



COLEGIO ODONTOLÓGICO  
COLOMBIANO

No. Acceso .....

Sig. Top. M.090 1967 .....

Compra       Canje       Donación

.....  
Editorial .....

Solicitado por .....

Fecha .....

Precio .....

M  
080  
1987

T.O.  
00080

0317

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

ELECTROMIOGRAFIA PARA EL DIAGNOSTICO DE  
DISFUNCION DE LOS MUSCULOS DE LA  
MASTICACION

7601-1111

GLORIA LUCIA BASTIDAS I.

Código # 831128

Bogotá, noviembre 27 de 1987

COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO

Bogotá, Colombia

ELECTROMIOGRAFIA PARA EL DIAGNOSTICO DE  
DISFUNCION DE LOS MUSCULOS DE LA  
MASTICACION

GLORIA LUCIA BASTIDAS I.

Monografía presentada en cumplimiento  
parcial de los requisitos exigidos para  
optar por el título de Odontólogo.

Bogotá, noviembre 27 de 1987

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

DIRECTIVA

Rector	:	JORGE ARANGO TAMAYO
Decana	:	MARISOL ARANGO MEJIA
Vicedecano	:	JAIRO FORERO MORALES
Secretario Académico	:	LUIS FELIPE FALLA
Coordinador X Semestre	:	ROBERTO ARCINIEGAS

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá,

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que con su esfuerzo colaboraron a la elaboración de esta monografía y culminación de mi carrera profesional.

- A Guillermo Romero Cataño, mi asesor.
- Al Hospital Militar, por medio de Salomón Abuchaibe.
- A mis padres y hermanos con todo su apoyo que me brindaron.
- A Mónica Barrero por su ayuda desinteresada.

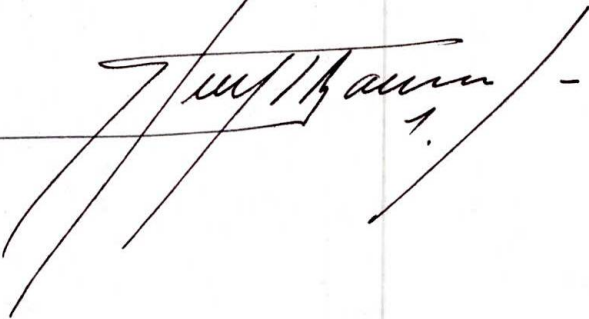
Bogotá, noviembre 27 de 1987

Doctora  
MARISOL ARANGO MEJIA  
Decana  
Colegio Odontológico Colombiano  
Ciudad

El presente trabajo titulado ELECTROMIOGRAFIA PARA EL DIAGNOSTICO DE DISFUNCIONES DE LOS MUSCULOS DE LA MASTICACION, fue realizado por Gloria L. Bastidas.

Se elaboró en el transcurso de tres meses, haciendo una somera revisión bibliográfica buscando dar un conocimiento del tema, a la vez mostrando una recopilación de artículos encontrados referente a este tema.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gloria L. Bastidas', with a horizontal line drawn through it. The signature is written in a cursive style.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	12
 <b>CAPITULO I</b>	
1. HISTORIA DE LA ELECTROMIO- GRAFIA .....	15
1.1. FACTOR TIEMPO .....	17
1.2. RESISTENCIA DE LA PIEL .....	17
1.3. POTENCIALES DE ACCION .....	18
 <b>CAPITULO II</b>	
2. APARATOS PARA LA ELECTROMIO- GRAFIA .....	20
2.1. AMPLIFICADOR ELECTROMIOGRAFICO .....	20
2.1.1. Amplificación diferencial .....	21
2.2. ELECTRODOS ELECTROMIOGRAFICOS .....	23
2.3. CALIBRADOR .....	25
2.4. TUBO DE RAYOS CATODICOS .....	25

	Pág.
2.4.1. Registros gráficos .....	26
2.5. ALTAVOZ .....	27
2.6. REGISTRADOR DE CINTA MAGNETICA ....	27
2.7. APARATOS PARA LA MEDICION DEL TIEMPO DE CONDUCCION .....	28

### CAPITULO III

3. FISIOLOGIA DEL MUSCULO ESQUELETICO .....	30
3.1. LA UNIDAD MOTORA DE LA FUNCION MUSCULAR .....	30
3.2. UMBRAL DE EXCITACION .....	35
3.3. TIPOS DE CONTRACCION .....	36
3.3.1. Contracción Isotónica .....	36
3.3.2. Contracción Isométrica .....	36
3.4. CARACTERISTICAS .....	37
3.4.1. Tono muscular .....	37
3.4.2. Longitud muscular .....	37
3.4.3. Espasticidad, flacidez y contractura	38
3.4.4. Atrofia e hipertrofia .....	39

### CAPITULO IV

4. FUNDAMENTOS DE ELECTROMIO- GRAFIA .....	40
---	----

	Pág.
4.1.	TECNICA ..... 42
	4.1.1. Aplicación de electrodos ..... 42
	4.1.2. Procedimiento ..... 43
4.2.	FORMAS DE REGISTRO ..... 47
4.3.	POTENCIALES ELECTRICOS EN ELECTRO- MIOGRAFIA ..... 48
	4.3.1. Potenciales normales de la unidad motora ..... 48
	4.3.2. Potencial polifásico ..... 49
	4.3.3. Potenciales de fibrilación ..... 49
	4.3.4. Potenciales de fasciculación ..... 51
	4.3.5. Potencial positivo ..... 51
	4.3.6. Potencial nervioso ..... 52
 <b>CAPITULO V</b>	
5.	<b>ELECTROMIOGRAFIA CLINICA ... 53</b>
5.1.	ELECTROMIOGRAFIA NORMAL ..... 53
	5.1.1. Durante la relajación ..... 53
	5.1.2. Durante la contracción ..... 54
5.2.	REACCION DE DEGENERACION ..... 55
5.3.	LA REGENERACION ..... 56
5.4.	RELACION TETANOGALVANICA ..... 57
5.5.	REACCION MIASTENICA ..... 58
5.6.	PARALISIS HISTERICA ..... 58

	Pág.
5.7. ANORMALIDADES EN EL ELECTROMIO- GRAMA .....	59
5.8. PRECAUCIONES Y SUGERENCIAS .....	59
5.9. PUNTOS MOTORES .....	61
5.10. APLICACIONES CLINICAS DE LA ELECTROMIOGRAFIA.....	67
 <b>CAPITULO VI</b>	
6. ELECTROMIOGRAFIA EXPERIMEN- TAL EN MUSCULOS MASTICADO- RES DESDE 1950 - 1985.....	70
 CONCLUSIONES .....	 81
 BIBLIOGRAFIA .....	 84
 ANEXOS .....	 86

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Diagrama en bloques de un electro- miógrafo .....	87
FIGURA 2. Electrodo de aguja utilizados en electromiografía .....	88
FIGURA 3. Tubo de rayos catódicos .....	88
FIGURA 4. Esquema de la inervación somática del músculo de un mamífero .....	89
FIGURA 5. Electrodo bipolar percutáneo.....	90
FIGURA 6. Potenciales polifásicos .....	90
FIGURA 7. Potenciales de fibrilación .....	91
FIGURA 8. Potencial positivo.....	91
FIGURA 9. Electromiogramas normales .....	92
FIGURA 10. Principales artefactos observados en electromiografía .....	93



## INTRODUCCION

El 40% del cuerpo está formado por músculos esqueléticos, que son los que permiten realizar cualquier clase de movimiento.

Uno de los componentes activos importantes del sistema estomatognático es el sistema muscular y como componente fisiológico el mecanismo neuromuscular. Estos son los que hacen posible funciones de vital importancia como masticación, deglución, expresión facial y movimientos mandibulares.

Por conformar un sistema neuromuscular son capaces de generar potenciales eléctricos por sí mismos o por medio de una estimulación que puede ser del género de la corriente eléctrica. Cuando se presenta alguna anomalía en dicho sistema, estos potenciales o respuestas no son las mismas, tendiendo a presentar alguna disfunción que no permite realizar la función de la mejor forma, entonces se vio la necesidad de investigar muy concienzudamente y buscar la forma de obtener un registro que deje observar su funcionamiento y fue así como se creó la electromiografía como

el mejor y quizá el único método para descubrir dichas anomalías.

El propósito que se busca en la realización de esta monografía es el de dar una visión clara y sencilla acerca de la historia de la electromiografía, y así darnos cuenta de los progresos que poco a poco se han logrado y cómo ha sido su evolución hasta llegar a zonas cada vez más pequeñas. Su uso aumentó después de las guerras y con el desarrollo de la tecnología electrónica que ha conllevado a hacer un diagnóstico en la forma más aceptada y eficiente, permitiendo realizar el tratamiento más adecuado.

También se busca dar a conocer los aparatos que lo conforman, la técnica y toda una serie de procedimientos requeridos para realizar la forma de los registros electromiográficos y las precauciones y sugerencias que se deben tener en cuenta para su realización.

Se pretende que sirva de consulta para estudiantes y profesionales a nivel odontológico ya que es muy limitada su información a nivel de pregrado; son muchos los que desconocen el tema y su importancia como medio de diagnóstico para comprobar la eficacia de ciertos tratamientos o simplemente para confirmar una opinión clínica, pues suministra datos objetivos que no pueden lograrse

por otros procedimientos, llegándose a convertir en un examen rutinario y asequible al medio ambiente clínico.

Además la mayor importancia radica en el de dejar la inquietud, crear nuevas expectativas para encaminar a todos los relacionados en el ramo de la odontología o una investigación más profunda acerca de la electromiografía y su aplicación a la fisiología oral, que permita demostrar la validez y utilidad de la metodología empleada, en cuanto sus aplicaciones prácticas y las características de su manejo para brindar soluciones más integrales y más efectivas.

Por último se hará un reporte de algunos estudios experimentales que se han realizado hasta el momento con músculos masticadores, la utilidad en el ajuste oclusal y en el tratamiento de disfunción neuromuscular con placas oclusales.

## CAPITULO I

### 1. HISTORIA DE LA ELECTROMIOGRAFIA

La historia de la electromiografía se halla relacionada con las guerras y las postguerras, gracias a la nueva tecnología electrónica. La electricidad como fuerza se describió en 1600, cuando William Gilbert usó el adjetivo eléctrico para señalar la fuerza producida en el electrum. Posteriores descubrimientos consideraron las contracciones musculares como respuesta a estímulos eléctricos.

En 1700, Duverney, anatomista francés, ensayó por primera vez la estimulación eléctrica del músculo de la rana. Galvani observó una relación entre la electricidad y la contracción muscular, afirmando que la electricidad era generada por el organismo y la denominó "electricidad animal", pero no se deriva de los músculos sino del tejido nervioso del cerebro. En 1794 Galvani, estimuló la contracción muscular y demostró que la electricidad podía generarse por el tejido animal.

Ritter aplicó electricidad al músculo, usando una serie de baterías y llegó a la conclusión de que si el estímulo no se aplica con viveza, el músculo no llega a contraerse. Carlos Matteuci, electrofisiólogo, demostró que la estimulación proximal del nervio ligado o seccionado no desencadenaba la contracción. Du Bois-Reymond en 1851 registró corriente de acción a la contracción de músculos, utilizando frascos de líquido como electrodos.

En 1833 Duchenne de Boulogne, llegó a interesarse por la electropuntura y comprobó que podía estimular eléctricamente los músculos sin tener que perforar la piel e ideó electrodos para estimulación percutánea y fue quien primeramente usó la corriente alterna para el tratamiento y esa corriente la denominó "farádica".

Remax, explicó aquellas "zonas o puntos motores", en las que los músculos podían ser excitados más fácilmente.

