forma voluntaria.

Criterios de inclusión sujetos con STC

Edad entre los 20 y 70 años

Diagnostico de STC (cualquier estadio) por estudio de EMG convencional

Paciente con carta de consentimiento informado firmado.

Criterios de exclusión

Pacientes con alteraciones neurológicas previas.

Pacientes con hipoacusia (sensorial/conductiva)

Con otras enfermedades diagnosticadas que afecten el número de MUNE que no sea STC. (principalmente DM)

Criterios de eliminación

Pacientes que no acudan a las dos valoraciones del estudio

Pacientes que no toleren la prueba

Tamaño de la muestra.

Se estimó una muestra de 30 sujetos con síndrome del túnel del carpo, los que se reclutaron mediante un muestreo de casos consecutivos; se reclutaron como grupo control a 30 sujetos aparentemente sanos.

Medición de variables.

EDAD.- Se midió en años. Cuantitativa / intervalo

SEXO.- De acuerdo a lo reportado en expediente clínico y corroboración física (femenino 1 y masculino 2). Cualitativa nominal.

SX TÚNEL DEL CARPO.- Se tomo como presente / ausente, cualitativa nominal.

COEFICIENTE DE VARIACION.- es la desviación estándar dividida por la media, se midieron los parámetros de amplitud, PUMS y MUNE, cuantitativa razón.

COFICIENTE DE CORRELACIÓN.- según coherencia de test-retes: grado de concordancia entre mediciones repetidas en una muestra de individuos; se midieron los parámetros de amplitud, PUMS y MUNE, cuantitativa razón.

SENSIBILIDAD.- Es la proporción de personas con una enfermedad que tienen un resultado positivo en una prueba diagnóstica, se expresa en porcentaje. Cuantitativa razón

ESPECIFICIDAD.- Es la proporción de personas sin una enfermedad que tienen un resultado negativo en una prueba diagnóstica. Se expresa en porcentaje. Cuantitativa razón

MUNE.- estudio neurofisiológico provocado para la estimación numérica, valoración de características y tamaño de la unidad motora, cuantitativa razón.

POTENCIAL DE ACCIÓN MUSCULAR COMPUESTO.- sumacion sincrónica de las fibras musculares registradas en un músculo, producido por la estimulación del nervio que da la innervación; se considero la amplitud se midió en milivolts, cuantitativa intervalo.

POTENCIAL DE UNIDAD MOTORA DE SUPERFICE.- considerando la amplitud se midió en microvolts, cualitativa intervalo.

Descripción general del estudio.

Se diseño el protocolo de acuerdo a los lineamientos y normas establecidos por el Comité de Investigación del IMSS, y aprobado por el Comité local de Investigación y Ética de la UMFRSXXI, realizándose durante el periodo de marzo del 2007 a enero del 2008. Se captaron un total de 60 pacientes 30 fueron sanos y 30 con síndrome del túnel del carpo, los cuales se captaron en el área de consulta externa de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Sur que reuniera los criterios de selección, previa explicación de procedimiento y firma de consentimiento informado por parte de paciente y familiar (anexo 1 y 2) se procedió por parte del investigador principal, se realizo una historia clínica que incluía de forma general los antecedentes personales

no patológicos y patológicos, así como de forma dirigida se hacia énfasis en no tener antecedentes de ser portador de patología de tipo neuropatico (anexo 3 y 4) y en el caso de pacientes con túnel del carpo se tenia que contar con estudio de EMG confirmativo de algún grado de lesión del nervio mediano a nivel del túnel del carpo, posteriormente se prosiguió a realizar el estudio del MUNE, colocando el electrodo de registro de tipo de barra con el activo sobre músculo Abductor corto del pulgar y la referencia sobre la base de la primer metacarpofalangica, los 2 electrodos de superficie de tipo copa a 8cm desde punto motor de Abductor corto de pulgar para la estimular al nervio mediano aplicando pasta y sujetándolos con cinta adhesiva, un electrodo de disco en el dorso de la mano de tierra; la temperatura cutánea se monitorizo 2 veces durante la prueba mediante el termómetro tipo ISY (Ohio, USA manteniéndose entre 32 y 33° C. los filtros empleados para MUNE fueron 2Hz-5Hz. La duración del estimulo fue de 0.05 a 0.2ms y se aplico a una frecuencia de 1 o 1.5Hz. Ya dentro del programa para MUNE y previa explicación y colocación de electrodos de acuerdo a técnica estándar para conducción (ortodrómica) motora del nervio mediano, con el paciente en sedestación y el brazo explorado en semiflexion sobre una almohada, el estudio se realizo 2 veces en cada paciente de ambos grupos por el investigador principal siguiendo los mismos pasos en todos los pacientes para posteriormente aplicar los estímulos con las diferentes intensidades y en las diferentes ventanas de registro. (Figuras 1-4)

Comentándose en general por los pacientes como un estudio tolerable, solo 2 pacientes lo refirieron como molesto, el intervalo entre cada estudio fue de 7-10 días. Concluido el estudio se imprimieron los trazos, se realizo el vaciado de los resultados y se analizaron estadísticamente, obteniendo la sensibilidad y los coeficientes de variación y correlación.

Análisis de los datos.

Se utilizó estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central y de dispersión estimándose la media y la desviación estándar en las variables cuantitativas, y se estimó la frecuencia y el porcentaje en las variables cualitativas. También se utilizó estadística analítica mediante los coeficientes de correlación de Pearson y coeficientes de variación, así como la obtención de sensibilidad y especificidad.

Figura 1.- Muestra la pantalla de inicio dentro del programa de MUNE.

Figura 2.- Muestra la colocación de electrodos para técnica motora del Nervio mediano.

Figura 3.- Muestra ejemplo de estudio de MUNE en sujeto sano.

Figura 4.- Muestra ejemplo de estudio de MUNE en paciente con STC.



Figura 1

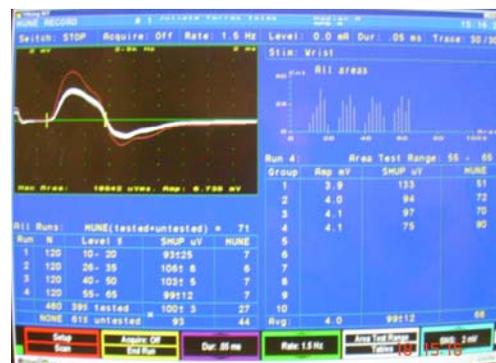


Figura 2



Figura 3

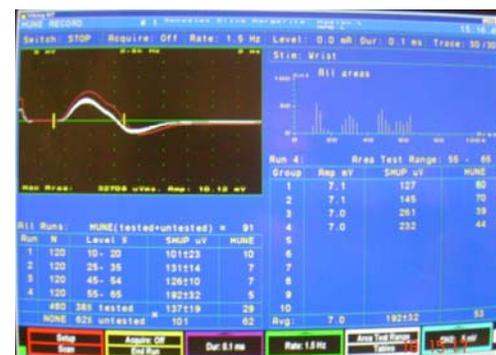


Figura 4

RESULTADOS

En el actual trabajo de investigación se evaluaron a un total de 60 sujetos los cuales se dividieron en 2 grupos de 30 cada uno de los cuales el grupo 1 (control) estuvo conformado por 17 hombres (56.7%) y 13 mujeres (43.3%) aparentemente sanos y el grupo 2 neuropatía (STC) estuvo conformado en su totalidad por pacientes del sexo femenino. (gráfica 1 y tabla 3) Con respecto a la edad obtuvimos para el Grupo 1 un promedio de 31.30 ± 5.5 años con un rango en la edad de 24 a 42 años; en tanto el promedio en el Grupo 2 fue de 40.1 ± 7 años con un rango en la edad de 28 a 56 años. (grafica 2 y tabla 4) a todos los sujetos de ambos grupos se les realizo el estudio electrofisiológico para determinar el estimado del numero de unidades motoras o (motor unit number estimation) en base a la prueba de conducción nerviosa para técnica motora del nervio mediano, captando a nivel del punto motor del Abductor corto del pulgar.

