



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**COMPARACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA DE PACIENTES
SANOS Y BRUXÓPATAS.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JUAN ESTEBAN ARENAS QUEVEDO

TUTOR: C.D. NICOLÁS PACHECO GUERRERO

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A MIS PADRES

Gracias Mama por haberme dado la vida, por darme el amor, la paciencia, la confianza y el impulso para lograr esto.

Gracias Papa por ser más que mi padre un gran amigo que me ha dado apoyo cuando más lo he necesitado.

A MI HERMANA

Gracias por haber crecido a mi lado y ser partícipe de mi vida, ahora que inicias tu familia te deseo lo mejor, antes de terminar este trabajo llego a nuestra familia Marianita se que Tu y Juan serán los mejores padres, y espero sean una gran familia.

A MI HIJA

Gracias por existir eres el más grande aliento en mi vida, este logro es para ti.

A MI ESPOSA

Tengo mucho que agradecerte, el amor que me has dado, tu compañía y por haberme dado el mejor regalo, mi hija.

Al Dr. Nicolás Pacheco Guerrero

Gracias doctor por apoyarme en este último paso, por sus ideas, por su compromiso con la docencia y por ser un extraordinario ser humano, no solo yo estoy agradecido sino todos los alumnos que hemos pasado por sus clases.

Al Dr. Alberto Enrique Nuño Licon (Investigador)

Gracias por su tiempo, y su empeño entregado a este trabajo.

A la Mtra. María Luisa Cervantes Espinosa

Gracias doctora por ser una guía, en este momento que se culmina un sueño, años de estudio y trabajo, gracias por explotar las capacidades de todos en base a su esfuerzo y compromiso con todos nosotros.

A MIS MAESTROS

Gracias a todos lo que dan la vida por la docencia y nos han enseñado el difícil pero hermoso arte de la odontología.

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA Y LA UNIVERSIDAD

A todos gracias.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	07
II. MARCO TEÓRICO	09
ESTRES	09
Definición	09
Clasificación	10
Estrés y enfermedad	10
Estrés y odontología	10
Estrés y mioartropatía	11
BRUXISMO	13
Definición y epidemiología	13
Concepto de carga y sobrecarga en biología	14
Etiología	14
Factores psíquicos	14
Factores externos	15
Bruxismo asociado al sueño	16
Actividad muscular en bruxismo	17
Duración de los episodios de bruxismo	17
Posición durante el sueño y episodios de bruxismo	18
Diagnóstico	18
Monitoreo	18
MÚSCULOS MASTICADORES PRIMARIOS	20
Músculo temporal	20
Músculo masetero	22
Músculo pterigoideo medial	24
Músculo pterigoideo lateral	26
ELECTROMIOGRAFÍA	28
La unidad motora	29
Motoneurona	30



Electromiografía de superficie	31
Carga eléctrica	33
Diferencia de potencial, tensión eléctrica y voltaje	33
Intensidad	34
Resistencia	34
Frecuencia	35
Instrumentación	35
Impedancia	37
Amplificación diferencial y modo común de rechazo	40
Filtrado de la señal electromiográfica	41
<i>Tipo de display para visualizar las señales</i>	43
Cuantificación de la señal electromiográfica de superficie (SEMG)	45
Ruido y artefactos	46
Especificaciones de los instrumentos de SEMG	48
Nivel de ruido del instrumento	48
Rango	49
UTILIZACIÓN CLÍNICA DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE (SEMG)	51
Ventajas e inconvenientes de la electromiografía de superficie	52
Electrodos	52
Ruidos	54
Estructura del electrodo	54
Conductores eléctricos	55
El amplificador	56
Filtros	56
Colocación de los electrodos	57
Limpieza de la superficie	57
Ubicación de los electrodos	57



Visualización y archivo de los registros	63
Estudios estáticos	64
Estudios dinámicos	66
Gráficos más comunes	67
Fuerza de masticación	70
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	73
IV. JUSTIFICACIÓN	73
V. OBJETIVOS	74
5.1 General	74
5.2 Específicos	74
VI. HIPÓTESIS	74
VII. METODOLOGÍA	75
7.1 Material y método	75
7.2 Tipo de estudio	77
7.3 Población de estudio	77
7.4 Muestra	77
7.5 Criterios de inclusión	77
7.6 Criterios de exclusión	78
7.7 Variables de estudio	78
7.8 Casos	78
VIII. RECURSOS	93
8.1 Humanos	93



8.2 Materiales	93
8.3 Financieros	93
IX. PLAN DE ANÁLISIS	94
X. RESULTADOS	97
XI. DISCUSIÓN	104
XII. CONCLUSIONES	106
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108



I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día todos vivimos a mil por hora. Y todos vivimos con estrés y ansiedad. El estrés puede provenir de cualquier situación o pensamiento que lo haga sentir frustrado, furioso o ansioso. Lo que es estresante para una persona, no necesariamente es estresante para otra. El estrés es una parte normal de la vida de toda persona, y en bajos niveles es algo bueno, ya que motiva y puede ayudar a las personas a ser más productivas. Sin embargo, el exceso de estrés o una respuesta fuerte al estrés, es dañino. Esto puede predisponer a la persona a tener una salud general deficiente. Al igual que enfermedades físicas y psicológicas.

Los tejidos de la articulación temporomandibular, así como los demás elementos del sistema estomatognático se encuentran normalmente protegidos por reflejos nerviosos básicos y por el control neuromuscular a través de la coordinación de las fuerzas musculares. Por tanto, todo lo que pueda producir sobrecarga muscular repetitiva como las interferencias oclusales, los estados psíquicos y los hábitos parafuncionales pueden ocasionar desórdenes en el sistema estomatognático, generalmente conocidos como disfunción temporomandibular.

El comportamiento de la función muscular durante el bruxismo, así como la etiología y naturaleza de esta patología, ha sido objeto de estudio a lo largo de muchos años. El bruxismo se define como la actividad parafuncional caracterizada por rechinar y apretar con los dientes de manera habitual, repetida e inconsciente fuera de los movimientos funcionales de la masticación y la deglución. Más recientemente, se ha descrito este fenómeno como una actividad motora orofacial durante el sueño, que se caracteriza por contracciones repetidas y sostenidas de los músculos elevadores de la mandíbula.



El bruxismo tiene un gran poder patogénico y su mayor relevancia radica en la frecuencia con que se presenta y en los severos daños que provoca en el músculo, los dientes, el periodonto y en la articulación temporomandibular (ATM).

El tono muscular puede aumentar cuando existe, tensión emocional o nerviosa o por interferencias oclusales, lo que sucede es que en estas situaciones se produce una mayor estimulación del sistema gamma eferente, el cual se relaciona con el incremento de la actividad muscular. El sistema límbico y el hipotálamo pueden contribuir a su incremento.

El método más común en la antigüedad para el estudio de la función muscular fue la disección, basándose en el origen e inserción de los músculos. También se ha utilizado la estimulación eléctrica y las observaciones clínicas durante y después de intervenciones quirúrgicas y accidentes. A pesar de que estos métodos en su momento proporcionaron valiosa información respecto a la función muscular, el uso de la electromiografía ha producido interesantes y prometedores resultados, ya que se puede cuantificar de manera precisa la actividad muscular.

La electromiografía (EMG) consiste en el registro de los cambios de voltaje que se producen en las fibras musculares durante la contracción muscular. Este método ha trascendido de sus aplicaciones médicas clásicas en Neurología, Miología y Neurocirugía a nuestro campo odontológico, con el objetivo de evaluar el funcionamiento del aparato masticatorio o los resultados de tratamientos correctivos, cirugía ortognática o patologías en las que se encuentran involucradas estructuras Craneofaciales.

Por estas razones nos motivamos a realizar el presente estudio para contribuir a los conocimientos sobre la función muscular en sujetos sanos y bruxopatas mediante el uso de registros electromiográficos.



II. MARCO TEÓRICO

ESTRÉS

El término estrés se ha popularizado sin que la mayoría de la personas tengan claro en qué consiste el mismo. El estrés forma parte de nuestra común experiencia humana, no obstante esta unido a una variedad de situaciones distintas: despertar emocional, esfuerzo, fatiga, dolor, temor humillación e incluso un gran éxito inesperado.

Todos esos estados son capaces de producir un estrés, pero ninguno, considerado aisladamente, puede ser definido como la única causa, valorando esta situación podemos asegurar que el estrés es un fenómeno multifactorial y multidisciplinario, por eso la gran cantidad de definiciones alrededor del estrés según el efecto que causa en cada una de las artes médicas y sociales.¹

– Definición

El término “estrés” en el uso corriente, indica el efecto negativo que un acontecimiento crítico produce sobre la condición somática o psíquica o somato-psíquica de un individuo. Sin embargo, su uso no siempre es único: algunas veces con el termino estrés se identifica la reacción del organismo a determinados eventos externos, otras veces, en cambio, se indican los acontecimientos externos que provocan aquella reacción interna. Por la claridad conceptual y metodológica aquí se han adoptado las siguientes acepciones: los factores desencadenantes o dañinos son definidos eventos o agentes estresantes mientras la reacción del organismo a estos eventos estresantes es definida reacción del estrés. El termino estrés es utilizado en su acepción más general.²



– Clasificación

Las clasificaciones que se pueden realizar del concepto estrés son múltiples y fundamentalmente, dependen del punto de vista que adopte.

Entre los distintos intentos de clasificación se encuentran el realizado por Selye. Este investigador contemplaba al estrés, al menos inicialmente, como una “activación” fisiológica inespecífica. Sin embargo, a una edad ya avanzada (1974), reconoció la inexactitud de su propuesta y, de hecho, realizó un primer intento en clasificar el estrés, diferenciando entre: Distres o estrés negativo, que estaría asociado a una emocionalidad negativa, así como al desarrollo de alteraciones fisiológicas considerables. Y Eustres o estrés positivo, es asociado a la vivencia de emociones gratificantes, así como a la promoción de un estado físico saludable.^{1,2}

– Estrés y enfermedad

La hipótesis que una acción intensa y duradera de los eventos estresantes produzca consecuencias sobre el estado de salud físico y psíquico, es uno de los motivos de base en las investigaciones y estudios del estrés. Existen diversos datos que parecen atribuir al estrés como un factor corresponsable de la aparición de síntomas físicos y psíquicos: trastornos circulatorios o tumores, trastornos psíquicos. Además, el estrés se asocia desde hace tiempo a la aparición de infecciones virales, por ejemplo herpes simplex.^{1,3}

– Estrés y odontología

El concepto de estrés es importante para la odontología en tres diversas situaciones: la primera y que la mayoría, si es que no en un 100% de los pacientes, presenta es el estrés del mismo durante el tratamiento odontológico, la segunda situación va en caminata al estrés que presenta el profesional de la salud bucal, este estrés se puede deber a la sobrecarga de



trabajo, la situación social, falta de reconocimiento además de problemas de la vida privada. La tercera y última es referente al estrés como coadyuvante etiológico de los trastornos periodontales, orales y de mioartropatías.^{2,3}

– Estrés y mioartropatía

Existen diversas teorías sobre la etiología de la mioartropatía. Por mioartropatía del sistema masticatorio se entiende como un trastorno del sistema masticatorio que tiene su origen en la musculatura y/o en la articulación temporomandibular.

El estrés está presente en tres hipótesis teóricas que fundan la aparición de una mioartropatía evolutiva en los dientes sobre elementos psicológicos:

Emoción y expresión: Las contracciones de los músculos masticadores son un componente fundamental de modelos de comportamiento emocional y contribuyen, mediante los procesos de percepción del estado interior, o sea de las actividades fisiológicas internas, a la formación y conocimiento de las emociones. Una tensión de la musculatura masticatoria se constata en los momentos de agresividad, pero también de concentración a de control emocional, como en la represión del dolor o de las sensaciones indeseadas. Según esta teoría, las mioartropatías son el resultado de un proceso causal, una variante externa de un fenómeno de por si normal.

Personalidad: Las mioartropatías se presentan a menudo en sujetos con exasperada o desproporcionada ansiedad, depresión, auto agresividad y/o frustración.



Contracción de los músculos como mecanismo de reducción del estrés:

La manifestación de nuestras emociones está sujeta a un fuerte control inducido por el ambiente externo y la sociedad: aprendemos a no mostrar libremente nuestros sentimientos, frecuentemente reprimiéndolos. Esta inhibición a manifestar y expresar nuestras emociones puede provocar tensiones musculares crónicas. En el curso de la vida un sujeto puede aprender que contraer la musculatura sea un mecanismo idóneo para reducir el miedo, la inseguridad u otras emociones desagradables. Un comportamiento tal, corresponde a una reacción de evasión aprendida. Es claro en este punto, como los músculos masticadores pueden resultar “órgano blanco” y ser hiperactivos en diversas situaciones caracterizadas por sobrecarga psicológica.³



BRUXISMO

– Definición y epidemiología

Se entiende por bruxismo una actividad parafuncional caracterizada por rechinar y apretar con los dientes, cuya etiología se considera debida a una combinación de problemas relacionados con la presencia de algún tipo de desarmonía oclusal y factores psíquicos o de origen psicosomático que llegan a desencadenar toda la gama de patologías observables en la boca de los pacientes. Corresponden a hábitos masticatorios destructivos que generan abrasiones mayores al desgaste normal dentario, dichos desgastes corresponden a 30 micrones por año (0.3 mm en 10 años).³

El bruxismo es uno de los más prevalentes, complejos destructivos de los desórdenes orofaciales, se ha descrito presente en un 6 a 8% de la población de edad media y hasta en un tercio de la población mundial.

Otros han definido el bruxismo como el rechinamiento excéntrico de dientes, diferenciándolo del apretamiento ("clenching"), que se realiza en céntrica, el "clenching", a diferencia del bruxismo, desgasta más los dientes anteriores, el apretamiento en céntrica se ha descrito en un 20% de la población y probablemente son entidades diferentes.

La importancia del bruxismo radica en el deterioro dental de difícil tratamiento, exacerbación de dolor orofacial y los molestos sonidos de rechinamiento.

No existe un patrón caracterológico típico de los pacientes con bruxismo, sin embargo se ha postulado que pueden ser: impulsivos, extravagantes, irritables, pesimistas, temerosos, fatigables, pragmáticos, críticos, es decir con características inmaduras.⁴



– Concepto de carga y sobrecarga en biología

El sistema estomatognático está constantemente sometido y generalmente adaptado a fuerzas oclusales de diversa magnitud, dirección y frecuencia, éstas son controladas, transmitidas y disipadas por diversos mecanismos protectores, esto es denominado *carga*.

Las fuerzas adquieren el carácter de parafuncionales, cuando los movimientos fisiológicos de la musculatura esquelética se hacen crónicos y repetitivos, mientras más intensas, frecuentes y prolongadas son estas fuerzas, más pueden dañar los dientes, el periodonto u otras estructuras orofaciales, a esto lo consideramos como *sobrecarga*.⁵

– Etiología

Aún está indeterminada; pero varios factores se han considerado responsables de la presencia del bruxismo. Desde los primeros hallazgos al respecto se hablaba de posibles disturbios del sistema nervioso central, como lesiones de la corteza cerebral, disturbios de médula en hemiplejías de la infancia o parálisis espástica infantil, etc. Hoy en día, se considera que esta actividad parafuncional es posible en sujetos normales siempre y cuando existan algunos factores psíquicos, externos e internos, que solos o en combinación puedan dar lugar a este tipo de conducta.⁶

– Factores psíquicos

Definitivamente en la presencia del bruxismo hay un componente psicológico muy importante. Fue Tischler (1928) quien llamó la atención sobre este aspecto y usó el término de “Hábito oral neurótico”. Existe evidencia de un aumento de la tensión muscular por tensión emocional como la ansiedad.³



– Factores externos

Durante la masticación, en el momento de contacto de dientes, se produce una inhibición de la actividad muscular, mucho más marcada en el lado de trabajo que es precisamente el lado donde se desarrolla la mayor fuerza muscular. Los mecanismos de reflejos orales se encargan entonces de prevenir posibles daños en el sistema, y esto se logra a expensas de un aumento en la inhibición de la actividad muscular. Si los problemas oclusales exceden la capacidad de adaptación del sistema masticatorio, se pueden observar cambios muy marcados en esa actividad muscular. Así es como en ciertos pacientes con disturbios y desórdenes oclusales muy marcados, se puede encontrar una ausencia de cambios en su actividad muscular, mientras que en otros pacientes la presencia de un pequeño disturbio oclusal puede precipitar grandes cambios musculares.⁷

Existen varias estructuras en la parte superior del cerebro, como el núcleo amigdalóide y el sistema límbico, que al ser estimulados eléctricamente producen movimientos rítmicos bastante parecidos a aquellos que se producen durante el bruxismo. Así, se ha postulado que las tensiones nerviosas, que en el hombre se manifiestan precisamente en el bruxismo, se pueden originar parcialmente dentro del sistema límbico.⁸

El bruxismo que se efectúa durante el día o en momentos de conciencia plena del individuo ha sido relacionado neurofisiológicamente con estímulos periféricos anormales provenientes de las estructuras orales que crean alteraciones a nivel de la sustancia reticular.

