

VALORES DE REFERENCIA DE ELECTROMIOGRAFIA DE FIBRA ÚNICA
CON ELECTRODO DE AGUJA CONCÉNTRICA Y ESTÍMULO DE SUPERFICIE
EN MÚSCULO ORBICULARIS OCULI EN POBLACION ADULTA JOVEN

ANA MILENA RODRIGUEZ LOZANO
FERNANDO ORTÍZ CORREDOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
BOGOTA, COLOMBIA
2012

VALORES DE REFERENCIA DE ELECTROMIOGRAFIA DE FIBRA ÚNICA
CON ELECTRODO DE AGUJA CONCÉNTRICA Y ESTÍMULO DE SUPERFICIE
EN MÚSCULO ORBICULARIS OCULI EN POBLACION ADULTA JOVEN

ANA MILENA RODRIGUEZ LOZANO
CODIGO 598080

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Medicina
Física y Rehabilitación

Bajo la dirección y asesoría
Dr. Fernando Ortiz Corredor
Médico Físiatra

Línea de Investigación en Electrodiagnóstico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
BOGOTA, COLOMBIA
2012

Lo más bonito que podemos experimentar es el misterio. Es la fuente de toda arte verdadera y de toda ciencia. Aquél a quien sea extraña esta emoción, aquel que no pueda detenerse a maravillarse y permanecer absorto de asombro, es tan bueno como un muerto: sus ojos están cerrados.

Albert Einstein

Agradecimientos

A mi director de trabajo de Grado el Doctor Fernando Ortíz Corredor, de quién he aprendido de su seriedad científica matizada de un gran sentido del humor, por su ayuda incondicional, sus sugerencias, sabios consejos y recomendaciones. Sin él este trabajo no hubiera sido posible.

A la Dra. Yuli Guzmán Prado por su contribución en la elaboración del presupuesto y asesoría en el procedimiento metodológico del proyecto de investigación.

A la Ingeniera Giovanna Paola Sabogal Alfaro por su orientación en el manejo estadístico de los datos.

A mi sobrino Cristian Camilo Martínez Mora por su acompañamiento y colaboración en la digitación de resultados.

A la Dra. Sandra Milena Barrera Castro por su colaboración en la redacción del protocolo de examen y cronograma de actividades del anteproyecto de investigación.

A todos los compañeros del servicio de Electrodiagnóstico del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, todos los médicos residentes que han pasado por allí durante la realización de este trabajo, así como a todo el personal de enfermería y personal administrativo. Todos ellos han prestado su colaboración desinteresada para la finalización de este proyecto.

A la Facultad de Medicina y la Dirección de Investigación de la Sede de Bogotá de mi amada Universidad Nacional de Colombia, por su apoyo económico por medio de la Convocatoria para el estímulo a la investigación a través de proyectos y trabajos de investigación en los posgrados de la facultad de medicina de la Universidad Nacional de Colombia, Apoyo a la investigación en salud 2011.

A todos mis queridos amigos y excompañeros de trabajo quienes me ayudaron como usuarios de esta investigación.

Y por último, no por ello menos importante, mi familia, muy especialmente a mi madre, por su ejemplo de lucha y honestidad, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.

A todos, muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 INTRODUCCIÓN	10
1.2 MARCO TEÓRICO	10
1.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	15
1.4 JUSTIFICACIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
3. PROCEDIMIENTO METODOLOGICO	19
3.1 TIPO DE ESTUDIO	19
3.2 IDENTIFICACION DE LA POBLACION ESTUDIO Y MUESTRA	19
3.3 CONSIDERACIONES ETICAS	19
3.4 PROTOCOLO	20
3.5 TECNICAS DE ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	20
4. DEFINICION DE RECURSOS	23
4.1 TALENTO HUMANO	23
4.2 EQUIPO Y ELECTRODOS	23
4.3 INSTITUCION	23
5. MARCO ADMINISTRATIVO	24
5.1 PRESUPUESTO	24
6. RESULTADOS	27
7. DISCUSION	32
8. CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFIA	37
ANEXO A. FORMATO DE INVESTIGACION	39
ANEXO B. CONSENTIMIENTO INFORMADO	40

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores de Referencia para Jitter con electrodo de fibra única en sujetos sanos con activación muscular voluntaria: Límite superior MCD promedio 95%/valores MCD de pares de fibra individual 95%	11
Tabla 2. Valores de referencia para jitter con contracción voluntaria y electrodo de fibra única	11
Tabla 3. Valores de referencia para jitter con estimulación y registro con electrodo de fibra única	12
Tabla 4. Valores de referencia para jitter con contracción voluntaria con electrodo de aguja concéntrica.	13
Tabla 5. Valores de referencia para jitter obtenidos con estimulación de superficie y aguja y registro con EAFU	13
Tabla 6. Tarjeta De Variables	22
Tabla 7. Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación	24
Tabla 8. Descripción de los gastos de personal	24
Tabla 9. Descripción equipos	25
Tabla 10. Software	25
Tabla 11. Materiales	25
Tabla 12. Salidas de Campo	26
Tabla 13. Recursos Bibliográficos	26
Tabla 14. Patentes y publicaciones	26
Tabla 15. Jitter con EAC: Valores en músculo OOC estimulado	28
Tabla 16. Puntaje EVA y Duración total de la prueba.	29
Tabla 17. Valores de jitter de OOC con varios	33

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de individuos por sexo	27
Figura 2. Puntaje de la Escala Visual Análoga dado por los sujetos a estudio posterior a la realización del examen.	28
Figura 3. Jitter con Electrodo de Aguja Concéntrica en OOC estimulado: Media MCD de 530 potenciales individuales.	29
Figura 4. Jitter con Electrodo de Aguja Concéntrica en OOC estimulado: Media de la media MCD de 53 sujetos sanos.	30
Figura 5. Media de la diferencia consecutiva (MCD) en función de la Media del Intervalo Estímulo Potencial (MIEP) de 520 potenciales individuales del músculo Orbicularis Oculi mostrando una correlación muy débil y no significativa.	31

RESUMEN

Objetivo: Estimar los valores de referencia para el jitter en el músculo orbicularis oculi mediante estímulo de superficie y registro con electrodo de aguja concéntrica.

Materiales y Métodos: Un electrodo de barra bipolar se ubicó en la mitad de la distancia entre el trago y el ángulo externo del ojo. Se realizó el estímulo con duración de 0.05ms, a una rata de 10Hz y máxima intensidad de 10mA. Los filtros se ajustaron a 2khz y 10khz para paso alto y bajo respectivamente, y se registró el potencial de una fibra muscular con aguja concéntrica insertada vía subcutánea en la porción orbitaria del músculo orbicularis oculi.

Resultados: El examen fue realizado en 53 sujetos normales (25 hombres y 28 mujeres con edad media de 30,5años). El jitter fue expresado como la media de la diferencia consecutiva (MCD) de 10 potenciales individuales. La media MCD fue de $14,5\mu\text{s} \pm 2,8$ (límite superior 95% $21\mu\text{s}$) promedio mínimo $8,5\mu\text{s}$ y promedio máximo $22\mu\text{s}$. La media MCD de todos los potenciales (n=530) fue de $15,4\mu\text{s} \pm 5,4$ (límite superior 95%: $27\mu\text{s}$) valor mínimo $5,0\mu\text{s}$ y valor máximo $31,4\mu\text{s}$. El tiempo promedio de duración de la prueba fue de 18 minutos y el puntaje promedio de la Escala Visual Análoga fue de 2.

Conclusiones: La realización de la EMG de fibra única mediante estímulo de superficie y electrodo de aguja concéntrica es una prueba fácil, accesible, de corta duración y poco dolorosa; óptima para individuos con alteración del estado de conciencia y población pediátrica. Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para el diagnóstico de enfermedad de la placa neuromuscular utilizando un método práctico y seguro.

Palabras Claves: electromiografía de fibra única, electrodo de aguja concéntrica, estímulo de superficie, jitter, valores de referencia

ABSTRACT

Objectives: To estimate the reference values for the jitter in the orbicularis oculi (OOc) through surface stimulus and recording with a concentric needle electrode (CNE).

Methods: A bipolar rod electrode was placed midway between the tragus and the external angle of the eye. Stimulation was conducted for 0.05 ms at 10 Hz and a maximum intensity of 10 mA. The filters were adjusted to settings of 2 kHz and 10 kHz for the low-cut and high-pass filters, respectively, and the potential of one muscle fiber was recorded with a CNE inserted subcutaneously in the orbital portion of the OOc.

Results: The test was performed on 53 normal control subjects (25 men, 28 women; mean age, 30.5 years). The jitter was expressed as the mean of the consecutive difference (MCD) of 10 individual potentials. The MCD was $14.5 \pm 2.8 \mu\text{s}$ (upper 95% limit: $21 \mu\text{s}$, minimum average: $8.5 \mu\text{s}$, maximum average: $22 \mu\text{s}$). The MCD for all of potentials (n=530) was $15.4 \pm 5.4 \mu\text{s}$ (upper 95% limit:

$27 \mu\text{s}$, minimum value: $5.0 \mu\text{s}$, maximum value: $31.4 \mu\text{s}$). The average time was 18 minutes and the average score on the visual analogue scale was 2

Conclusions: The realization of single fiber electromyography by means of surface stimulation and a CNE is an easy test to perform, affordable, quickly completed, and not very painful. It is ideal for people with an altered state of consciousness and the pediatric population. These results could serve as a reference to diagnose diseases of the neuromuscular plate using a practical and safe method.