Se registraron las amplitudes de los potenciales de acción muscular compuesta o PAMC, se estimaron los promedios de las amplitudes las cuales se obtuvieron de la prueba para MUNE la cual se realizo en 2 ocasiones con intervalos de 7 a 10 días entre cada estudio. En al evaluación inicial para el Grupo 1 se obtuvo una amplitud promedio de 9.5 ± 3.4 mV y para el Grupo 2 un promedio de 6.0 ± 1.7 mV. En la segunda evaluación para el Grupo 1 se tiene un promedio de 9.5 ± 3.1 mV y en el Grupo 2 un promedio de 6.4 ± 1.8 mV. Al efectuar la comparación de los datos registrados se obtuvo en la primera prueba una $t = 4.94$ con una $p > 0.05$ entre ambos grupos y en tanto en la segunda prueba se obtiene una $t = 4.7$ con una $p > 0.05$ lo que establece que la amplitud del PAMC es estadísticamente diferente en ambos grupos. (gráfica 2)

Otro aspecto que se valoro en los dos grupos fue el del parámetro de los potenciales de unidad motora de superficie o PUMS, obteniendo lo siguientes valores en la primer prueba para el Grupo 1 un promedio 106.9 ± 12.4 μ V y para el Grupo 2 un promedio de 90.7 ± 11.5 μ V, así mismo en la segunda prueba para el Grupo 1 un promedio de 116.4 ± 14.2 μ V y en el Grupo 2 de 97.8 ± 14.0 μ V. Al efectuar la comparación de los datos para la primera prueba se obtuvo una $t = 1.6$ con una $p = 0.112$ y en la segunda prueba una $t = 1.9$ con una $p = 0.05$. La

diferencia entre ambos grupos obtenida en la primer prueba no resulto estadísticamente significativa, pero la segunda por su parte si fue estadísticamente significativa. (gráfica 3)

Por ultimo los resultados del MUNE fueron los siguientes: se registraron en la primera prueba para el Grupo 1 un promedio de 104.9 ± 28.9 y para el Grupo 2 98.1 ± 13.2 ; en la segunda prueba se obtuvo el registro del promedio para el Grupo 1 de 106.6 ± 23.4 y para el Grupo 2 98.1 ± 16.6 . La comparación de los resultados entre ambos grupos no mostró diferencias estadísticamente significativas al obtener en la primera prueba una $t = 1.13$ con una $p = 0.261$ y en la segunda prueba una $t = 1.62$ con una $p = 0.111$ (gráfica 4 y 5)

Para valorar la fiabilidad de la prueba de MUNE se estimaron los coeficientes de variación y correlación para cada uno de los parámetros antes mencionados.

Se estimo el coeficiente de variación para cada uno de los parámetros evaluados, así observamos para la amplitud, en el Grupo 1 una variación del 11% y en el Grupo 2 del 14%; para el PUMS se obtuvo un coeficiente en el Grupo 1 de 22% y de 16% para el Grupo 2. Y por ultimo el MUNE que se registró en el Grupo 1 fue de 12% y en el Grupo 2 de 10%. (gráfica 6 y tabla 5) En forma global (tantos para sujetos sanos como en pacientes con síndrome de túnel del carpo) se obtuvieron coeficientes de variación de la amplitud en 13%, para los PUMS del 19% y para el MUNE de 11%. (gráfica 8) En ninguno de lo casos anteriores se observaron diferencias estadísticamente significativas.

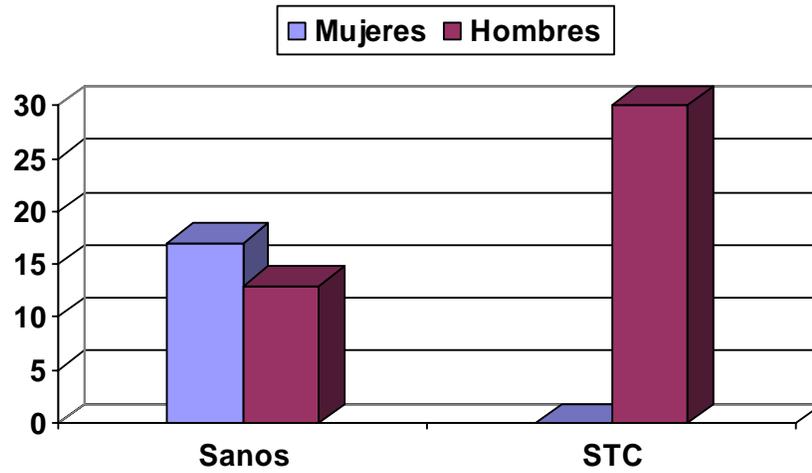
Al estimar el coeficiente de correlación de la misma forma que para los anteriores se obtuvieron los siguientes resultados. Con el parámetro de amplitud se tiene para el grupo 1 una $r = .893$ y para el Grupo 2 una $r = .738$. Con respecto a el PUMS se obtiene en el Grupo1 una $r = .591$, y en el Grupo 2 una $r = .665$. Y finalmente para el MUNE se obtiene una $r = .491$ en el Grupo 1 y una $r = .461$ en el Grupo 2, todas estas correlaciones son estadísticamente significativa con $p < 0.05$. (gráfica 7 y tabla 6). Por ultimo el coeficiente de correlación global (tantos para sujetos sanos como para pacientes con

síndrome de túnel del carpo) por cada parámetro fue, para la amplitud de $r = .880$, el de los PUMS $r = .635$ y con el MUNE $r = .491$. Estas correlaciones al igual que por grupos, también mostraron significancia estadística con $p < 0.05$ (gráfica 9)

Dado que evaluamos un grupo de sujetos sanos y un grupo de pacientes con síndrome de túnel del carpo se procedió a estimar los indicadores de eficacia de una prueba diagnóstica calculándose la sensibilidad, la especificidad, y los valores predictivos tanto positivos como negativos. Se utilizó un punto de corte en base a la media \pm una desviación estándar (± 1 DE), obteniéndose una sensibilidad para la amplitud de 53.3%, para el PUMS de 26.6% y para el MUNE de 13.3%, los resultados completo se muestran en las tablas 7-12.

Tablas y Gráficas

Gráfica 1.- Se muestra la distribución por sexo en ambos grupos de estudio



HCD/HMJ-07

Tabla 3.- Muestra distribución por sexo

	SEXO		TOTAL
	HOMBRE	MUJER	
Sujetos sanos	13 (43.3%)	17 (56.7%)	30
Pacientes con STC	30 (100%)	0	30
Total	43 (71.7%)	17 (28.3%)	60