Se han propuesto como causas mayores, las discrepancias oclusales y el stress emocional (enojo, miedo, agresividad, stress, frustración), actualmente no se considera como factor contribuyente principal y sólo parte de la etiología respectivamente.^{3,9}



Estudios clínicos y polisomnografías lo ha asociado a los trastornos del sueño, debido a la presencia de sueño ligero (micro despertares, a veces acompañados de complejos K en el electroencefalograma (EEG), EEG rápido y transitorio con actividad electromiográfica (EMG), y frecuentes cambios de estado de sueño. También se ha asociado a alteraciones de la química cerebral (sensitividad dopaminérgica).¹⁰

– Bruxismo asociado al sueño

Parece apropiado reconocer como cuadros completamente diferentes al bruxismo diurno y el que, está asociado al sueño.

El bruxismo nocturno es una actividad motora orofacial durante el sueño caracterizada por contracciones fásicas y tónicas de los músculos elevadores mandibulares. La asociación de desórdenes del sueño y despertar lo considera una parasomnia primaria del estado de sueño no específico. Es la tercera parasomnia más frecuente.⁵

Las parasomnias son eventos físicos indeseables que ocurren exclusiva o predominantemente durante el sueño, generalmente motores o autónomos asociados a varios grados de despertar. Mientras el sonambulismo, temor nocturno, enuresis, sueño inquieto disminuyen con la edad, el movimiento de piernas, somniloquia y bruxismo permanecen prevalentes en la adolescencia y adultez.

La fase del sueño durante la cual se da el bruxismo, principalmente es la fase Rapid Eye Movement (movimiento rápido del ojo) o fase REM, mientras que otros sugieren que el bruxismo nunca aparece durante el sueño REM. Hay estudios que indican que tienen lugar episodios de bruxismo durante el sueño REM y durante el sueño no REM, aunque la mayoría se asocian con las fases 1 y 2 del sueño NO REM poco profundo. Los episodios



de bruxismo se asocian con un paso de un sueño más profundo a uno menos profundo, como puede apreciarse si se dirige un destello de luz a la cara de una persona dormida. Se ha demostrado que esta estimulación induce un rechinar de los dientes. La misma reacción se observó después de estímulos acústicos y táctiles. Así pues, este y otros estudios han indicado que el bruxismo puede estar estrechamente asociado con las fases de despertar del sueño.

Según algunos autores, la privación de las etapas 3 y 4 del sueño NO REM, en individuos sanos, no interactúa con la actividad EMG del masetero o dolor muscular al amanecer.^{8,9}

- Actividad muscular en bruxismo

Está demostrada la relación entre bruxismo y actividad electromiográfica de los músculos maseteros y temporales. Quienes bruxan tienen 4 veces más contracciones del masetero que los pacientes sanos, además quienes bruxan contraen 1 masetero 1 segundo antes que el masetero opuesto, a diferencia de quienes aprietan en céntrica, que contraen ambos maseteros simultáneamente.⁵

- Duración de los episodios de bruxismo

Los estudios del sueño también revelan que el número y la duración de los episodios durante el sueño es muy variable, no sólo en distintas personas, sino también en un mismo individuo. Clarke y col, describieron que los episodios de bruxismo se daban en un término medio de cinco veces durante todo un período de sueño, con una duración media de unos 8 segundos por episodio.³



– Posición durante el sueño y episodios de bruxismo

Algunos estudios indican que se dan más episodios de bruxismo al dormir en posición supina o decúbito dorsal y no en posición de sims o lateral. Los individuos con bruxismo tienen más movimientos corporales durante el sueño que quienes no lo hacen, especialmente los de corta duración (menos de 5 seg.) y no tiene periodicidad.^{8,9}

– Diagnóstico

El diagnóstico se basa en la presencia de los siguientes signos y síntomas:

- Sonidos dentales
- Facetas de desgaste dentario no compatibles con desgaste funcional
- Desgaste ocupacional
- Reflujo gastroesofágico

Sumados a uno o más de los siguientes hechos:

- Cefalea temporal.
- Fatiga o rigidez de músculos masticatorios al despertar.
- Desplazamiento discal con o sin reducción témporomandibular al despertar.
- Dientes hipersensibles.
- Hipertrofia maseterina.

– Monitoreo

El monitoreo se puede realizar bajo aparatos electrónicos portátiles. En el laboratorio de sueño: polisomnografía con o sin EEG (Electroencefalograma), EMG (Electromiografía), etc. En este tipo de monitoreo se diferencia mejor el bruxismo de otras actividades motoras



orofaciales (mioclonus, tics, somniloquia, ruminación), epilepsia, apnea del sueño, despertamientos periódicos.^{3,9}



MÚSCULOS MASTICADORES PRIMARIOS

– *Músculo temporal*

El músculo temporal, en forma de abanico, ocupa la fosa temporal, afectando su forma y sus dimensiones.

Se encuentra constituido por tres grupos de fibras claramente diferenciadas, que se insertan, por su porción superior, en los huesos frontales, esfenoides, temporal y parietal, mientras que por su porción inferior se insertan en la apófisis coronoides de la mandíbula. A su vez, este músculo posee dos planos, uno superficial y uno profundo, comenzando su inserción de soporte, que es multipinada en la línea temporal inferior y continuando en toda la superficie de la fosa temporal.¹¹

En esta región, las fibras se distribuyen en tres orientaciones distintas, razón por la cual los anatomistas han descrito fascículos de acuerdo a estas orientaciones. Desde el punto de vista dinámico, los tres fascículos, anterior, medio y posterior, nos demuestran claramente las distintas funciones que les toca cumplir durante los movimientos mandibulares.

Existen también inserciones de soporte en la cara interna de la aponeurosis temporal que la recubre, en la cara interna del arco cigomático y en el tendón de inserción del músculo masetero.

Las fibras anteriores de este músculo son casi verticales y, por su actividad postural, intervienen para mantener cerrada la boca, en sinergismo con el fascículo profundo del músculo masetero y con el músculo pterigoideo medial. Siendo sus antagonistas los músculos depresores de la mandíbula.

Los fascículos medios tienen una dirección oblicua e intervienen en la elevación y retrusión de la mandíbula y en la lateralidad hacia el mismo lado de contracción.¹²



Los fascículos posteriores que tienen una dirección casi horizontal son antagónicos en el cierre mandibular del masetero, desplazando la mandíbula hacia atrás.

La inserción de acción de este músculo se encuentra en la apófisis coronoides del maxilar inferior, sobre la cual se inserta en todo su contorno, siendo en la cara externa menos espeso, tratándose, por lo tanto, de una inserción del tipo unipinado.

Existen también inserciones de tracción en el comienzo de la línea oblicua interna de la mandíbula, las cuales tienen sus inserciones de soporte en el ala mayor de los esfenoides. De esta misma región, se desprenden fibras que luego de pasar por fuera del ligamento pterigomandibular continúan con las fibras inferiores del buccinador. Existen también fibras que se desprenden del tendón hacia el músculo buccinador.

La orientación de las fibras de este músculo hace presumir que el mismo interviene no solo elevando la mandíbula y en el movimiento de cierre, sino también por sus fibras posteriores en los movimientos de retrusión y en los de lateralidad.^{11,12}

Irrigación: Se hace la irrigación superficial por las dos ramas terminales de la arteria temporal superficial. La profunda se hace por la arteria temporal profunda media, que es colateral a la temporal superficial, y por las arterias temporales profundas anterior y posterior, que son ramas de la arteria maxilar interna.⁶

Inervación: Este músculo se encuentra inervado por tres ramas de la mandíbula (temporal profunda anterior, medio y posterior), el temporal profundo anterior se desprende del nervio bucal y el temporal profundo posterior procede de la división del nervio tempormaseterino.⁶ (Figura 1).¹¹

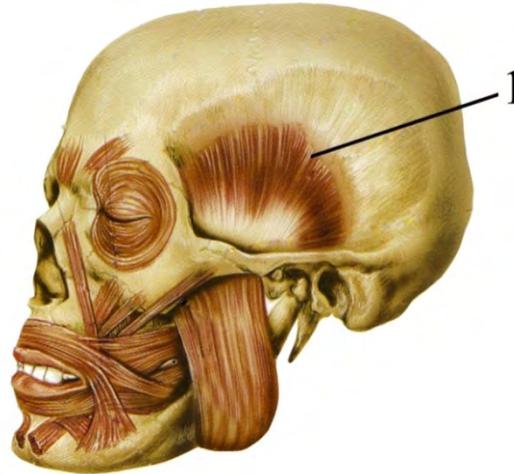


Figura 1 Músculo Temporal, señalado con el número 1.

– Músculo Masetero

Es un músculo cuadrilátero y potente, ubicado en la cara externa de la mandíbula.¹³ Está constituido por dos fascículos, cuya inserción es en la cara lateral de la rama ascendente de la mandíbula y en el Angulo mandibular y desde allí asciende hasta el borde inferior del arco cigomático. El músculo masetero se encuentra formado por dos fascículos, uno superficial (anteroexterno) y otro profundo (posterointerno).

El primero de ellos es más voluminoso y tiene su inserción de soporte en dos tercios anteriores del borde inferior del arco cigomático, en una zona donde el tendón de inserción se confunde con la aponeurosis que recubre dicho músculo. Las fibras se dirigen oblicuamente hacia atrás y abajo hasta terminar en su inserción de tracción, ubicada en el ángulo mandibular y en el tercio inferior de la cara externa de la rama ascendente de la mandíbula.¹¹

El fascículo profundo tiene su inserción de soporte en el borde inferior y en la cara interna del arco cigomático. Desde allí se dirige oblicuamente abajo y adelante, cruzando al fascículo superficial por debajo en un ángulo de 40 a 45°, hasta llegar a su inserción de tracción en la cara externa de la rama ascendente del maxilar inferior, desde la zona de inserción del



fascículo superior hasta la base de la apófisis coronoides, donde es difícil diferenciar sus fibras de las fibras del musculo temporal.

Si bien estos fascículos se hallan bien diferenciados en sus inserciones superiores, los mismos no lo están en su inserción inferior, creando en la zona media una distribución mixta de las fibras, lo que algunos autores describen como un tercer fascículo.

Por las características de sus inserciones en el hueso, podemos considerar a este musculo como un musculo multipinado.¹²

Es un musculo poderoso que permite una gran eficacia masticatoria. La distribución de sus fibras hace suponer una actividad de este musculo no solo en los movimientos de cierre, sino también en pequeños desplazamientos, tanto en sentido lateral como anterior. Durante la elevación de la mandíbula es sinérgico con las fibras anteriores del temporal y el musculo pterigoideo medio y sus antagonistas son los músculos depresores de la mandíbula, la gravedad y el peso de las vías respiratorias. El fascículo profundo durante la retrusión es sinérgico con las fibras posteriores del temporal y es antagónico al fascículo inferior del musculo pterigoideo lateral.^{11,12}

Irrigación: Está determinada por las arterias superficiales y profundas, siendo las primeras ramas de la arteria facial y de la transversa de la cara. Las profundas son las ramas de la maxilar interna y de la transversa de la cara. Las profundas son las ramas de la maxilar interna y de la transversa de la cara.⁶

Inervación: Esta inervado por el nervio maseterino, el cual nace de la rama temporomasterina del maxilar inferior.⁶ (Figura 2).¹¹

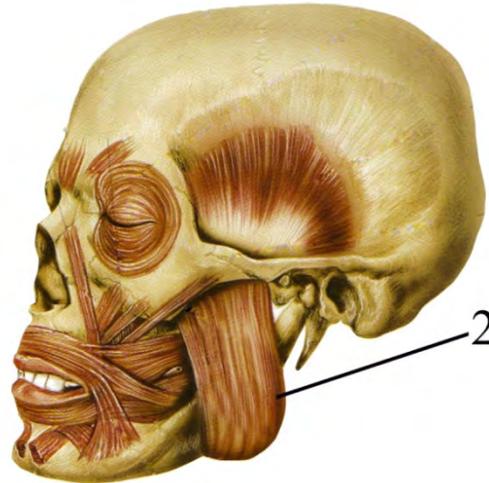


Figura 2 Músculo Masetero, señalado con el numero 2.

– Músculo pterigoideo medio

Se encuentra ubicado por dentro de la rama de la mandíbula, también ha sido denominado masetero interno por la similitud en sus inserciones.

Su inserción de soporte está ubicada en toda la extensión de la fosa pterigoidea y en la cara posterior de la apófisis piramidal del hueso palatino.

Desde allí se dirige hacia abajo, atrás y afuera, hasta el ángulo mandibular, teniendo sus inserciones de acción en el ángulo interno y en la cara interna de la rama ascendente de la mandíbula, generalmente hasta el orificio de entrada del conducto dentario inferior.¹²

Puede poseer un fascículo suplementario que posee sus inserciones de soporte en la apófisis piramidal del hueso palatino y, en otros casos, puede dar origen al músculo estiloso. Puede fusionarse con el periostafilino externo y emitir un fascículo al ligamento estilomaxilar. Por las características de sus inserciones, este es un músculo multipinado en ambas inserciones.

La orientación de las fibras nos hace pensar que este músculo interviene en los movimientos de cierre mandibular y permite un ligero deslizamiento anterior.¹¹

En los movimientos de elevación de la mandíbula, sus sinergistas son el fascículo anterior del músculo temporal y el músculo masetero. Es sinergista del pterigoideo lateral durante la protrusión mandibular. Actuando unilateralmente en la lateralidad, es sinérgico con el pterigoideo lateral adyacente y antagónico con los pterigoideos medial y lateral del lado opuesto. En el movimiento de cierre mandibular, sus antagonistas son los músculos depresores, la gravedad y el peso de las vías respiratorias.¹²

Irrigación: Se encuentra irrigada por la arteria pterigoidea interna, que puede ser rama de la palatina ascendente o de la arteria facial, pudiendo existir afluencia de ramas de la maxilar interna.⁶

Inervación: Esta inervado por el nervio pterigoideo interno, rama del nervio maxilar inferior.⁶ (Figura 3).¹¹

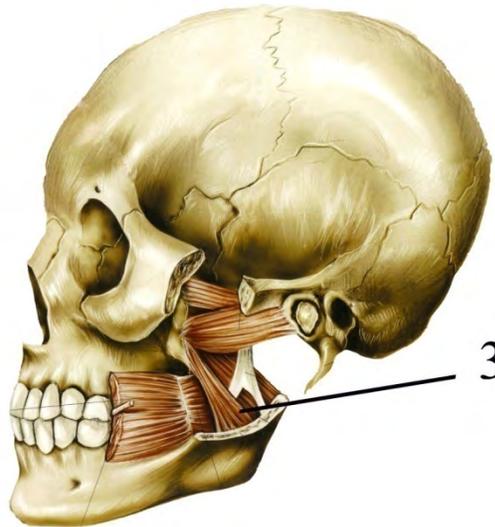


Figura 3 Músculo pterigoideo medio, señalado con el numero 3.



– Músculo pterigoideo lateral

Esta situado por fuera del musculo pterigoideo interno, en la fosa cigomática. Posee dos fascículos claramente diferenciados. El más inferior de ellos posee su inserción de soporte en la cara externa de la apófisis pterigoides y en la apófisis piramidal del hueso palatino.

De sus dos fascículos, solamente el inferior tiene su inserción en la apófisis pterigoides. Por lo contrario, el fascículo superior tiene su inserción de soporte en la base del cráneo, en el ala mayor del esfenoides, en la zona donde este constituye la porción del techo de la fosa cigomática.

Posee inserciones de soporte secundarias en la cresta temporal del esfenoides y en el tubérculo esfenoidal.¹²

La inserción de tracción del fascículo superior se encuentra distribuida entre el disco articular (el 30% de las fibras) y la cabeza del cóndilo (el 70% de las fibras). La inserción de tracción del fascículo inferior se inserta en la cabeza del cóndilo y en la parte superointerna del cuello del mismo.

Sus inserciones de soporte son del tipo multipinado, mientras que los de acción son unipinados.¹²

El fascículo inferior actúa en la apertura mandibular en sinergismo con el vientre anterior del digástrico y los suprahioideos. El masetero, el pterigoideo medio y las fibras anteriores del temporal son sus antagonistas en este movimiento. En contracción bilateral, actúa en el movimiento de protusión en sinergismo con el fascículo superficial del musculo masetero y con el pterigoideo medio. En los movimientos de lateralidad hacia el lado opuesto, actúa en sinergismo con el pterigoideo medio del mismo lado, con el fascículo superficial del masetero del lado opuesto con las fibras posteriores del temporal del lado opuesto.