Duchenne, por sus contribuciones a la neurología, a la Kinesiología y a la estimulación de la electromiografía. Chauveao, introdujo el método monopolar en la fisiología y Brenner lo introdujo en la práctica clínica. Lewis Jones señaló que no existía desplazamiento del punto motor, sino que mientras el músculo se encuentre normal, el punto motor es el más sensitivo del músculo, pero durante la degeneración, todos los puntos del músculo se vuel-

ven igualmente sensitivos.

### 1.1. FACTOR TIEMPO

En 1870, Engelmann comprobó una relación existente y duración del flujo de la corriente, lo denominó "tiempo fisiológico". Como no se conoce en qué momento puede considerarse cómo terminada la descarga, entonces Lapicque desarrolló un interruptor de circuito con una polea accionada por la gravedad, que le permitió una mayor exactitud.

La electromiografía resucitó durante la segunda guerra mundial con lesiones nerviosas periféricas. En la cuarta década del siglo XX se produjo una gradual introducción de la electrónica en los aparatos electromédicos.

### 1.2. RESISTENCIA DE LA PIEL

Vigoroux comprobó una disminución de la resistencia de la piel en pacientes afectados de bocio oftálmico. Lo atribuyó a variaciones de la circulación superficial y no al estado de la epidermis. Fere colocó electrodos y observó una desviación brusca en la aguja indicadora, después de estímulos visuales auditivos, dolorosos. Tarchanoff ex-

plicó esta reacción como un estado activo de las glándulas sudoríparas.

Gildemeister, destacó la interferencia en la medición eléctrica de la piel por la polarización, al paso de la corriente directa. Brazier sugirió el uso de la corriente alterna para evitar este efecto.

### 1.3. POTENCIALES DE ACCION

En 1851, Du Bois-Reymond, registró las corrientes de contracción, usó recipientes de líquido como electrodos y de esta forma consiguió la primera electromiografía humana. Con la aparición de aparatos, permitieron el registro de los pequeños potenciales. El galvanómetro espiral de D'Arsonval en 1882, permitiendo el registro de los potenciales en milivoltios con rapidez, exactitud y confianza y puede utilizarse para la electromiografía.

El principal investigador de la electromiografía humana fue Wertheim-Salomonson, quien creyó poder establecer una diferenciación entre espasmo muscular tetánico y tónico. Proebster en 1928, hizo el primer intento con la parálisis nerviosa periférica. En 1929, Adrian introdujo los

electrodos de aguja coaxial, hizo posible el registro del potencial realizado por una sola fibra muscular. Con la introducción del altavoz, registró el sonido para que el oído pueda captar las diferencias en la intensidad y calidad.

En 1944, Jasper y Notman introdujeron electrodo de aguja monopolar. En 1950 en medicina física, efectuaron exploraciones electromiográficas. Liberson comprobó que la conducción se produce en ambas direcciones y que el impulso vuelve a través del arco reflejo.

La evolución de la electromiografía ha sido un aumento cuantitativo, desde el músculo a la fibra hasta un impulso de una centésima de milisegundo.



## CAPITULO II

### 2. APARATOS PARA LA ELECTROMIOGRAFIA

En la figura 1 se muestra un esquema de un sistema electromiográfico típico. Los potenciales musculares registrados por los electrodos se conducen a un amplificador y conduce a un dispositivo de rayos catódicos, un sistema auditivo y un registrador de cinta magnética que se registra directamente sobre una cinta magnética. Para el registro gráfico se requiere una cámara y algunos sistemas de calibración de la amplitud. Un calibrador de tiempos del dispositivo de rayos catódicos. Para realizarse estudios del tiempo de conducción, se requiere un estimulador con características de salida, sincronizado con el dispositivo de rayos catódicos.

#### 2.1. AMPLIFICADOR ELECTROMIOGRAFICO

Necesario para aumentar los pequeños voltajes que actúan sobre los electrodos, a una amplificación aproximada de

un millón de veces. El amplificador debe reunir los requisitos de impedancia de entrada, de eliminación de las perturbaciones de la red, un nivel mínimo de ruidos propios, una respuesta adecuada de frecuencia, posibilidad de regulación de la amplificación y ajuste de la amplitud.

#### 2.1.1. Amplificación diferencial.

El amplificador diferencial permite la amplificación de los pequeños potenciales musculares, incluso en presencia de amplios voltajes de interferencia de la red. Amplifican voltajes aplicados entre un terminal de entrada y un terminal conectado a tierra o a masa.

El paciente puede considerarse que presenta una cantidad uniforme de voltaje de interferencia en la zona comprendida entre el electrodo registrador y el de la masa. El amplificador convencional amplificará el potencial de interferencia junto con los potenciales de acción. El amplificador diferencial elimina los voltajes que aparecen entre los terminales de entrada y el de masa y mide solamente aquellos voltajes que aparecen entre ambos terminales de entrada.

Los voltajes que se presentan entre los terminales de entrada en común y la masa se contrarrestan y quedan eliminados

La eliminación de los potenciales interferentes de la red no es absoluta, varía según el diseño del amplificador y la disposición de los electrodos. El voltaje inducido en el paciente procedente de la red que aparece en común en los terminales de entrada del amplificador diferencial, se denomina voltaje de aplicación común y es eliminado por dicho amplificador.

Una forma para reducir los voltajes de la red inducidos en un paciente consiste en colocarlo en una jaula de Faraday, construida de materiales conductores como cobre o hierro galvanizado, debe aislarse completamente del suelo, (tierra) excepto el punto que se coloca a la misma masa que se usa para el paciente y el electromiógrafo. La línea de alimentación y el electromiograma dentro de la jaula deben apantallarse. Se incluyen filtros eléctricos que eliminan las frecuencias de 50 o 60 ciclos, para reducir la interferencia de

de la línea de alimentación sobre el electromiograma.

Las superficies de contacto de los electrodos actúan como medio de transmisión de los potenciales eléctricos entre el cuerpo y los terminales del amplificador. Para los electrodos de aguja, la zona de contacto puede ser pequeña y presenta una impedancia al flujo de la corriente. Los amplificadores poseen impedancias de entrada desde 100.000 ohmios. El aumento de impedancia mejora la eliminación de las señales de interferencia. Los cables largos, apantallados entre los electrodos y el amplificador, reducen la impedancia de entrada.

## 2.2. ELECTRODOS ELECTROMIOGRAFICOS

Los electrodos de superficie son discos metálicos, de plata o estaño, de 0.5 a 2 cms. de diámetro, recubiertos con una pasta conductora. Se fijan por medio de esparadrapo o por succión. Estos electrodos producen pérdida de los potenciales electromiográficos y no localizan zonas puntiformes, usados para estudios kinesiológicos y para mediciones de la velocidad de conducción.

Otro tipo de electrodo es el de aguja monopolar o intramuscular, que es una aguja de coser cubierta con un material aislante, excepto en la punta(Figura 2).

El electrodo coaxial o de Adrian-Bronck, consta de un alambre capilar aislado, excepto en su extremo y se introduce a través de una aguja hipodérmica. (Figura 2) El electrodo de aguja coaxial es usado para el estudio de la conducta de una fibra muscular y de la actividad de una unidad motora simple.

También hay electrodos de aguja coaxial doble o de multi-electrodos, que consta de una aguja hipodérmica en la que se introducen dos electrodos capilares aislados excepto en su extremo. Un electrodo recoge el potencial muscular, y lo conduce a través de cables conductores, hasta un amplificador y pasa a dispositivo de conversión para su registro.

Los potenciales eléctricos del amplificador que se originan en su interior se denominan ruidos, que proceden de varias fuentes, el ruido térmico por la agitación de los electrones, el ruido intrínseco del transistor, el ruido microfónico. Amplificadores de tubo de vacío presenta nive-

les de ruido interno equivalente a la entrada de 5 a 10 microvóltios. Los ruidos aparecen en forma de desviaciones aleatorias, en el tubo de rayos catódicos y producen un silbido en el altavoz.

También se originan ruidos eléctricos que emanan del movimiento mecánico en los tubos al vacío del amplificador, se denomina microfónico. El ruido aparente puede reducirse limitando la respuesta de alta frecuencia del amplificador.

### 2.3. CALIBRADOR

Es necesario para estandarizar los potenciales. La señal de calibración puede ser una onda senoidal de la red u otra frecuencia, permitiendo ajustar la sensibilidad del electro-miograma. Si se conoce el período de la onda de calibración, puede determinarse la duración de los potenciales de acción de la unidad motora y determinarse sus amplitudes y frecuencia (voltaje y tiempo).

### 2.4. TUBO DE RAYOS CATÓDICOS

El tubo de rayos catódicos (Figura 3), es un dispositivo

de registro que no tiene limitaciones en la respuesta dinámica para la electromiografía. La superficie interna del cristal está recubierta con un fósforo que emite luz cuando es excitado por electrones, la cual está obligada a desplazarse horizontal y verticalmente, la trayectoria del punto luminoso describe una gráfica de los potenciales. En la parte estrecha del tubo existe un cañón electrónico que consta de un cátodo emisor de electrones, seguido por electrodos cilíndricos, que atraerán electrones del cátodo y los aceleran hacia la pantalla. Los electrodos adicionales del cañón guían la corriente de electrones para formar un punto luminoso. Los voltajes aplicados a estos electrodos oscilan entre 1.000 y 6.000 voltios .

El haz electrónico abandona el cañón y pasa entre dos placas de desviación (electrodos metálicos planos) unas verticales y otras horizontales, a los que se le aplican voltajes de 30 a 100 voltios, para una desviación de 25 mm. en la pantalla del tubo.

#### 2.4.1. Registros gráficos.

Los registros del trazado de los rayos catódicos se hacen fotografiando la pantalla osciloscópica en dos métodos : una cámara simple para obtener

una secuencia, automáticamente se dispara sucesivamente. La cámara polaroid permite observar otra cámara de registro oscilográfico, permite movimiento continuo de la película. Los registros pueden realizarse sobre película o papel sensibilizado.

#### 2.5. ALTAVOZ

Los potenciales de acción se aplican a un altavoz para control, es transductor y convierte las variaciones eléctricas en vibraciones sonoras audibles.

#### 2.6. REGISTRADOR DE CINTA MAGNETICA

Este registrador permite que las variaciones eléctricas amplificadas sean conservadas y reproducidas posteriormente en el tubo de rayos catódicos y el altavoz. Los potenciales eléctricos se convierten en campos magnéticos mediante electroimanes y se impresionan sobre una cinta en movimiento, recubierta con óxido de hierro magnetizada, para su observación o fotografía. El calibrador debe registrarse sobre la cinta magnética en cada sesión, para la calibración de los potenciales.

También pueden usarse métodos de registro de modulación de frecuencia más complejos, por medio de los cuales las variaciones de potencial del amplificador se convierten en fluctuaciones de frecuencia o de tiempo y que se registran con amplitud constante sobre la cinta magnética. Los registradores de cinta deben poseer un canal separado para el registro de la voz, con el fin de poder comentar la observación electromiográfica del operador, si no se dispone de este canal, debe interrumpirse para las anotaciones.

## 2.7. APARATOS PARA LA MEDICION DEL TIEMPO DE CONDUCCION

Juntamente con los aparatos de electromiografía, se requiere un estimulador eléctrico aislado y sincronizado con el haz del tubo de rayos catódicos, para las mediciones del tiempo de conducción. Algún tiempo después de la señal del estímulo, se observa sobre la pantalla un amplio potencial de acción. La distancia a lo largo del eje horizontal de tiempos entre el punto y el potencial desencadenado es el tiempo transcurrido entre la estimulación y la respuesta muscular. Se requiere la aplicación de 50 a 150 voltios de estimulación.