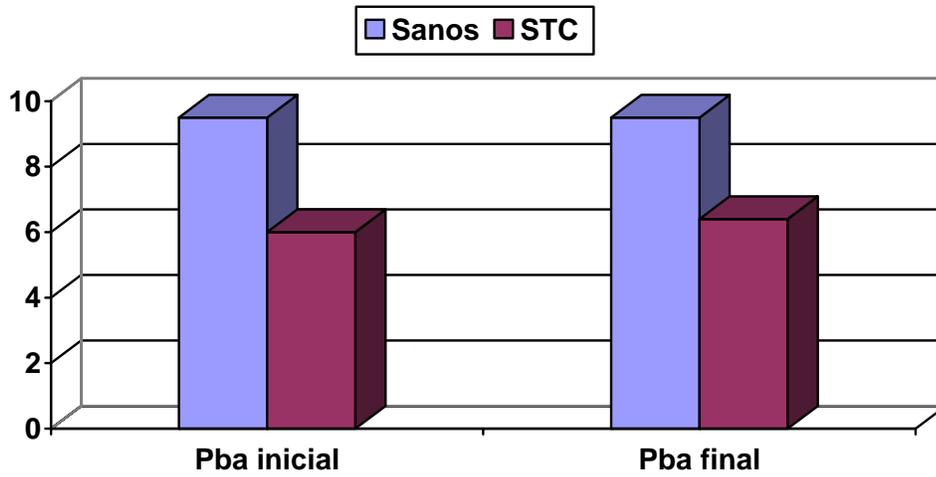
HCD/HMJ-07

Tabla 4.- Muestra distribución por edad

	Sujetos Sanos	Pacientes STC
Edad	Media ± DE	Media ± DE
	31.37 ± 5	40.13 ± 7

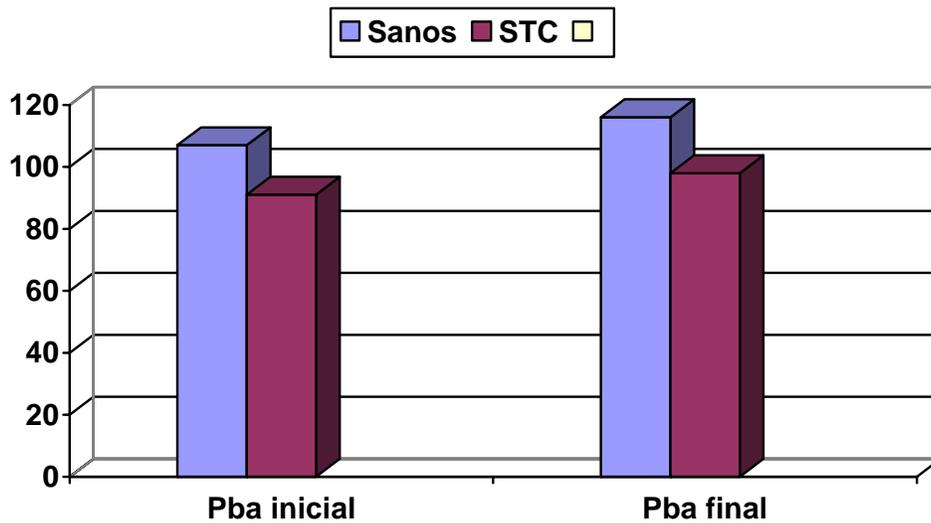
HCD/HMJ-07

Gráfica 2.- Se muestra los resultados de los promedios de las amplitudes de ambas pruebas en los 2 grupos.



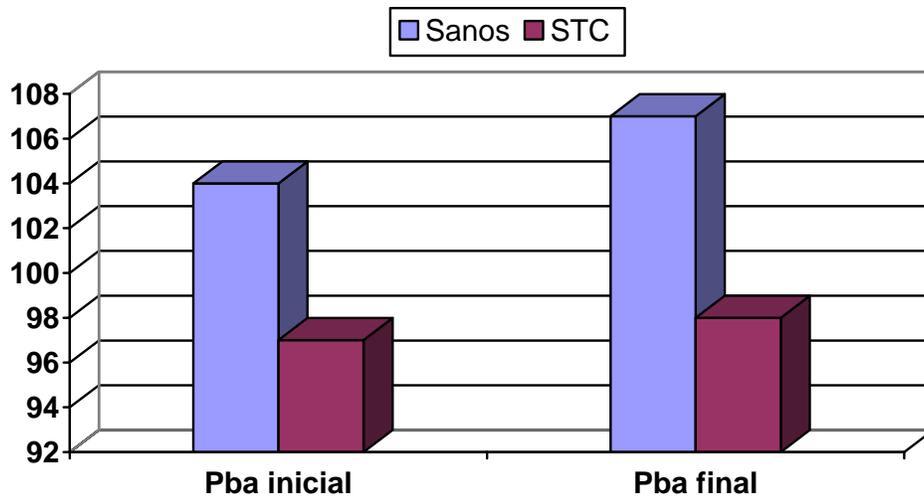
HCD/HMJ-07

Gráfica 3.- Muestra los promedios de los PUMS de las 2 pruebas en ambos grupos.



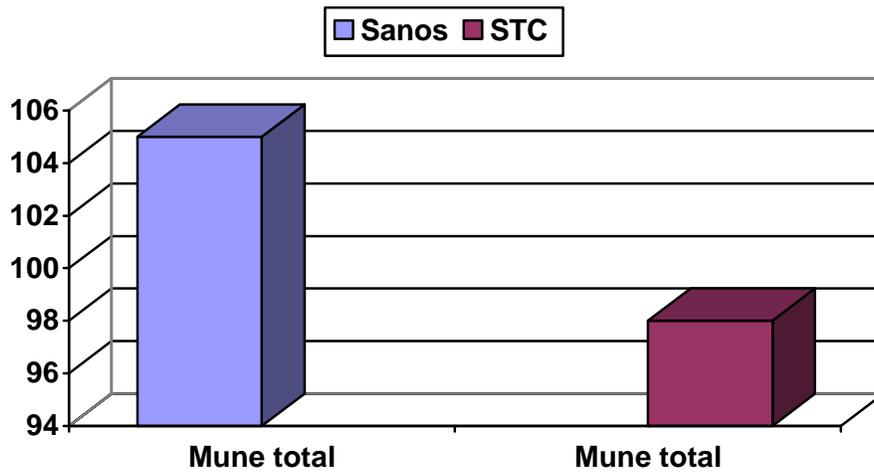
HCD/HMJ-07

Gráfica 4.- Muestra los promedios del MUNE de las 2 pruebas en ambos grupos.



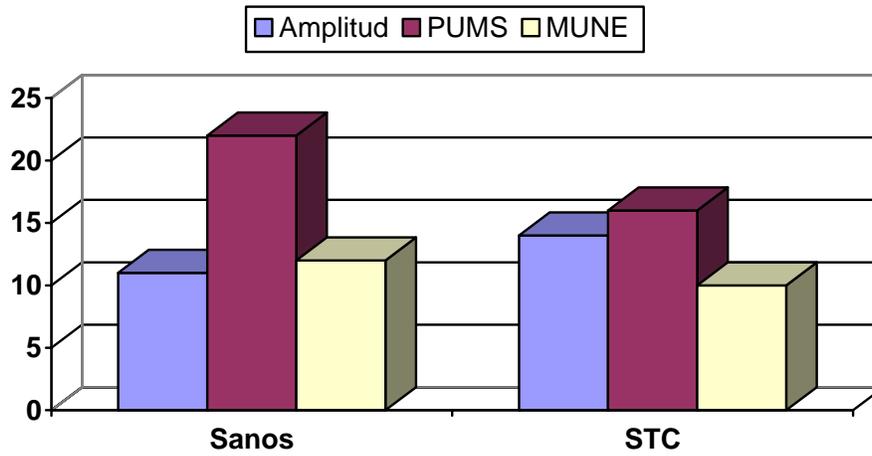
HCD/HMJ-07

Gráfica 5.- Muestra el MUNE total de ambos grupos.



HCD/HMJ-07

Gráfica 6.- Muestra los resultados de los Coeficientes de variación (%) de las amplitud, PUMS y MUNE de cada grupo.



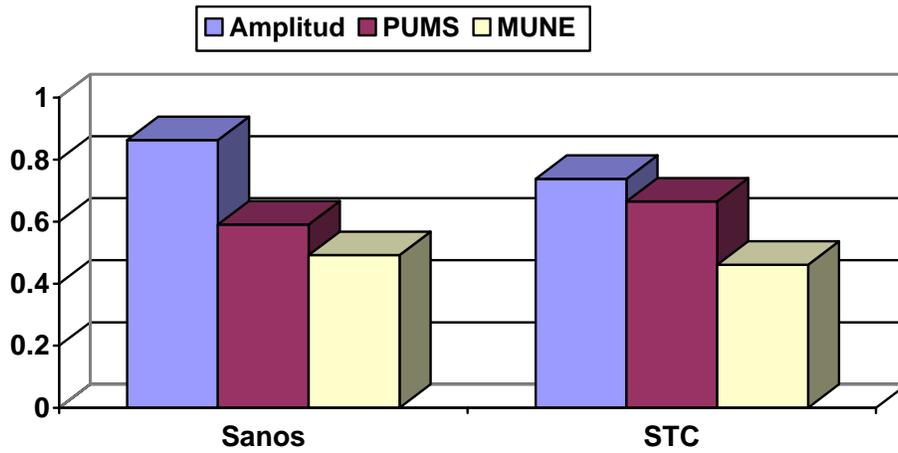
HCD/HMJ-07

Tabla 5.- Muestra resultados globales de ambos grupos del coeficiente de variación.