El fascículo superior ejerce una tracción hacia delante sobre el disco articular durante el cierre mandibular. Su antagonismo es el fascículo superior del ligamento bilaminar superior.¹¹

Irrigación: Se encuentra irrigado por la arteria maxilar interno o por una rama de la meníngea media, los cuales dan origen a una rama denominada interpterigoidea, la cual corre entre ambos fascículos musculares, penetrando posteriormente en la cabeza del cóndilo.⁶

Inervación: Se encuentra inervada por una rama del nervio temporal, rama del maxilar inferior.⁶ (Figura 4).¹¹

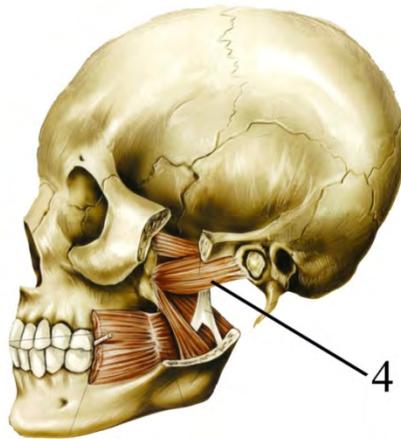


Figura 4 Músculo pterigoideo lateral, señalado con el numero 4.



ELECTROMIOGRAFÍA

Podemos definir a la electromiografía como la técnica donde la grabación de los potenciales de acción de las fibras musculares es colocada en un medio de exhibición.

El hallazgo de la electricidad, juntamente con el avance tecnológico de los instrumentos médicos, nos permite medir hechos que no podrían ser apreciados solamente con nuestros sentidos y facultades intelectuales.

De la misma manera que la radiología, hoy universalmente utilizada, marco en su surgimiento de una nueva era en el diagnóstico médico. La electromiografía, por su vez, marca el surgimiento de un nuevo modelo, por el cual es posible evaluar la energía del músculo.

Algunos insisten en afirmar que los músculos pueden ser evaluados simplemente con la palpación. La palpación y la observación son importantes e inseparables partes del análisis clínico, pero ninguno de nosotros, sería capaz de iniciar cualquier procedimiento en las más variadas áreas de la medicina solamente con la observación y la palpación.⁶

Muchos de los llamados síntomas temporomandibulares son el resultado de espasmos cervicales, faciales y de los músculos masticadores. Estos espasmos son creados cuando la posición craneomandibular requiere una adaptación repetida de acomodación para alcanzar la posición intercuspidal durante la función oclusal. La electromiografía nos permite observar esta condición de hipertonicidad muscular como un registro de la actividad eléctrica elevada en el músculo afectado cuando está en reposo.

Restaurar una oclusión en las más variadas áreas y especialidades de la odontología con músculos en un estado de hipertonicidad o en un estado de fatiga, solo contribuiría a mantener la patología existente.¹³

– La unidad motora

La organización nerviosa del músculo en su nivel básico es la unidad motora.

Asociada al sistema, la motoneurona alfa que está representada por, la motoneurona inferior, su axón y la fibra muscular que inerva.

El número de fibras musculares por unidad motora varía enormemente en el cuerpo humano. Los músculos del rostro representan el nivel más alto de inervación, el mayor ejemplo está representado por los músculos extraoculares, cuyo radio de inervación es de 3 para 1. Esto requiere que una motoneurona inerva aproximadamente tres fibras musculares.⁶

El más bajo radio de inervación en el cuerpo humano es encontrado en el músculo gastrocnemius de la pierna que es de 2,000 para 1. Esto quiere decir que una motoneurona inerva en aproximadamente 2,000 fibras musculares.

Los altos radios de inervación son excelentes para las tareas motoras finas.

Los bajos radios de inervación son ideales para la producción de fuerza.¹⁴(Figura 5).⁶

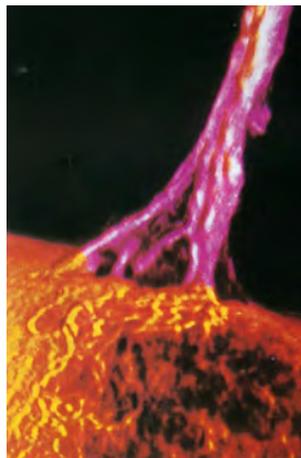


Figura 5 Imagen Microscopica de una rama terminal de una motoneurona.

– Motoneurona

En la sinapsis neuromuscular (entre una neurona y una fibra muscular), el axón de la motoneurona inferior se divide para poder llegar a la fibra muscular y al final de la placa motora. Como la ramificación de las fibras nerviosas que llegan a cada fibra muscular varía en su diámetro y longitud, el tiempo en que cada potencial llega a la placa motora varía resultando en una asincronía de las fibras musculares pertenecientes a esa misma unidad motora.¹³(Figura 6).⁶

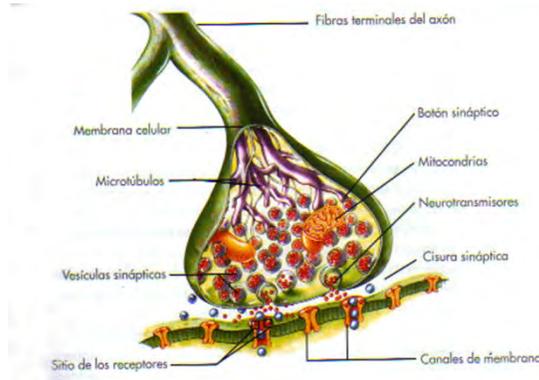


Figura 6 Sinapsis.

Una sola fibra muscular recibe la entrada de una sola unidad motora; sin embargo, diferentes unidades motoras tienden a sobreponer el territorio de sus fibras espacialmente.

Los potenciales de acción de cada fibra muscular, sumados espacial y temporalmente, forman la unidad motora de potencial de acción MOTOR UNIT ACTION POTENTIAL (MUAP).

Una neurona no se comunica físicamente con otra ni con la fibra muscular, de forma que entre ellas no existe continuidad citoplasmática. Lo que existe es un microespacio, una región de contigüidad denominada sinapsis, en la cual una neurona transmite el impulso nervioso a otra o para una fibra muscular o glandular, a través de la acción de mediadores químicos que se combinan con receptores moleculares presentes en la fibra muscular.⁶



De esta combinación resulta el cambio en la permeabilidad de la membrana de la célula receptora, que desencadena una entrada de iones sodio en el interior de la célula y la consecuente inversión de la polaridad de la membrana. Surge, entonces, un potencial de acción que se genera en la célula receptora un impulso nervioso.

La grabación extracelular del intercambio de energía descrito en este fenómeno provee la base de la electromiografía.¹³

Cuando una MUAP es gravada usando electrodos de aguja, la magnitud de la energía gravada es en el rango de los milivolts.

Los sensores de superficie tienden a grabar poblaciones de MUAPS, no una unidad motora aislada, y la magnitud de la energía grabada es en el rango de los microvolts.

Esta amplitud reducida se debe a la pérdida de energía asociada con la impedancia del tejido corporal. En electromiografía de superficie, los electrodos son puestos sobre la piel, parte del potencial eléctrico registrado es disperso en su recorrido, hasta llegar al sitio de grabación.¹⁴

– Electromiografía de superficie

Los neurólogos concuerdan que la electromiografía demuestra la completa relajación del músculo estriado humano; sin embargo, hay un tono en el músculo esquelético para mantener las demandas posturales. El estado de contracción parcial exhibida por los músculos en reposo es conocido como tono, o tono muscular. Tono se define como una contracción postural.

El tono muscular representa un estado de bajo nivel de contracción, que es característica del músculo en reposo. El tono muscular provee la base para la resistencia a la gravedad, a las emociones y al movimiento.⁶



De hecho, la atracción del campo gravitacional que la tierra ejerce sobre cualquier cuerpo puesto en su medio es omnipresente, los músculos no son excepción.

Sin la acción de la gravedad, los músculos no progresarían.

El sistema nervioso central activa diferentes unidades motoras en el mismo grupo muscular, pero no hace eso al mismo tiempo, lo hace incitando una activación alternada para que el peso postural del músculo sea transferido de una unidad motora a otra, de forma suave y continua. Con esta brillante administración se evita la fatiga. Además, en este trabajo mecánico el tono muscular proporciona la base para diferentes estados emocionales. Cuando una contracción muscular ocurre, la unidad motora es reclutada con base principalmente en el tamaño. Las unidades motoras de las fibras musculares menores son las primeras a ser reclutadas, y las unidades motoras de las fibras musculares mayores son llamadas después, cuando el camino sináptico continúa aumentando.¹⁴

El sistema nervioso puede modificar el reclutamiento de las unidades motoras, esta acción puede cambiar de un estilo alternado o asincrónico para un estilo sincrónico, ósea, muchas unidades motoras reclutadas en un mismo tiempo. Este hecho tiene como consecuencia el aumento de valores en los registros obtenidos a través de la electromiografía de superficie. Si la contracción del músculo es sostenida con demasiada fuerza durante un largo periodo, la velocidad de conducción de los potenciales de acción a través de las fibras musculares comienza a disminuir y el músculo comienza a tener contracciones menos frecuentes. El resultado de este trabajo intenso a continuo es la fatiga muscular, que está asociada a la disminución de los nutrientes y la creación de productos metabólicos. Recordemos que el conjunto de reacciones químicas y de transformaciones de energía que



involucra la síntesis y la degradación de moléculas relativamente simples constituye el metabolismo.¹³

Durante las contracciones musculares rítmicas, la presión de las ondas de la contracción asiste al músculo a distribuir sus recursos metabólicos y a remover los productos catabólicos. Sin embargo Durante una contracción sostenida, el musculo es desprovisto de sus nutrientes y mantiene la formación de productos de desecho, por eso, es tan esencial para el musculo tener microperíodos de reposo como parte de su periodo de actividad. Cuando los músculos están en reposo, el mecanismo respiratorio provee de energía, permitiendo la formación de nuevas moléculas para la síntesis de ATP.

Es importante tener el tono muscular correcto, de acuerdo con el área que tengamos que cumplir, ni mucho ni poco, dependiendo de la necesidad.

Sobre la base de este tono, existen normas de electromiografía en reposo o basal. La energía generada por el músculo tiene un valor pequeño y es medida en millonésima de voltios, es decir, microvoltios, entendiéndose como microvoltio a la millonésima parte de un voltio.⁶

– Carga eléctrica

Es la cantidad de electricidad (número de electrones) que tenemos disponible en un determinado momento, en un elemento de materia o en un acumulador, cuya unidad es el columbio, que es aproximadamente 6,26 trillones de electrones (también un mol de electrones).⁶

– Diferencia de potencial, tensión eléctrica y voltaje

Es lo que hace que los electrones se desplacen de una zona con exceso a otra con déficit. Su unidad es el voltio.⁶

La diferencia de potencial es lo que llamamos habitualmente tensión o voltaje.¹² (Figura 7).⁶

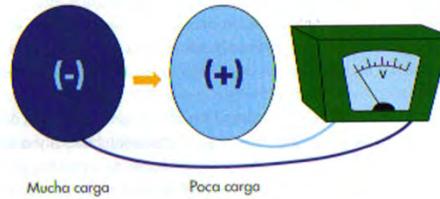


Figura 7 Diferencia de potencial, tensión eléctrica o voltaje.

– Intensidad

Es la cantidad de electrones que pasan por un punto en un tiempo determinado (dicho tiempo va a ser el segundo). Su unidad es el amperio (A) y se representa como (I).

La intensidad es el parámetro que habitualmente denominamos como corriente eléctrica y su medida hay que realizarla siempre que haya pasado de energía eléctrica por un punto (figura 8 y 9).⁶

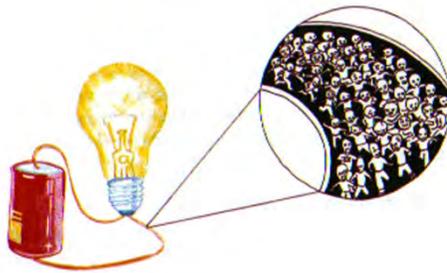


Figura 8 Pasaje de electrones.

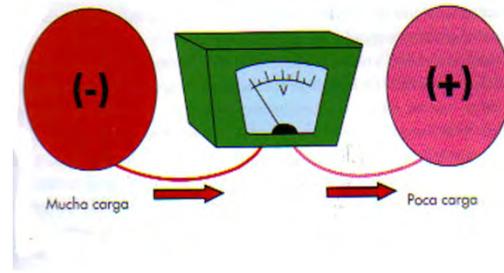


Figura 9 Intensidad.

– Resistencia

Es el freno que opone la materia al movimiento de los electrones cuando circulan a su través. Su unidad es el ohmio (figura 10).⁶



Figura 10 Resistencia .

– Frecuencia

La frecuencia de una corriente alternada es el número de ciclos que ocurren en un segundo. El ciclo está compuesto por dos alternancias completas dentro de un periodo de tiempo. Un hertz es un ciclo por segundo.

Un ciclo representa una cantidad definida de tiempo. El tiempo necesario para terminar un ciclo completo es un periodo.¹⁴

– Instrumentación

La energía generada por el músculo tiene un pequeño valor y es medida en microvoltios (un microvoltio es la millonésima parte de un voltio).

Es necesario el uso de instrumentos muy sensitivos y sofisticados para amplificar esta señal para que pueda ser vista y oída.¹³

En esencia, la SEMG no es nada más que un voltímetro muy sensitivo. En los primeros días de la SEMG, los amplificadores usados eran fácilmente contaminados por otras fuentes de energía electromagnética en el ambiente de grabación. Por eso, las SEMG eran normalmente conducidas en una sala de cobre. Estas salas eran como pantallas de cobre que eliminaban los ruidos eléctricos de la sala, enviándolos para la tierra y eliminándolos del ambiente de grabación.



Durante los años de 1950, la ingeniería biomédica introdujo los amplificadores diferenciales. Este amplificador esencialmente eliminaba la necesidad de efectuarlas grabaciones dentro de las salas de cobre y las grabaciones de SEMG se trasladaron del reino de los investigadores al reino de los clínicos.¹⁴

Con la base de la instrumentación, la SEMG clínica comenzó a florecer. En el comienzo era usada por fisiólogos para biofeedback, después comenzó a extenderse a otras especialidades como la quiropraxia, la fisioterapia, la medicina del deporte, la neurología y la urología.

Ya dijimos que la señal de SEMG es el MUAP y ya hablamos del reclutamiento de unidades motoras en patrones asincrónicos, la que permite movimientos suaves. Es la suma de la actividad que constituye el volumen de la señal conducida y que es recogida en los electrodos y amplificada por el instrumento SEMG.¹³

Como podemos observar en la imagen, cada círculo pequeño representa el territorio de la fibra muscular asociado con un área de reclutamiento de unidad motora. Nótese como se sobreponen suavemente los círculos sólidos más cerca de la superficie de la piel y, por lo tanto, más cerca del área de grabación de los electrodos contribuyen más fuertemente a la señal electromiográfica. Los círculos más suaves son lo que están más lejos del área de grabación de los electrodos y son los que menos contribuyen a la grabación de la señal electromiográfica (figura 11).⁶

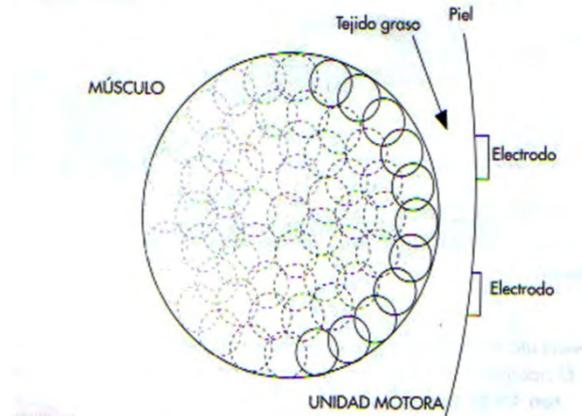


Figura 11 Llegada de la señal en la electromiografía de superficie.

Cuanto más la señal precisa viajar a través del tejido corporal antes de alcanzar los electrodos de grabación, más resistencia va a encontrar. Esta resistencia absorbe energía, por lo tanto, menos energía original alcanza la superficie del electrodo.

Sumando a esto, el tejido del cuerpo tiende a absorber los componentes de alta frecuencia de la señal, dejando pasar las bajas frecuencias más fácilmente, por lo que el tejido corporal es considerado como un filtro que deja pasar las bajas frecuencias de la señal.

Si hay tejido adiposo entre el músculo y los electrodos de grabación, más señal es absorbida: el conjunto de grasa actúa como un aislante eléctrico imperfecto entre el músculo y los electrodos de grabación. Un aislante para el flujo de corriente eléctrica, como las coberturas plásticas de un cable.⁶

– Impedancia

Una vez que la energía del músculo alcanza la piel y es captada por los electrodos, la interfase entre la captación del electrodo y la piel es también una materia de discusión delicada. Por ejemplo, la impedancia de la piel también referida como resistencia, en una corriente directa o en un



circuito, puede variar con respecto a la piel, si esta es grasosa, o con respecto a la cantidad de células descamadas.¹³

Algún medio electrolítico es comúnmente usado entre la superficie del electrodo y la piel. Es normalmente hipersalino y potencializa las señales de electromiografía de la piel hacia el electrodo.