Keywords: single fiber electromyography, concentric needle electrode, Surface stimulation, jitter, reference values.

ANA MILENA RODRIGUEZ LOZANO	1979
FERNANDO ORTIZ CORREDOR	1960

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de Miastenia Gravis (MG) se basa en pruebas clínicas, paraclínicas como la detección de anticuerpos de la placa neuromuscular y pruebas Electrofisiológicas. La electromiografía de fibra única se considera una prueba de referencia, ya que es muy sensible para el diagnóstico. La técnica de electromiografía de fibra única no es fácil y requiere tiempo y habilidad. Se puede realizar mediante la activación voluntaria de unidades motoras o utilizando la estimulación eléctrica de los axones con una aguja monopolar y registrando con el electrodo de fibra única. En este último caso no se necesita la colaboración completa del paciente. Unos autores publicaron unos valores de referencia utilizando para el estímulo electrodos de superficie en lugar de la aguja monopolar con el fin de disminuir la molestia para el paciente y electrodo de fibra única para la detección de los potenciales. El estudio busca determinar valores de referencia del Jitter a través de electromiografía de fibra única usando electrodo de aguja concéntrica y estimulación con electrodo de superficie.

1.2 MARCO TEÓRICO

La electromiografía de fibra única (SFEMG) fue desarrollada a principios de 1960 por Stalberg y Eksted.⁶ Se caracteriza por ser una técnica de registro selectivo en el cual una aguja de electromiografía de fibra única es usada para identificar y registrar los potenciales de acción de fibras musculares individuales. Esta técnica ya ha demostrado ser de valor en el diagnóstico de la MG y trastornos relacionados.¹

Técnica original con activación voluntaria

La aguja para fibra única tiene un área de registro de diámetro de $25\mu\text{m}$ (más pequeña que el promedio de la fibra muscular normal) la cual está localizada al lado del electrodo. Esta aguja permite registrar un potencial de acción de una fibra muscular.¹ La electromiografía de fibra única permite un registro selectivo del potencial de acción de una fibra muscular aislada en un radio de aproximadamente 300μ .² La amplitud de las señales recogidas decrece rápidamente en función de la distancia que separa al electrodo de la fibra que genera el potencial, de manera que los potenciales de acción son progresivamente menores y peor definidos, con mayor pendiente (rise time). La amplitud del potencial de una fibra muscular decrece hasta $200\mu\text{V}$ cuando la distancia entre ésta y el electrodo es de aproximadamente 300μ .

Cuando la posición del electrodo permite recoger la actividad de dos o más fibras musculares se observa una variabilidad del intervalo interpotencial en las sucesivas descargas, de modo que uno de los potenciales aparece en el osciloscopio con un retraso variable respecto del otro. Esta variabilidad del intervalo interpotencial es el jitter, fenómeno fisiológico que, en última instancia, expresa el factor de seguridad de la placa motora, de manera que aumenta en procesos como la miastenia gravis en que dicho factor de seguridad es menor de lo normal.⁴

Tabla 1. Valores de Referencia para Jitter con electrodo de fibra única en sujetos sanos con activación muscular voluntaria (microsegundos): Límite superior MCD promedio 95%/valores MCD de pares de fibra individual 95%

Músculo	10 años	20 años	30 años	40 años	50 años	60 años	70 años	80 años	90 años
Orbicularis Oculi	39.8	39.8	40.0	40.4	40.9	41.8			
	/	/	/	/	/	/			
Extensor Digitorum Común	54.6	54.7	54.7	54.8	55.0	55.3			
	34.9	34.9	35.1	35.4	35.9	36.6	37.7	39.1	40.9
	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	50.0	50.1	50.5	51.3	52.5	54.4	57.2	61.1	66.5

Tabla 2. Valores de referencia para jitter con contracción voluntaria y electrodo de fibra única (valores expresados en microsegundos)

Electrodo	Músculo	MCD 95%	Pares individuales 95%
Fibra única	Orbicularis oculi	41	55
Fibra única	Extensor Digitorum Común	36	53

Técnica con estimulación eléctrica

El jitter neuromuscular puede ser estudiado tanto durante la contracción voluntaria como con la activación eléctrica de la fibra muscular.³ Aunque el valor diagnóstico de SFEMG con contracción voluntaria está claramente definido, es esencial disponer de la cooperación del paciente durante el examen a fin de mantener una intensidad de contracción muscular estable. Esto no puede ser posible en lactantes, niños, en los pacientes que son débiles, y en pacientes con un estado alterado de conciencia.

SFEMG con estímulo eléctrico es una técnica alternativa a la SFEMG con activación voluntaria. Durante la SFEMG con estímulo eléctrico se utiliza para la estimulación del axón una aguja monopolar (Stålberg et al., 1992; Trontelj y Stalberg, 1992; Trontelj et al., 1986). La SFEMG realizada durante la estimulación con aguja no requiere la cooperación del paciente. La técnica se ha descrito en el músculo extensor de los dedos y en músculos faciales; está especialmente indicada en niños, que difícilmente prestan colaboración, en pacientes con dificultad para mantener una activación voluntaria constante y regular (temblor, debilidad y/o fatigabilidad graves, trastornos de conciencia). Los valores del jitter por estimulación son ligeramente menores que los obtenidos por activación voluntaria.⁶ Por lo menos 50 estímulos son analizados para cada potencial de acción. Los potenciales de acción inducidos por la estimulación del nervio tienen un jitter mayor de 5 μ seg, mientras que un jitter menor se presenta cuando la fibra muscular se estimula directamente.¹²

Tabla 3. Valores de referencia para jitter con estimulación y registro con electrodo de fibra única (valores expresados en microsegundos)

Músculo	Media MCD	MCD individual
Extensor Digitorum communis	25	40
Orbicularis Oculi	20	30

En el estudio de Trontelj realizado con estímulo por medio de electrodo de aguja monopolar y registro con EAFU demostró que la distribución de los datos agrupados, así como la de los sujetos individuales sugería que los siguientes límites máximos de lo normal podrían ser utilizados, por encima del percentil 97 y cerca del percentil 99: 30 μ s para fibras musculares individuales, y 20 μ s para una media de 20-25 fibras de muestra.⁵ La prueba puede ser normal, si no más de una de cada 20 fibras musculares excede el límite superior normal individual de 30 μ s, y si el promedio del MCD de las fibras restantes están por debajo de 20 μ s.⁵

Registro con aguja concéntrica

Hay una serie de desventajas asociadas con el uso del electrodo de aguja de fibra única. Estos incluyen los costos de compra y posterior esterilización de los electrodos después de cada uso, el consumo de tiempo y la dificultad técnica del estudio, y la preocupación sobre la transmisión de la enfermedad priónica. Por tanto, ha habido un creciente interés en el uso del electrodo de aguja concéntrica EAC que se utiliza rutinariamente en neurofisiología clínica para la electromiografía y tiene la ventaja de ser barato, desechable y fácilmente disponible. En la EMG de rutina el EAC registra la actividad de muchas fibras musculares sobre un

amplio campo, pero con el incremento de la configuración de filtro de baja frecuencia, la contribución de la señal de fibras musculares más distantes es reducida. Esto resulta en el registro de aparentes potenciales de acción de fibra única.⁷ Para obtener las señales, una pequeña EAC con una superficie de registro de 0.019mm (agujas faciales) debe ser utilizada.⁶

Tabla 4. Valores de referencia para jitter con contracción voluntaria con electrodo de aguja concéntrica (valores expresados en microsegundos) Edad 37.9+/-9.6 años.

Electrodo	Músculo	MCD promedio	MCD 95%	Par individual promedio	Pares individuales 95%
Concéntrica	Orbicularis oculi	24,7	30,9	24,7	38,1
Concéntrica	Extensor Digitorum Común	23,6	29,8	23,5	38,9

En el estudio de Farrugia y cols., realizado en pacientes con MG usando electrodo de aguja de fibra única (EAFU) los resultados fueron comparables a los conseguidos con EAC, pero menos malestar fue referido por los pacientes cuando los datos fueron obtenidos con EAC. Los factores que pueden explicar esto incluye el gran diámetro del EAFU, desgaste de la punta del EAFU con uso repetido, y el aumento en el tiempo de estudio debido a una mayor dificultad técnica en la obtención de pares de potenciales con EAFU.⁷

Técnica con estímulo de superficie

La estimulación eléctrica del tronco nervioso mediante un electrodo de superficie bipolar es una técnica novedosa para la estimulación de SFEMG y ha sido estudiada en sujetos sanos (Ertas et al. 1998). Este tipo de estimulación es menos invasiva que la estimulación con electrodos de aguja,¹¹

Tabla 5. Valores de referencia para jitter obtenidos con estimulación de superficie y aguja y registro con EAFU (valores expresados en microsegundos)

	MCD individual (n=280)	Media de 20 MCDs (n=14)
Estimulación con electrodo de aguja	14 +/- 7 (5-59)	14 +/- 2 (11-17)
Estimulación con electrodo de superficie	14 +/- 7 (5-45)	14 +/- 2 (11-18)

Se considera que una contracción leve-moderada equivale a una frecuencia de activación aproximada de 10Hz.₁