Parámetro electrofisiológico	Grupos		Valor p
	Sujetos sanos	Pacientes con STC	
	Media ± DE	Media ± DE	
Amplitud	.112 ± .074	.149 ± .077	0.68
PUMS	.225 ± .162	.161 ± .121	0.88
MUNE	.129 ± .099	.100 ± .059	0.179

HCD/HMJ-07

Gráfica 7.- Muestra los resultados de los Coeficientes de correlación (r) de las amplitud, PUMS y MUNE de cada grupo.



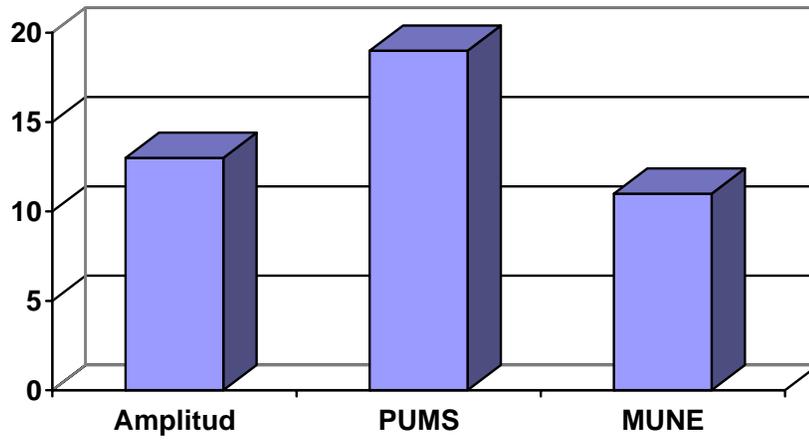
HCD/HMJ-07

Tabla 6.- Muestra resultados globales de ambos grupos del coeficiente de correlación

Parámetro electrofisiológico	Grupos		Valor p
	Sujetos sanos	Pacientes con STC	
	Media	Media	
Amplitud	.893	.738	0.05
PUMS	.591	.665	0.05
MUNE	.491	.461	0.05

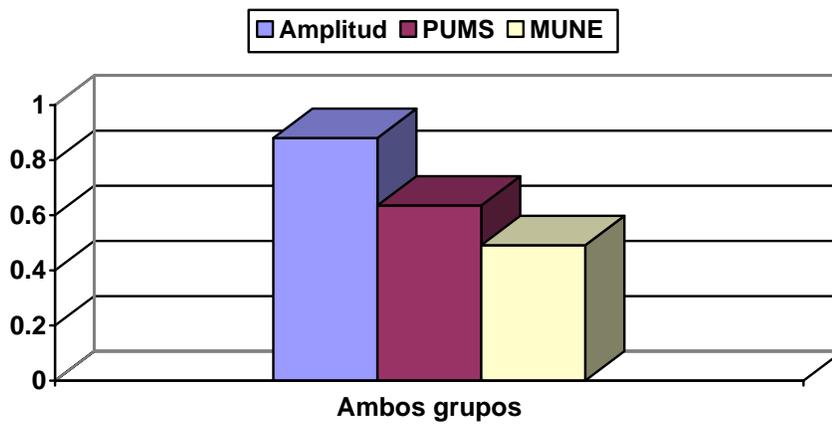
HCD/HMJ-07

Gráfica 8.- Muestra los resultados totales de los coeficientes de variación (%) de forma global.



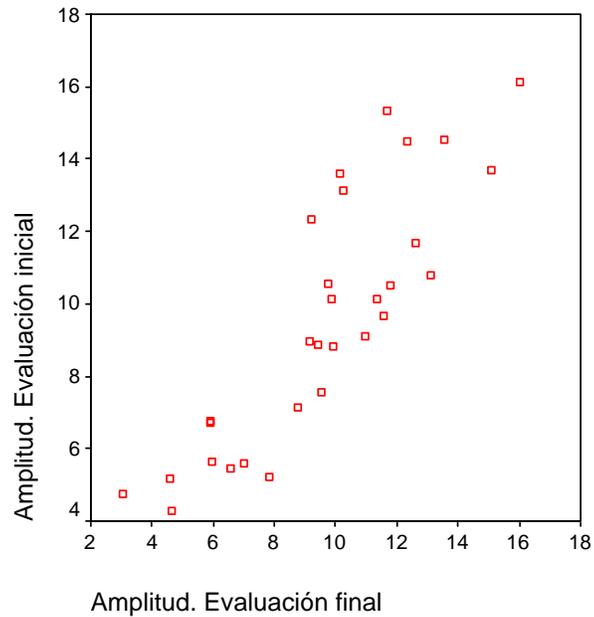
HCD/HMJ-07

Gráfica 9.- Muestra los resultados totales de los coeficientes de correlación (r) de forma global.

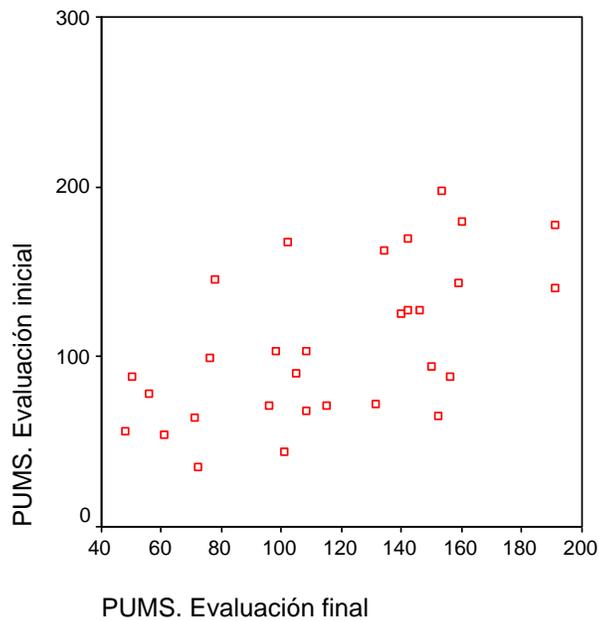


HCD/HMJ-07

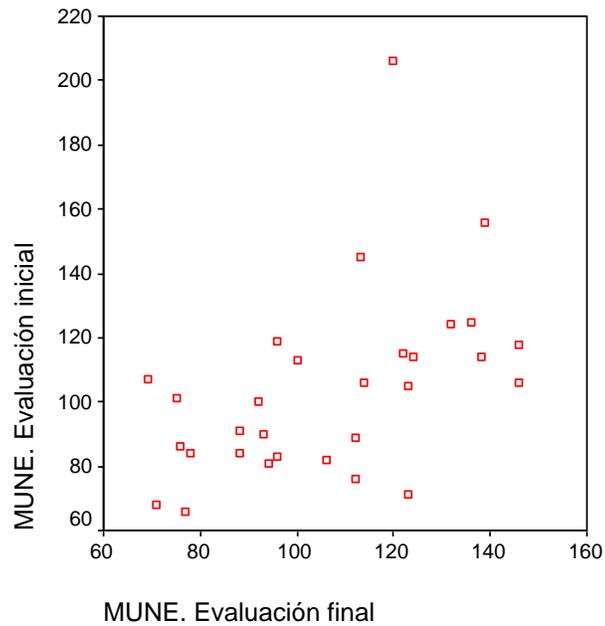
Gráfica 10.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la amplitud en la evaluación inicial y final para el grupo control. n = 30