Si el circuito de salida del estimulador tiene alguna conexión de masa a través del aparato con el circuito amplificador de entrada, este estímulo será amplio y a veces anulará el amplificador por algunos segundos, por esto es necesario que la salida del estimulador esté aislada, lo que significa que no puede existir conexión eléctrica directa entre los terminales de salida del estimulador y cualquiera otra parte del aparato. El estimulador debe estar dispuesto de tal forma que la pulsación que se desencadena del tubo de rayos catódicos se produzca inmediatamente antes de la pulsación de estimulación (pulsación retardada) y así puede observarse en el tubo. El registro fotográfico de las pruebas de velocidad de conducción debe estar dispuesto para iniciar la secuencia, sincrónicamente con el disparador de la cámara.

## CAPITULO III

### 3. FISILOGIA DEL MUSCULO ESQUELETICO

#### 3.1. LA UNIDAD MOTORA DE LA FUNCION MUSCULAR

Una célula del asta anterior de la médula espinal inerva un gran número de fibras musculares a través de su cilindro-eje, que alcanza y penetra en el cuerpo muscular y, las placas motoras terminales, a través de numerosas y finas ramas nerviosas. La neurona y todas las fibras musculares por ella inervadas constituyen la unidad biológica de la función muscular y se denomina unidad motora. El músculo anatómico con su nervio motor es un conjunto aditivo de las unidades motoras. (Figura 4).

El número de unidades motoras varía según los diferentes músculos del cuerpo. Quanto mayor es el músculo, se hallarán más unidades motoras. El tamaño de la unidad motora y el número de fibras musculares inervadas por la mis-

ma fibra nerviosa pueden ser diferentes en los distintos músculos. En el hombre puede oscilar aproximadamente desde 25 (musc. platisma) hasta cerca de 2.000 (musc. gemelo interno), el diámetro puede variar entre 0,008 y 3,4.  $\text{mm}^2$ . La potencia máxima desarrollada por esta unidad motora puede oscilar desde 0,1 a 250 gramos.

En el hombre, los músculos de las extremidades contienen varios centenares de unidades motoras, de un diámetro de 1,0 y 2,0  $\text{mm}^2$ , con una potencia máxima de 80 a 160 gramos.

El número y tamaño de las unidades motoras importantes en la degradación de la actividad muscular voluntaria.

Las fibras musculares de una unidad motora no están reunidas en la porción del músculo, sino están entrelazadas unas con otras. Así, la zona en la cual hallamos todas las fibras musculares de una unidad, es mucho mayor que la unidad motora teórica calculada a partir de las secciones y del promedio de longitud de sus fibras. En los grandes músculos humanos existe una subdivisión funcional del músculo a través de la agrupación de unidades motoras y, a menudo, la organización del sistema nervioso central,

permite una actividad máxima de un grupo aislado de unidades motoras, sin que la excitación del sistema nervioso central, destinado a las correspondientes neuronas del asta anterior medular, se desborde a las de otras unidades motoras del mismo músculo. Por regla general los axones de todas las unidades motoras de un músculo abandonan el sistema nervioso central por dos o más raíces anteriores (inervación plurisegmentaria).

Las finas ramas terminales de axón motor se fusionan en el interior de las placas motoras de las fibras musculares individuales y estas placas motoras, poseen propiedades fisiológicas distintas de los nervios o de las fibras musculares. (Figura 4).

De todas las fibras nerviosas del nervio motor destinado a un músculo anatómico, los axones de las unidades motoras representan menos de la mitad del número total. Estos axones eferentes de las unidades motoras tienen un diámetro de 8-18  $\mu$ , y su actividad desencadena la contracción y la actividad tetánica del músculo (contracciones sucesivas que se fusionan).

Además de grandes fibras eferentes existe casi igual nú-

mero de pequeñas fibras eferentes con un diámetro de 3-8  $\mu$ , y el resto de fibras nerviosas del nervio motor son aferentes y proceden de los husos musculares y, de los órganos tendinosos terminales. Las fibras nerviosas eferentes más finas poseen funciones distintas en las ranas y en los mamíferos que sirven para un mismo propósito, el de la actividad muscular sostenida. Tales sistemas de fibras nerviosas finas en la rana, son responsables de la lenta y sostenida contracción postural.

La corriente nerviosa procedente del sistema nervioso central que pasa a través de estos sistemas es regulada por reflejos similares a los que intervienen en el sistema de las fibras motoras.

En los mamíferos, las fibras eferentes más finas inervan los husos musculares en forma polineuronal. La corriente nerviosa de tales fibras es controlada reflejamente y los impulsos que llegan a los husos neuro-musculares aumentan considerablemente su sensibilidad al estiramiento y a la tensión intramuscular producido por la contracción. Las respuestas propioceptivas procedentes de los husos neuro-musculares y de los órganos tendinosos terminales juegan un papel fundamental en el control reflejo de los movimien-

tos coordinados y en el mantenimiento de la postura . La influencia armonizadora de los impulsos de las pequeñas fibras eferentes facilita así la actividad postural y hace posible que la actividad muscular sostenida pueda ser duradera.

Juntamente con las fibras somáticas aferentes y eferentes, el músculo recibe fibras nerviosas eferentes vegetativas , a través de su nervio motor y, a través de finos nervios existentes a lo largo de las vainas de las arterias que irrigan el músculo. Algunos de estos nervios son adrenérgicos (liberan adrenalina cuando llegan los impulsos), pueden producir un efecto indirecto sobre la actividad muscular por difusión de adrenalina en el interior de las fibras musculares. Orbeli señala que el músculo fatigado aumenta su rendimiento cuando se estimulan sus nervios vegetativos, ésto se aplica por la influencia facilitadora de la adrenalina sobre la glucólisis, importante en el metabolismo del trabajo muscular. Hunt, demostró que la estimulación de las fibras nerviosas simpáticas que se dirigen a los músculos esqueléticos de los mamíferos alteran la sensibilidad de los husos musculares, al estiramiento (aumento inicial y luego disminución de la frecuencia de descarga de las fibras aferentes. Aunque se admite la existencia de un

sistema vaso motor, más bien complejo, en el músculo, se cree que solamente ejerce una ligera influencia sobre la circulación a través de los músculos sanos, mientras que la principal regulación de su aporte sanguíneo está gobernada localmente por la acumulación de metabolitos, que pueden incrementar el flujo sanguíneo, hasta 20 veces los valores de reposo. Krogh demostró que el número de capilares abiertos aumenta extraordinariamente durante el trabajo muscular.

### 3.2. UMBRAL DE EXCITACION

Las unidades motoras y los receptores nerviosos, obedecen a la ley del "todo o nada", es decir, si un estímulo alcanza el umbral de excitación de una unidad motora, producirá la contracción total de sus fibras; y si no llega al umbral de excitación, no habrá respuesta ósea no hay contracción. Cuando un músculo actúa más intensamente, no quiere decir que cada una de las fibras se hayan contraído, más intensamente, sino que se han contraído simultáneamente un mayor número de unidades motoras.

De modo que las fibras de un músculo determinado pueden contraerse en formas alternadas, permitiendo que la fun-

ción pueda realizarse en forma sostenida indefinidamente sin fatiga, por ejemplo la posición postural fisiológica de reposo mandibular se mantiene durante largas horas, sin notarse fatiga.

### 3.3. TIPOS DE CONTRACCION

#### 3.3.1. Contracción Isotónica.

Igual tensión. En el momento de la concentración de sus fibras, uno solo de sus extremos de inserción está fijo o estabilizado. El músculo se acorta, sin aumentar la tensión de sus fibras. Este tipo de contracción se produce en todos los movimientos mandibulares. La actividad muscular al provocar movimiento, facilita la circulación sanguínea.

#### 3.3.2. Contracción Isométrica.

Es decir igual longitud. En el momento de la contracción, ambos extremos del músculo están fijos, el músculo no puede acortarse, y el estímulo se manifiesta en una tensión aumentada. El músculo se cansa más rápidamente. El músculo por su estado estático y tenso, no produce con

necesaria celeridad el suministro de oxígeno y glucógeno, ni eliminación de los productos de desecho del metabolismo (toxina). Un ejemplo de este tipo de contracción es el apretamiento dentario en el bruxismo.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS

#### 3.4.1. Tono muscular.

Es un estado de resistencia pasiva al estiramiento de las fibras, como consecuencia de un flujo continuo de estímulos que van llegando a las unidades motoras en forma alterna, así evitar la fatiga de un determinado grupo de fibras. Por ejemplo el tono muscular impide que la mandíbula cuelgue.

#### 3.4.2. Longitud muscular.

Todos los músculos esqueléticos tienen una determinada longitud fisiológica, de reposo longitud establecida por el estado de tono mínimo. Los músculos se acortan en la dinámica de la función, pero siempre deben volver a su particular de longitud de reposo.

Por ejemplo una interferencia cuspeada, altera a los músculos en su longitud de reposo, al no poder alcanzar esta posición de descanso biológico reparador, entraron en estado de hipertonicidad, muy lesiva para el sistema estomatognático.

#### 3.4.3. Espasticidad, flacidez y contractura.

La tonicidad muscular puede ser alterada por impulsos cerebrales o reflejos.

Espasmo muscular; es el estado de exageración del tono o hipertonicidad debido a la llegada de una superproducción de impulsos motores que mantiene las fibras en constante contracción o contracción sostenida, generalmente inconsciente.

Flacidez; es un estado de hipotono debido a una disminuida estimulación motora y no indica anomalía del tejido muscular propiamente dicho, sino estado patológico en su inervación.

Contractura; estado de contracción parcial pero constante, aún cuando deje de ser estimulado. Esto es debido a la acumulación de desechos del me-

tabolismo muscular (toxina) los que estimulan químicamente a los músculos y las fibras permanecen contraídas hasta que las sustancias tóxicas puedan ser eliminadas.

#### 3.4.4. Atrofia e hipertrofia.

Atrofia; una falta prolongada de estímulos motores de los músculos, produce una disminución en tamaño, pero no del número de fibras.

Hipertrofia; el exceso de estimulación y trabajo producen un aumento de tamaño de las fibras individuales.



## CAPITULO IV

### 4. FUNDAMENTOS DE ELECTROMIOGRAFIA

La electromiografía puede definirse como el registro de los cambios eléctricos que se producen en un músculo esquelético por medio de electrodos en contacto con la piel o introducidos en el músculo a través de ella.

Se fundamenta en los mecanismos de activación de los músculos estriados, en que la superficie interna de la membrana de la fibra muscular tiene una carga de - 90 milivoltios.

Quando llega el impulso nervioso transmitido por la sinapsis que ocurre entre el nervio y la fibra muscular, se libera acetil colina que causa la despolarización de la fibra, haciéndola más permeable a los iones de sodio. Corrientes inducidas por el potencial de la placa neuro-muscular despolarizan la membrana de la fibra muscular, como se repite este mecanismo, la despolarización se extiende desde la placa (neuromuscular) motora a lo largo de

toda la fibra, procediendo hacia el inferior de ella, liberando iones de calcio necesarios para activar el proceso contráctil y la fuente de energía (hidrólisis de ATP).

La electromiografía de una contracción débil en individuos normales en reposo, con mínima actividad voluntaria descargan unas pocas unidades motoras, para luego entrar en juego más unidades a medida que crece el esfuerzo voluntario, proceso denominado reclutamiento de unidades motoras.