Las fibras nerviosas son estimuladas fuera del músculo. De esta manera, la estimulación directa de las fibras musculares se evita. La rama del nervio facial destinada al músculo orbicularis oculi, ya está dividida en varios paquetes más pequeños fuera del músculo. Tanto el cambio en la velocidad de descarga y el efecto de los intervalos de descanso en el grado de un jitter anormal y el bloqueo son más difíciles de probar en el estudio de jitter con activación voluntaria debido a la pérdida frecuente de la posición de registro. Estas dos maniobras pueden además, aumentar la sensibilidad de la técnica (Trontelj,) y podrían reconocer trastornos presinápticos como el Eaton-Lambert más fácilmente. La técnica se aplica al músculo orbicularis oculi, lo que parece ser particularmente sensible mostrando anomalías en las primeras etapas de la MG generalizada, así como en la forma ocular de la enfermedad.₅

En el estudio de Mustafa se tomaron 11 usuarios normales y 10 con miastenia gravis usando estimulación eléctrica con electrodo de superficie sobre el tronco del nervio facial a una tasa de disparo de 5Hz y pulsos rectangulares de 40µseg. Se encontró que el análisis del jitter con la EAC fue muy comparable a la encontrada con EAFU, tanto en sujetos normales como en los pacientes miasténicos durante la activación voluntaria y la estimulación eléctrica. En conclusión, el uso de un EAC en el análisis de jitter neuromuscular puede ser una alternativa al EAFU debido a que (1) EAC da modestamente mayor número de potenciales que EAFU (2) es mucho más barata, (3) es desechable, (4) se requiere un nivel de contracción más bajo, y (5) ha demostrado que su sensibilidad es casi igual a la EAFU en la detección de patología.₆

Teóricamente, la falla de estimulación de los axones puede ser la principal fuente de error con estimulación de superficie, resultando en un aumento del jitter. Este problema puede ser resuelto mediante el uso de un pulso de estímulo con amplitud 10-15% por encima del umbral. En el estudio, de Mustafa y cols probaron la técnica de estimulación de superficie en 14 sujetos sanos y compararon la fluctuación resultante de los valores obtenidos con la técnica S-SFEMG extramuscular con aguja mediante el registro en el músculo orbicularis oculi. Para la estimulación de superficie, el nervio facial era estimulado por un electrodo de superficie bipolar estimulando (Medelec, 16.893) por delante del trago de la oreja con pulsos **rectangulares de 50 µs de duración** y 4 Hz de frecuencia. La estimulación con aguja del nervio facial mediante un electrodo de aguja monopolar Teflonada (cátodo) se insertó por vía subcutánea en el punto donde nacen las ramas del nervio facial para el orbicularis oculi atravesando el arco cigomático. La frecuencia de pulso, y duración del estímulo eran los

mismos que para la estimulación de superficie. En este estudio, los valores de jitter no difirieron significativamente entre los grupos de estimulación con aguja y estímulo de superficie.

Entre las ventajas potenciales de la estimulación de superficie están el registro de diferentes músculos de la cara moviendo el electrodo de estimulación y sólo se inserta una aguja en lugar de dos o tres como es el caso de la estimulación con aguja. Se debe tener cuidado con la ubicación y la presión ejercida sobre el electrodo de estímulo de superficie en el nervio, con el fin de evitar la estimulación insuficiente, lo que es más probable que ocurra con este tipo de estimulación que con la estimulación de aguja.

En vista de lo expuesto se concluye que S-SFEMG puede ser una técnica alternativa para el examen de la transmisión neuromuscular en los músculos de la cara.¹⁰ Este método teóricamente evita el jitter dependiente del intervalo interdescarga, así como la posible falla para reconocer fibras musculares divididas. El promedio del MCD con este método es 5.2 msec menos que con la activación voluntaria. Si las ventajas citadas por los autores demuestran ser ciertas, los estudios de jitter con estímulo eléctrico podrán sustituir el estudio SFEMG con la activación voluntaria.

1.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó búsqueda de la literatura a la fecha por medio de Bases de datos:

PUBMED:

1. **“single fiber electromyography”**[Text word]

2. **“stimulation”**[Text word]

3. #1 and #2

Se encontraron 193 artículos, se hizo lectura de su respectivo abstract localizando 18 artículos relacionados.

4. **“single fiber electromyography”**[Text word]

5. **“Reference Values”**[Text word]

6. **“surface stimulation”**[Text word]

7. #4 and #5 and #6

Se encontraron 2 artículos que estaban dentro de los 10 artículos antes señalados

BIREME:

single fiber electromyography[Palabras] and stimulation[Palabras] : 113 artículos. Se hizo lectura de sus respectivos abstracts encontrando 7 artículos relacionados que eran comunes a los encontrados en PUBMED

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es reconocido en la actualidad, que el estudio de las enfermedades de la placa neuromuscular requiere de la realización de pruebas Electrofisiológicas como la electromiografía de fibra única. Dentro de las técnicas descritas para su realización se cuenta con la técnica de contracción voluntaria con registro mediante electrodo de aguja de fibra única y electrodo de aguja concéntrica; la técnica con estímulo eléctrico por medio de electrodo bipolar de superficie o electrodos monocéntricos con registro con EAC y EAFU.

La electromiografía de fibra única con contracción voluntaria, es una técnica útil y con el nivel de sensibilidad más alto para el estudio de los pacientes con enfermedades de la placa neuromuscular. El examen es por sí mismo catalogado como dispendioso, técnicamente complejo y requiere la colaboración del paciente para su correcta realización, además de la capacitación especial de la técnica por parte del electromiografista. En manos expertas el promedio de tiempo del examen está alrededor de 45 minutos.

De acuerdo a Trontelj y colaboradores la técnica de electromiografía de fibra única con estímulo tiene varias ventajas sobre la técnica con contracción voluntaria ya que para el electromiografista este estudio es más fácil y más rápido de realizar; permite que el procedimiento se realice en un tiempo mucho menor al establecido para la técnica convencional (alrededor de 15 minutos), además permite la obtención del potencial de medición de forma más fácil al no requerir de la colaboración del paciente para la contracción del músculo, la cual es reemplazada por una rata de descarga de perfecto control (1). Otra ventaja de esta técnica es que al no requerir de la colaboración del paciente, se puede realizar en el paciente bajo efectos de anestesia, paciente en unidades de cuidado crítico y en niños con la respectiva sedación. Con respecto a la consecución de los elementos, los electrodos de aguja concéntrica son más económicos y de más fácil acceso que los de electromiografía de fibra única; además de que los electrodos de aguja concéntrica son desechables. Un plus asociado a la técnica es la menor sensación de disconfort que genera en el paciente en comparación con la técnica de contracción voluntaria.

En el mundo, se han realizado pocos estudios en donde se utilice esta técnica de medición del Jitter usando electrodo de registro con aguja concéntrica y estímulo de superficie; lo que hace obligatorio realizar nuevos estudios en este campo con el fin de tener un marco de referencia para discriminar los criterios de anormalidad frente a las patologías de la transmisión neuromuscular. De esta forma, si estas ventajas se logran demostrar con nuevos estudios, la técnica con estimulación de superficie podría reemplazar la técnica con contracción voluntaria. Es necesaria la

búsqueda de otras técnicas que permitan la obtención de los mismos resultados de forma más fácil, además de la necesidad de obtener valores de referencia de esta técnica siguiendo un protocolo establecido en cada laboratorio, según las recomendaciones de la Academia Americana de Electrodiagnóstico.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar los valores de referencia para el jitter en el músculo orbicularis oculi mediante estímulo de superficie y registro con electrodo de aguja concéntrica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los rangos de valores y medidas de resumen, estableciendo la media, desviaciones estándar y valores máximos y mínimos para las variables continuas.
2. Determinar los valores de percentil 3, 95 y 97 para cada individuo si la distribución de datos no es normal.
3. Describir la frecuencia relativa para cada variable categórica.
4. Evaluar el nivel de confort y/o disconfort referido por los sujetos del estudio mediante la Escala Visual Análoga.
5. Determinar la existencia o no de complicaciones durante la realización del examen.
6. Determinar la duración promedio de realización del examen.

3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizará un estudio transversal descriptivo.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIO Y MUESTRA:

Se tomó una muestra por conveniencia, con los sujetos que cumplan con los criterios de selección durante los siete meses establecidos.

Criterios de inclusión:

- a) No se documente por historia clínica patología neurológica, neuromuscular o muscular.
- c) Edad entre 18 y 50 años.

Criterios de exclusión:

- a) Individuos que no acepten participar en el estudio al inicio o durante el mismo.
- b) Sujetos con patología infectocontagiosa
- c) antecedentes de procedimientos invasivos en región orbicular

3.3 CONSIDERACIONES ETICAS

El presente estudio es descriptivo, de corte transversal y está incluido en la categoría de estudios de riesgo mínimo, según los lineamientos establecidos en la resolución 008430/93. A todos los pacientes se les leerá el consentimiento informado, además de una explicación de los objetivos de la investigación, los posibles riesgos y beneficios. Una vez se confirme que el sujeto ha comprendido a cabalidad la naturaleza del estudio y firmado voluntariamente se procederá a realizar el protocolo establecido. El manejo y análisis de la información recogida se restringirá al personal del grupo de investigación. El manejo posterior al análisis, incluyendo la publicación se realizará de forma anónima. La información incluida en la investigación es producto de la recolección sistemática, veraz y en apego al protocolo previamente planteado. El fin que esta investigación busca es contribuir tanto a la formación profesional médica, que se refleje en un comportamiento ético e integral proyectado hacia el bienestar de la sociedad.