En la SEMG, es importante mantener la impedancia de la piel hacia el sitio del electrodo cuanto más baja posible. Es comúnmente aconsejado limpiar la piel vigorosamente con alcohol. Ciertos investigadores proponen que la impedancia en el sitio del electrodo debe estar debajo de los 5,000 a 10,000 ohmios.

La pregunta es ¿Cuan baja debe ser la impedancia en el sitio de la piel para permitir un registro valido? La respuesta depende del instrumento de electromiografía. Uno de los atributos del amplificador es medir la impedancia. Más que medir, evaluar.¹⁴

La interfase de la impedancia en la piel y la entrada de la señal tienen que ser regulados en cierta forma. La entrada de impedancia del preamplificador absorbe, esencialmente, la energía del musculo que ha llegado a la interfase del electrodo con la piel, y provee la base para la amplificación de una pequeña señal.

Oscilaciones de voltaje pueden ser medidas solamente como una función de impedancia. Esto es basado en la ley de Ohm ($E=I.R$), o sea, la tensión es igual a la corriente por la resistencia o impedancia, por lo cual el sistema de amplificación del SEMG coloca afuera una entrada de impedancia conocida para absorber la energía que se desea cuantificar.

Para que este voltímetro de lujo pueda trabajar, es importante que la impedancia de la piel sea tan baja o más baja que la entrada de impedancia del preamplificador. La entrada impedancia del preamplificador del



electromiógrafo debe ser de 10 a 100 veces mayor que la impedancia del sitio de la interfase piel-electrodo.⁶

Esto quiere decir que si un instrumento de electromiografía tiene una entrada de impedancia de 1 megahom (1 millón de ohmios), va a tolerar una impedancia en el sitio de la piel y electrodo de hasta 10.000 ohmios. De todas maneras, si el sistema de electromiografía tiene una entrada de impedancia de una giga ohmio (1.000.000.000, un billón de ohmios), el amplificador puede tolerar una impedancia de 10.000.000 millones de ohmios o de 10 megahoms.

Como regla general, cuanto mayor sea la entrada de impedancia para el preamplificador, mejor será el registro. Cuanto mayor sea la entrada de impedancia del preamplificador hace al electromiógrafo de superficie, más poderoso para las conexiones piel-electrodos.

De todas maneras, no podemos seducirnos ante la idea de tener un poderoso amplificador que va a permitir una resistencia en el sitio del electrodo de 10 megahoms, ya que una piel seca, escamada o grasosa fácilmente puede exceder una impedancia de 10 megahoms.¹⁴

Los amplificadores de los electromiógrafos de superficie son todavía muy sensitivos a las diferencias de impedancia de los dos sitios de grabación de los electrodos. Diferencias en esta impedancia pueden ocurrir cuando uno de los electrodos esta en un área con cabello, mientras que el otro no. Hay que evitar la colocación de electrodos en áreas donde hay cabellos.

También puede suceder falta de balance cuando un electrodo pierde su adhesión durante una evaluación dinámica. Los amplificadores del electromiógrafo de superficie pueden normalmente tolerar una discrepancia de un 20% de impedancia entre los dos sitios.⁶



Otros elementos pueden intervenir en la impedancia de la señal, uno de ellos es el electrodo.

En general, el tamaño y el material del cual es confeccionado pueden hacer una diferencia total

Hoy en día, la mayoría de los electrodos están hechos con cloruro de plata.

Otro elemento es el cable que existe entre el electrodo y el amplificador. Es uno de los sitios más vulnerables del sistema, ya que usualmente se puede romper.

Si un cable se quiebra, eso causa una infinita resistencia y satura el amplificador. Lo mejor es mantener estos cables cuanto mas cortos posible e inspeccionarlos de frecuentemente.⁶

– Amplificación diferencial y modo común de rechazo

Cuando el potencial de acción del músculo ha pasado la interfase entre el electrodo y la piel, pasa a través de un proceso diferencial de amplificación a un modo común de rechazo.

Durante la amplificación, el tamaño de la señal biológica es elevado, hecho descrito como GAIN o ganancia, que determina cuán grande o pequeña la señal electromiográfica aparece en nuestro monitor.

Para tener esa señal de amplificación son necesarios 3 electrodos: dos electrodos de grabación y uno de referencia. Los electrodos de grabación son colocados sobre los músculos con el electrodo de referencia simplemente haciendo un buen contacto en algún lugar del cuerpo.¹⁴

La energía biológica que alcanza ambos electrodos de grabación es entonces comparada con el electrodo de referencia, y solamente la energía

biológica, que es única en cada sitio de electrodo de grabación es pasada hacia delante, para posteriormente condicionar la señal y monitorizarla. Cuando el electrodo de grabación es colocado paralelo a las fibras musculares y ligeramente fuera del centro del vientre del musculo (donde hay una alta densidad de placas motoras), el potencial de acción que sale de las fibras viaja y alcanza los dos electrodos de grabación en momentos diferentes.

Esta energía es única para cada electrodo y pasara posteriormente para la amplificación. Esa energía, que es común a ambos electrodos de grabación (el modo común), es eliminada en este proceso (figura 12).⁶

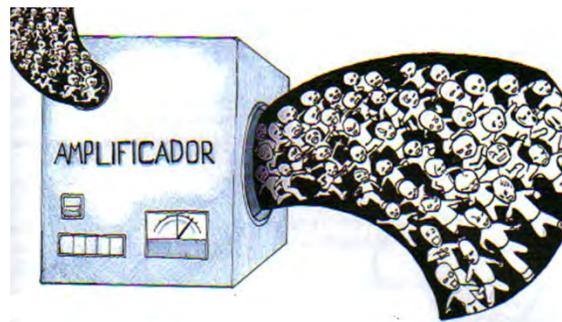


Figura 12 Durante la amplificación, la intensidad de la señal biológica es elevada, hecho que es descrito como Ganancia. Esto determina lo grande o pequeño que aparece la señal electromiográfica en nuestra pantalla.

El modo común de la señal proviene típicamente de ruidos externos electromagnéticos, como el de la corriente de 60 ciclos que da poder a las luces y ordenadores.¹⁴

– Filtrado la señal electromiográfica

Una vez que la señal electromiográfica haya sido agrandada por los amplificadores diferenciales, es procesada. El primer nivel de procesamiento es conocido como filtrado. La gran mayoría de los electromiógrafos de superficie tienen un filtro de 60 hertz.



Este filtro puede ser encontrado en el circuito electrónico de los electromiógrafos de superficie (filtro análogo), o en el software (un filtro digital). El propósito de este filtro es eliminar todo ruido eléctrico de 60 hertz del ambiente de grabación. En otras palabras, rechaza y no deja pasar ninguna energía que este entre 59 y 61 hertz.¹³

Desafortunadamente estos filtros no son perfectos y si los niveles de ruido son muy grandes quedan saturados.

El próximo filtro esencial para la electromiografía de superficie es el filtro de banda. Este filtro deja pasar ciertos tipos de energía para posteriormente cuantificarla en el monitor. Por ejemplo, un filtro típico de banda puede dejar pasar toda la energía por encima de 20 hertz y después cerrar el portón en 300. El nivel más bajo ayuda al práctico a eliminar mucho del ruido eléctrico asociado con el alambre y la miscelánea de artefactos biológicos. El nivel alto elimina el ruido del tejido en el sitio del electrodo.

Seleccionar los filtros de un electromiógrafo de superficie es un arte, porque ciertos filtros son mejores para ciertas aplicaciones que otros. Por ejemplo: es preferible un electromiógrafo de superficie de 25 a 500 hertz para grabar músculos del rostro porque los músculos del rostro realmente emiten frecuencias de arriba de los 500 hertz, y esto tiene que ver con el radio de inervación de los músculos del rostro y sus respectivos patrones de activación.¹⁴

Los de 100 a 200 hertz o 100 a 500 hertz son efectivos para eliminar los artefactos, por ejemplo, del corazón. Sin embargo, pueden no ser sensible para músculos en fatiga, porque el espectro de frecuencia viene a un rango muy bajo durante la fatiga.

La energía de los músculos tiene un espectro de frecuencia parecido a los colores del arco iris, cuando se ven refractados a través de un prisma. La señal de la SEMG puede ser mostrada en su rango de frecuencias.

La señal electromiográfica que llega al amplificador diferencial consiste en una suma de varias unidades motoras siendo activadas. En la grabación electromiográfica, los amplificadores van a enseñar la señal compuesta.¹³ (Figura 13).⁶

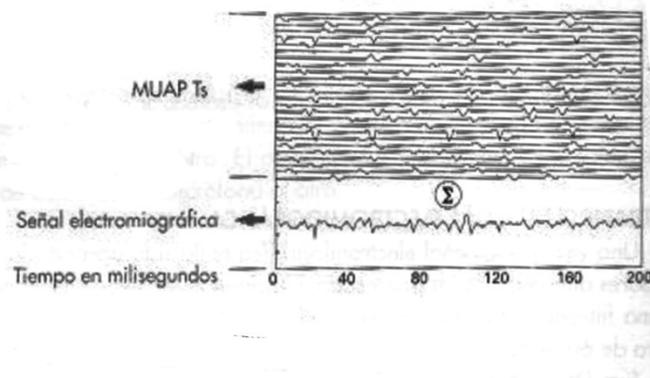


Figura 13 Composición de la señal electromiográfica.

- Tipo de display para visualizar las señales

Una vez que la señal electromiográfica ha sido ampliada y filtrada, es preparada para una representación visual y una representación cuantitativa.

Hay diferentes formas primarias de display en SEMG, analizaremos solo las siguientes:

Modo no procesado: es la forma más vieja de presentación, presenta un display de osciloscopio pico a pico no procesado de la señal electromiográfica. Cuando el MUAP sumado llega a la piel, las pequeñas señales son amplificadas y su naturaleza sinusoidal es presentada cuando oscilan entre los polos positivo y negativo.

Varía también en grosura y altura. La grosura del trazado representa la fuerza o amplitud de la contracción; cuanto más grueso es el trazado, más fuerte es la señal electromiográfica, mas fuerte es la contracción. En este ejemplo, el musculo va a aproximadamente de 2 microvolts pico a pico en reposo para aproximadamente 200 microvolts pico a pico durante la contracción (figura 14).⁶

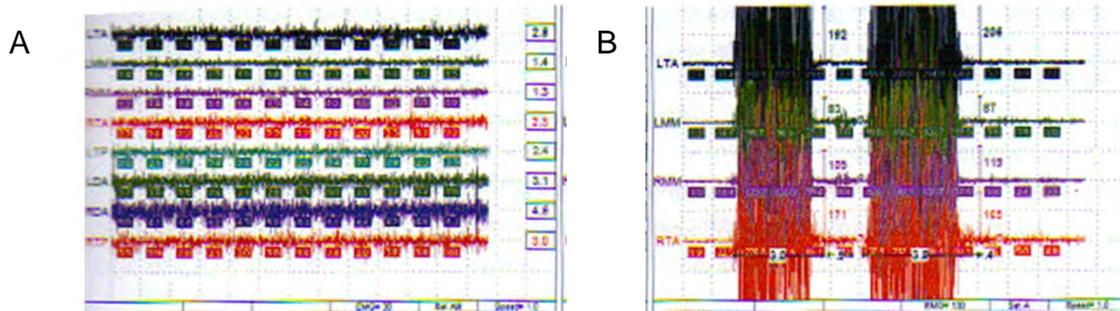


Figura 14 A y B, ejemplifican el tipo de Señal no procesada.

La unidad de medida para los trazos procesados o no procesados es el microvoltio. La ventaja del trazado no procesado es que contiene toda la información de la señal electromiográfica, nada de eso es procesado fuera, uno realmente puede ver las variadas formas del artefacto en la señal.

Los fabricantes de instrumentos para la electromiografía de superficie han creado formas para procesar la señal de tipo procesada. Esto puede ser hecho electrónicamente con capacitadores, resistores, circuitos integrados que siguen al amplificador. También puede ser digitalizado por un software de ordenador. Esto se ha hecho para convertir la señal en una lectura más fácil de ser interpretada (figura 15).⁶

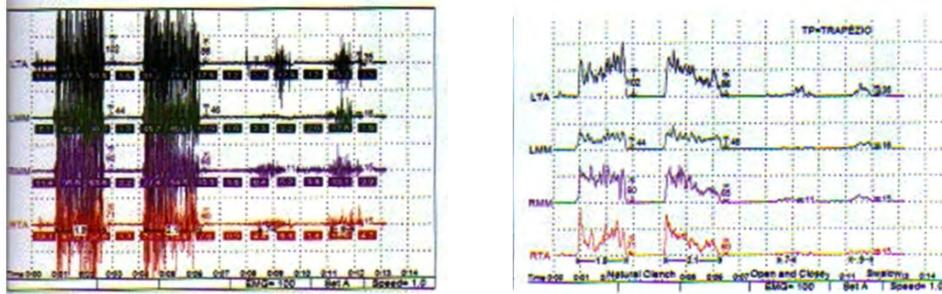


Figura 15 Izquierda: no procesada.

Derecha: procesada.

– Cuantificación de la señal electromiográfica de superficie (SEMG)

Junto con la presentación visual, la información de la amplitud de la electromiografía es también procesada en cantidades. Este proceso lleva números que describen la cantidad de la energía muscular ejercida. Desde que la señal electromiográfica oscila de positivo a negativo, no es posible sumar todos los voltajes y determinar una cantidad. Esto porque todos los valores positivos cancelarían todos los valores negativos y la resultante sería 0. Por este motivo, hay tres formas en las cuales los valores de la electromiografía son comúnmente derivados: Pico a pico, Promedio integral, RMS root mean square (raíz cuadrada)

Pico a pico: es usado en las SEMG no procesado y representa la cantidad de la energía muscular medida desde la cima hasta el punto más bajo del trazado o su anchura (figura 16).⁶

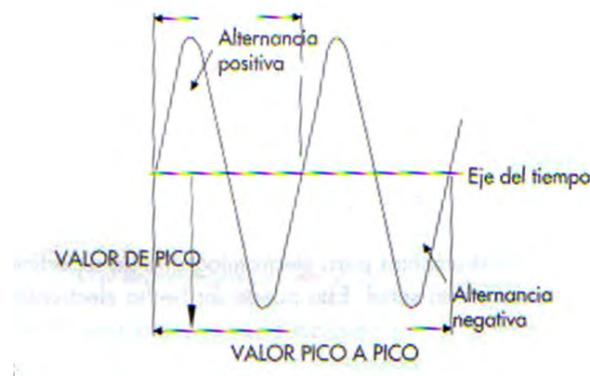


Figura 16 Nótese, la alternancia positiva y negativa en el valor tipo pico a pico



Generalmente la medida pico a pico es sumada y se da un valor medio durante un periodo de tiempo. Los valores normales de pico a pico en un músculo en reposo deben residir entre los 2 a los 10 microvolts, dependiendo del espacio entre los electrodos, del grado de gordura del cuerpo, del músculo monitorizado, de la postura en la cual están siendo grabados y, particularmente, de las características del amplificador del electromiógrafo.¹³

Promedio Integral: es usado con una señal procesada de electromiografía y representa simplemente la media aritmética de la señal procesada durante una unidad de tiempo. Los valores positivos o negativos de la señal no procesada son ignorados. Estos valores son sumados durante un periodo de tiempo definido y después dividido por el número de valores observados.

RMS root mean square (raíz cuadrada): Es un método para cuantificar la señal electromiográfica en el cual cada valor es calculado en área, sumado y dado un valor medio y finalmente se obtiene la raíz cuadrada del producto. Parece que esta es la forma con menor distorsión.¹⁴

Cada electromiógrafo tiene una amplificación, un filtro y una cuantificación de señal diferente. Por eso no se pueden comparar valores obtenidos por electromiografía de diferentes fabricantes, a menos que tengan las mismas características.⁶

– Ruido y artefactos

Son funcionalmente definidos como cualquier cosa obtenida en la señal electromiográfica que no nos gustaría tener.

Hay ruidos del circuito interno del instrumento. Los ruidos de fuera del instrumento también pueden ser un problema.



Una fuente común de ruido es el artefacto del corazón: es muy coherente y mucho mayor que el de los músculos; está claramente elevado en todos los sitios localizados en el torso; es primariamente visto en el lado izquierdo del cuerpo y puede generar valores asimétricos durante el reposo.¹⁴

Este artefacto puede ser minimizado usando un filtro de 100 a 200 hertz.