La electromiografía se emplea como medio de diagnóstico de lesiones de tipo neuromuscular y es posible determinar si la patología es miopatía o neuropatía. También útil como medio para comprobar en cuanto a rehabilitación, la eficacia del tratamiento oclusal en relación a odontología. En clínica útil para descubrir anomalías de excitación muscular: fasciculación y fibrilación.

Desde el punto de vista técnico, el registro electromiográfico es muy satisfactorio, el problema es su interpretación, pues no existe relación geométrica constante. Un electrodo que toque a una sola fibra muscular registrará su corriente con una amplitud 10 veces mayor que la corriente de una fibra situada a 0,5 mm. del extremo de la aguja, solo con el uso de varios electrodos por todo el músculo, puede revelarse la actividad completa de todo

el músculo.

#### 4.1. TECNICA

##### 4.1.1. Aplicación de electrodos.

Para la aplicación de electrodos de superficie se acoplan y colocan sobre la piel después de haberla limpiado con alcohol, previamente preparados con pasta de electrodo, obteniendo un registro superficial. Es ventajoso colocarlos más separados, junto a las uniones musculotendinosas del músculo estudio, o colocar el electrodo sobre el centro del vientre muscular. La forma de colocación depende de la naturaleza de la información. Para la introducción de electrodos de aguja se hace una buena asepsia de la piel con alcohol y procurando se seque por completo y las agujas deben esterilizarse en autoclave o en frío, en una solución acuosa de Zephirin por 30 minutos. Si se introduce rápidamente el electrodo de aguja, es casi indolora, insertarse a la máxima profundidad. A medida que progresa la exploración, se va retirando el electrodo 1 o 2 mm. cada vez hasta que la punta alcance los tejidos subcutáneos.

Primero se introduce hacia las 12 horas del reloj y luego hacia las 3, 6 y 9.

La corriente eléctrica se introduce en una zona de la piel del paciente y sale por otra, es necesario dos contactos eléctricos (electrodos). El electrodo mayor inactivo llamado dispersivo.

El electrodo activo o estimulante. Consta de dos partes : un mango aislado y una punta conductora. Cada electrodo (dispersivo y estimulante) deben mojarse en agua o en solución salina durante algunos minutos antes del uso.

Para exploraciones especiales es conveniente que la corriente penetre y abandone el organismo en puntos cercanos entre sí. La figura 5 muestra el electrodo bipolar percutáneo que es un electrodo doble en el cual dos extremos estimulantes pueden mantenerse a una distancia deseada.

#### 4.1.2. Procedimiento.

Es conveniente la preparación psicológica del paciente que se hace en el momento de comenzar

la prueba. Debe explicársele que experimentará escaso dolor, que la intensidad de la corriente eléctrica es muy pequeña e inocua y que sus músculos se estudiarán en una especie de pantalla de televisión y un altavoz.

En niños mayores de 4 o 5 años, puede intentarse la hipnosis; en niños más pequeños puede requerirse algún sedante.

La posición más adecuada para el paciente es la de decubito horizontal, así equilibra el efecto de la gravedad sobre la tensión muscular. Para exploración de músculos de antebrazo y mano puede estar sentado. Para los músculos faciales también puede ser sentado, pero se recomienda la posición en decúbito dorsal. En un paciente nervioso es útil un sedante (combinación de aspirina, codeína y nembutal) o puede requerirse anestesia general.

La mesa de exploración debe ser cómoda para el paciente, es conveniente que permanezca en relajación previa por media hora, debe estar ligera-

mente por debajo de la visión del explorador. El paciente no debe tener ninguna clase de ropa sobre la zona explorada, ni en zonas adyacentes.

La selección del músculo a explorarse depende de la localización y extensión de la patología, una vez localizado el punto, se coloca el electrodo dispensivo, el electrodo estimulante debe conectarse al terminal negativo y humedecerlo. Para efectuar la prueba eléctrica se solicita al paciente que contraiga voluntariamente el músculo, si no existe contracción voluntaria, se explora el punto motor de músculo simétrico y se aplica una descarga de corriente directa interrumpida que está en cero y lentamente se aumenta hasta que se produce una contracción visible. El electrodo estimulante se desplaza en la vecindad del punto motor hasta una contracción máxima, luego se reduce la corriente hasta una contracción mínima y se desplaza el electrodo al punto donde la mínima corriente desencadene la contracción.

Quando un músculo de inervación normal se estimula en un punto motor con corriente directa, existe

una contracción brusca seguida de una rápida relajación. Músculos que han estado denervados durante algún tiempo, la respuesta es lenta y, en un músculo completamente denervado, no existe ningún punto más sensible.

La prueba rutinaria es hacer al paciente contraer voluntariamente los músculos. Se prueba el músculo homónimo del lado sano con corriente directa y alterna (forádica o sinusoidal), lo mismo se hace con el músculo sospechoso, con la descripción del tipo de contracción observada, el médico puede decir si existe una reacción de degeneración.

La intensidad de la corriente requerida depende de su estructura específica, el umbral que varía con la edad, resistencia cutánea, grasa, subcutánea, edema, tamaño y volumen del músculo y estado de la inervación. En niños se requiere una corriente más intensa que en los adultos. La piel seca y los músculos profundos requieren más corriente. Ejemplo : El nervio facial requiere un umbral de 1,0 a 2,4 miliamperios.

#### 4.2. FORMAS DE REGISTRO.

Las formas básicas de registros se realizan con una cámara. Los inscriptores de tinta producen trazados permanentes. El registro con cinta electromagnética permite su reproducción en una pantalla osciloscópica; y la cinta magnetofónica muy valiosa para la enseñanza.

Los datos que deben acompañar a los registros, incluyen:

- Datos de identificación (fecha, nombre, edad, sexo, raza).
- Fecha de comienzo de la lesión o síntomas. Nombre de los músculos examinados y su inervación.
- Hallazgos durante la introducción del electrodo.
- Diferentes grados de contracción, su interpretación y enfermedades con las que son compatibles.

Por ejemplo para registrar los potenciales de fibrilación

se usan los siguientes signos :

- (-) No hay actividad fibrilar
- (+) Solamente hay actividad fibrilar durante la introducción del electrodo.
- (+) Potencial fibrilar aislado, discontinuo activo.
- (++) Varios potenciales fibrilares activos discontinuos.
- (+++) Descar fibrilar continua, observable en muchos

puntos.

(++++) Igual al anterior pero en todos los puntos (músculo afectado en forma evidente).

#### 4.3. POTENCIALES ELECTRICOS EN ELECTROMIOGRAFIA

##### 4.3.1. Potenciales normales de la unidad motora.

El potencial de una unidad motora puede desarrollar un voltaje de 100 a 2.000 microvoltios, por un período de 2 a 10 milisegundos. La frecuencia repetitiva de este potencial puede registrarse en contracciones voluntarias. En cuanto a la forma de la onda predominan potenciales bifásicos y trifásicos y mayor incidencia de potenciales trifásicos en niños menores de 4 años.

Hay un aumento de la duración del potencial de acción cuando la temperatura intramuscular disminuye con el aumento de la edad y también aumenta el número de potenciales polifásicos. Los parámetros habituales de la unidad motora normal, son: voltaje, 100 a 2.000 microvoltios.

- Duración, 2 a 10 milisegundos.
- Forma de onda, 2 a 4 fases trifásicas

- Frecuencia 1 a 60 por segundo.
- Sonido , Golpe seco amortiguado.

#### 4.3.2. Potencial Polifásico.

Entre las condiciones clínicas que se presentan las unidades motoras polifásicas está la regeneración o degeneración incompleta del tronco nervioso y la fasciculación. Los potenciales polifásicos en un músculo con numerosos potenciales fibrilares, se denominan unidades motoras nacientes que son de bajo voltaje (Figura 6). Los parámetros de la unidad motora polifásica común son :

- Voltaje 20 a 5.000 microvoltios
- Duración 2 a 25 milisegundos
- Forma de onda 5 a 15 fases
- Frecuencia 2 a 30 por segundo
- Tono Ronco , o entrecortado

Estos potenciales polifásicos no se consideran significativos, se presentan durante la contracción voluntaria.

#### 4.3.3. Potenciales de fibrilación.

Son quizás los hallazgos más importantes y útiles

que pueden observarse por electromiografía en los trastornos neurogénicos (Figura 7). Este potencial es un signo de denervación, aparece cuando se ha perdido la conexión del nervio, entre una fibra muscular y el axón terminal del nervio motor o cuando el aporte nervioso ha sido interrumpido. La fibrilación no aparece inmediatamente de la sección nerviosa, sino a los 3 o 5 días, cuando ya empiezan a aparecer impulsos espontáneos en las fibras musculares denervadas. Al principio ocurren con frecuencia de uno cada pocos segundos, después de días y semanas los impulsos adquieren rapidez hasta de 10 veces por segundo, desarrollando una ritmicidad intrínseca, que aparece al cabo de 15 a 20 días. Después de unas semanas o más el músculo se atrofia y los impulsos fibrilatorios desaparecen.

El paciente no posee influencia ni control volitivo, puede presentarse en reposo o por una irritación mecánica o traumatismo, en distrofias musculares hereditarias y polimiositis. Los parámetros del potencial de fibrilación son :

- Voltaje 10 a 600 micromoltios

- Duración 1 a 2 milisegundos
- Forma de onda Punta monofásica o difásica
- Frecuencia 2 a 30 por segundo
- Tono Agudo, chasquido

#### 4.3.4. Potencial de fasciculación.

En un potencial que se presenta espontáneamente, sin control volitivo, cuando se produce un impulso anormal originándose una contracción muscular que produce un ligero rizo en la piel que recubre el músculo. Las fasciculaciones se presentan irregularmente, a frecuencias muy variables. Se presenta después de destruidas las neuronas motoras anteriores, en compresiones de la raíz nerviosa (poliomielitis) y en calambres musculares. Las descargas espontáneas en músculos liberados de una situación de isquemia se denomina también fasciculación.

Las características de dicho potencial como forma, voltaje, etc. son tan variables que no es posible establecer parámetros.

#### 4.3.5. Potencial positivo.

Llamado onda aguda positiva o también designado como onda V (Figura 8). Aparecen en forma espontánea, irregular y no son previsibles, observados en músculos denervados. Su forma es la más constante de todos los potenciales electromiográficos. Los parámetros usuales son :

- Voltaje    Extraordinariamente variable
- Duración    Hasta 100 milisegundos
- Forma de onda    Difásica
- Frecuencia    2 a 100 por segundo
- Tono    Oscuro y sordo

#### 4.3.6. Potencial nervioso

Se registra como un potencial de acción repetitivo, denominado de seudofibrilación. Los parámetros son :

- Voltaje    20 a 250 microvoltios
- Duración    1 a 4 milisegundos
- Forma de la onda    Difásica
- Frecuencia    30 a 150 por segundo
- Sonido    Tonos, elevados(disparo de ametralladoras)

## CAPITULO V

### 5. ELECTROMIOGRAFIA CLINICA

#### 5.1. ELECTROMIOGRAFIA NORMAL

##### 5.1.1. Durante la relajación.

El registro electromiográfico del músculo esquelético normal en reposo, revela una línea básica isoelectrica inalterada (Figura 9A) considerada como silencio eléctrico. El nerviosismo del paciente puede producir tensión muscular, que se refleja en la actividad de los potenciales de acción, ésto puede eliminarse tranquilizando al paciente y colocándolo en una posición correcta para una verdadera relajación. Los músculos faciales ofrecen ciertas dificultades para mantener la línea isoelectrica y el éxito depende del adiestramiento neuromuscular previo del individuo. Una actividad distante, procedente del lado opuesto de

la cara o de los músculos masticadores y deglución pueden dar lugar a confusiones.