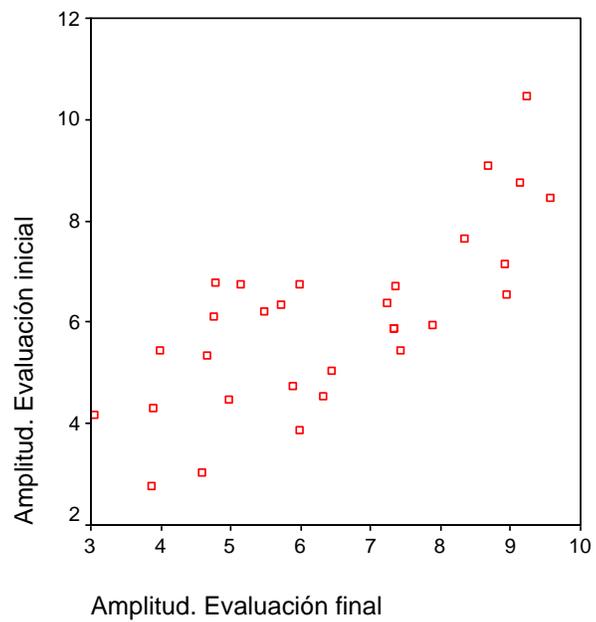
Gráfica 11.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de los potenciales de unidad motoras de superficie en la evaluación inicial y final para el grupo control. n = 30



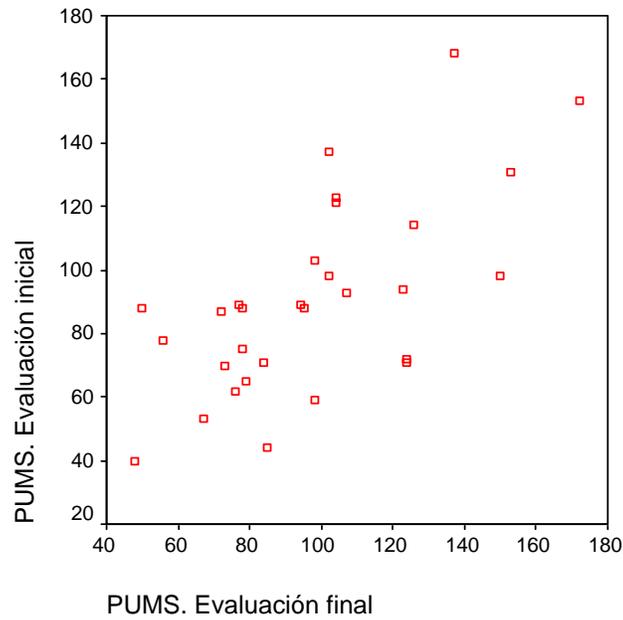
Gráfica 12.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la estimación del MUNE en la evaluación inicial y final para el grupo control n = 30



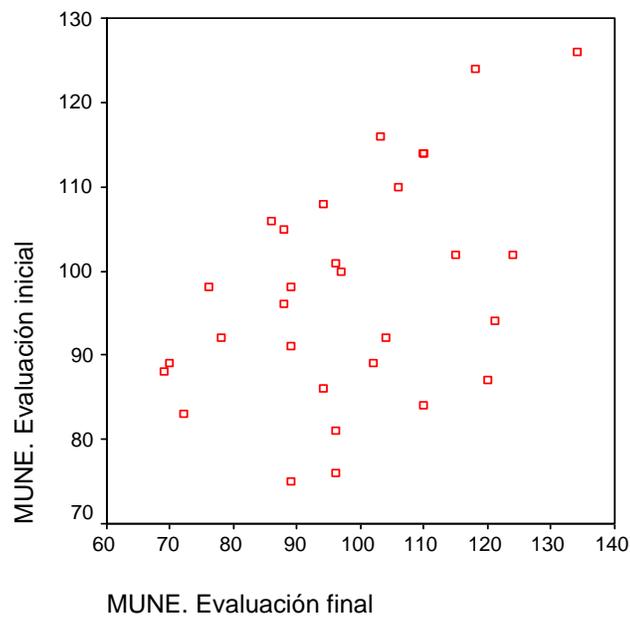
Gráfica 13.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la amplitud en la evaluación inicial y final para el grupo de STC. n = 30



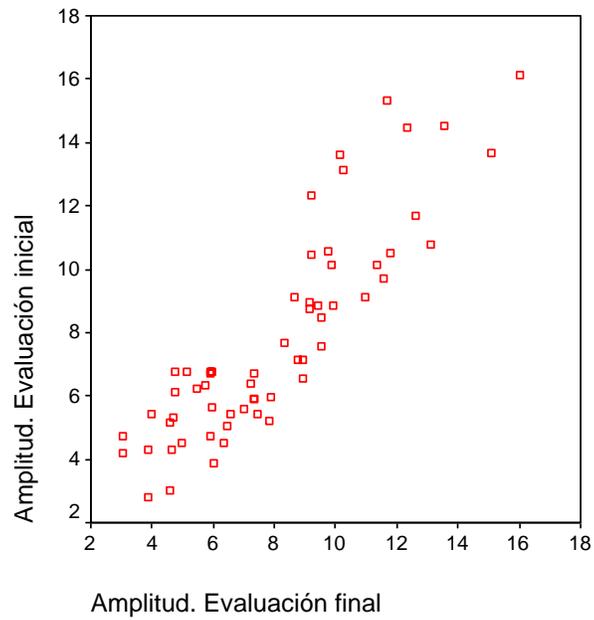
Gráfica 14.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de los potenciales de unidad motoras de superficie en la evaluación inicial y final para el grupo STC. n = 30



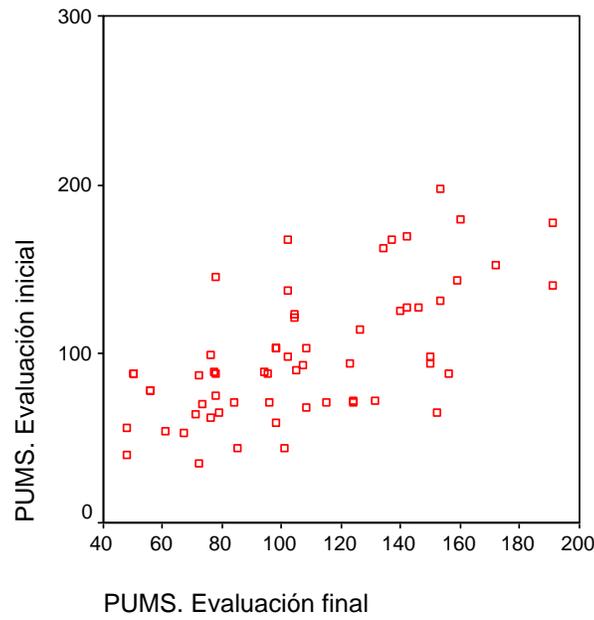
Gráfica 15.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la estimación del MUNE en la evaluación inicial y final para el grupo STC. n = 30



Gráfica 16.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la amplitud en la evaluación inicial y final de forma global. n = 60



Gráfica 17.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de los potenciales de unidad motoras de superficie en la evaluación inicial y final de forma global. n=60



Gráfica 18.- Muestra la tendencia de los valores en el registro de la estimación del MUNE en la evaluación inicial y final de forma global. n = 60