El artefacto de movimiento es visto como una corriente directa. Esto ocurre cuando el electrodo resbala en la superficie de la piel, generando un potencial eléctrico propio (se ve en el trazado no procesado).

Otra enorme fuente de ruido es lo de energía de 60 ciclos que se usa para conectar ordenadores y el monitor. Esta es una fuente de ruido muy significativa. Todos los electromiógrafos tienen un filtro especial para tratar de erradicarlo. De todas formas, cuando hay conexiones pobres de electrodos, pueden proveer al medio un ruido de 60 ciclos que excede la capacidad del filtro de eliminarlo y que modifica la señal.¹³

Si el clínico observa este artefacto de 60 ciclos, debe reemplazar los electrodos y tomar el examen de nuevo, limpiar la piel meticulosamente, lo que puede evitar que el electrodo actúe como una antena que está levantando el ruido.

Otra fuente de ruido muy común es el propio monitor del ordenador y, por esa razón, el paciente debe estar como mínimo a 1 metro del monitor.

La respiración es otro artefacto biológico comúnmente visto en las grabaciones de electromiografía. Es más visto comúnmente en el torso superior y en el cuello, especialmente en las colocaciones del trapecio superior y esternocleidomastoideo.⁶



Otro artefacto biológico es conocido como cross talk (línea cruzada). Esto ocurre cuando la energía de un músculo distante llega al electrodo colocado en otro músculo.

– Especificaciones de los instrumentos de SEMG

Entrada la impedancia el rango deseable es de 100 kilohoms a un gigahom.

La gran mayoría de las maquinas comerciales tiene un megahom de entrada de impedancia. Esto es más que adecuado para usos médicos.

El CMR (modo común de rechazo) es de 70 a 180 decibeles, lo que determino la habilidad del amplificador del electromiógrafo de eliminar ruidos externos del medio ambiente, ruidos de la energía usada.⁶

– Nivel de ruido del instrumento

De 0,1 a 1 microvolt. Esto representa el nivel más bajo de señal electromiográfica que el instrumento puedo recoger. Es en esencia el nivel de ruido del amplificador del electromiógrafo y cuanto más bajo mejor. La mayoría de los instrumentos comerciales dejan una deflexión de 0.5 microvolts o mayor.⁶

La banda del filtro, en casos generales, es de 20 a 1000. Para entrenamiento de relajación, de 100 a 200. Para el estudio y la rehabilitación del músculo esquelético de 20 a 300 hertz, en músculos craneocervicales los registros obtenidos oscilan entre 20 a 600 hertz. La gran mayoría de la señal electromiográfica reside entre los 20 y los 300 hertz. Los músculos faciales son la excepción, porque están cerca de la superficie, son menores y tienen un gran radio de inervación. Estos pueden ser monitorizados hasta 600 hertz. Este filtro también determina la naturaleza del ruido que se deja entrar.

El artefacto del corazón (ECG) puede ser eliminado usando un filtro de 100 a 200 hertz. Si el instrumento permite al práctico colocar un filtro ancho,



nos da un mayor nivel de libertad. Este filtro debe ser seleccionado de acuerdo al tipo de trabajo.¹³

Cuando trabajamos con disfunciones musculoesqueletales o traumatismos de tejidos blandos donde los músculos pueden tener un componente de fatiga, el práctico debe estar seguro que el nivel inferior de este filtro esta cerca de los 20 hertz.

Por el otro lado, un filtro de 100 a 200 va actuar en un trabajo muy fino basado en la relajación.¹⁴

– Rango

Esta representa la amplitud que puede ser monitorizada usando un electromiógrafo particular.

Para estudios dinámicos, de 0 a 1000 microvolts.

Para trabajos de relajación de 0 a 100 microvolts.

Si el electromiógrafo tiene un rango de 0 a 500 y el práctico estudia los eventos que exceden esta cantidad, los amplificadores van a estar simplemente saturados en el límite superior de la escala y ciertos valores de información van a ser perdidos.

Para patrones de relajación uno puede no esperar ver amplitudes mayores que 100 microvolts. El mejor instrumento debe permitir al práctico seleccionar rangos para que la grabación pueda ser sensitiva a lo que está siendo estudiado.

La electromiografía de superficie ha recorrido un largo camino, es atractiva a todos los profesionales que trabajan con los músculos y no es invasora. Actúa como un estetoscopio eléctrico destacando su energía y función. Ha evolucionado mucho desde los tiempos en que se efectuaban las

grabaciones dentro de las salas de cobre, caminando lado a lado de la tecnología.

La electromiografía de superficie es un instrumento maravilloso para el clínico y el investigador (figura 17).⁶



Figura 17 Paciente con electrodos de superficie conectados al preamplificador



UTILIZACIÓN CLÍNICA DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE (SEMG)

La electromiografía de superficie (SEMG) es un método electrónico de registro de la función muscular que ha sido ampliamente utilizado en el estudio de la actividad normal y en el análisis de las disfunciones temporomandibulares.¹³

Como ya he dicho la electromiografía añade una nueva dimensión al tratamiento, tanto de los pacientes odontológicos sintomáticos como asintomáticos, facilitando al odontólogo la capacidad de garantizar resultados previsibles y fisiológicos.

Estos registros electromiográficos pueden ser tomados a través de diversas clases de electrodos, ya que existen fundamentalmente tres tipos, que son: Electrodos de profundidad: También denominados de agujas, consisten en una pequeña aguja que se introduce dentro del músculo, electrodos Subcutáneos: Son introducidos por la piel, en el tejido celular subcutáneo, electrodos de superficie: Estos últimos se adhieren a la superficie de la piel.

Los dos primeros poseen el inconveniente de estar clavados en el paciente, alterando por lo tanto, la libertad de movimientos. No obstante, estudios realizados sobre pacientes demostraron que no existe variación entre los registros con los distintos electrodos.

Por otro lado, los registros obtenidos por electrodos bipolares nos permiten lograr datos de dos lugares distintos del músculo y obtener un promedio de su actividad.¹⁴



– Ventajas e inconvenientes de la electromiografía de superficie

La electromiografía nos brinda, hoy en día, con un método de registro seguro, simple y no invasivo para registrar la actividad muscular de nuestros pacientes, tanto para ser utilizado en la investigación clínica como en la práctica diaria de nuestras consultas.

La utilización de electrodos de distribución bilateral en nuestro paciente nos permite evaluar el balance muscular del mismo, tanto en la posición de reposo como en los distintos movimientos mandibulares.

Eso nos permite medir no solo la actividad de los músculos sobre los que colocamos los electrodos, sino también la de sus sinergistas y antagonistas. Estos registros posibilitan observar la dinámica muscular con una precisión mayor, hasta recientemente imposible de obtener en la práctica odontología de todos los días. Aun así, la medición de los valores obtenidos nos permite objetivar el estudio y transformar una opinión en un dato factible de comparación con registros posteriores.

Los detractores de esta técnica insisten en la posibilidad de la mal ubicación de los electrodos en estudios sucesivos, sin recordar que toda técnica puede ser realizada de manera equivocada con operadores inexpertos.¹⁵

– Electrodos

Para la realización de estos registros, debemos considerar que los mismos se hacen sobre tejidos vivos y que no se puede ocasionar ninguna afección nuestros pacientes.⁶

Existen, iones que son componentes normales de los tejidos cargados tanto positiva como negativamente, los cuales nos permiten recorrer a la

ayuda de elementos electrónicos que nos posibilitan percibir los potenciales tisulares para que puedan ser medidos y registrados.

Estos elementos, utilizados para realizar la toma de registro de estos potenciales, se denominan electrodos.¹⁵

Los electrodos pueden poseer distintas formas que varían desde esféricos a triangulares, según el fabricante.

Dentro de su estructura, los electrodos están constituidos por una trama o malla metálica confeccionada en diversos materiales, de los cuales los más comunes son el cobre y la plata.

Como el aire es un mal conductor de corriente eléctrica, para obtener un íntimo contacto entre estas superficies es necesaria la presencia de una interfase que nos garantice el pasaje de la corriente. Pero esta interfase, por su vez, debido a las reacciones químicas que se producen en ella, se comporta como pila, condensador y resistencia. Eso da origen a una pequeña corriente eléctrica que se denomina potencial de offset del electrodo.

La intensidad del potencial generado dependerá del metal con el cual está confeccionado y del electrolito utilizado como interfase. Este potencial de offset, dado que no puede ser anulado, debe ser el más bajo posible. Hoy día, existen en el mercado electrodos de excelente calidad con potenciales muy bajos.¹⁵ (Figura 18).⁶

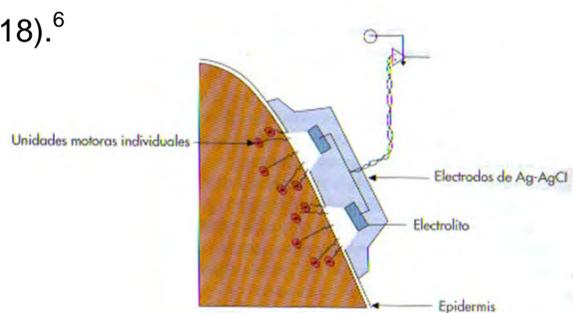


Figura 18 Esquema de electrodos de superficie.



– Ruidos

Cuando ponemos un electrodo en la piel del paciente, se crea en la superficie interna del electrodo, por reacción química entre su metal y la interfase, una acumulación de cargas eléctricas que producen interferencias en los registros denominados ruidos. Para disminuir este efecto, los electrodos deben ser previamente estabilizados por un proceso denominado decloración y colocados sobre la piel del paciente por un periodo de tiempo antes de proceder al registro, el cual debe ser indicado por el fabricante.¹⁶

Los ruidos son clasificados en: **Deriva en la línea de base:** Se caracteriza por generar una elevación constante en el registro basal o en reposo. Esta elevación puede generar un aumento en el valor del registro de la línea basal que puede variar entre unos pocos microvolts a 100 microvolts o más. **Ruidos o fluctuaciones rápidas:** Estas producen una alteración variable en el registro, produciendo alteraciones denominadas ruidos de contacto. **Potencial de recuperación:** Este es producto de la respuesta del electrodo al pasaje de una corriente. En los registros electromiográficos este efecto se encuentra disminuido, dado el bajo potencial eléctrico que el mismo soporta, pero que debe ser llevado en cuenta en la utilización asociada del tens, ya que la utilización de corrientes de mala calidad puede causar alteraciones en el registro.⁶

– Estructura del electrodo

Los electrodos utilizados hoy en día en la electromiografía clínica son denominados suspensos, en los cuales solamente el gel de interfase toca la piel. Estos electrodos se encuentran adheridos por sus bordes, que le garantizan una posición estable durante los movimientos.

Por otro lado, la utilización de un gel como sustancia de interfase, garantiza una continuidad en el registro, que sería imposible de obtener con otro tipo de contacto.¹⁷

Los denominados electrodos suspensos son constituidos por una superficie de plata bañada por un gel de cloruro de plata, recubierta por una esponja absorbente. En equipos más modernos se utilizan electrodos en los cuales se ha eliminado la esponja y el gel está en contacto directo con la piel y la superficie receptora.¹⁸

Estos electrodos siempre son dobles, permitiendo así obtener, de forma simultánea, un doble registro de la actividad del musculo, registrándose de esta forma patrones de actividad media representativa de la actividad del mismo.¹⁹

La utilización de electrodos de profundidad es restricta al registro de la velocidad de conducción nerviosa, ya que los mismos toman únicamente la actividad de unas pocas fibras y entorpecen el funcionamiento muscular normal.²⁰ (Figura 19).^{F.D.}



Figura 19 Electrodo de superficie, la imagen muestra las dos caras activas del electrodo.

- Conductores eléctricos

Los electrodos deben ser conectados al amplificador o al preamplificador mediante cables de cobre que poseen, en una de sus extremidades, un medio de conexión que puede ser un clip o en un prendedor metálico.

La otra extremidad se encuentra conectada al amplificador por diferentes sistemas.

Estos cables de cobre deben ser retorcidos o trenzados uno sobre el otro, una vez que los conductores en forma de arco son muy sensible a los campos magnéticos ambientales, que pueden influenciar nuestros registros.

Estos cables deben ser repuestos periódicamente, visto que su estructura se altera con el uso.⁶ (Figura 20).^{F.D.}



Figura 20 Se ejemplifica el conector del electrodo, este conector se encuentra conectado al amplificador por una parte y por la otra al electrodo.

– El Amplificador

El amplificador fue inventado en los años 50, simplificando la toma de registro electromiográficos y tornándolos accesibles al practico.

Tiene por función, según lo hemos visto, aumentar la intensidad de señal, a fin de obtener registros observables, sin producir ningún tipo de distorsión.

Este amplificador deberá contar con el mismo número de canales y de señales que se quiera registrar, más un canal de registro de la impedancia del paciente.⁶

– Filtros

Es necesario integrar al sistema filtros pasivos que nos permiten eliminar de las señales obtenidas por los artefactos producidos por los



electrodos, siendo estos filtros de tipo pasa alto, de 10 hz, suficiente para mejorarlo.¹⁸

- Colocación de los electrodos

La colocación de los electrodos debe reunir una serie de condiciones, que son: La ubicación de los electrodos en una posición que nos garantice la reproducción del estado; Limpieza de la superficie cutánea de colocación del electrodo; Respetar las instrucciones tanto del fabricante de los electrodos como del fabricante del equipo utilizado.²⁰

- Limpieza de la superficie

La superficie de implantación de los electrodos debe encontrarse totalmente limpia y sin oleosidad. Por ese motivo, debemos solicitar al paciente que realice esta maniobra durante la consulta, lave bien la superficie de la piel con agua y jabón.

En algunos casos, debemos solicitar al apaciente que realice esta maniobra durante la consulta, principalmente en los meses de verano. La razón de eso es la necesidad de que la piel de nuestro paciente se encuentre totalmente sin oleosidad, pues la oleosidad impide la correcta conducción de los potenciales eléctricos generados por los músculos.

Una vez en consulta, nuevamente se procede con la eliminación de la oleosidad de la superficie de la piel con alcohol y, en algunas casos, debemos recurrir a líquidos especialmente desarrolladas para ese fin.⁶

- Ubicación de los electrodos

Los electrodos deben ser colocados en el centro del musculo o de los fascículos a estudiar. Sin duda, la colocación de los electrodos es fundamental para la obtención de registros correctos, pero en la electromiografía de superficie eso es mucho más simple que con los

electrodos de profundidad o de aguja. La razón de eso consiste en el mismo principio de estos estudios, una vez que los registros de superficie facilitan la obtención de una actividad media del funcionamiento muscular.

Por lo tanto, la colocación de estos tiene una influencia menor.

Los electrodos de profundidad, por contrario, son utilizados para que se pueda evaluar la capacidad de conducción de los distintos trayectos nerviosos, siendo imprescindible la necesidad de repetición de su ubicación. Por otro lado, la misma estructura de estos electrodos (una aguja contra la superficie de un electrodo cutáneo) los hace más propensos a un error de ubicación.

En la localización de los electrodos, tenga siempre el cuidado de evitar ponerlos, si es posible, sobre puntos sensibles a la palpación, una vez que estos puntos pueden ser potenciales puntos-gatillo que cambiarían nuestro registro (figura 21).⁶

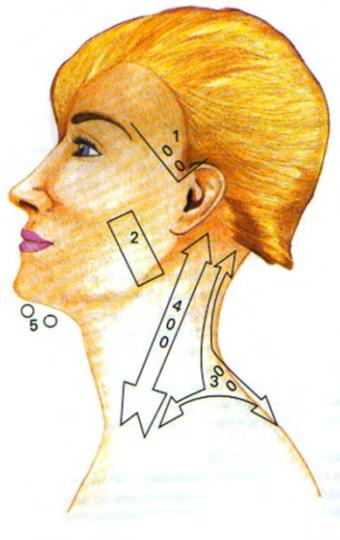


Figura 21 Ubicación de los electrodos: 1 Músculo Temporal Anterior. 2 Músculo masetero. 3 Músculo Trapecio. 4 Músculo Esternocleidomastoideo. 5 Músculo Digástrico.

Músculo Masetero: En la mayoría de los pacientes, la forma ideal de poner este electrodo consiste en trazar una línea imaginaria que pasa sobre este músculo, desde el ángulo interno del ojo hasta el ángulo goníaco.

Dado que en algunos análisis debemos asociar nuestros estudios al TENS debemos recordar que es necesario dejar libre el espacio para su electrodo.

Por esta razón, aconsejamos desplazar la localización del electrodo de electromiografía levemente a la zona del borde inferior del cuerpo de la mandíbula, siguiendo el eje mayor de este músculo.

Actualmente preferimos poner los electrodos del músculo en un eje que tenga como referencia el ángulo goníaco y el punto más en declive de la órbita (suborbitaria cutánea).⁶ (Figura 22).^{F.D.}



Figura 22 Ubicación correcta del electrodo del músculo masetero.