#### 5.1.2. Durante la contracción.

En una contracción de mínimo esfuerzo, es posible observar la descarga de una unidad motora aislada (Figura 9A). El potencial de acción producido dependerá de las características fisiológicas del músculo examinado. Con una mayor contracción se estimularán más unidades motoras (Figura 9A<sup>m</sup>). A medida que se desarrolla la tensión máxima se produce una sumación de las unidades motoras que conducen a un patrón de actividad integrado por oscilaciones eléctricas irregulares.

La secuencia : silencio eléctrico, comienzo de la actividad eléctrica en contracción y cesa de la actividad con relajación, variará si la contracción sea isométrica o isotónica. Durante una contracción isométrica forzada se registra una inmediata elevación máxima del voltaje, con amplitud constante, hasta que el individuo se refleja, la actividad cesa y reaparece el silencio eléctrico.

## 5.2. REACCION DE DEGENERACION

Es la imposibilidad de un músculo para contraerse cuando es estimulado por una corriente tetanizante, corriente en la cual los impulsos espaciados duran una milésima de segundo o menos. Esta reacción significa que no existe inervación del músculo, cuando se secciona un nervio periférico, entonces las fibras motoras distales se empiezan a degenerar. La lesión puede estar cerca de las placas motoras terminales o en cualquier punto. El tiempo requerido para dicho proceso es aproximadamente de 2 a 3 semanas, a la tercera semana hay denervación completa.

La prueba para la reacción de degeneración se hace colocando el electrodo sobre la piel y en la supuesta localización del punto motor, si no se produce contracción, se aumenta sucesivamente la intensidad hasta el nivel doloroso, si no existe contracción se puede catalogar como reacción de degeneración.

Quando la denervación ha persistido por muchos años, algunos músculos experimentan atrofia y fibrosis, esta reacción se denomina degeneración absoluta o reacción cadavérica. Se utiliza esta prueba siempre que exista la posibi-

lidad de una afección nerviosa periférica en la parálisis de Bell.

Existen varias enfermedades que destruyen parte de las fibras de un nervio periférico. Cuando se aplica a un músculo en estas condiciones un impulso tetanizante, como parte del músculo esta inervado, responderá con la contracción típica, pero existirá una respuesta menor. Pero cuando hay un número elevado de unidades denervadas, existirá disminución de la respuesta contractil denominada "reacción de degeneración parcial". Si con el tiempo esta reacción se vuelve menos aparente, la recuperación funcional completa es más favorable.

### 5.3. LA REGENERACION

La regeneración nerviosa es muy variable, dependiendo de la superficie de sección del nervio y progresa lentamente. Las fibras sensitivas se recuperan antes que las fibras motoras.

El crecimiento del nervio (neurotización), es más rápida que la recuperación funcional (maduración). La regeneración aproximada es de 1 mm. por día. Algunas unidades

motoras recuperan la función antes que otras unidades vecinas, entonces existe una recuperación parcial de la función.

Las contracciones enmascaradas, después de un traumatismo, no puede identificarse el músculo a explorar. La estimulación en la zona producirá la contracción de un músculo diferente. A veces un músculo está tan atrofiado que la intensidad de la corriente para su contracción tanto potencial que estimulará músculos vecinos, enmascarando la reacción del músculo deseado. En estos casos es mejor el uso del electrodo bipolar, pero para mayor seguridad estimulación directa con electrodos de aguja.

#### 5.4. RELACION TETANOGALVANICA.

El músculo normal puede presentar una contracción continua tetánica durante el paso de corriente galvánica (corriente continua derivada de una batería). La relación tetanogalvánica existe entre la intensidad de la corriente requerida para obtener un tétanos galvánico y el umbral galvánico (intensidad mínima de respuesta).

Quando un músculo está inervado requiere mucha corriente

para tetanizar (contracción tónica dolorosa). Si el músculo está denervado requiere menos corriente para contraerse, pero corriente ligeramente superior a la del umbral para tetanizarse.

#### 5.5. REACCION MIASTENICA

En pacientes con miastenia grave, al aplicarle una corriente tetanizante, el músculo se contrae pero al corto tiempo, las contracciones empiezan a ser más débiles, hasta extinguirse, reacción llamada miasténica o reacción de jolly.

#### 5.6. PARALISIS HISTERICA.

La prueba para descartar la parálisis histérica es la estimulación con la corriente tetanizante. Si no existen pruebas evidentes de una lesión nerviosa orgánica y la parálisis plantea dudas de su naturaleza orgánica, la contracción del músculo por estimulación excluye inmediatamente el diagnóstico de lesión nerviosa. Algunos pacientes "curan" sus parálisis al aplicarle esta corriente y ver su contracción, porque pudo haber olvidado la forma de hacer el movimiento, para que luego lo realice voluntariamente.

## 5.7. ANORMALIDADES EN EL ELECTROMIOGRAMA

Siguiendo la distribución anatómica desde la célula del asta anterior hasta la fibra muscular hay 6 puntos en los cuales una lesión puede producir anomalías en el electromiograma.

Estos puntos con ejemplos típicos de lesión son :

- Célula del asta anterior: poliomielitis, tumor, atrofia muscular progresiva.
- Raíz anterior : protrusión discal, tumor paravertebral, traumatismo.
- Plexo : Herida penetrante, hemorragia.
- Nervio periférico : Herida penetrante, infección transitorio metabólico.
- Unión mioneural : Miastenia grave, miotonía congénita.
- Fibra muscular : distrofia muscular, poliomiocitis.

## 5.8. PRECAUCIONES Y SUGERENCIAS

Todo examen constituye un indicio adicional de ayuda diagnóstica. Es importante distinguir entre indicios verdaderos y falsos, potenciales indeseables y artefactos.

Artefactos son cualquier tipo de onda no originada en el músculo esquelético. Algunos artefactos son indistinguibles de los potenciales de acción, pero presentan un sonido diferente en el altavoz, una frecuencia distinta y su amplitud raramente se modifica con los cambios de posición de la aguja.

En la figura 10 se describen los artefactos más comunes.

Por los movimientos del paciente, cuando se utilizan electrodos de superficie puede alterar la línea isoelectrica que puede confundirse con potenciales de acción. La fricción por el roce de la mano a los vestidos sobre el electrodo puede confundirse con los potenciales musculares.

Los contactos flojos pueden dar ondas semejantes a los potenciales de acción. Si se elimina la movilidad desaparecen las ondas de interferencia. (Figura 10 E). Aparatos eléctricos como lámparas o aparatos terapéuticos, puede ser la causa de ondas de 60 ciclos en la línea isoelectrica (Figura 10 A). Un deslizamiento defectuoso de la aguja da paso de la corriente en cualquier punto que no sea el extremo.

Por seguridad, cada instrumento debe reunir todos los requerimientos, bajo ninguna circunstancia, la intensa corriente no puede alcanzar el paciente ya que por estar unido a tierra proporciona el camino más corto a la corriente, pudiendo sufrir graves lesiones.

Es útil reducir la resistencia de la piel, frotándola con piedra pómez, en el punto en que se aplica el electrodo, lo cual elimina la capa cornea epidérmica.

Quando se duda de la autenticidad de la respuesta, es útil separar el electrodo del punto del nervio motor. Si la respuesta lo era por vecindad, no se producirá una sensible variación; si las respuestas eran por una correcta estimulación, se observará una desaparición de las respuestas.

#### 5.9. PUNTOS MOTORES

Duchenne de Boulogne comprobó que para cada músculo se logra una contracción más fácil aplicando el estímulo a una pequeña zona cutánea por encima de dicho músculo, llamado punto de elección.

Remax dijo que la hipersensibilidad localizada es el punto

motor que es una entidad anatómica y no una propiedad fisiológica de la fibra muscular.

Los puntos motores no son las únicas zonas cutáneas sensibles a la estimulación eléctrica.

La principal dificultad para su localización radica en la cantidad de corriente necesaria para desencadenar la contracción. El punto más difícil de encontrar es el músculo denervado.

A continuación localización aproximada de las líneas y puntos motores con las respuestas musculares a la estimulación eléctrica de los músculos de cara.

	Localización del punto o línea	Respuesta eléctrica o función
Nervio facial	Inmediatamente por delante del trago o en la pared anterior del propio conducto auditivo .	Contracción de la mayoría de músculos faciales.

	Localización del punto o línea	Respuesta eléctrica o función
Rama superior	En el punto medio entre el ojo y la oreja a nivel del vértice de la oreja.	Contrae el frontal y el superciliar
Rama media	A nivel del lóbulo de la oreja, a 3 traveses de dedo hacia la punta de la nariz .	Cierra el ojo y dirige hacia arriba la comisura bucal.
Rama inferior	A 3 traveses de dedo por debajo del ángulo maxilar .	Arruga la barbilla y el labio inferior con protrusión.
Frontal	En el punto medio entre la línea del cabello y el centro de la ceja.	Frunce transversalmente la frente.
Superciliar	Por encima del tercio externo del arco superciliar.	Frunce la frente en pliegues verticales.

	Localización del punto o línea	Respuesta eléctrica o función
Oblicular de los párpados	Por debajo y por fuera del ángulo externo del ojo.	Cierra el párpado superior.
Nasal	Por debajo del ala de la nariz.	Dirige el ala de la nariz hacia arriba y adentro.
Canino	Sobre la línea entre el ángulo interno del ojo y de la boca a nivel del ala nasal.	Eleva el labio superior y el ángulo de la boca.
Elevador del labio superior	Punto próximo al canino.	Igual función al canino.
Cigomático	Por debajo del cigoma y encima del ángulo de la boca.	Dirige el ángulo de la boca hacia arriba y afuera.

	Localización del punto o línea	Respuesta eléctrica o función
Orbicular de los labios	Punto superior y medio entre el ángulo de la boca y la punta de la nariz.  Punto inferior en la misma posición debajo de la boca.	Cierra los labios con más intensidad, frunce los labios.
Cuadrado del labio inferior	Por debajo y por fuera de la boca.	Dirige el labio hacia abajo y afuera.
Triangular	Por fuera del punto anterior.	Dirige el ángulo de la boca hacia abajo.
Borla de la barba	En la línea media cerca a la prominencia de la barbilla.	Frunce la barbilla

	Localización del punto o línea	Respuesta eléctrica o función
Piramidal de la nariz	Parte lateral de la nariz por debajo del ángulo interno del ojo.	Frunce la piel superior de la nariz y deprime la parte interna de la ceja.
Risorio	A través de un dedo por fuera del ángulo de la boca.	Dirige el ángulo de la boca hacia abajo.
Nervio XI Trigémino	No accesible	
Temporal	Por encima del vértice de la oreja en el punto medio entre el ojo y el oído.	Aproxima ambos maxilares.
Masetero	Delante del trago y encima del ángulo de la mandíbula.	Chasquea los dientes superiores con los inferiores en posición de cierre.

## 5.10 APLICACIONES CLINICAS DE LA ELECTROMIOGRAFIA

La electromiografía es realmente una ampliación de los métodos clásicos de la exploración clínica, y cada paciente debe ser estudiado en neurología y electrofisiología aplicada.

Localiza la lesión e indica los puntos más adecuados para la biopsia, mientras que el histólogo aporta detalles anatómopatológicos que escapan a la visión del clínico.

La electromiografía aporta datos muy valiosos en cuanto al diagnóstico, pronóstico y tratamiento de lesiones como la parálisis facial por la presencia de potenciales de fibrilación, lo que indica que el tronco nervioso no está completamente seccionado.

La electromiografía puede aplicarse en los trastornos de la infancia y adolescencia. La exploración bajo anestesia limita el hallazgo de la actividad espontánea y el estudio de la conducción neuromuscular.