3.4 PROTOCOLO

3.4.1 Equipo, electrodos y ajustes

El equipo que se empleó en el presente estudio es un Nikon koen, los filtros de paso alto se ajustaron a 2 KHz y filtros de paso bajo a 10KHz, se usó un electrodo de aguja concéntrica con un diámetro de 0.30 mm y un área de registro de 0.019mm² y un electrodo como polo a tierra en región frontal. Para las estimulación se utilizó un electrodo de barra bipolar cuyas características de estímulo fueron: duración 0.05ms, rata de estímulo 10 Hz, intensidad necesaria para lograr una contracción leve del músculo orbicularis oculi, hasta un máximo de 10miliamperios.

3.4.2 Estimulación

Un electrodo de barra bipolar se ubicó en la mitad de la distancia entre el trago y el ángulo externo del ojo, para estimular la rama cigomática del nervio facial que inerva el músculo OOC. Se realizó el estímulo con pulsos rectangulares de 0.05ms de duración, a una rata de 10Hz y después de haber estudiado las respuestas de los axones con un umbral más bajo en una posición de registro dado, la intensidad del estímulo se aumentó gradualmente hasta evidenciar una contracción ligera del músculo, hasta una máxima intensidad de 10mA. Contracciones musculares grandes no son adecuadas, ya que estimulan muchas unidades motoras y hacen que el registro no sea selectivo (8). Con esta estimulación se produjeron pequeñas contracciones a nivel del cuadrante lateral de la porción orbitaria del músculo y, ocasionalmente, del parpado superior o inferior. La estimulación no debe generar dolor, en un se reubicó el electrodo pocos milímetros. El electrodo para el polo a tierra se ubicó en la frente.

3.4.3 Registro

Para todos los estudios, un electromiógrafo portátil Nikon koen con un software para SFEMG fue usado para el registro y análisis utilizando el algoritmo de detección de pico para la medición del tiempo. Los potenciales se observarán con una velocidad de barrido de 0.5 ms por división. Electrodo de aguja concéntrica (EAC) con diámetro de 30mm y un área de registro de 0.019mm² (medtronic, aguja pequeña o aguja facial).

Un máximo de tres inserciones de la aguja se llevaron a cabo, la punta del electrodo debe formar un ángulo entre 25-30 grados con la piel, en dirección medial y hacia abajo en el músculo OOC a partir de 1 cm lateral al canto externo, justo en el margen de la órbita (14).

3.4.4 Medición del Jitter

Los valores del Jitter con EAC de 10 potenciales de fibras musculares aisladas se obtuvieron para cada sujeto. Para cada análisis del Jitter con EAC se obtuvieron un mínimo de 50 trazos consecutivos y se inspeccionó con una velocidad de barrido de 0.5ms/div. Para el cálculo del Jitter se usaron los valores medios de las diferencias consecutivas (MCD) de los sucesivos intervalos estímulo-respuesta (IER). A continuación se realizó un reanálisis manual por el explorador para comprobar que la adquisición fue la correcta, comprobando la veracidad de los bloqueos, y la ausencia de contracciones musculares voluntarias que pudieran artefactar la medida del MCD. El programa permitió la evaluación individualizada de cada descarga pudiendo excluirse o incluirse en el análisis final de cada inserción. Si la adquisición no ha sido correcta, el sistema permite rechazar o excluir del análisis final todos los trazos o un trazo aislado. Se mueve discretamente el electrodo de registro para obtener un nuevo potencial y se repiten los pasos anteriores.

Para el análisis Jitter con EAC, tanto el examinador como el software seleccionaron potenciales individuales (espigas) con suma mínima de muchos componentes, es decir, con un claro y dominante pico con una amplitud mayor a 200 mcV y con un corto tiempo de subida (Rise Time) menor de 300 microsegundos, sin muescas y con un pico bien definido. Es más importante que el pico elegido para la medida tenga un rápido tiempo de subida sin muescas, y una forma constante en las descargas consecutivas (6,15). El software también calculó la media del Intervalo estímulo-potencial (MIEP) entre el estímulo y la medida del pico. La medición del jitter con EAC fue realizado por el primer autor y revisado por el segundo autor.

3.4.5 Valoración del confort/disconfort de la prueba

Una vez se terminó la técnica fue aplicada la Escala Visual Análoga (EVA) por parte de los usuarios para valorar el confort/disconfort de la prueba.

3.4.6 Duración del examen

Se evaluó el tiempo comprendido entre el inicio y la finalización del examen mediante el cronómetro del equipo de electromiografía.

3.5 TECNICAS DE ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

El registro de los datos se hizo mediante los programas Filemaker y Excel. El análisis del jitter con EAC fue realizado con el programa SPSS versión 19. Se obtuvo el promedio MCD y la media MIEP de los 10 potenciales y de la totalidad de la población estudiada con sus respectivas desviaciones estándar para la distribución normal. Se comprobó si se trataba de una distribución normal mediante la prueba de kolmogorov-Smirnov.

Se identificaron los valores mínimo y máximo de los 10 potenciales de cada sujeto y para la totalidad de los potenciales de los usuarios estudiados. Se calculó el límite superior normal (LSN) de los datos que constituyeron una distribución normal, el promedio más 2 desviaciones estándar y el percentil 95. Se halló el promedio de tiempo de realización del examen, así como la calificación promedio de la EVA con sus respectivos valores mínimo y máximo.

Tabla 6. Tarjeta De Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	NIVEL	CLASE	UNIDAD	CATEGORIZACIÓN
Edad	Edad cumplida en años	Numérica Discreta	Cuantitativa	años	De acuerdo a lo encontrado en el estudio
Género	Sexo fenotípico	nominal	dicotómica cualitativa	hombre / mujer	1: Masculino 2: Femenino
Identificación	Número que da identificación a un individuo	nominal	Determinista cualitativa	Número	Corresponde al número de identificación del paciente (cédula)
MCD	Valores Medios de las diferencias consecutivas entre estímulo y respuesta	continua	Cuantitativa	milisegundos	Valor del jitter.
MIEP	media del Intervalo estímulo-potencial	continua	Cuantitativa	milisegundos	Tiempo entre el estímulo y el potencial
Tiempo	Tiempo total de realización de la prueba	continua	cuantitativa	minutos	Tiempo comprendido entre el inicio y final de la prueba
EVA	Escala visual análoga de dolor	Ordinal	Discreta Numérica Cuantitativa	Número	Calificación de la escala visual análoga del dolor por parte del paciente luego de realizada la prueba

4. DEFINICIÓN DE RECURSOS

4.1 TALENTO HUMANO

NOMBRE	TIPO INVESTIGADOR	HORAS DEDICACIÓN PROYECTO	FUNCIÓN
Dra. Ana Milena Rodríguez Lozano	Residente Medicina Física y Rehabilitación - Universidad Nacional de Colombia Investigador principal	6 horas semanales	-Realización de electromiografía de fibra única. -Análisis información
Dr. Fernando Ortiz Corredor	Investigador Principal	2 horas semanales	-Asesoría de investigación -Análisis información

4.2 EQUIPO Y ELECTRODOS

El equipo que se empleó en el presente estudio es un Nikon koen. Se usará un electrodo de barra bipolar para la estimulación y para el registro electrodos de aguja concéntrica con un diámetro de 0.30 mm y un área de registro de 0.019mm².

4.3 INSTITUCIÓN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.

5. MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 PRESUPUESTO

Tabla 7. Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación

RUBROS	TOTAL
RECURSO HUMANO	\$ 11.529.000
OTROS EQUIPOS	\$ 6.650.000
SOFTWARE	\$ 1.500.000
MATERIALES	\$ 1.000.000
SALIDAS DE CAMPO	\$ 400.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	\$ 1.000.000
PUBLICACIONES Y PATENTES	\$ 1.000.000
IMPREVISTOS	\$ 1.366.575
ADMINISTRACIÓN	\$ 1.366.575
TOTAL	\$ 25.812.150

Tabla 8. Descripción de los gastos de personal

INVESTIGADOR/ EXPERTO/ AUXILIAR	FORMACIÓN ACADÉMICA	FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO	Dedicación	Meses	Sueldo Mensual	Sueldo Total
			Horas/ semana			
Fernando Ortiz Corredor	MD - Especialista	Investigador Principal	2	9	\$367.500	\$ 3.307.500,00
Ana Milena Rodríguez Lozano	MD- Residente	Investigador Principal	6	9	\$472.500	\$ 4.252.500,00
Yuli Guzmán Prado	MD-Magíster	Asesor metodológico	2	9	\$367.500	\$ 3.307.500,00
Estadístico	Profesional	Asesor estadístico	1	9	\$ 73.500	\$ 661.500,00
TOTAL						\$ 11.529.000

Tabla 9. Descripción equipos

MATERIAL/EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Computadores	Registro, procesamiento y Simulación de Datos	2	\$ 1.000.000	\$ 2.000.000
Consulta	Valor de las consultas médicas	50	\$ 50.000	\$ 2.500.000
Electrodos	Electrodos de superficie para los pacientes	150	\$ 2.667	\$ 400.000
Electrodos de aguja concéntrica	Electrodos de aguja concéntrica para los pacientes	50	\$ 35.000	\$ 1.750.000
TOTAL				\$ 6.650.000

Tabla 10. Software

SOFTWARE	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
SPSS 17,0	Compra de software para análisis de los datos.	\$ 1.500.000
TOTAL		\$ 1.500.000

Tabla 11. Materiales

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
Papelería	Resmas de papel, Tinta para impresora, CDs.	\$ 1.000.000
TOTAL		\$ 1.000.000

Tabla 12. Salidas de Campo

TIPO DE SERVICIO	JUSTIFICACIÓN	CANTIDAD CARRERAS TAXI	VALOR UNITARIO	TOTAL
Transporte	Se requiere desplazamiento de los investigadores al hospital.	50	\$ 8.000	\$400.000
TOTAL				\$400.000