Músculo Temporal (fascículo anterior): Este electrodo presenta pocos inconvenientes para su implantación, visto que existen pocas posibilidades de ponerla fuera de su lugar.

Este electrodo debe ser puesto sobre el arco cigomático y en la región situada detrás del borde orbitario del frontal y de la línea del cabello.

En algunos pacientes, será necesario depilar la región, dado que la presencia de pilosidades puede alterar nuestro registro.

De modo diverso, en pacientes calvos utilizaremos como reparación el contorno posterior del borde orbitario del frontal.⁶ (Figura 23).^{F.D}



Figura 23 Ubicación correcta del electrodo del músculo temporal anterior.

Músculo temporal (fascículo posterior): Este electrodo es de difícil implantación por diversas razones: La región se encuentra normalmente con abundante cantidad de cabello, lo que impide la ubicación rectilínea del electrodo, salvo si se realiza una depilación de la zona. La situación del pabellón auricular y el límite del cuero cabelludo delimitan su implantación.

Se aconseja reducir levemente el tamaño del electrodo cortando parte de su anillo adhesivo, teniendo mucho cuidado en permitir el desbordamiento del gel de interfase.⁶

Músculo digástrico (vientre anterior): Su colocación debe tener como referencia el borde inferior de la mandíbula a la altura de la sínfisis del mentón por un lado, y el cuerpo del hueso por otro.

Este electrodo puede presentar cierta dificultad en los pacientes con papada prominente.⁶ (Figura 24).^{F.D}



Figura 24 Implantación correcta de los electrodos de los músculos digástricos.

Músculo trapecio: Por sus dimensiones y por la importante masa muscular que presenta este músculo, sería imposible su registro con solamente un electrodo. Por lo tanto, nos limitaremos a registrar la actividad del fascículo horizontal, que es el más comprometido con la dinámica masticatoria.

Es importante destacar que en todos los músculos debemos evitar la colocación de los electrodos sobre puntos de actividad muscular alterada o sensibles a la palpación, visto que ellos pueden ser puntos-gatillo que alteraría nuestro registro.

Esta observación debe ser considerando principalmente en el músculo trapecio, por ser generalmente el primero en presentar sintomatología.

Algunas veces, los electrodos pueden terminar situados sobre la arteria supraescapular posterior, la cual, en algunos casos, puede alterar el registro, teniendo poca importancia en otros.⁶ (Figura 25).^{F.D}



Figura 25 Ubicación de los electrodos del músculo trapecio.

Músculo esternocleidomastoideo: Para poner el electrodo sobre este musculo, debemos hacer girar la cabeza de nuestro paciente para el lado opuesto al del musculo que queremos estudiar y, con el musculo en alargamiento, poner nuestro electrodo en la mitad de la distancia comprendida entre la apófisis mastoidea y el esternón.

Esos músculos son los indicadores más importantes de la función masticatoria y de la presencia de alteraciones miofuncionales del sistema estomatognático, siendo posible realizar registros electromiográficos en otros músculos.⁶ (Figura 26).^{F.D.}



Figura 26 Ubicación de los electrodos del músculo esternocleidomastoideo.



– Visualización y archivo de los registros

En épocas pasadas, los registros electromiográficos eran registrados y archivados sobre paginas de papel, lo que era poco práctico, tanto en el momento del diagnóstico como en el tratamiento de las patologías de la articulación.

Actualmente contamos con electromiógrafos montados sobre ordenadores que nos permiten no solo una mayor flexibilidad en el procesamiento de los datos, sino también una mayor calidad de los datos obtenidos.⁶

Los datos obtenidos por el electromiógrafo computarizado pueden ser vistos sobre un tubo de radios catódicos, como se hace sobre la pantalla del ordenador, o ser impreso sobre páginas de papel para análisis o archivo.

Por el método de visualización de registro que sea, es necesario, aclarar que los datos que necesitamos registrar son producto de variaciones eléctricas producidas por la actividad muscular.¹⁴

Esta actividad posee picos de corriente positivos y negativos que dan como resultado el denominado potencial de electromiografía.

Como ya hemos dicho, este registro es formado por valores positivos y negativos, producto de las alteraciones de los tejidos que son producidos durante la actividad muscular.¹⁷

Esto puede ser visualizado de distintas maneras:

- ∴ Observar solamente los puntos que representan la actividad máxima (registro de puntos de datos)
- ∴ Pedir al ordenador que una estos puntos, a fin de generar un gráfico más simple y fácil de observar (registro integrado)



- ∴ Rectificar el grafico utilizando como línea base el valor negativo más importante, denominándola de rectificación del registro (registro rectificado)
- ∴ Sobre el registro integrado desplaza un rectángulo que, por su vez, se encuentra reflejo en una segunda pantalla, en la cual podemos observar el registro rectificado (registro espectrográfico)
- ∴ Pedir al sistema que compare el lado derecho con el izquierdo.
- ∴ Que realice un promedio de actividad del lado derecho y del izquierdo, y que los compare
- ∴ Que filtre los ruidos existentes, dejando como remanente el registro puro, etc.

En todo registro, al observar gráficos electromiográficos alterados, debemos verificar la correcta colocación de los electrodos y las instrucciones del fabricante y, como toda practica, solicitar un entrenamiento previo.

Estos registros pueden ser estáticos o dinámicos.⁶

– Estudios estáticos

Son aquellos en que se registra la actividad basal de los músculos de nuestro paciente. Para realizarlos debemos haber puesto los electrodos entre 20 y 30 minutos antes de la toma de registro. Una vez transcurrido este periodo de tiempo, solicitaremos a nuestro paciente que se ponga en una posición cómoda, visto que el registro de todos los exámenes podrá requerir algunos minutos. Debemos comunicar al paciente que incluso los movimientos de la lengua y la deglución deben ser suspensos hasta que los autoricemos. Se viene insistiendo mucho sobre la posición del paciente y de la valoración de los registros que puede existir con la misma. Por esta razón, algunos profesionales prefiere tomarlos con el paciente sentado en una silla o de pie. En nuestra práctica profesional, a lo largo de 10 años realizando este tipo de estudio, preferimos realizarla con el paciente en el sillón

odontológico, garantizándonos un correcto soporte para la cabeza y el cuello.¹⁸

Valores normales en actividad basal: El conocimiento de los valores basales normales fue establecido por el Dr. Cram, en el Swedish Hospital, en Seattle (WA, EEUU), EN 1982. Realizo registros de 100 pacientes asintomáticos y los comparo con otros 100 que presentaban síntomas. En este estudio, los valores normales para los músculos masticatorios tanto primarios como secundarios fueron establecidos en la línea de aproximadamente 2 microvolts.¹⁶

Pero, sin duda, es importante observar también el equilibrio entre los músculos, visto que no deben presentar solamente valores que sean normales, sino que debe existir un equilibrio entre el lado izquierdo y el lado derecho.¹⁵ (Figura 27).⁶

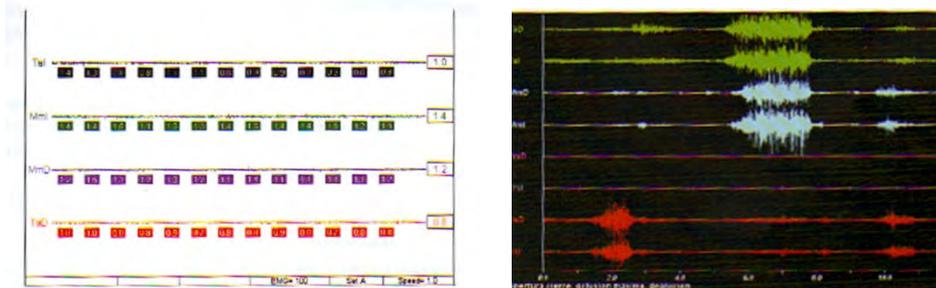


Figura 27 Izquierda: Gráfico de la actividad basal en paciente sano, Derecha: Grafico de apertura, cierre, oclusión máxima y deglución en un paciente sano.

Valores patológicos de la actividad basal: Los valores de la actividad basal son, muchas veces, un reflejo claro de la patología que presenta nuestro paciente. Las alteraciones más comunes pueden ser clasificadas en patologías por hiperactividad, por hipoactividad y por desequilibrio.

∴ Patologías por hiperactividad

Contrariamente al concepto de muchos años sobre el origen del dolor en la hiperactividad muscular, esta no es tan habitualmente



encontrada en los registros clínicos. Por el contrario, es en la hipoactividad que se suele encontrar el origen del dolor.

La hiperactividad, también denominada en ocasiones como espasmo, puede ser encontrada en alteraciones oclusales agudas, procesos neurológicos y en bruxomanos compulsivos.

∴ Patologías por hipoactividad

Sin duda, las patologías por hipoactividad son las productoras más comunes de dolores en nuestros pacientes. Encontramos hipoactividad en procesos degenerativos de la articulación temporomandibular, en fracturas de la cabeza del cóndilo, en fractura del cuello del cóndilo, entre otras.

Esta patología, sin duda, se presenta como espasmo muscular preventivo ante cualquier noxa que afecte la región.

∴ Patologías por desequilibrio

Estas patologías surgen en general asociadas a alteraciones oclusales y procesos crónicos antiguos. Están asociadas a contactos prematuros que producen desplazamientos mandibulares tanto en sentido anteroposterior como lateral. En otras oportunidades las encontramos en procesos postraumáticos antiguos, que causaron la producción de patologías del lado opuesto.⁶

– Estudios dinámicos

Todos sabemos que la actividad muscular varía según el largo del músculo, el estado o condición del mismo, la velocidad de contracción y la cantidad de fibras musculares estimuladas por los centros motores centrales.

Esta actividad muscular varía sus características según el movimiento a la función realizados por ella. De esa forma, tenemos contracciones isométricas puras durante la oclusión máxima, isotónicas durante la fonación, y mixtas durante la deglución.

Los estudios dinámicos pueden incluir diferentes actividades de nuestros pacientes que deberán tener como punto inicial y final la posición en la cual se tomo el estudio de la actividad basal. Estos estudios pueden involucrar la apertura y el cierre bucal, la deglución, la fonación o los movimientos de lateralidad de la cabeza o de la mandíbula (Figura 28 y 29).⁶

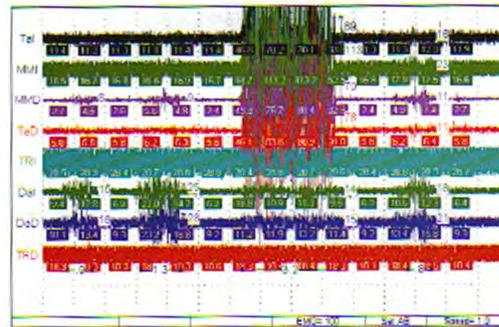


Figura 28 Registro de apertura, cierre, oclusión máxima y deglución en formato integrado.

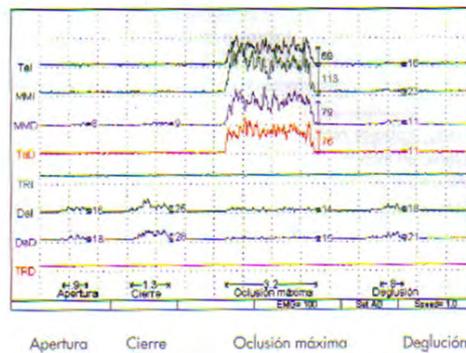


Figura 29 El mismo registro procesado (rectificación del registro).

– Gráficos más comunes

Electromiografía del movimiento de apertura: Para nosotros es el primer grafico a ser realizado. Se caracteriza por la actividad de los fascículos anteriores del musculo digástrico, no debiendo observarse ningún otro tipo de actividad, no solo en los músculos elevadores, así como tampoco en los músculos del cuello.¹⁵

Electromiografía del movimiento de cierre: Caracteriza la actividad de los músculos elevadores de la mandíbula. En general, a actividad



comienza con los músculos temporales que actúan situando la mandíbula, a fin de posicionarla. Muchas veces, esta acción se produce simultáneamente con la actividad de los maseteros que conjuntamente con los pterigoideos internos generan la mayor fuerza muscular.¹⁶

En este registro no se debe observar actividad ni de los músculos depresores, ni de los músculos cervicales.⁶

Electromiografía en oclusión máxima: La actividad muscular en oclusión máxima debe ser equilibrada con el silencio muscular tanto de los músculos cervicales como de los depresores. Este registro es una forma indirecta de monitorear el equilibrio existente entre los músculos y las piezas dentarias. Eso es fácil de comprender si consideramos que las cúspides de las piezas dentarias son la guía de los movimientos finales de cierre, las cuales pueden desplazar a la mandíbula para tras, para el frente o lateralmente.

Este desplazamiento genera una descoordinación entre los diferentes fascículos musculares, que deberán contraerse de forma asincrónica y asimétrica, con la consecuente irritación de los núcleos motores.

Este tipo de interferencias oclusales primarias son las responsables en un gran porcentaje de mialgias presentándose en fascículos musculares hipoactivos.

En la literatura podemos encontrar muchas evidencias sobre la influencia de la oclusión en la actividad muscular máxima en pacientes que presentan algún grado de patología.

Por otro lado, trabajos realizados creando interferencias oclusales demostraron, una vez más, un incremento de la actividad muscular y un desequilibrio en la actividad de los mismos. Sin duda, ante la presencia de factores oclusales que impiden el cierre mandibular coincidente con los

patrones musculares, estos deben ser alterados a medida que la mandíbula se vea obligada a adoptar una posición espacial conveniente.

Esto genera fuerzas que alteran tridimensionalmente la posición mandibular.⁶

Electromiografía en oclusión máxima con rollo de algodón: El registro, comparado con el anterior, nos permite evaluar las posibles razones de la descoordinación muscular de nuestros pacientes y cuestionaremos este tipo de registro al hablar del diagnóstico de nuestro paciente.⁴

Electromiografía del movimiento de deglución: El registro de la deglución se caracteriza por una importante actividad del digástrico, precedida por la actividad de los músculos elevadores, primordialmente los maseteros.⁶

En algunos casos, observamos variaciones en los ciclos de deglución asociados al tipo de rotación mandibular de nuestros pacientes, siendo característico en ellos un doble periodo de actividad durante la deglución.

Por otro lado, en estudios realizados por nosotros en individuos asintomáticos y sin señales clínicas de patología en sus articulaciones temporomandibulares, pudimos observar la influencia de la postura durante la toma de registros.¹⁵ (Figura 30 y 31).⁶

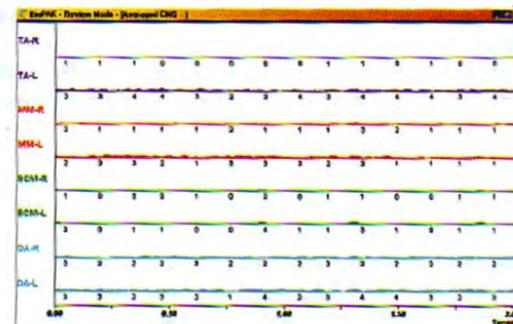


Figura 30 Registro electromiográfico de la actividad basal registrado con equipo Bio Eng.

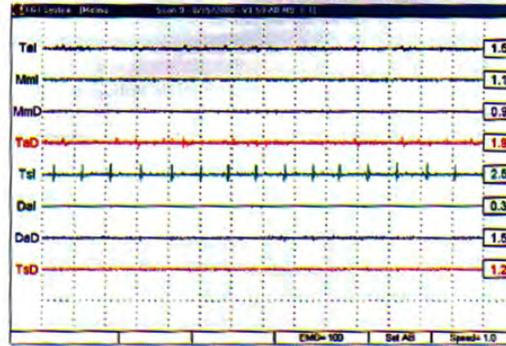


Figura 31 Registro electromiográfico de la actividad basal registrado con equipo Myotronics.

Electromiografía de los movimientos de masticación: La actividad masticatoria debe ser registrada no solo mediante la electromiografía, sino también por la kinesiografía, la cual nos permite ver la actividad muscular, y los desplazamientos mandibulares.

Además, también es importante observar la variación de los registros, tanto electromiográficos como kinesiográficos durante la masticación de sustancias de consistencias diferentes. Eso nos permitió observar una mayor fuerza muscular durante la masticación de alimentos duros (almendras) en relación con la masticación de sustancias blandas (chicle).

Estos valores de la actividad muscular media se encuentran disminuidos en aquellos pacientes que poseen diferentes grados de patología en la articulación temporomandibular.⁶

– Fuerza de masticación

Por medio de la actividad muscular, podemos indirectamente medir la fuerza desarrollada por los músculos masticadores. Fueron realizados estudios interponiéndose sensores piezoeléctricos que, a partir de la deformación de sales de calcio (turmalina), generan cargas eléctricas. Estas cargas eléctricas son productos de las variaciones estequiometricas de los

cristales componentes de las citadas sales, siendo ellas proporcionales a su deformación.