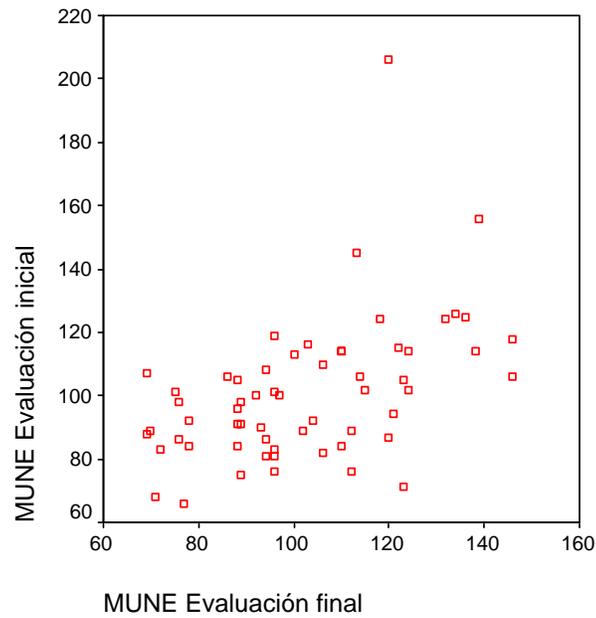


Tabla 7.- Muestra tabla de contingencia (2x2) para determinar sensibilidad con parámetro de amplitud

Parámetro	Grupos		Total
	Pacientes STC	Sujetos sanos	
Amplitud anormal	16	5	21
Amplitud normal	14	25	39
Total	30	30	60

Tabla 8.- Muestra índices para sensibilidad tomando al parámetro de amplitud

Índice valorado	(%)	IC 95%
Sensibilidad	53	35 a 71%
Especificidad	83	70 a 96%
Valor predictivo positivo	76	57 a 94%
Valor predictivo negativo	64	49 a 79%

HCD/HMJ-07

Tabla 9.- Muestra tabla de contingencia (2x2) para determinar sensibilidad con parámetro de amplitud

Parámetro	Grupos		Total
	Pacientes STC	Sujetos sanos	
PUMS anormal	8	7	15
PUMS normal	22	23	45
Total	30	30	60

HCD/HMJ-07

Tabla 10.- Muestra índices para determinar sensibilidad tomando al parámetro de PUMS

Índice valorado	(%)	IC 95%
Sensibilidad	26	10 a 42%
Especificidad	76	61 a 91%
Valor predictivo positivo	53	38 a 78%
Valor predictivo negativo	51	36 a 65%

HCD/HMJ-07

Tabla 11.- Muestra tabla de contingencia (2x2) para determinar sensibilidad con parámetro de amplitud

Parámetro MUNE	Grupos		Total
	Pacientes STC	Sujetos sanos	
MUNE anormal	4	4	8
MUNE normal	26	26	52
Total	30	30	60

HCD/HMJ-07

Tabla 12.- Muestra índices para determinar sensibilidad tomando al parámetro de MUNE

Índice valorado	(%)	IC 95%
Sensibilidad	13	8 a 25%
Especificidad	86	74 a 98 %
Valor predictivo positivo	50	15 a 84%
Valor predictivo negativo	50	36 a 63%

HCD/HMJ-07

DISCUSION

En nuestra investigación incluimos tanto a sujetos sanos como a pacientes con síndrome de túnel del carpo para valorar el comportamiento de la técnica estadística para la estimación del número de unidades motoras (MUNE). Esta técnica se encuentra ampliamente descrita en la literatura y su uso se ha extendido a patologías en las que se involucra al sistema nervioso periférico, varios reportes señalan su utilidad en polineuropatías, en radiculopatías, y en las enfermedades de la neurona motora (esclerosis lateral amiotrófica)

El síndrome de túnel del carpo es la neuropatía por atrapamiento más común y al mismo tiempo ocupa una de las primeras causas de atención de consulta especializada en rehabilitación y electrodiagnóstico, motivo por el que se decide incluir en la presente investigación, además de que no hay reportes en cuanto a las características del MUNE en esta patología, solo existiendo lo reportado por Jillapalli⁽¹²⁾.

Decidimos evaluar en primera instancia la reproducibilidad de la prueba mencionada a través de la estimación de los coeficientes de variación y de correlación en la aplicación de pruebas seriadas, efectuando registros específicos de parámetros electrofisiológicos como la amplitud máxima del potencia de acción muscular compuesto (PAMC), los potenciales de unidad motora de superficie (PUMS) y el MUNE para posteriormente comparar estos resultados con los obtenidos en cada grupo.

En segundo término nos interesa de acuerdo a la literatura el conocer los indicadores de eficacia del MUNE dado que tiene características de prueba diagnóstica sensible al cambio.

Para la realización del procedimiento electrofisiológico se tomaron en cuenta diversos aspectos técnicos que se mencionan en la literatura y se ordenaron en una serie de pasos con el objeto de sistematizar y facilitar su aplicación y por ende tratar de incrementar su sensibilidad diagnóstica, así como su reproducibilidad.

Los resultados obtenidos para la amplitud, el PUMS y el MUNE no difieren significativamente entre los grupos evaluados, es decir, que los datos obtenidos en el grupo de pacientes con síndrome de túnel del carpo no son significativamente menores o con decrementos importante en relación a los obtenidos en el grupo de sujetos sanos. En los diversos reportes de la literatura internacional se hace hincapié en los resultados a expensas únicamente del MUNE, aún cuando para su obtención el programa computacional también analiza en forma automática los parámetros correspondientes a la amplitud y al PUMS para de esta manera establecer los valores unitarios del MUNE. Esto se realiza dado a que la amplitud del potencial de acción muscular compuesto (PAMC) se relaciona directamente con el número, tamaño de las fibras musculares y de las unidades motoras de un músculo; se comenta en la literatura que un PAMC normal con un MUNE reducido indica al menos en parte reinervación colateral. ⁽²⁾

En la literatura internacional se reportan valores del MUNE obtenidos con la técnica estadística de músculos dístales, aún cuando el abductor corto del pulgar es un músculo factible de estudiar este no se ha estudiado con la técnica estadística que en este caso es la que se usó en nuestra investigación. Los valores en los músculos estudiados, en sujetos sanos, oscilan entre 119 y 149 unidades, valores que son superiores a los obtenidos en nuestro estudio los cuales registraron cifras entre 104 y 106 unidades. Aun cuando los valores entre nuestro estudio y los expresados en la literatura no difieren en forma marcada si es necesario puntualizar que el número actual debe tomarse en cuenta, pero sin olvidar que lo importante es dar el seguimiento, por otra parte el captar en músculos diferentes puede arrojar la variación registrada, además de que el tamaño de muestra en nuestro estudio es menor a lo reportado en literatura. ⁽²⁾

La reproducibilidad evaluada mediante los coeficientes de variación mostró valores muy cercanos entre el grupo de sujetos sanos y el de pacientes con síndrome de túnel del carpo, específicamente de 12% y 10% respectivamente,

estos valores no difieren de los reportes en estudios previos donde abarcan un rango del 12 al 16% e incluso hasta el 19% ⁽³⁻⁸⁾

La estimación de los coeficientes de correlación también como medida de reproducibilidad mostró valores cercanos al .50 los cuales son inferiores a los reportados en la literatura donde estos abarcan un rango de .75 hasta .98, esta diferencia puede ser debida al menor tamaño de muestra en nuestro estudio, o bien a la variabilidad intraobservador en la realización e interpretación de la prueba. Es importante destacar que estos coeficientes de variación fueron muy similares en nuestros dos grupos de estudio. ^(3,4,8)

En la evaluación del MUNE como prueba diagnóstica obtuvimos los indicadores de eficacia donde se muestra una baja sensibilidad y una moderada especificidad a diferencia de lo reportado en estudios de la literatura en los cuales la sensibilidad alcanza valores entre 77 a 85%; esta discrepancia obedece a que nuestros valores fueron obtenidos en la evaluación de pacientes con síndrome de túnel del carpo en tanto que lo reportado en la literatura es referente a otras patologías en las que predomina el daño axonal y es bien sabido que en el síndrome de túnel del carpo predomina el proceso de desmielinización focal por lo cual puede ser comprensible la baja sensibilidad del MUNE dado que este se basa en la estimación del número de unidades motoras directamente relacionado con la densidad axonal. ⁽²⁾

CONCLUSIONES

1. La técnica para estimación del MUNE es una técnica relativamente sencilla, fácil de realizar, tolerable, pero que requiere de cierta habilidad y conocimiento por parte de quien la realiza.
2. La reproducibilidad mediante los coeficientes de correlación de la prueba es mayor en sujetos sanos que en pacientes con túnel del carpo para los parámetros de amplitud y MUNE.
3. La reproducibilidad de la prueba mediante los coeficientes de variación es menor en sujetos sanos que en pacientes con túnel del carpo para el parámetro de amplitud
4. La sensibilidad para los diferentes parámetros evaluados es relativamente baja, sobretodo en lo concerniente al registro de PUMS y de MUNE.
5. En la evaluación del síndrome de túnel del carpo, la técnica estadística de estimación del número de unidades motoras no mostró hallazgos significativos en su comparación con sujetos sanos.
6. Si se desea implementar el uso de la técnica estadística de estimación del número de unidades motoras en el laboratorio de electrodiagnóstico, se sugiere que sea en patologías con daño axonal predominantemente y que el propósito sea el de efectuar un seguimiento respecto a la evolución del padecimiento.