Tabla 13. Recursos Bibliográficos

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
Recursos bibliográficos.	Licencias a bases de datos, compra de revistas científicas, fotocopias.	\$ 1.000.000
TOTAL		\$ 1.000.000

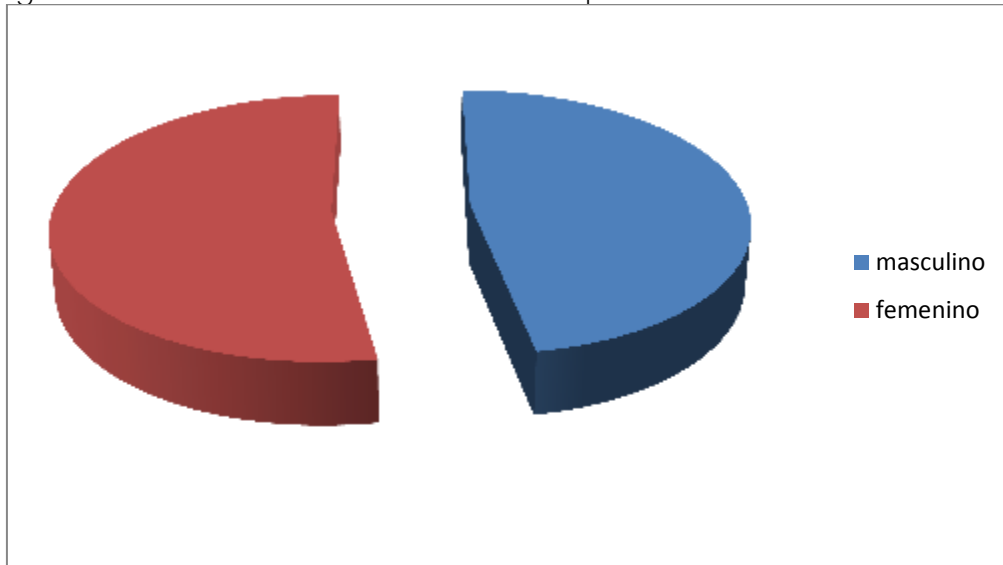
Tabla 14. Patentes y publicaciones

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
Publicaciones	Traducción de artículos y edición para publicaciones nacionales e internacionales	\$ 1.000.000
TOTAL		\$ 1.000.000

6. RESULTADOS

La muestra constó de 53 pacientes, 25 hombres (47.2%) y 28 mujeres (52.8%), (figura 1). El rango de edad fue (18-47 años), con edad media de 30,5 años. Ninguno de los usuarios tenía enfermedad.

Figura 1. Distribución de individuos por sexo



La media de los 53 MCD promedio S-jitter con EAC de cada sujeto fue $15,4 \pm 2,8 \mu\text{s}$ (rango 8,5-22 μs); la distribución fue normal (kolmogorov-Smirnov, valor $p=0,553$). El límite superior normal 95% fue 21 μs . La media MCD de todos los 530 potenciales S-jitter con EAC fue $15,4 \mu\text{s} \pm 5,4$ (Rango 5-31,4 μs); la distribución fue normal (kolmogorov-Smirnov, valor $p=0,085$). El límite superior normal 95% fue 27 μs . La media de los 52 MIEP promedio fue de $3449,6 \mu\text{s} \pm 760,2$ (Rango 2192,7- 5577,6); la distribución no fue normal (kolmogorov-Smirnov valor $p=0,025$). Para registros individuales rango 118,2-10195,9 μs . Hubo una correlación muy baja entre MCD y MIEP individual (Coeficiente de correlación de Spearman= 0.189 o $R^2=0,032$). La duración total del examen osciló entre 13 y 26 minutos con una media de 18 minutos y el puntaje promedio de la Escala Visual Análoga fue de 2. Los resultados se muestran en las tablas 14, 15 y figuras 2, 3,4 y 5.

Tabla 15. Jitter con EAC: Valores en músculo OOC estimulado (Edad 30.5+/-5,7años)

NUMERO DE PACIENTES	53
PROMEDIO DE PROMEDIOS MCD μ s (DE)	15,4 (+/-2,8)
PROMEDIO MINIMO	8,5
PROMEDIO MAXIMO	22
LIMITE PRACTICO	21
PROMEDIO DE PROMEDIOS MIEP μ s (DE)	3449 (+/-760,2)
NUMERO DE VALORES INDIVIDUALES	530
PROMEDIO MCD μ s (DE)	15,4 (+/-5,4)
VALOR MINIMO	5,0
VALOR MAXIMO	31,4
LIMITE PRACTICO	27

EAC, Electrodo de aguja concéntrica; OOC, Orbicularis Oculi; MCD, media de la diferencia consecutiva; MIEP, Media del Intervalo Estímulo-Potencial

Figura 2 Puntaje de la Escala Visual Análoga dado por los sujetos a estudio posterior a la realización del examen.

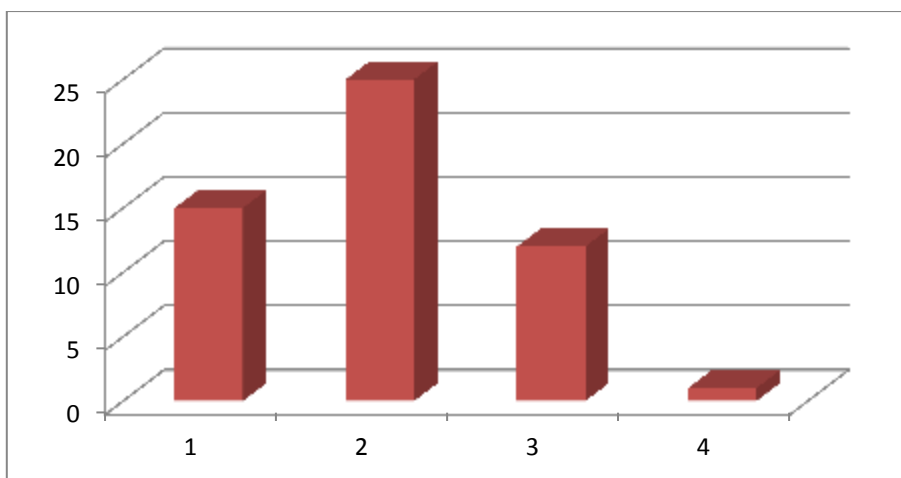


Tabla 16. Puntaje EVA y Duración total de la prueba.

	EVA	TIEMPO (MIN)
MEDIA	1,98	18
MINIMO	1	13
MAXIMO	4	26

EVA, Escala Visual Análoga; MIN, Minutos

Figura 3. Jitter con Electrodo de Aguja Concéntrica en OOC estimulado: Media MCD de 530 potenciales individuales (53 sujetos). OOC, orbicularis oculi; MCD, Media de la diferencia consecutiva; LSN 95%, límite superior normal al 95%.

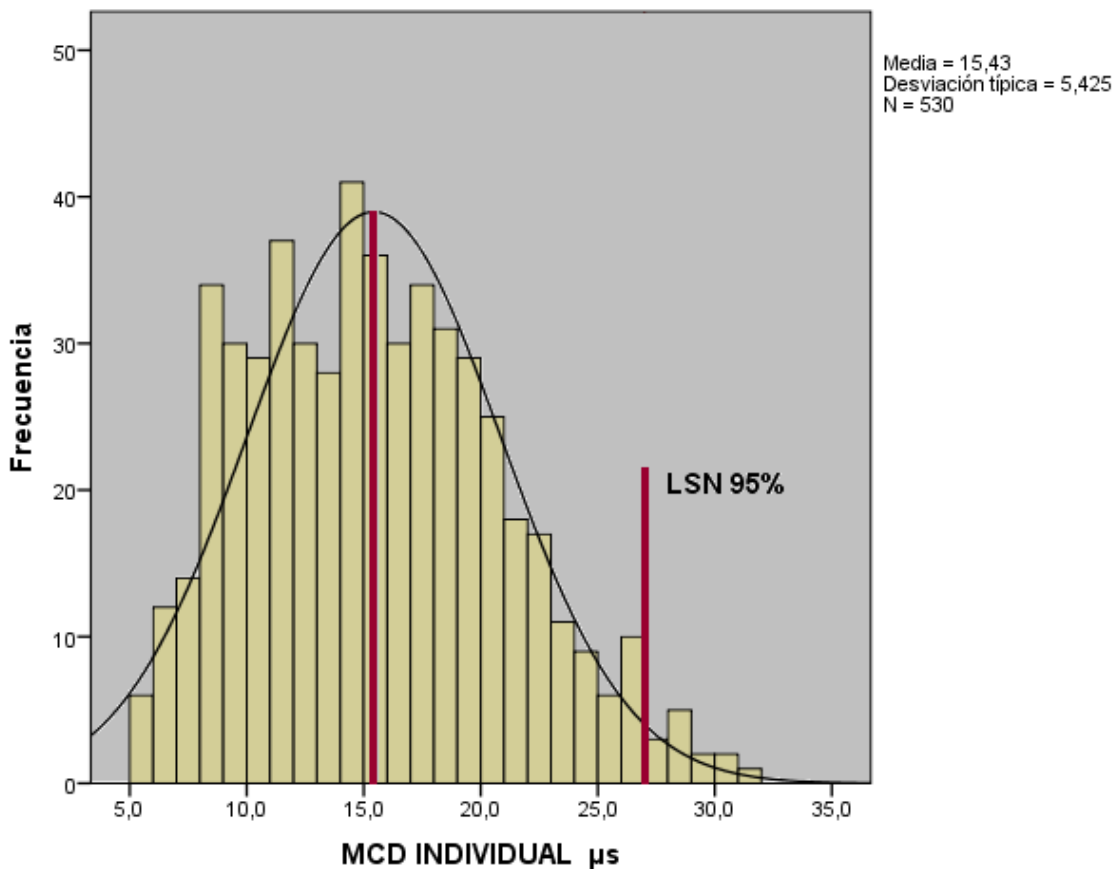


Figura 4. Jitter con Electrodo de Aguja Concéntrica en OOC estimulado: Media de la media MCD de 53 sujetos sanos. OOC, orbicularis oculi; MCD, Media de la diferencia consecutiva; LSN 95%, límite superior normal al 95%.