Estos sensores puestos en las superficies oclusales permiten, por lo tanto, de acuerdo con las tablas de carga previamente desarrolladas, registrar la fuerza producida por los músculos masticadores y correlacionar estas con los registros electromiográficos tomados simultáneamente.

La fuerza media máxima es entre los 60 y 75 kg, pero es reconocida por todos la existencia de personas que poseen la capacidad de generar más de 200 kg.

La mayores fuerzas musculares son, sin duda, desarrolladas al interponer sensores en el sector posterior y solicitando al paciente que muerda en posición de oclusión habitual. De modo opuesto, esta actividad disminuye cuando el paciente muerde en las posiciones de retrusión, lateralidad y propulsión.

Otro factor que influye en la fuerza masticatoria desarrollada es la altura del elemento interpuesto al nivel molar para realizar la experiencia, siendo una altura de 15 a 20 mm la ideal para generar la mayor potencia muscular (figura 32 y 33).⁶

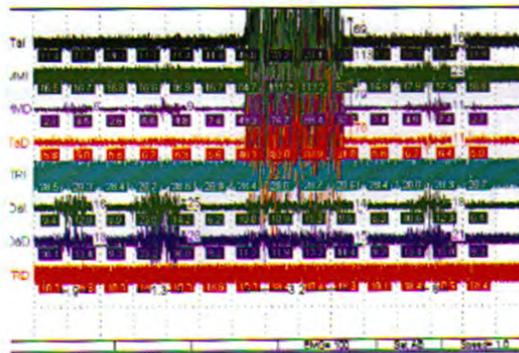


Figura 32 Registro tomado con limiar de 100 Mv.

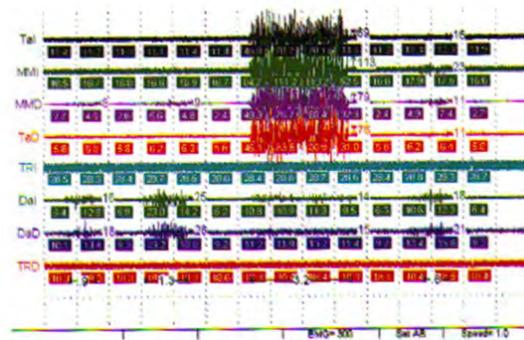


Figura 33 Registro tomado con limiar de 300 mV.

De modo general, los registros máximos obtenidos en pacientes sin patologías articulares varían entre los 450 y los 500 microvoltios.



III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los diferentes patrones de respuesta normal en los músculos de la masticación observados por medio del electromiógrafo son confiables para emitir un criterio de salud u/o alteración de estos, principalmente en aquellas alteraciones parafuncionales del Sistema masticatorio, sobresaliendo el bruxismo, estrés muscular, etc...

Se plantea conocer las diferencias de respuesta electromiográfica entre cada uno de ellos considerando comparar entre dos pacientes normales y dos pacientes con parafunción de apretamiento dental, para determinar correctamente el grado de afectación por bruxomanía a partir de estudios electromiográficos.

IV. JUSTIFICACIÓN

Los índices estadísticos actuales demuestran una alta incidencia de bruxomanía en la población abierta teniendo preferencia en el sexo masculino de edades promedio entre 18 a 50 años en relación 3 a 10 por sexo, con una tendencia a aumentar en esta proporción, es por ello necesario establecer un patrón práctico por lectura de EMG reconocer el estado de hiperactividad que presentan los músculos masticadores y establecer un programa de prevención en aquellos pacientes que presenten síntomas correlacionados con la bruxópatas para evitar daños mayores en todos sus elementos estomatológicos. Para el tratamiento del bruxismo, se colocan en primer lugar, una férula de descarga para eliminar los engramas que ha dejado impresos la bruxomanía en la corteza cerebral. Según la teoría si no se coloca esta férula, no se rompe el círculo vicioso patogénico y el paciente seguirá haciendo bruxomanía, Además, de instituir medidas psicoterapéuticas adecuadas, para tratar y prevenir este padecimiento.



V. OBJETIVOS

5.1 General

Identificar el estado normal o anormal que guarda la actividad muscular masticatoria.

5.2 Específicos

- Evaluar por medio de registros electromiográficos de superficie, la actividad muscular que guardan los pacientes que presentan bruxismo.
- Evaluar por medio de registros electromiográficos de superficie, la actividad muscular que presentan pacientes sin alteraciones musculares masticatorias.
- Comparar los resultados electromiográficos, arrojados por estos pacientes tomando en cuenta la actividad muscular registrada.

VI. HIPÓTESIS

Los pacientes que presentan hiperactividad muscular, demuestran una lectura electromiográfica alterada demostrando, valores superiores diferenciados de los pacientes sanos. Observándose un estado de alteración muscular mayor en aquellos que tienen un estado de bruxomanía diagnosticado.



VII. METODOLOGÍA

7.1 Material y método

Para el estudio fueron seleccionados 2 pacientes de sexo masculino relacionados con el laboratorio de fisiología DEPeI, los pacientes tienen una edad entre los 23 a los 57 años, para realizar la selección de los pacientes los criterios fueron los siguientes:

Pacientes Control:

- Sexo masculino
- Pacientes que quieran participar en el estudio
- Cualquier clasificación de Angle
- Dentición permanente
- Ausencia de tratamientos ortodónticos y/o ortopédico
- Ausencia de indicios o síntomas de trastornos de la masticación

Pacientes Casos:

- Sexo masculino
- Pacientes que quieran participar en el estudio
- Cualquier clasificación de Angle
- Dentición permanente
- Ausencia de tratamientos ortodónticos y/o ortopédico
- Presencia de indicios o síntomas de trastornos de la masticación

La exploración clínica con la respectiva realización de la historia clínica fue realizada por el pasante de odontología y fueron examinados sentados en un sillón dental del laboratorio de fisiología DEPeI, se utilizaron juegos esterilizados de 1x4 (paquete básico de exploración), regla milimétrica, papel de articular de 8 micras de grosor, guantes, cubrebocas y una cámara fotográfica.



Ya realizada la historia clínica se realiza la toma de impresiones de la arcada superior e inferior de cada paciente, además de los registros para el montaje en articulador semi-ajustable del tipo arcón.

Se programan las fechas de realización de los registros electromiográficos con el fin de ya tener confeccionadas las guardas oclusales que utilizaran los pacientes que registraron la presencia de indicios o síntomas de trastornos de la masticación.

Las guardas oclusales se realizaron con la técnica de diseño gnatólogico del laboratorio de fisiología DEPEI.

Se grabaron los registros de EGM del músculo masetero y porción anterior del músculo temporal. Se utilizó un Polígrafo modelo Grass model 790 de 4 canales, de 115 volts 60 Freq., EEG Y POLYGRAPH DATA RECORDING SYSTEM, GRASS INSTRUMENT CO. QUINCY, MASS., U.S.A, con un amplificador WIDE BAND A.C. PRE-AMPLIFIER Y INTEGRATOR GRASS INSTRUMENT CO. QUINCY, MASS. U.S.A. Presenta el registro simultáneo en papel, se utilizaron electrodos de superficie, los electrodos captan varias unidades motoras y a la vez están conectados a un pre-amplificador con una ganancia de 20x, que detecta el funcionamiento muscular. Se colocó el electrodo de referencia en la muñeca derecha, untada con gel electroconductor para reducir el ruido eléctrico indeseado de la señal electromiográfica, los electrodos de superficie se fijaron bilateralmente a la porción anterior del músculo temporal y a la porción superficial del músculo masetero, según puntos de referencia anatómicas y utilizando los procedimientos descritos.

Durante las dos fases del estudio, la realización de la historia clínica, la grabación de los registros electromiográficos, el paciente permaneció sentado en 90° y con la cabeza en un plano de Frankfurt.



Se observaron los registros, electromiográficos de los pacientes considerados como sanos y se compararon con aquellos que se considero presentaran indicios o síntomas de trastornos de la masticación.

7.2 Tipo de estudio

Observacional y asociativo

7.3 Población de estudio

10 pacientes masculinos, de edades entre los 21 y 56 años. Que acuden al laboratorio de fisiología DEPel. Y que presenten indicios o síntomas de trastornos de la masticación.

7.4 Muestra

Los pacientes se seleccionaron por conveniencia, 2 pacientes de sexo masculino (1 considerado sano y 1 con indicios o síntomas de parafunción masticatoria).

7.5 Criterios de inclusión

Paciente control:

- Sexo masculino
- Pacientes que acuden al laboratorio de fisiología DEPel.
- Quisieron participar en el estudio
- Cualquier clasificación de Angle
- Dentición permanente
- Ausencia de tratamientos ortodónticos y/o ortopédico
- Ausencia de indicios o síntomas de trastornos de la masticación para los pacientes considerados sanos



Pacientes Casos:

- Sexo masculino
- Cualquier clasificación de Angle
- Dentición permanente
- Pacientes que acuden al laboratorio de fisiología DEPel., que quisieron participar en el estudio.
- Ausencia de tratamientos ortodónticos y/o ortopédico
- Presencia de indicios o síntomas de trastornos de la masticación para los pacientes considerados bruxópatas.

7.6 Criterios de exclusión

Pacientes que no cumplen con las características

7.7 Variables de estudio

Variable independiente:

Pacientes de ambos sexos con edades mayores de 21 y menores de 56 años.

Variable dependiente:

Padecen o no bruxismo

7.8 Casos

– *Paciente 01*

Paciente masculino de 23 años de edad, dentición adulta completa, clase Angle I, sin restauraciones, sin problemas articulares, no refiere

molestias del sistema masticatorio. Se colocan los electrodos de superficie y se realiza el registro EMG. (Figura 34, 35).



Figura 34 Fotografías de frente y laterales.



Figura 35 Se observa la colocación de los electrodos y los movimientos de lateralidad y protrusión durante el registro electromiográfico.

Registro electromiográfico en oclusión máxima: Ya colocados los electrodos se realiza la primera grabación, consiste en indicarle al paciente que muerda fuertemente por espacio de 8 a 10 segundos. (Figura 36)

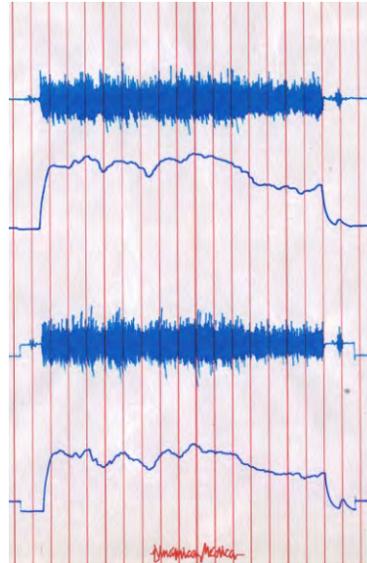


Figura 36 Registro electromiográfico en oclusión máxima, nótese la simetría de los registros

Registro electromiográfico en ciclo masticatorio: En este registro se le pide al paciente lleve a su boca un chicle, esto es para reproducir los movimientos que realiza el paciente durante la masticación, se le hace una observación para que cuando empiece a masticar nos refiera con una señal el lado con que esta masticando y se le pide que siga en ese lado hasta que se le indique cambiar el chicle del lado opuesto, en esta ocasión el paciente inicio la masticación de lado derecho. (Figura 37 y 38).

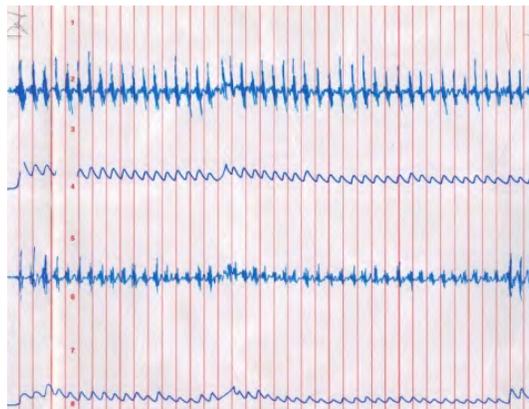


Figura 37 Registro electromiográfico en el ciclo masticatorio derecho.

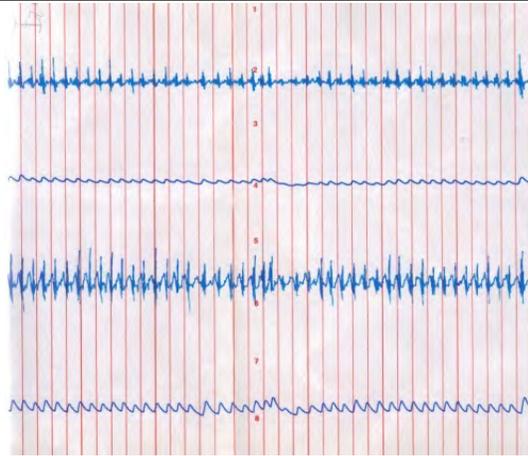


Figura 38 Registro electromiográfico en el ciclo masticatorio Izquierdo.

Registro electromiográfico en movimientos de lateralidad y protrusión: Este registro se realizó en llevando al paciente en oclusión céntrica y pidiendo que sin abrir realizara movimientos de lateralidad y protrusión. (Figura 39).

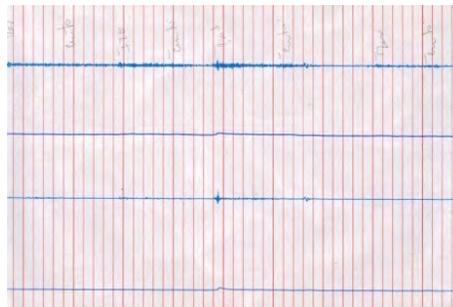


Figura 39 Observe la actividad simétrica de la actividad muscular en movimientos de lateralidad y protrusión.

– **Paciente 02:**

Paciente Masculino de 57 años de edad, refiere dolor muscular al despertar, además de referir que es un problema de hace aproximadamente 15 años de evolución que cada vez ha sido más doloroso, dice haber consultado desde médicos generales hasta otorrinolaringólogos, los cuales prescribieron solo analgésicos, lo refieren al odontólogo donde se le realiza

su historia clínica, revisión intraoral y extraoral, se tomaron modelos de estudio y se ordena la realización de estudio imagenológico de Ortopantomografía. (Figura 40).



Figura 40 Ortopantomografía donde se denota la pérdida del plano de oclusión y por el desgaste dentario.

A la revisión intraoral se observa en el maxilar, a nivel de los dientes posteriores 24,25,26,27 restauraciones con amalgamas las cuales se encuentran desajustadas. En los dientes 14,15,16,17 se observan desgastes en las cúspides de balance, En los dientes 12,11,21,22, se observa desgaste por lo menos del tercio incisal y medio. Y en los dientes 13 y 23 el desgaste se observa a nivel del tercio incisal. (Figura 41).

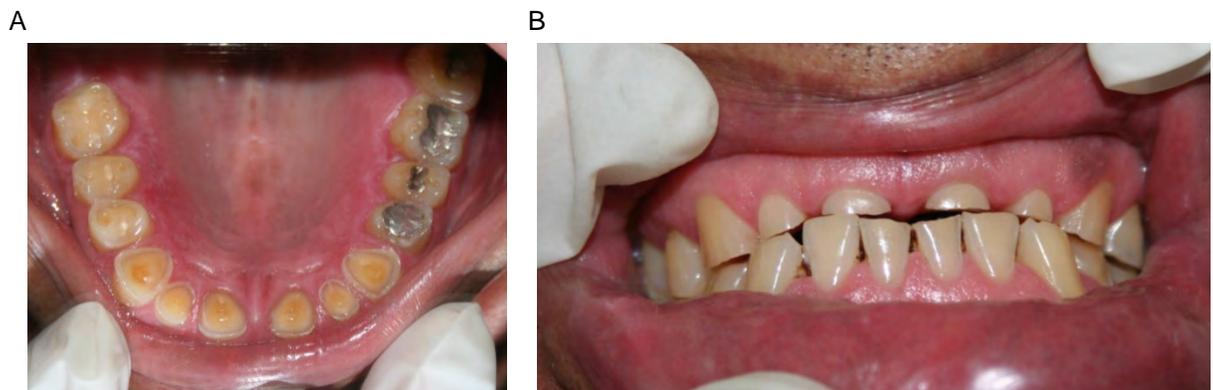


Figura 41 A y B Se observa los desgastes de los dientes 13,12,11,21,22,23.