— Aplicaciones en el quirófano : En ocasiones es

necesario en intervenciones neuroquirúrgicas para identificar los nervios motores, cuando deben seccionarse para tratar una espasticidad incontrolable.

Quando el curare alcanza el nivel sanguíneo, actúa sobre las placas motoras terminales impidiendo la contracción, sustancia que se aplica junto con los anestésicos. Quando el paciente está inconsciente, la estimulación eléctrica es la única prueba para determinar si la sustancia ha alcanzado el nivel de parálisis del músculo.

- En la Kinesiología : La electromiografía aplicada correctamente representa un método para el estudio de la kinesiología (estudio de los movimientos corporales). La presencia de la actividad eléctrica, su intensidad, tipo y relación con los movimientos musculares. Anatomistas, fisiólogos y clínicos utilizan la electromiografía para el estudio exacto de los tipos de movimientos voluntarios.

La electromiografía representada por el estudio de la kinesiología de la musculatura temporomandibular en acciones masticatorias.

Con la electromiografía han realizado análisis de los ti-

pos de deambulación y de músculos de la extremidad inferior y una reevaluación de la actividad muscular respiratoria.

Es evidente la aplicación de la electromiografía en medicina legal y laboral, ningún paciente puede ocultar un potencial de fibrilación. Una vez el paciente es sometido al examen no puede ejercer influencia sobre los resultados.



## CAPITULO VI

### 6. ELECTROMIOGRAFIA EXPERIMENTAL EN MUSCULOS MASTICADORES DESDE 1950 - 1985

- En 1950 (julio), Roberto Edison (Canadá) realizó un análisis electromiográfico de algunos músculos involucrados en el movimiento de la ATM, en niños y adultos libres de alteraciones. Concluyó que no se encuentran cambios en la función muscular en dentición temporal y permanente solamente mínima alteración de los músculos temporal y pterigoideo interno debido a la mala posición de los dientes durante la dentición mixta.
  
- En enero de 1960, Ramjord (Michigan), seleccionó 34 pacientes con bruxismo severo y les hizo estudios electromiográficos y clínicos antes y después del ajuste oclusal; la discrepancia entre relación céntrica y oclusión céntrica , produce contracciones fuertes y sostenidas de los músculos

temporal y masetero; durante la masticación los ajustes eliminaron el bruxismo. La electromiografía fue muy útil en el registro de interferencias oclusales.

- En 1966, Mac Namara (Los Angeles) tomó registros electromiográficos de 10 pacientes con disfunción de ATM y con placas oclusales logró reducir el tiempo del período silente que le sirvió como ayuda diagnóstica para indicar el tratamiento más efectivo.
- En 1969, Hans Graf (Zurich), combinó registros electromiográficos en músculos de cierre y análisis telemétricos sobre los primeros molares y determinó 2 factores de bruxismo, desarmonía oclusal y tensión.
- En 1970, Mc Call (New York), midió los períodos silentes durante la contracción de los músculos mandibulares y demostró que entre más severos son los dolores a nivel de ATM más largo es el período silente registrado en la electromiografía que se redujeron luego de diferentes tipos de tratamiento.
- En 1976, Dilewska (Polonia), realizó investigaciones electromiográficas sobre los músculos de la masticación en

pacientes con miartropatías. Los registros se tomaron antes y después del tratamiento protésico. Los pacientes presentaban sintomatología dolorosa. Se utilizaron electrodos de aguja en las áreas dolorosas del masetero y temporal bilateral. Posterior al tratamiento se obtuvieron registros de actividad regular desapareciendo la sintomatología al reconstruir el plano oclusal y distribuir las fuerzas oclusales.

"El período silente detectado en la electromiografía está relacionada con el grado de distensión del sistema muscular, es una pausa o inactividad eléctrica durante la contracción voluntaria".

- En 1976, Gakuho (Japón), observó en la electromiografía los movimientos de los músculos masticadores con oclusión normal, induciendo fatiga muscular por tensión isométrica. Se tomaron registros antes y después de inducirle la fatiga, con electrodos de superficie sobre el temporal y masetero, un test similar se hizo en el músculo bíceps para concluir que los músculos de la masticación trabajan bajo la cooperación sincronizada diferente a la acción muscular individual de otras regiones como el bíceps.

- En 1976, Sven Erik Widmalm, (Suecia) en un estudio electromiográfico de pacientes con disfunción de ATM, concluyó que el período silente fue más prolongado en pacientes con disfunción de ATM que en pacientes libres de ésta.
  
- En 1976, Crane (Michigan), hizo estudios electromiográficos y clínicos en pacientes con disfunción y otros sin alteración de la ATM se tomaron los registros en el temporal, masetero y vientre anterior del digástrico. A los pacientes afectados se les colocó placas oclusales. En los pacientes sin disfunción no se encontró variación en los registros, en el otro grupo hay notable reducción del período silente relacionado con la sintomatología dolorosa.
  
- En 1977, Yemen (Inglaterra), colocó simultáneamente electrodos de superficie y de aguja en masetero y temporal y se registró en el electromiograma y concluyó que los electrodos de superficie son incapaces de detectar la actividad eléctrica y bajos niveles de actividad muscular.
  
- En 1977, Palla's y Galval, con electrodos de superficie partiendo de una señal eléctrica, se obtuvo una señal acústica al realizar la contracción muscular, permitiendo apreciar la existencia de la actividad en personas que por tener lesio-

nes nerviosas, carecen de medios para recoger la información.

- En 1977 Mac Namara y Patrick Crane, (Michigan), trabajaron en pacientes con dentición completa y sin sintomatología de los ATM, en unos se incrementó el esfuerzo muscular y en los otros se aumentó la dimensión oclusal. En las dos situaciones se aumentó la duración del período silente.
- En 1979, Bayley y Asg (Suecia), tomaron pacientes con síndrome ATM, y tomaron registros de los períodos silentes de los músculos masticadores y concluyeron que la duración del período silente se incrementaba con el índice de disfunción.
- En 1979, Arturo Mans y Rodolfo Mirales (Chile), estudiaron la relación entre la fuerza electromiográfica y la elongación muscular durante contracciones isométricas desde 7 mm. hasta apertura máxima. Demostraron que para cada sujeto hay una elongación muscular óptima, en la cual el masetero desarrolla altamente fuerza muscular.
- En marzo de 1980, Bengt Ingervall y Bjorn Hedegard

(Suecia) estudiaron con electromiografía la actividad de las porciones anteriores y posteriores de los músculos masetero y temporal y de los labios superior e inferior en pacientes con dentaduras completas. Los registros fueron hechos cuando todos los pacientes tenían dentaduras viejas y 6 meses después fueron reemplazadas por nuevas, la actividad muscular se estudió en la posición postural, durante la masticación y deglución y oclusión máxima. Durante la oclusión máxima la actividad muscular fue menor que en pacientes con dientes naturales y con prótesis nuevas. No hubo diferencia de la actividad muscular durante la masticación con dentaduras viejas y nuevas. Pero fue menor en pacientes con dientes naturales. Los labios no fueron activos durante la masticación en portadores de dentaduras completas.

- En abril de 1980, Mr. Moinj y N.D. Mohl, estudiaron el efecto de las placas acrílicas en los períodos de silencio de los músculos mandibulares y concluyeron que hay aumento del período de silencio relacionado con la placa maxilar plana de mordida, pero la parte palatina de la placa no influye en la duración del período de silencio. La inserción de la parte anterior y posterior en la placa, causa un aumento de la duración del período de silencio

comparando con oclusión céntrica. Aumentando la dimensión vertical de la oclusión no cambia la duración del período de silencio, pero si aumenta con la severidad de los síntomas de la ATM y por una expansión palatina rápida y pacientes con tratamientos ortodónticos.

La dentadura completa inmediata, tiene períodos de silencio aumentados, comparados con la duración pre-extracción.

- An abril de 1980, Hiroo Kotani y Yasuyuki Kawasoe (Japón). Hicieron un estudio para el diagnóstico electromiográfico del síndrome de disfunción miofacial dolorosa (MPD) caracterizado por espasmo muscular, causado por fatiga muscular.

En pacientes con MPD mostraron cambios en los registros electromiográficos durante la estimulación muscular eléctrica y terapia con placa y más altas que en sujetos saludables. El procedimiento más simple para el diagnóstico del síndrome MPD es comparar los registros de éstos con los sanos. La electromiografía permite una medida cuantitativa del mejoramiento o recuperación del síndrome MPD.

- En mayo de 1980, Yasuyuki Kawazoe y Hiroo Kotani (Ja-

pón), estudió el efecto de las placas en la actividad electromiográfica de los músculos maseteros durante el máximo apretamiento en pacientes con síndrome de disfunción miofacial dolorosa (MPD).

Las actividades electromiográficas del músculo masetero durante la contracción voluntaria con y sin placas estabilizadoras maxilares observadas en pacientes con síndrome MPD unos con interferencias oclusales y otros sin interferencias. La actividad del músculo masetero es más reducida en pacientes con síndrome MPD durante el apretamiento máximo con placas que en aquellos pacientes sin placas que en sujetos sanos. La eliminación de las interferencias oclusales por medio de placas oclusales podría reducir el grado de información sensorial de los receptores periodontales durante el apretamiento nocturno, reduciendo la actividad del músculo masetero, el cual produce relajación.

- En marzo de 1981, McCall E.N. Gale y A.A. Uthman. La variabilidad de los períodos de silencio en la electromiografía aumentó con la severidad sintomática en los pacientes con disfunción de ATM.
- En mayo de 1981, Eiko Mushimoto y Harayasa Mitani (Ja-

pón). En estado preanestésico la latencia de la respuesta excitatoria maseterina no cambió con la intensidad del golpe en la mandíbula. La respuesta no desapareció después de la anestesia, concluyendo que la respuesta podría ser un complejo originado en el huso muscular de los levadores y en cierto sector de las estructuras que circundan el diente.

- En febrero de 1985, Arturo Manns, Rodolfo Miraller y Francisco Qumsille, estudiaron la influencia de la dimensión vertical en la actividad electromiográfica del músculo masetero en pacientes con disfunción mandibular. Las placas oclusales fueron ajustadas a diferentes dimensiones verticales y usadas para escoger la influencia de ésta en el incremento de la actividad electromiográfica del masetero se dividieron al azar en tres grupos : Grupo 1, 1mm de dimensión vertical oclusal, Grupo 2, 4.25 mm. promedio y Grupo 3 un promedio de 8.25 mm. Al final de la tercera semana del tratamiento hubo reducción de la actividad electromiográfica en los grupos 2 y 3. El uso a corto término de placas oclusales con altura vertical mayor que la distancia interoclusal fisiológica, lo cual no resultó en un incremento de la actividad electromiográfica masetera.

El aumento de la dimensión vertical, hasta obtener una dimensión vertical de actividad electromiográfica mínima, siendo así una vía muy efectiva para reducir actividad muscular.

- En septiembre de 1985, Yamado, Sthler y K. Ishaika, hablaron sobre el análisis real de electromiografía en la clínica odontológica. La adquisición de datos satisfactorios y los análisis computarizados es todavía cuestión investigativa. Datos cuantitativos bajo condiciones de stress, ha sido muy necesario para el desarrollo de un sistema de microcomputador capaz de medir automáticamente el estímulo y la respuesta de la mandíbula y así suministrar bases para diagnósticos avanzados en odontología.

- Electromiografía antes y después del ajuste oclusal.  
El objetivo del estudio es mostrar la utilidad y factibilidad de la técnica de registros electromiográficos en el diagnóstico de la enfermedad oclusal y en el control de los cambios inducidos en el sistema masticatorio por medio del ajuste oclusal, y comprobar su eficacia, observando si se logra una reducción de los síntomas detectados por el examen clínico y registros electromiográficos de los músculos masetero y temporal en diferentes posiciones mandibulares.