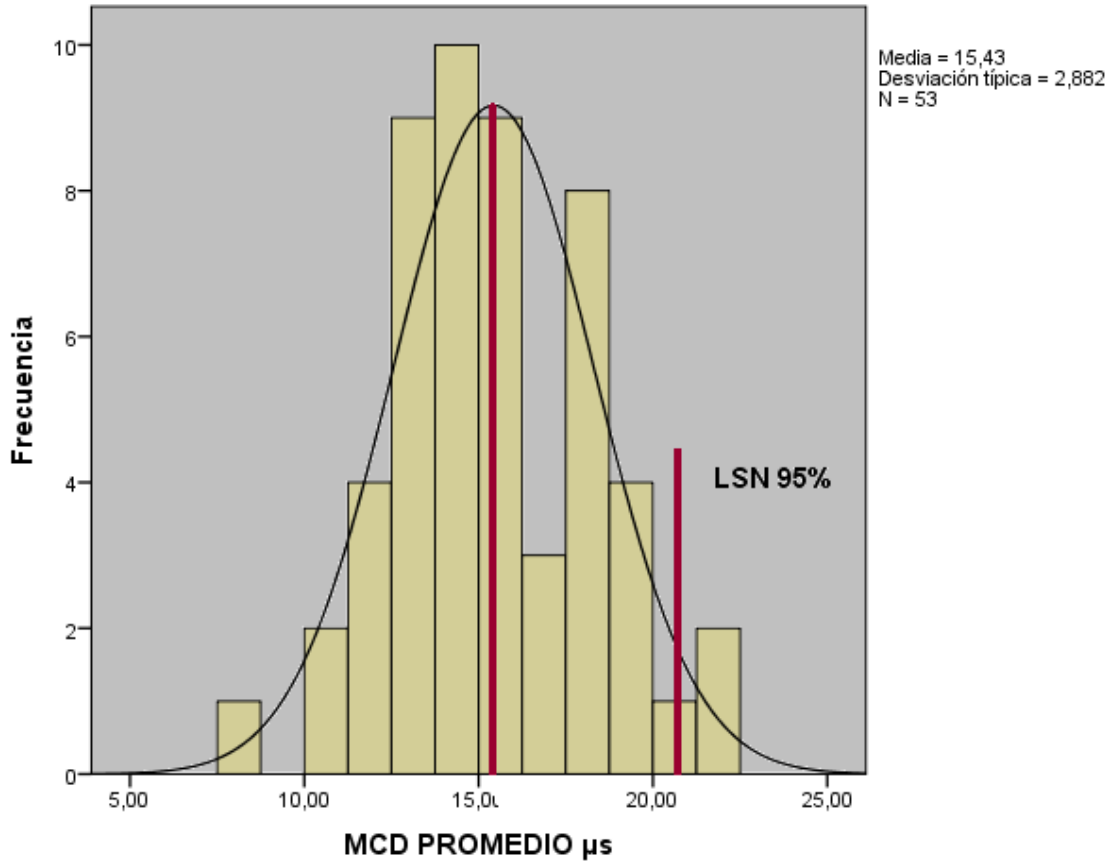
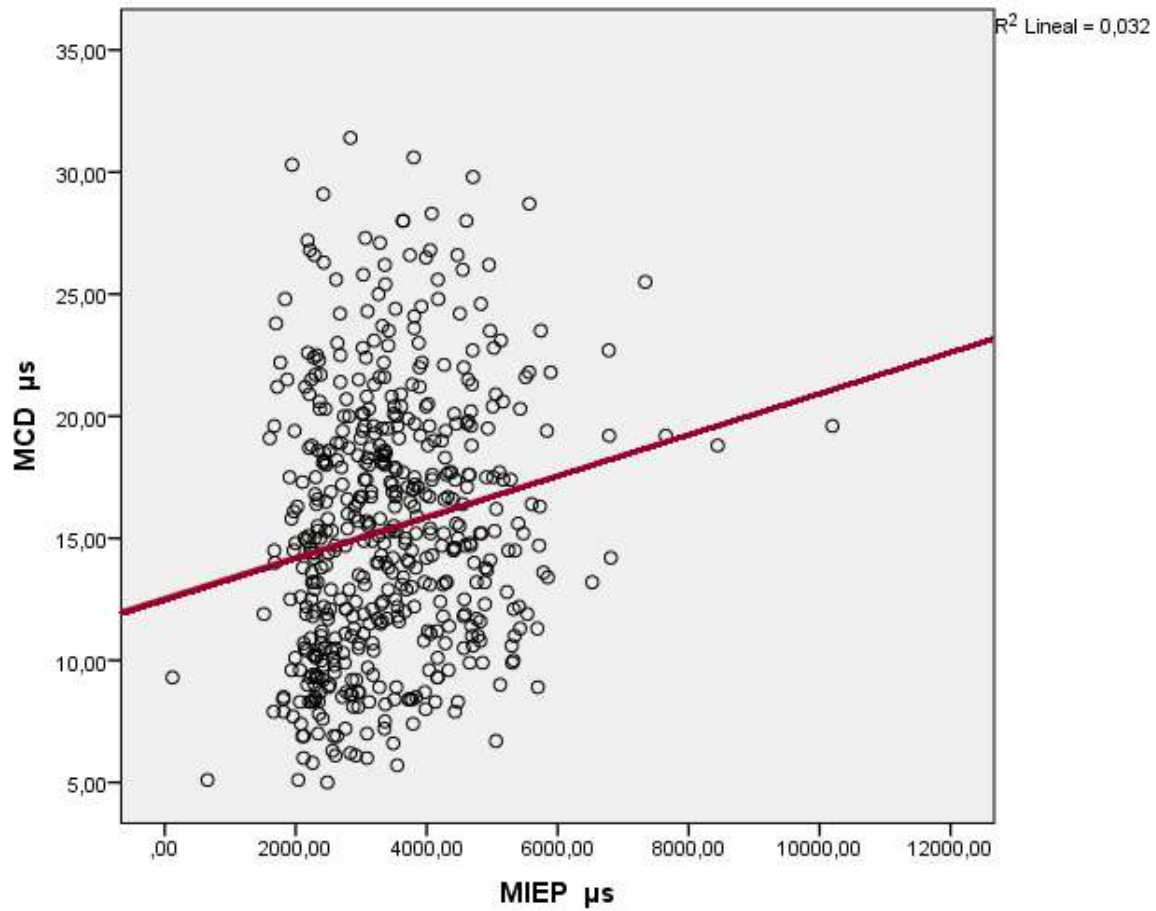


Figura 5. Media de la diferencia consecutiva (MCD) en función de la Media del Intervalo Estímulo Potencial (MIEP) de 520 potenciales individuales del músculo Orbicularis Oculi mostrando una correlación muy débil y no significativa.



7. DISCUSION

La medida del jitter de las uniones neuromusculares se realiza habitualmente con los estudios de electromiografía de fibra aislada mediante estimulación voluntaria. Existen valores de referencia publicados de EMGFU de diferentes músculos mediante contracción voluntaria por diferentes autores, y en menor medida existen valores utilizando EAC. Con la técnica con estímulo eléctrico hay publicaciones utilizando electrodo de aguja (EA) en el músculo OOC. La estimulación eléctrica del tronco nervioso mediante un electrodo de superficie bipolar es una técnica novedosa para la estimulación de EMGFU y ha sido estudiada en sujetos sanos (Ertas et al. 1998). Este tipo de estimulación es menos invasiva que la estimulación con electrodos de aguja (11). A la fecha existen muy pocos estudios que presenten valores de referencia utilizando EAC y estímulo de superficie. El presente estudio expone las consideraciones para la realización de estudios de electromiografía de fibra aislada con estimulación eléctrica de superficie y presenta los valores de referencia del músculo orbicularis oculi mediante estímulo de superficie en las ramas de la rama superior del nervio facial que inervan al músculo orbicularis oculi.

La electromiografía de fibra aislada estimulada se fundamenta en la combinación de un registro altamente selectivo con una estimulación igualmente selectiva, desarrollada por Stålberg y Trontelj (2,5,16). Para la adecuada medición del jitter se tomaron en cuenta las pautas indicadas en estudios anteriores por Stalberg como el uso de EAC faciales, ajustes al filtro de paso alto de 1 a 2khz, se utilizó 2Khz en este estudio. Se consideró que una contracción leve-moderada equivale a una frecuencia de activación aproximada de 10Hz. La señal del pico debería tener un rápido rise time y una forma constante sin muescas o irregularidades en las descargas sucesivas. (6).