ANEXOS

- Anexo 1. Carta de consentimiento informado sujetos sanos
- Anexo 2. Carta de consentimiento informado pacientes con síndrome de túnel del carpo.
- Anexo 3. Hoja de captación de datos sujetos sanos
- Anexo 4. Hoja de captación de datos pacientes con síndrome de túnel
- Anexo 5. Glosario
- Anexo 6. Pantalla de registro de MUNE

“REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO”

Anexo 1. Carta de consentimiento informado en pacientes sanos

México D.F. a _____ de _____ del 2007

A quien corresponda:

Yo _____ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio que lleva por nombre:

REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO

Que se realizara en derechohabientes de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Sur.

Cuyos objetivos son la obtención de parámetros de referencia en 2 pruebas de neuroconducción del nervio mediano.

Estoy consciente de que los procedimientos, y pruebas para lograr el objetivo antes mencionado.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento en que así lo desee. En el caso que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta institución no se verá afectada.

Paciente:

Nombre: _____ Firma _____

Testigo:

Nombre _____ Firma _____

Dr. Jose Antonio Hernandez Martinez

Investigador principal

"REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION
DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL
TÚNEL DEL CARPO"

Anexo 2. Carta de consentimiento informado en pacientes con síndrome del túnel del carpo

México D.F. a _____ de _____ del 2007

A quien corresponda:

Yo _____ declaro libre y voluntariamente
que acepto participar en el estudio que lleva por nombre:

REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL
ESTIMACION DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON
SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO

Que se realizara en derechohabientes de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región
Sur.

El objetivo de este estudio es determinar la reproducibilidad de la técnica estadística para
obtener MUNE en pacientes con síndrome de túnel del carpo. Se me ha explicado que la participación
consistirá en un interrogatorio sobre datos generales del paciente, antecedentes personales y sobre mi
padecimiento. Estoy consciente de que los procedimientos, y pruebas para lograr el objetivo antes
mencionado.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento en que así
lo desee. En el caso que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta institución no
se verá afectada.

Paciente:

Nombre: _____ Firma _____

Testigo:

Nombre _____ Firma _____

Dr. Jose Antonio Hernandez Martinez

Investigador principal

"REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION
DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL
TÚNEL DEL CARPO"

Anexo 3. Ficha De Recolección De Datos En Pacientes Sanos

NOMBRE: _____ Fecha de estudio: _____

Filiación: _____ Teléfono: _____

Edad: _____ Sexo: H _____ M _____

Peso (Kg.) _____ Talla (cm.) _____

ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES

DM

HAS

CARDIOVASCULARES

OTROS

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

TOXICOMANIAS:

Actualmente fumador (SI) Ó (NO) Numero de cigarrillos _____

Alcoholismo (SI) Ó (NO)

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

HAS /DM (SI) o (NO) TX _____

COMPLICACIONES YA DIAGNOSTICADAS:

POLINEUROPATIA _____ ELA _____ POLIO _____

RADICULOPATIA _____ NEUROPATIA _____

TIPO DE FARMACOS UTILIZADOS: OTROS FARMACOS _____

TX NO FARMACOLOGICO _____

FACTORES DE RIESGO

Actualmente fumador (SI) Ó (NO) Numero de cigarrillos _____

Dislipidemia ()

Hipertensión ()

Enfermedades cardiacas ()

"REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION
DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL
TÚNEL DEL CARPO"

Anexo 4. Ficha De Recolección De Datos en pacientes con síndrome de túnel del carpo

.HISTORIA CLINICA

FOLIO _____

NOMBRE: _____ Fecha de estudio: _____

Filiación: _____ Teléfono: _____

Edad: _____ Sexo: H _____ M _____

Peso (Kg.) _____ Talla (cm.) _____

ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES

DM

HAS

CARDIOVASCULARES

OTROS

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

TOXICOMANIAS:

Actualmente fumador (SI) Ó (NO) Numero de cigarrillos _____

Alcoholismo (SI) Ó (NO)

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS:

HAS /DM (SI) o (NO) TX _____

TIEMPO DE EVOLUCION DEL SINDROME DE TÚNEL DEL CARPO ()

FECHA DEL DIAGNOSTICO _____

REALIZADO POR

A) SINTOMATOLOGIA _____

B) EMG _____

COMPLICACIONES YA DIAGNOSTICADAS:

POLINEUROPATIA _____ ELA _____ POLIO _____

RADICULOPATIA _____ NEUROPATIA _____

TIPO DE FARMACOS UTILIZADOS: OTROS FARMACOS _____

TX NO FARMACOLOGICO _____

FACTORES DE RIESGO

Actualmente fumador (SI) Ó (NO) Numero de cigarrillos _____

Dislipidemia ()

Hipertensión ()

Enfermedades cardiacas ()

“REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION
DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL
TÚNEL DEL CARPO”

Anexo 5. Glosario

Amplitud.- es la máxima diferencia en voltaje que existe entre dos puntos usualmente de la línea isoelectrica al pico. Por convenio la amplitud del potencial de acción muscular compuesto es medido de la línea isoelectrica al pico más negativo.

Ánodo.- terminal positiva (+) de un suministro de corriente eléctrica.

Área.- es la medición del tamaño de la fase negativa de un PAMC en milivoltios/segundos (mVms).

Baseline (isoelectrica).- potencial registrado por el sistema biológico, aun estando en reposo

Cátodo.- Terminal negativa (-) de un suministro de corriente eléctrica.

Corrida.- colección de 4 de 10 grupos de 30 PAMC evocados por un estimulo submáximo al mismo nivel de intensidad, durante el estudio de MUNE se pueden registrar arriba de cuatro corridas a diferentes intensidades.

Duración.- se define como el intervalo que inicia con la primera deflexión que se aleja de la línea isoelectrica, hasta el retorno a la línea isoelectrica. A menos que se especifiquen otros puntos de referencia.

Estimulo.- cualquier agente externo, estado o cambio que provoquen cambios en la célula, tejido u organismo. En la clínica los estudios de neuroconducción, son estímulos eléctricos que se aplican a nervios o músculos. El estimulo eléctrico puede ser descrito en términos absolutos o con respecto al potencial evocado de un nervio o músculo. En términos absolutos el estimulo se define por: duración (ms), intensidad (volts V o miliamperes mA). Con respecto al potencial evocado puede ser graduado en subumbral, umbral, submáximo, máximo o supramáximo. La frecuencia, número y duración de una serie de estímulos debe especificarse.

Estimulo Máximo.- estimulo en donde a pesar de incrementar la intensidad no se dan cambios en el tamaño del potencial evocado.

Estimulo submáximo.- intensidad de estimulo por debajo del máximo nivel pero por arriba del nivel umbral.