Después de realizar una buena historia clínica se les tomó registro de la actividad muscular del masetero y temporal derecho e izquierdo y en condiciones no modificadas de desarmonía oclusal. Para luego comparar después de realizar el ajuste oclusal, se colocan los electrodos sobre los músculos y se obtuvieron los diferentes registros de los músculos. Al terminar el tratamiento y habiendo hecho controles post-tratamiento, se hicieron los electromiogramas, se comparan los datos pre y post-tratamiento.

Entre los tratamientos está la colocación de placas neuromiorelajantes y con el estudio se notó que la placa mientras estaba colocada reducía la actividad eléctrica.

## CONCLUSIONES

La principal contribución que se ha logrado a través de la electromiografía, ha sido llegar a utilizarla como el mejor método de ayuda para dar un diagnóstico de la manera más acertada y así lograr un pronóstico y un tratamiento muy conciso y exacto que lleve a erradicar el problema desde su raíz o punto de origen.

Es muy provechoso para observar la eficacia de los diferentes tratamientos, haciendo una comparación de los registros obtenidos antes y después de su realización.

Tratamientos como el ajuste oclusal, rehabilitación, ortodoncia y otras ramas. En cuanto al ajuste oclusal, se concluyó que las placas oclusales eran una forma eficiente de tratar las disfunciones neuromusculares de la ATM y de todo el sistema estomatognático.

En rasgos generales, la electromiografía detecta la denervación, los músculos y su distribución anatómica en relación con el curso clínico y las unidades motoras anormales que son caracterís-

ticas de una miopatía.

Al realizar la revisión de todos los datos, se concluyó que rara vez el registro electromiográfico puede dar un diagnóstico definitivo de una determinada afección. La mayoría de las veces, su utilización es como ayuda de diagnóstico, por lo tanto, ningún signo ni patrón electromiográfico puede considerarse patognomónico, pero si registros muy reales, porque nunca su información podrá ser falsa, ya que es una corriente eléctrica generada por la actividad biológica o patológica del músculo, en donde el individuo no tiene ninguna influencia, pues generalmente son actos no volutivos.

El mayor problema que ha impedido su utilización o integración al medio clínico odontológico como un examen rutinario, es el de los elevados costos que se requieren para la adquisición de toda la aparatología necesaria para su realización.

A esto se suma la forma de interpretación correcto, ya que sus registros se prestan para muchas confusiones. Solamente se logra buen análisis a través de la experiencia con la adquisición de un buen criterio clínico que permita diferenciar un registro normal de un anormal.

Gracias a la tecnología electrónica, su evolución ha sido cada vez mayor, por lo tanto ha conllevado a la sofisticación de todos los procesos electromiográficos, llegando a lograr una tecnificación mucho más precisa y efectiva, como es la aplicación de microcomputadores en esta rama, permitiéndonos llegar a zonas donde nunca se había llegado por cualquier otro procedimiento.

Espero que todo esto estimule a interesarse y empaparse muy bien por la electromiografía siendo necesario que se tome conciencia de la importancia que ésta encierra. Porque estoy segura que este tipo de examen es una ayuda de diagnóstico completo, que brindará soluciones a muchos problemas que no han llegado a su investigación y clarificación completa, para que así con el tiempo se convierta en un examen obligatorio en todos los campos relacionados con la electromiografía.



A N E X O S

FIGURA 1

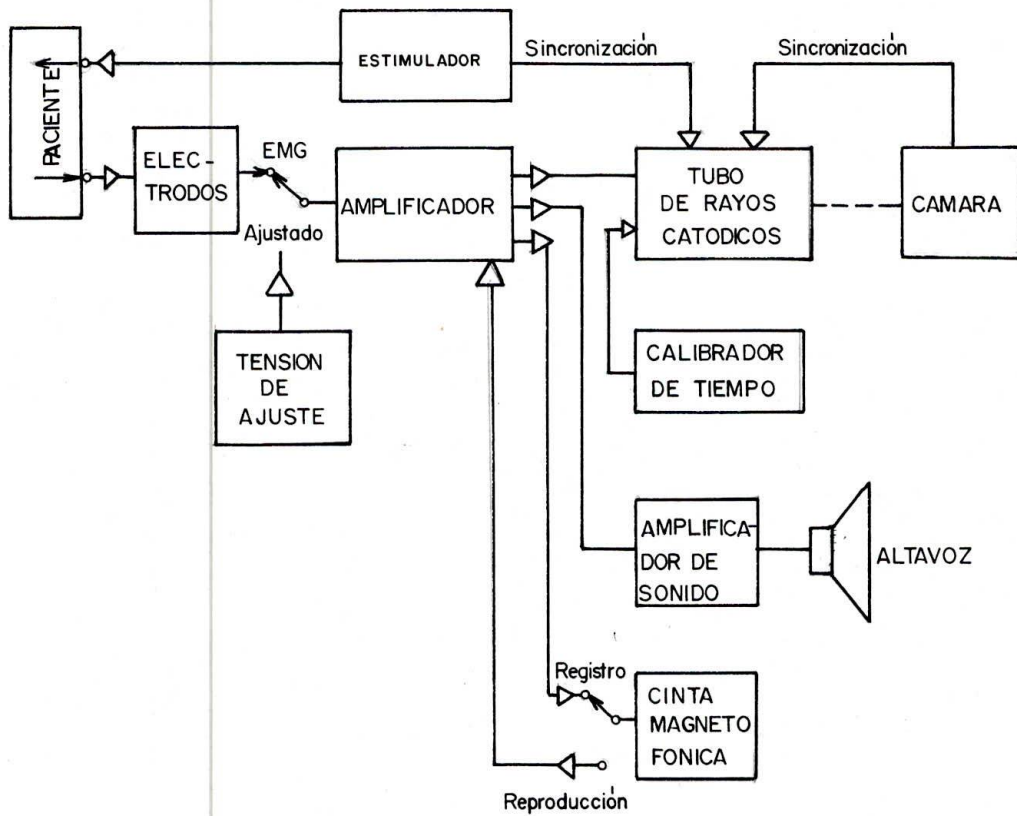
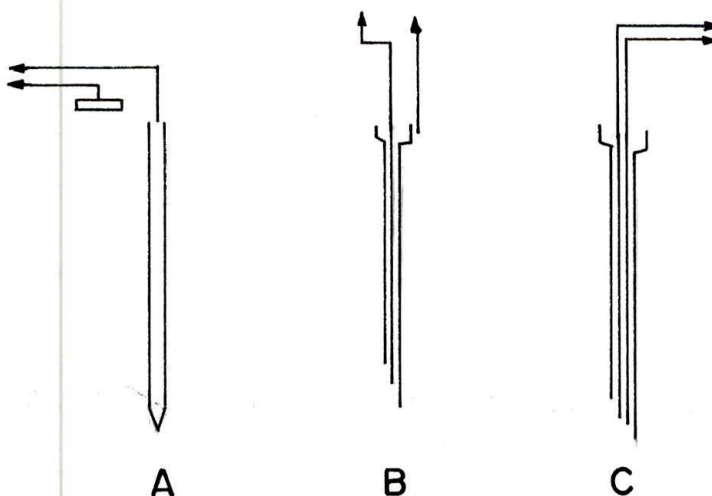


Diagrama en bloques de un electromiógrafo.

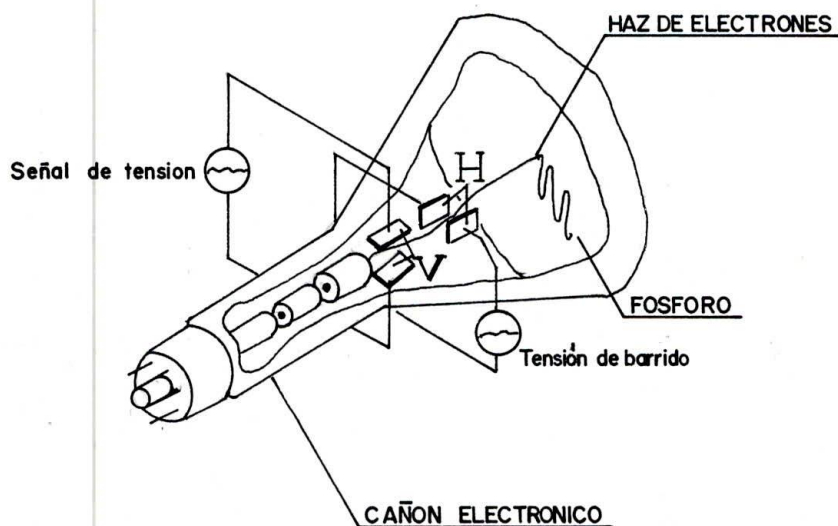
FIGURA 2



Representación esquemática de los diferentes tipos de electrodos de aguja utilizados en electromiografía.

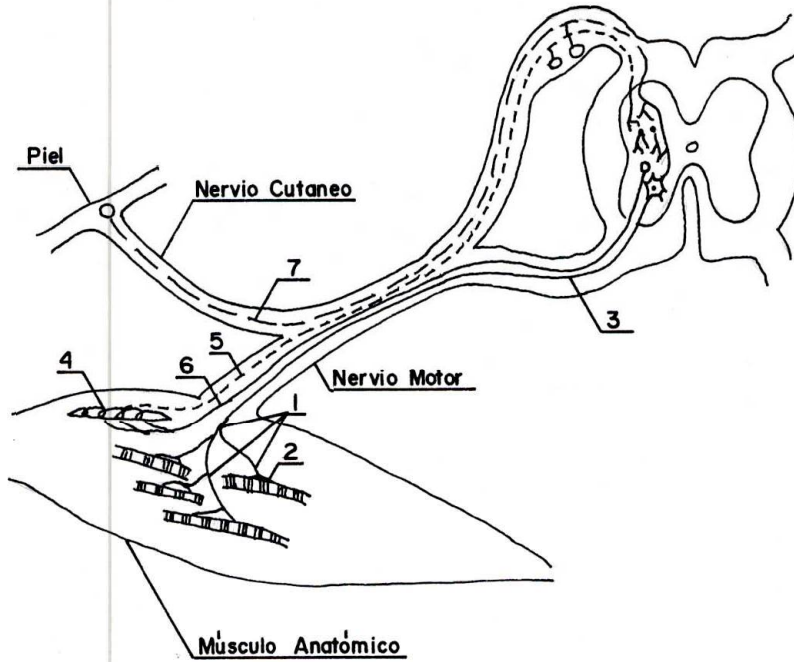
- A. Monopolar.
- B. Aguja coaxial simple
- C. Aguja coaxial doble

FIGURA 3



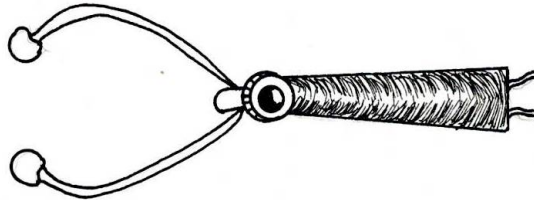
Tubo de rayos catódicos. H, placas de desviación horizontal; V, placas de desviación vertical.