Se compararon los resultados con los obtenidos por otros estudios utilizando EAFU para jitter estimulado en el músculo OOC Trontelj y cols (1988), Vall Canals y cols (2003) y Ertas y cols (1998); este último también los hizo utilizando EAC. Se resumen en la Tabla 3. Los límites para los valores extremos no fueron bien definidos en otros estudios con EAC. Sin embargo, los resultados son similares a los obtenidos por Ertas y cols. El promedio de los MCD individuales es algo menor para el jitter con EAC que para el jitter con EAFU, en contraposición se evidencian valores ligeramente mayores para el promedio MCD individual con la técnica de estímulo de superficie frente a la técnica de estímulo con aguja. Los límites de valores extremos definidos como el 95% son menores con EAC que los encontrados con EAFU. Esta última anotación ya había sido demostrada con la técnica de contracción voluntaria Stalberg y cols (2008) donde los

valores de MCD individual y sus valores extremos se encontraron menores para aquellos registrados con EAC que con aquellos registrados con EAFU en 1992 por Gilchrist y cols (18).

Teóricamente el S-jitter debería ser reducido por $\sqrt{2}$ del V-jitter si sólo una placa motora está involucrada (4). Los datos se correlacionan con esta premisa si se tienen en cuenta los valores de V-jitter encontrados para el músculo OOC por Stalberg y cols en 2008.

Tabla 17. Valores de jitter de OOC con varios electrodos (valores expresados en microsegundos).

AUTOR	TÉCNICA	ELECTRODO	EDAD	N	MCD INDIVIDUAL PROMEDIO	LÍMITE PRÁCTICO	N	MCD PROMEDIO	LÍMITE PRÁCTICO
1988 Trontelj	EA	EAFU	34,5	380	12,4+/-5,6	30	19	12,4+/-2,3	20
1992 Gilchrist	CV	EAFU		MC		55	MC		41
1998 Ertas	ES	EAFU	29	280	14+/-7		14	14+/-2	
2000 Ertas	ES	EAC	29	220	16,2+/-5		11	16,4+/-4	
Valls-Canals 2003	EA	EAFU	48,2	1150	12,68+/-6,1	25	46	12,5+/-2,1	16,9
2008 Stalberg	CV	EAC	38	1000	24,7+/- 7,1	39	50	24,7+/-3,1	31
2011 presente	ES	EAC	30,5	530	15,4+/-5,4	27	53	15,4+/-2,8	21

OOC, Orbicularis Oculi; N, número; MCD, Media de la diferencia consecutiva; CV, contracción voluntaria; EA, Estímulo con Aguja; Estímulo de Superficie; EAFU, Electrodo de Aguja de Fibra Unica; EAC, Electrodo de Aguja Concéntrica; MC, multicéntrico.

Este estudio partió de una muestra de usuarios con edad promedio de 30.5 años lo que corresponde a un adulto joven, se requieren más estudios que comparen diferentes rangos de edad para discriminar los posibles cambios secundarios a la edad. Las características de género fueron bastante equilibradas pues la población masculina alcanzó el 47.2% y la población femenina el 52.8%.

Dado que la estimulación de superficie fue realizada en la región lateral periorbitaria de la cara cabe la inquietud si los valores del intervalo Estímulo Potencial (IEP) puedan corresponder a la latencia R1 del reflejo de parpadeo; los datos no superan los 10.1ms en contraste con los valores de referencia para R1 que se encuentran igual o por encima de los 12ms (4).

Los resultados proporcionados por otros estudios en los que contejan los valores de jitter con EAC y EAFU en controles sanos con pacientes con miastenia gravis demostrada clínica y paraclínicamente demuestran una buena relación (Ertas y cols. 2000, Sarrigiannis y cols., 2006). En el estudio de Farrugia y cols., realizado en pacientes con MG usando electrodo de aguja de fibra única (EAFU) los resultados fueron comparables a los conseguidos con EAC, pero menos malestar fue referido por los pacientes cuando los datos fueron obtenidos con EAC. Este estudio encontró un puntaje promedio de la EVA de 2 y un tiempo promedio de realización de la prueba de 18 minutos, lo que significa una mínima incomodidad referida por los usuarios, al igual que una disminución notable en el tiempo total de ejecución de la prueba. Los factores que pueden explicar esto incluye el gran diámetro del EAFU, el desgaste de la punta del EAFU con el uso repetido, y el aumento en el tiempo de estudio debido a una mayor dificultad técnica en la obtención de los potenciales con EAFU (7).

En algún usuario que se encontró dolorosa la estimulación se interpretó como estimulación del nervio trigémino y se evitó modificando la posición del electrodo de estímulo. No se observaron complicaciones importantes durante, ni después de la realización de este test.

Hay una serie de desventajas asociadas con el uso del electrodo de aguja de fibra única. Estos incluyen los costos de compra y posterior esterilización de los electrodos después de cada uso, el consumo de tiempo y la dificultad técnica del estudio, y la preocupación sobre la transmisión de la enfermedad priónica. Por tanto, ha habido un creciente interés en el uso del electrodo de aguja concéntrica EAC que se utiliza rutinariamente en neurofisiología clínica para la electromiografía y tiene la ventaja de ser barato, desechable y fácilmente disponible. En la EMG de rutina el EAC registra la actividad de muchas fibras musculares sobre un amplio campo, pero con el incremento de la configuración de filtro de baja frecuencia, la contribución de la señal de fibras musculares más distantes es reducida.

Entre las ventajas potenciales de la estimulación de superficie están el registro de diferentes músculos de la cara moviendo el electrodo de estimulación y sólo se inserta una aguja en lugar de dos o tres como es el caso de la estimulación con aguja. Se debe tener cuidado con la ubicación y la presión ejercida sobre el electrodo de estímulo de superficie en el nervio, con el fin de evitar la estimulación insuficiente, lo que es más probable que ocurra con este tipo de estimulación que con la estimulación de aguja. Conserva control perfecto en la frecuencia de descarga, demanda menor tiempo para la obtención de los potenciales, requiere una mínima cooperación por parte del paciente. Puede utilizarse en niños, en adultos con perturbaciones psicológicas, en pacientes que cursen con enfermedades con pérdida del control voluntario y en enfermedades del

sistema nervioso periférico que cursan con debilidad extrema. Elimina el error de sobrevaloración del jitter debido a cambios en la velocidad de propagación del impulso en las fibras musculares (2). Las fibras nerviosas son estimuladas fuera del músculo. De esta manera, la estimulación directa de las fibras musculares se evita. La rama del nervio facial destinada al músculo orbicularis oculi, ya está dividida en varios paquetes más pequeños fuera del músculo. Tanto el cambio en la velocidad de descarga y el efecto de los intervalos de descanso en el grado de un jitter anormal y el bloqueo son más difíciles de probar en el estudio de jitter con activación voluntaria debido a la pérdida frecuente de la posición de registro (5). Como no influye la velocidad de propagación del impulso en las fibras musculares, los valores normales del jitter en estudios con activación estimulada son menores que los valores normales del jitter con activación voluntaria (5,12,17).

8. CONCLUSIONES

- La realización de la EMGFU por medio de estímulo de superficie y EAC es una prueba fácil, accesible, económica, de corta duración y poco dolorosa; lo que la hace óptima para pacientes con dificultad para mantener una activación voluntaria constante y regular (temblor, debilidad y/o fatigabilidad graves, trastornos de conciencia) y en la población pediátrica.
- La prueba puede ser normal, si no más de una de cada 20 fibras musculares excede el límite superior normal individual de 27 μs , y si el promedio del MCD de las fibras restantes están por debajo de 21 μs .
- El cambio en la velocidad de descarga y el efecto de los intervalos de descanso en el grado de un jitter anormal y el bloqueo son más difíciles de probar en el estudio de jitter con activación voluntaria debido a la pérdida frecuente de la posición de registro. Esta dificultad no es vista con la técnica de estimulación nerviosa.
- Una de las ventajas potenciales de la estimulación de superficie es la posibilidad de realizar registro de diferentes músculos de la cara moviendo el electrodo de estimulación y sólo se inserta una aguja en lugar de dos o tres como es el caso de la estimulación con aguja (10).
- La prueba por medio de estímulo de superficie y registro con EAC promete ser la técnica de elección por su menor costo y mayor disponibilidad de electrodos de registro y la menor incomodidad que puede causar al paciente.
- Se debe tener cuidado con la ubicación y la presión ejercida sobre el electrodo de estímulo de superficie en el nervio, con el fin de evitar la estimulación insuficiente.
- Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para el diagnóstico de enfermedad de la placa neuromuscular utilizando un método práctico y seguro.

BIBLIOGRAFIA

1. SHIN J. Oh MD, Electromyography Neuromuscular Transmission Studies, Williams and Wilkins 1988, pág 181- 240-241.
2. STALBERG E, TRONTELJ JV. Single Fibre Electromyography Studies in Healthy and Diseased Muscle. New York: Raven Press; 1994.
3. STALBERG, TRONTELJ JV. The Study of Normal and Abnormal Neuromuscular Transmission with Single Fibre Electromyography. Journal of Neuroscience Methods 1997; 74 145-154.
4. GUTIÉRREZ, JIMENEZ, Manual de Electromiografía clínica 2007; Pág 136-145.
5. J V TRONTELJ, A KHURAIKET, M MIHELIN, The Jitter In Stimulated Orbicularis Oculi Muscle: Technique And Normal Values, Journal Of Neurology, Neurosurgery, And Psychiatry 1988; 51:814-819.
6. KOUYOUMDJIAN, STALBERG, Reference Jitter Values for Concentric Needle Electrodes In Voluntarily Activated Extensor Digitorum Communis And Orbicularis Oculi Muscles, Muscle and Nerve 2008; 37: 694-699.
7. FARRUGIA M., DPHIL, WEIR A., Concentric And Single Fiber Needle Electrodes Yield Comparable Jitter Results In Myasthenia Gravis, Muscle and Nerve 2009; 39: 579-585.
8. TRONTELJ JV, MIHELIN M, FERNANDEZ JM, STALBERG E. Axonal stimulation for end-plate jitter studies. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1986; 49:677-685.
9. ERTAS M. MD, BASLO M.MD, YILDIZ N., Concentric Needle Electrode For Neuromuscular Jitter Analysis, Muscle and Nerve 2000; 23: 715-719.
10. ERTAS. M. MD, ERDINÇ O., Surface Stimulation Single-Fiber Electromyography, Muscle and Nerve 1998; 21: 118-120.