Estimulo Supramáximo.- un estímulo con una intensidad mayor al nivel de máximo estímulo.

Estimulo Umbral.- estímulo justo lo suficiente para producir una respuesta detectable, a un estímulo menor se le conoce subumbral.

Electrodo de superficie.- dispositivo colocado sobre la superficie de la piel que conduce el estímulo para su registro.

Frecuencia.- número de ciclos completos de una onda en un segundo. Medida en herz (Hz) o ciclos por segundo (c/s).

Grupo.- colección de treinta (30) PAMC's evocados por un estímulo submáximo al mismo nivel de intensidad, durante el estudio de MUNE 4 de 10 grupos constituyen una corrida.

Histograma.- datos representados en un a grafica. El programa de MUNE cuenta con 4 diferentes histogramas

Scan de área.- este histograma del área de los 30 consecutivos PAMC evocados con un estímulo que incrementa en intensidad (umbral-máximo).

Grupo de áreas.- muestra un histograma secuencial de 30 PAMC dentro de un área específica, expresado en porcentaje.

Corrida de áreas.- muestra el número de áreas registradas en un PAMC en una sola corrida (1 de 10 grupos).

Todas las áreas.- muestra el total de áreas del PAMC de todas las corridas.

Latencia.- intervalo entre el primer estímulo y la primer respuesta. El pico de la latencia es el intervalo entre el primer estímulo y un pico específico de un potencial evocado.

MUNE.- estimado estadístico del número de unidades motoras en un músculo.

Nivel de corriente.- nivel del poder eléctrico de un estímulo medido en miliamperes (mA).

Onda M.- es el potencial de acción compuesto evocado de un músculo por un solo estímulo eléctrico en un nervio motor. La onda M es obtenida por un estímulo supramáximo.

Placa Terminal.- es la región de un músculo en donde las uniones neuromusculares de las fibras del músculo esquelético se agrupan.

Potencial de acción muscular compuesto (PAMC).- es la suma sincrónica de las fibras musculares cercanas para registrar un potencial de acción de un

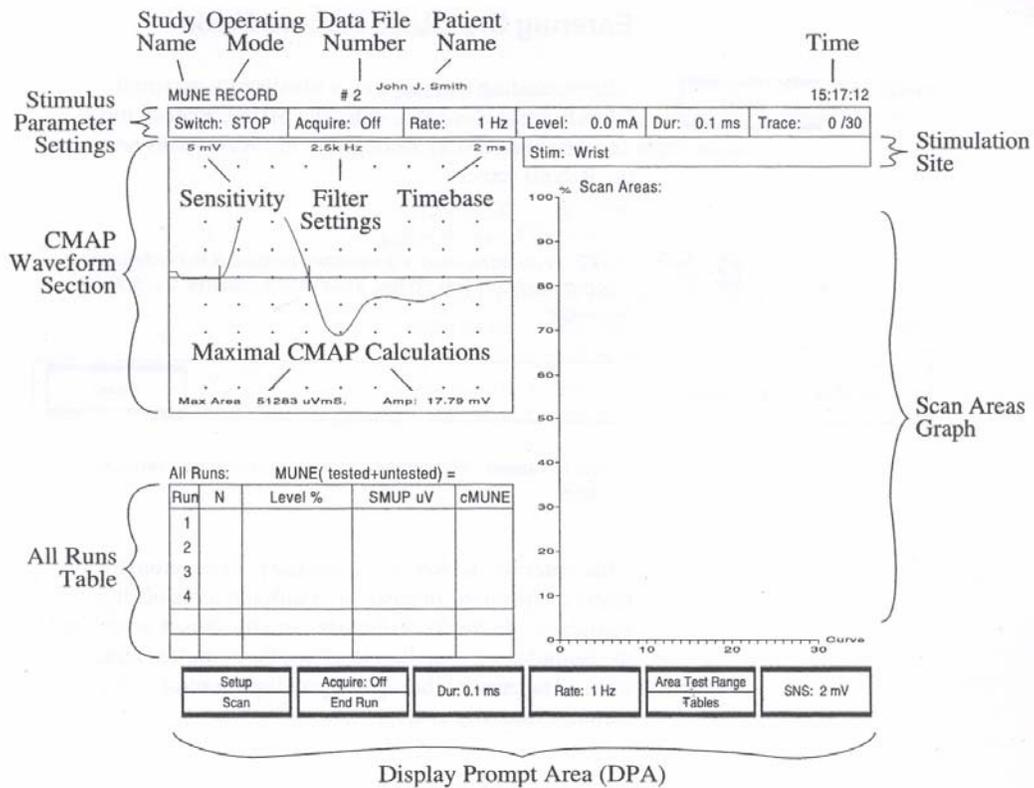
músculo, producido por la estimulación de un nervio que inerva directa o indirectamente al músculo.

PAMC máximo.- respuesta evocada por estímulo máximo o supramáximo.

PAMC submáximo.- respuesta evocada por un estímulo por debajo del máximo nivel pero por arriba del nivel umbral.

“REPRODUCIBILIDAD DE LA TECNICA ESTADISTICA PARA OBTENER EL ESTIMACION DEL NUMERO DE UNIDAD MOTORA EN PACIENTES SANOS Y CON SINDROME DEL TÚNEL DEL CARPO”

Anexo 6. Pantalla de registro MUNE



BIBLIOGRAFIA

- 1.-Bromberg MB. Updating motor unit number estimation (MUNE). *Clinical Neurophysiology* 2007; 118: 1-8.

- 2.-Oporto LM, Báez CM. Aplicación en pacientes con procesos neurogénicos de la técnica estadística de estimación del numero de unidades motoras (MUNE-Poisson) *Rev. Neurol* 2007; 45: 195-200.

- 3.-Lomen CH, Michael PJ. Statistical motor unit number estimation: from theory to practice *Muscle and Nerve* 2003; 28: 263-72.

- 4.-Shefer JM. Motor unit number estimation in human neurological diseases and animal models. *Clinical Neurophysiology*; 2001(112): 955-64.

- 5.-Shefer JM, Milid JP, Thompson DT. Reproducibility of motor unit number estimation in individual subjets. *Muscle and Nerve* 2001; 24: 467-73.

- 6.-Shefer JM, Jillapalli D, Deborah Y. Reducing intersubjet variability in motor unit number estimation. *Muscle and Nerve*; 1999; 22: 1457-60.

- 7.-Ohyun K, Kwang W. Reproducibility of statistical motor unit number estimates in amyotrophic lateral sclerosis: comparison between size and number weighted modifications. *Muscle and Nerve* 2004; 29: 211-17.

- 8.-Shefer JM, Clifton LP. Motor unit number estimation. *Phys Med Rehab Clin N Am*; 2003; 14: 243-60.

- 9.-Santo N, Vilma C, Marques M. Estimation of the number and size of human flexor digiti minimi muscle motor unit using histological methods. *Muscle and Nerve* 1998; 21: 112-14.

- 10.-Lomen CH, Kennedy D. Effect of recording window and stimulation variables on the statical technique of motor unit number estimation. *Muscle and Nerve* 2001;24: 1659-64.

- 11.-Oporto LM, Mendeaz CL, Nuñez JC. Estimación de l numero de unidades motoras en un músculo mediante la técnica estadística (poisson) Aspectos metodológicos y parámetros normales en el extensor digitum brevis; *Rev Neurol* 2003; 36: 601-04

12.-Jillapalli D, Bradshaw D, Shefer JM. Motor unit number estimation in the evaluation of fecal conduction block. Muscle and Nerve 2003; 27:320-31

13.-Javier R, Haydee C, Salvador M. Epidemiología clínica pruebas diagnosticas. Edición Salvador Martinez-Cairo, 2001; 47-62.

14.-Hulley SB, Cumming SR. Diseño de la investigación clínica. Edición Baltimor Williams y Wilkins, 1993;35-46

15.- Nicolet Viking family. MUNE program. Madison, Wi: Nicolet Viking;1995.