FIGURA 4



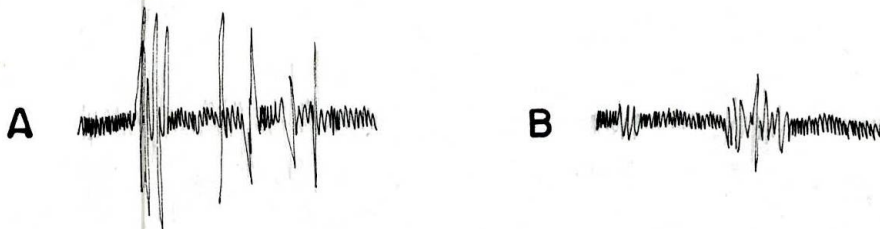
Esquema de la inervación somática del músculo de un mamífero. 1, ramificación intramuscular de una gruesa fibra motora a las fibras musculares; 2, placas motoras terminales; 3, gruesa fibra motora eferente; 4, huso neuromuscular; 5, gruesa fibra nerviosa eferente del huso muscular; 6, fibra nerviosa eferente fina para el huso neuromuscular; 7, fibra nerviosa eferente de la terminación sensitiva cutánea.

FIGURA 5



Electrodo bipolar, percutáneo con dos polos que pueden separarse a voluntad manteniéndose en posición gracias a un tornillo.

FIGURA 6



Potenciales polifásicos o complejos.

A. Una unidad motora polifásica seguida por varias unidades motoras.

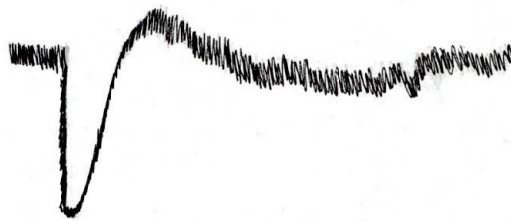
B. Dos unidades motoras polifásicas "nacientes".

FIGURA 7



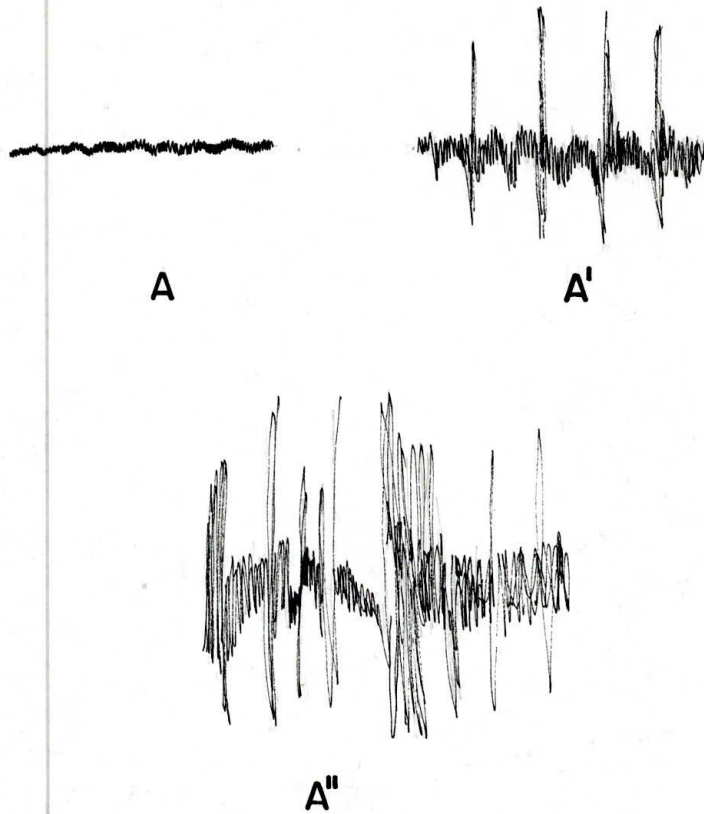
Potenciales de fibrilación

FIGURA 8



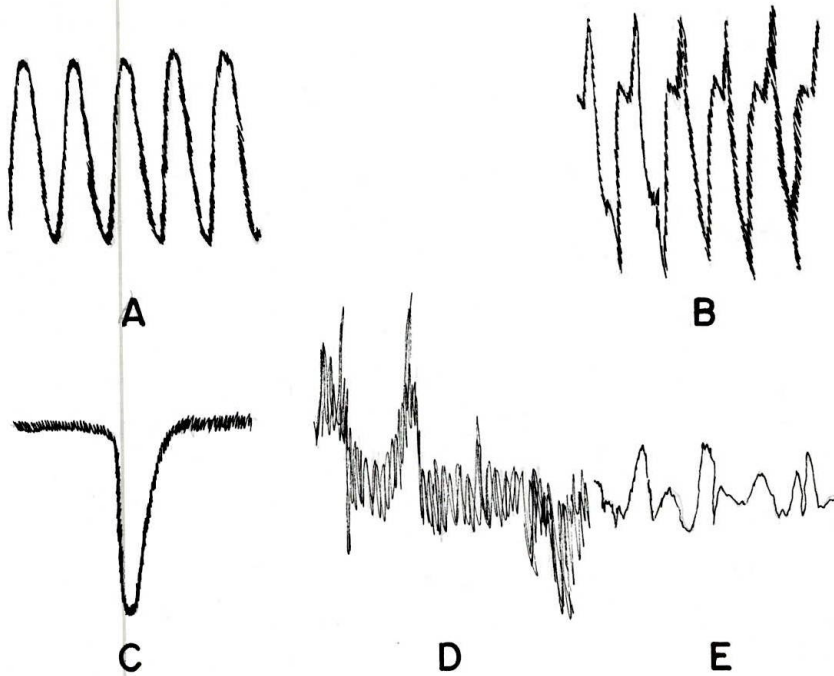
Potencial Positivo

FIGURA 9



Electromiogramas normales. A. Reposo línea isoelectrica. Las pequeñas deflexiones representan el "ruido" sin significado clínico que no siempre puede eliminarse del aparato. A' Ligera contracción voluntaria; sólo interviene un número escaso de unidades motoras normales. A". Contracción máxima, interviniendo un gran número de unidades motoras (normales).

FIGURA 10



Principales artefactos observados en electromiografía. A. Corriente doméstica de sesenta ciclos. B. Interferencias de un generador eléctrico próximo. C. Latido cardíaco. D. Movimientos del electrodo cutáneo. E. Contacto flojo del electrodo cutáneo.



T0101  
Trabajo de Grado  
Ejemplar 1



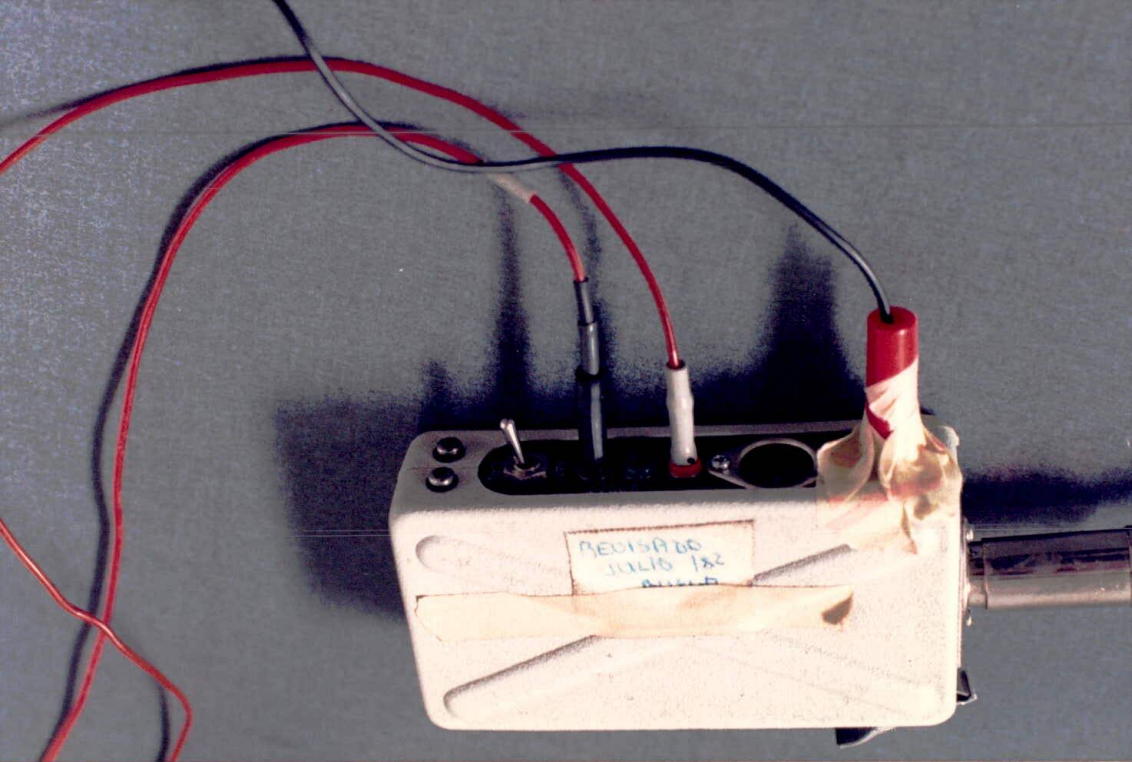
T0101



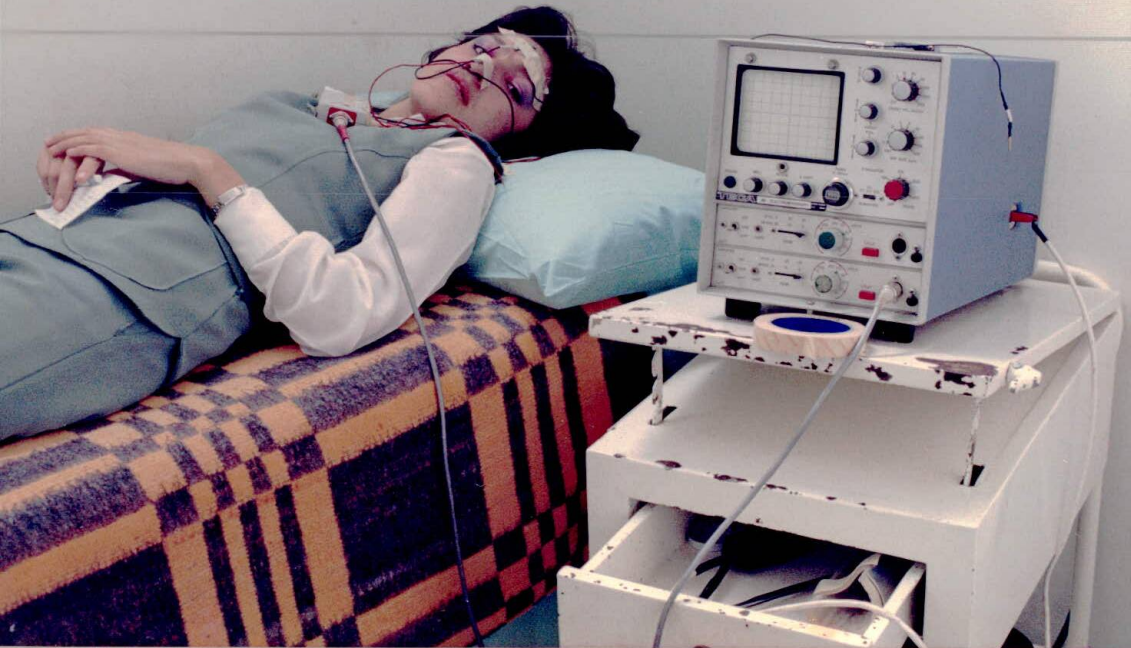
Fotografía # 1 ; Aparatología para la  
Electromiografía.



Fotografía # 2 : Electrodo de superficie ( disco y argolla ) y electrodo de tierra.



Fotografía # 3 : Caja estimuladora.



Fotografía # 4 : Electrodo en posición para tomar la velocidad de conducción del Nervio Facial.