11. BASLO M., YILDIZ N., ERTAS M., Surface Stimulation Single-Fiber Electromyography in Myasthenia Gravis, *Journal of Clinical Neurophysiology* 2002; 19(1):73-76
12. SANDERS D. MD, AND STALBERG E. MD,PHD, AAEM Minimonograph #25: Single-Fiber Electromyography, *Muscle and Nerve* 1996; 19: 1069-1083
13. STALBERG E, TRONTELJ JV, SCHWARTZ MS. Single-muscle-fiber recording of the jitter phenomenon in patients with myasthenia gravis and in members of their families. *Ann NY Acad Sci* 1976; 274:189-202.
14. DELAGI EF, PEROTTO AO, IAZZETTI J, MORRISON D. Section X: Muscle innervated by cranial nerves. En: Perotto AO, director. *Anatomical guide for the electromyographer*. 3^a ed. Springfield, Charles C Thomas publisher. 1994. p. 227-231.
15. STALBERG E. MD, PhD, AND SANDERS D. MD, Jitter Recordings With Concentric Needle Electrodes, *Muscle Nerve* 2009;40: 331-339
16. TRONTELJ JV, STALBERG EV, MIHELIN M, KHURAI BET A. Jitter of the stimulated motor axon. *Muscle Nerve* 1992; 15: 449-454.
17. TRONTELJ JV, STALBERG E. Jitter measurements by axonal stimulation. Guidelines and technical notes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol EMG and Motor Control* 1992; 85: 30-37.
18. AD HOC COMMITTEE OF THE AAEM SPECIAL INTEREST GROUP ON SINGLE FIBER EMG, GILCHRIST J. MD. Coordinador, Single Fiber EMG Reference Values: A Collaborative Effort. *Muscle Nerve* 1992; 15:151-161.

ANEXO A.

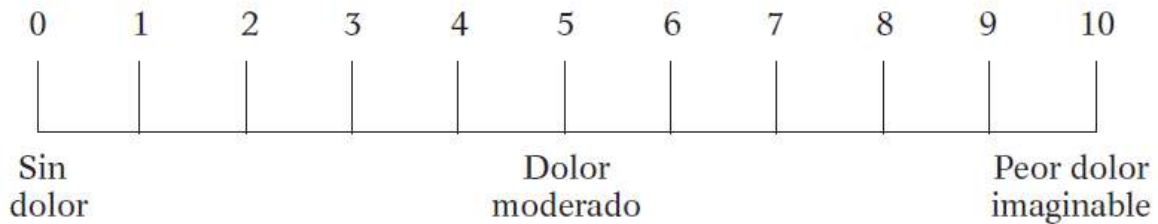
VALORES DE REFERENCIA DE ELECTROMIOGRAFIA DE FIBRA ÚNICA
CON ELECTRODO DE AGUJA CONCÉNTRICA Y ESTÍMULO DE SUPERFICIE
EN MÚSCULO ORBICULARIS OCULI EN POBLACION ADULTA JOVEN

NOMBRE _____
EDAD _____ IDENTIFICACION _____
FECHA _____ SEXO _____

ANTECEDENTES

DURACION DEL EXAMEN _____MINUTOS

CALIFICACION POSTEXAMEN: ESCALA VISUAL ANALOGA DEL DOLOR
(MARCAR CON X)



DATOS DE LA PRUEBA MCD (μ seg)

COMPLICACIONES _____

ANEXO B.

VALORES DE REFERENCIA DE ELECTROMIOGRAFIA DE FIBRA ÚNICA CON ELECTRODO DE AGUJA CONCÉNTRICA Y ESTÍMULO DE SUPERFICIE EN MÚSCULO ORBICULARIS OCULI EN POBLACION ADULTA JOVEN

El diagnóstico de Miastenia Gravis (MG) se basa en pruebas clínicas, paraclínicas como la detección de anticuerpos de la placa neuromuscular y pruebas Electrofisiológicas. La electromiografía de fibra única se considera una prueba de referencia, ya que es muy sensible para el diagnóstico. La técnica de electromiografía de fibra única no es fácil y requiere tiempo y habilidad. Esto no puede ser posible en lactantes, niños y en pacientes con un estado alterado de conciencia. Se puede realizar mediante la activación voluntaria de unidades motoras o utilizando la estimulación eléctrica de los axones con una aguja monopolar o electrodo de superficie y registrando con un electrodo de fibra única. En este último caso no se necesita la colaboración completa del paciente. En el mundo, se han realizado pocos estudios en donde se utilice esta técnica de medición del Jitter usando electrodo de registro con aguja concéntrica y estímulo de superficie; lo que hace obligatorio realizar nuevos estudios en este campo con el fin de tener un marco de referencia para discriminar los criterios de anormalidad frente a las patologías de la transmisión neuromuscular.

Para saber los valores de referencia de electromiografía de fibra única con electrodo de aguja concéntrica y estímulo de superficie se espera que participen hasta 50 personas. Su participación es absolutamente voluntaria.

Si usted acepta participar, se le realizará el siguiente estudio: Con el paciente en posición supina, un electrodo de barra bipolar para estimulación de superficie se ubica en la mitad de la distancia de una línea imaginaria que une el trago y el ángulo externo del ojo a examinar, para estimular las ramas del nervio facial que inervan el músculo orbicularis oculi, que atraviesan el arco cigomático. El estímulo se inicia a una rata de 2 Hz hasta llegar a una rata de 10 Hz para la medición del Jitter, la duración del estímulo es de 0.05 ms. Después de haber estudiado las respuestas de los axones con un umbral más bajo en una posición de registro dado, la intensidad del estímulo se aumenta gradualmente para reclutar más axones hasta que la contracción sea observada con la mínima intensidad del estímulo, máximo 10miliamperios. El electrodo para el polo a tierra se ubica en la frente. El electrodo de aguja concéntrica se inserta vía subcutánea en la porción orbitaria del músculo orbicular de los párpados, 10 mm lateral al canto externo, justo en el margen de la órbita. Los valores del Jitter de 10 potenciales de fibras musculares aisladas se deben obtener para cada sujeto, los cuales deben cumplir con una amplitud mayor a 200 mcV y con un tiempo de subida (Rise Time) menor de 300 micro segundos. Para cada análisis del Jitter se obtendrán un mínimo de 50 trazos consecutivos. Para calcular el Jitter se usará los valores medios de diferencias consecutivas (MCD) de los sucesivos intervalos estímulo-respuesta. Una vez terminada la prueba se realizará la evaluación de confort o desconfort de

la prueba mediante la aplicación de la escala visual análoga. Se evaluará el tiempo comprendido entre el inicio y la finalización del examen mediante cronómetro del equipo de electromiografía.

Beneficios: Si usted acepta participar no recibirá un beneficio directo de los resultados de este estudio. La información obtenida en este estudio podría ayudarnos en el futuro a mejorar el diagnóstico de las enfermedades de la placa neuromuscular.

Quizá usted pueda sentir sensación de molestia al estar expuesto durante muy corto tiempo al estímulo eléctrico que en toda la prueba no será mayor de 10 miliamperios y la subsecuente colocación de un electrodo de aguja concéntrica en el canto externo de su ojo.

Usted ayudará mucho si le dice a su médico cualquier molestia que presente durante la realización del examen. En todo momento tendrá la garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos que puedan estar relacionadas con la investigación. Es un compromiso el proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar su voluntad para continuar participando.

Sólo su doctor y sus colaboradores sabrán que usted está participando en el estudio. Los registros que se hagan se harán identificándolo sólo con un código y no con el nombre. Si los resultados de este estudio son publicados, usted no será identificado por el nombre.

Usted no tendrá que incurrir en ningún gasto por participar en este estudio. En caso de que existan gastos adicionales, éstos serán cubiertos por el presupuesto de la investigación. Si como consecuencia directa de los procedimientos de este estudio sufre enfermedades o daños físicos, se le proveerá el cuidado profesional médico que requiera sin ningún costo para usted.

Si tiene cualquier pregunta acerca de este estudio o acerca de lo que debe hacer en caso de que sienta alguna molestia durante el estudio, puede comunicarse con la Dra. Ana Milena Rodríguez Lozano al teléfono 3017467466. Su médico, responsable de esta investigación, estará disponible para responder cualquier pregunta adicional.

Usted entiende que su participación en el estudio es VOLUNTARIA. En cualquier momento usted puede retirar su consentimiento a participar en el estudio. Su médico también podrá detener el estudio por razones médicas u otras razones.

SU FIRMA INDICA QUE USTED HA DECIDIDO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN ESTE ESTUDIO HABIENDO LEIDO (O ESCUCHADO) LA INFORMACION ANTERIOR.

participante

C.C