En la mandíbula se observa que los dientes 34,35,36,37 cuentan con restauraciones de amalgama que ya están desajustadas además del desgaste que presentan los dientes 34,35,36 de las cúspides de trabajo, los dientes 33,31,41,42,43,44,45,46 presentan también desgastes en las cúspides de trabajo. (Figura 42-45)



Figura 42 A Se observan los desgastes en las cúspides de trabajo B Obsérvese el desgaste de los dientes superiores e inferiores en su segmento anterior

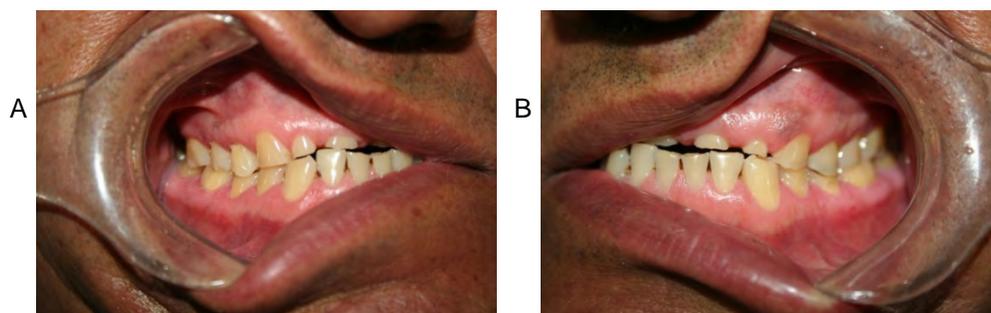


Figura 43 A y B Obsérvese los desgastes posteriores en las cúspides de balance y de trabajo en relación céntrica.

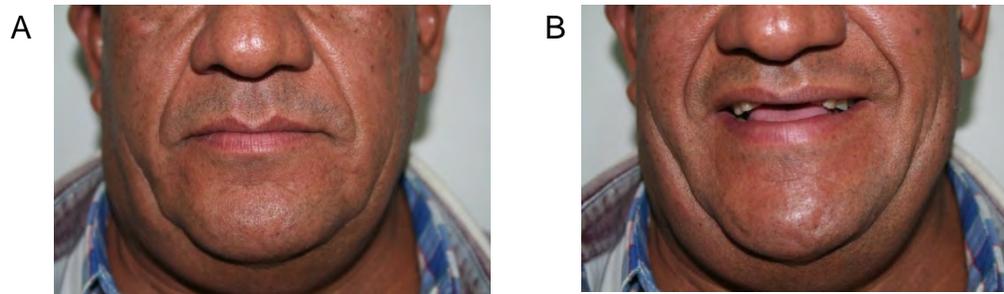


Figura 44 A Paciente con boca cerrada, B sonrisa del paciente nótese la ligera invaginación del labio superior.



Figura 45 Se muestran los dos perfiles del paciente, nótese la depresión en el labio superior.

Después de la historia clínica se procede a realizar modelos de estudios y montaje en el articulador. (Figura 46).



Figura 46 Imagen del paciente con el arco facial para el montaje en el articulador, y montaje de los modelos de estudio.

Procederemos a realizar la electromiografía de superficie, primero se limpian las zonas a grabar, se realiza con alcohol y algodón de manera vigorosa. (Figura 47).



Figura 47 Realización de la limpieza con algodón y alcohol frotando de una forma vigorosa.

Ya realizada la limpieza de la zona se procede a colocar los electrodos de superficie, con el paciente sentado en un ángulo de 90° , y con la cabeza paralela al plano de frankfurt. Se coloca el electrodo de referencia (tierra) en la parte posterior de la oreja en ambos lados. (Figura 48).



Figura 48 Colocación del electrodo de referencia, ubicado atrás de la oreja.

Colocamos después, los electrodos que corresponden a la porción del músculo masetero posterior a eso se realiza la grabación electromiográfica. (Figura 49 y 50).



Figura 49 Colocación de los electrodos del músculo masetero.

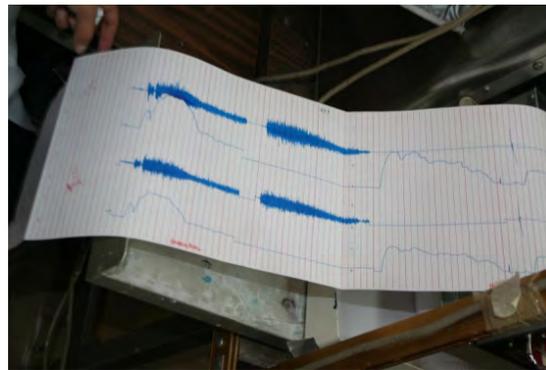


Figura 50 Inicio del registro electromiográfico.

Registro electromiográfico en oclusión máxima: Ya colocados los electrodos se realiza la primera grabación, consiste en indicarle al paciente que muerda fuertemente por espacio de 8 a 10 segundos. (Figura 51).

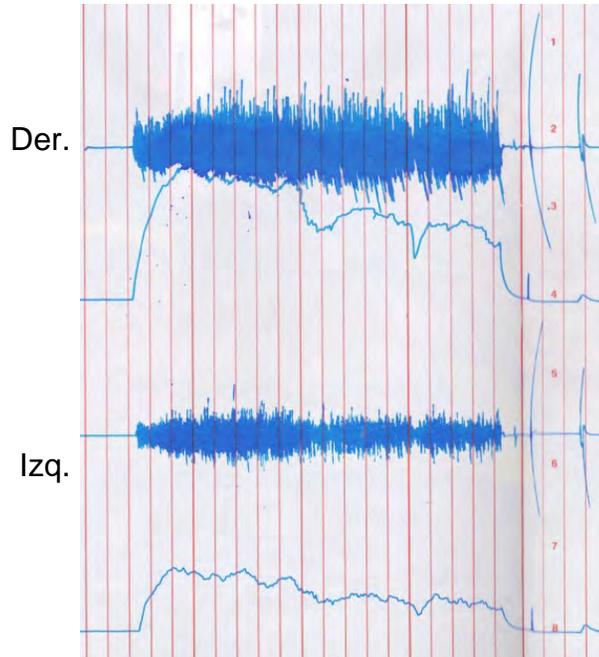


Figura 51 Grabación de la oclusión máxima, nótese la actividad del lado derecho.

Registro electromiográfico en el ciclo de la masticación: En este registro se le pide al paciente lleve a su boca un chicle, esto es para reproducir los movimientos que realiza el paciente durante la masticación, se le hace una observación para que cuando empiece a masticar nos refiera con una señal el lado con que esta masticando y se le pide que siga en ese lado hasta que se le indique cambiar el chicle del lado opuesto, en esta ocasión el paciente inicio la masticación de lado derecho. (Figura 52 y 53).

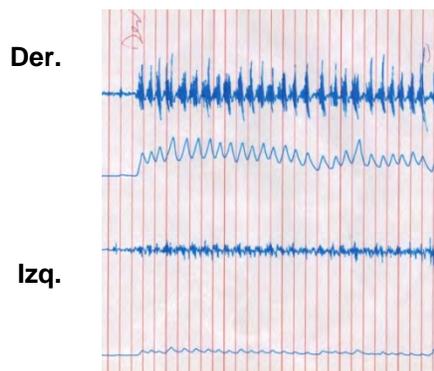


Figura 52 Grabación del lado derecho en el ciclo de la masticación nótese mayor actividad en dicho lado.

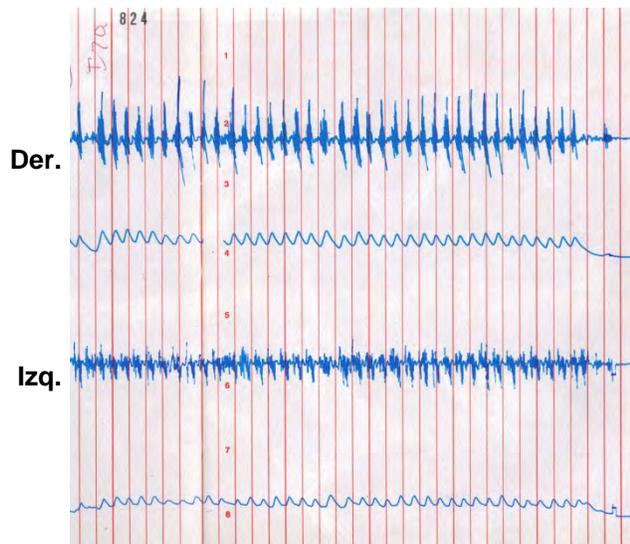


Figura 53 Grabación del lado izquierdo en el ciclo de la masticación nótese mayor actividad en el lado derecho.

Registro electromiográfico en movimientos de lateralidad y protrusión: Este registro se realizó en llevando al paciente en oclusión céntrica y pidiendo que sin abrir realizara movimientos de lateralidad y protrusión. (Figura 54).

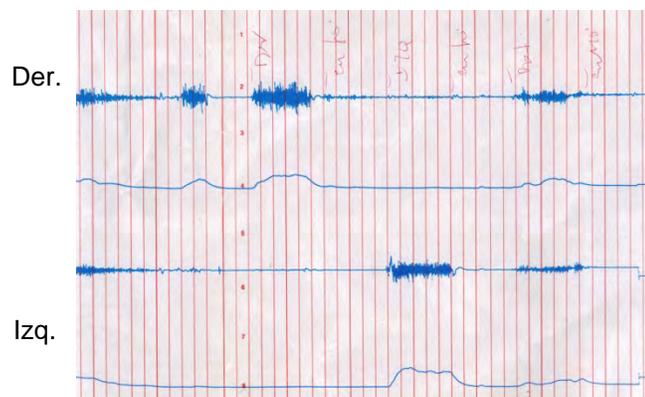


Figura 54 Grabación de los movimientos de lateralidad y protrusión.

Realizada ya la electromiografía se realizó el encerado de la guarda oclusal gnatólogica, se procesa y coloca la guarda. (Figura 55 y 56).

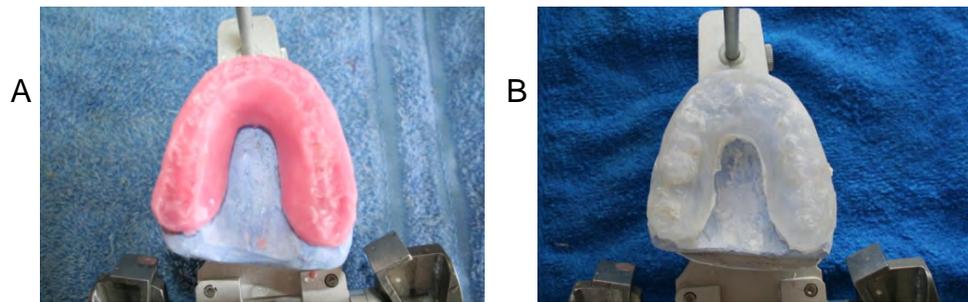


Figura 55 A Encerado gnatológico de la férula oclusal, B Férula gnatológica procesada.



Figura 56 Colocación de la férula gnatológica.

Entregada la férula, se dan 24 horas para realizar un nuevo registro (Figura 57 y 58).



Figura 57 Obsérvese la colocación de los electrodos para realizar un nuevo registro.

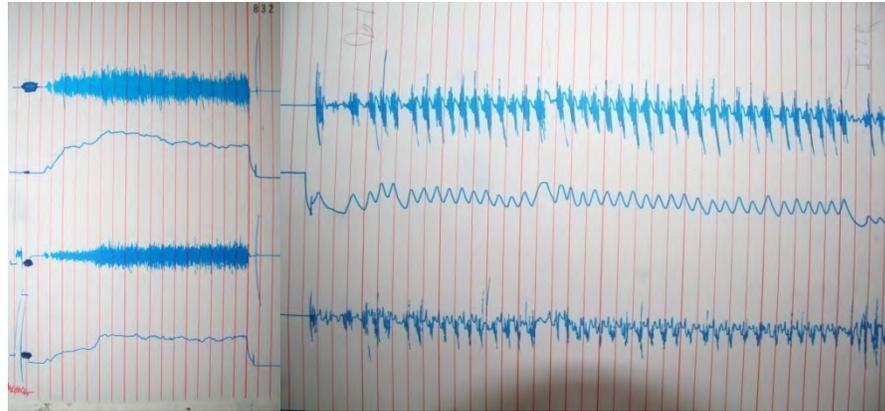
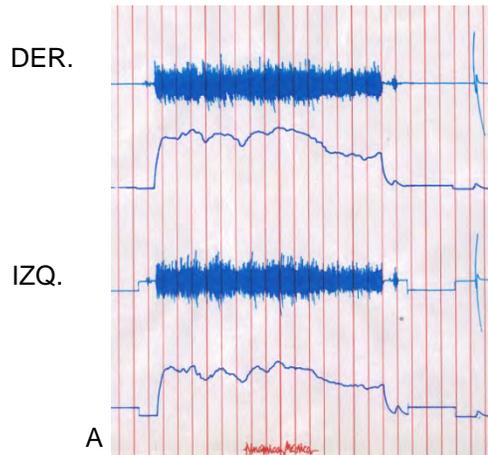


Figura 58 Registros nuevos con férula y sin ella.

Comparación electromiográfica: Ya realizados los registros electromiográficos se procede a la comparación de los mismos, primeramente los comparamos en su imagen grabada.

Registro electromiográfico en oclusión máxima: Trataremos de observar las diferencias de un registro a otro, gracias a los registros grabados en papel. (Figura 59).

Paciente 01 (sujeto sano)



Paciente 02 (sujeto bruxista)

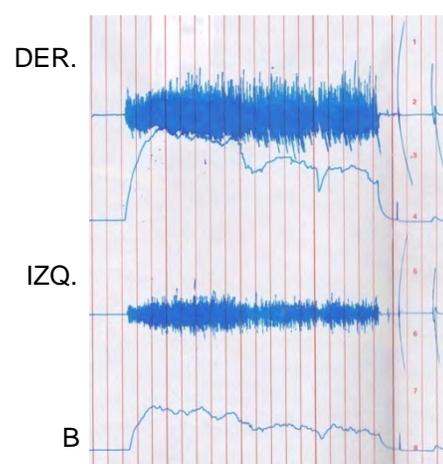
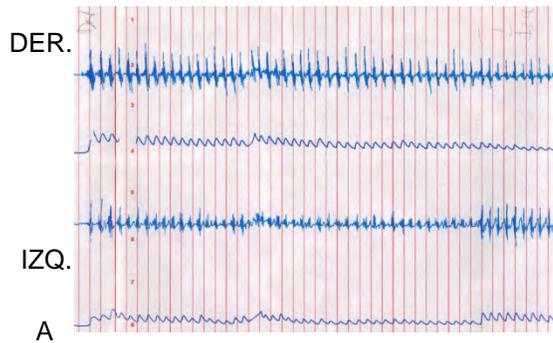


Figura 59 Se observa la actividad muscular en oclusión máxima, nótese en A registro muscular simétrico, B registro muscular asimétrico.

Registro electromiográfico en ciclo de masticación lado derecho: En este registro observamos las discrepancias que muestra el sujeto sano del bruxopata (Figura 60).

Paciente 01 (sujeto sano)



Paciente 02 (sujeto bruxista)

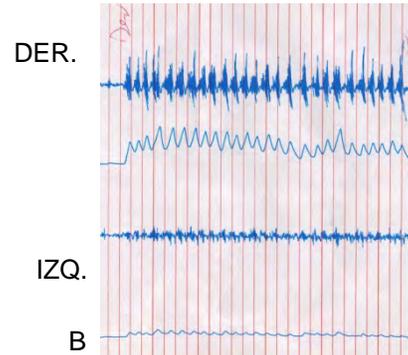
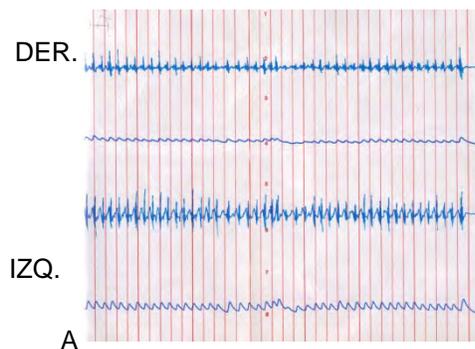


Figura 60 A Se observa la actividad muscular aumentada en el lado derecho del paciente por ser el lado de trabajo y en la izquierda se observa el lado de balance el cual esta disminuido. B Se observa el lado derecho que es de trabajo en una actividad hipertónica y el lado izquierdo disminuido.

Registro electromiográfico en ciclo de masticación lado izquierdo: En este registro observamos la baja actividad del bruxista (Figura 61)

Paciente 01 (sujeto sano)



Paciente 02 (sujeto bruxista)

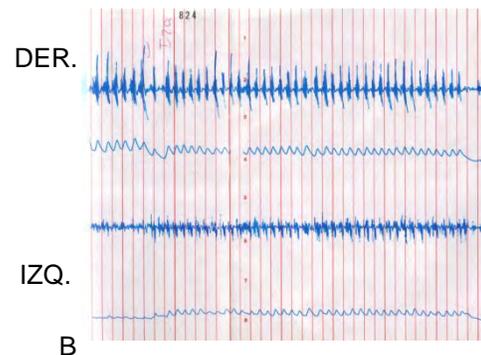


Figura 61 A Se observa la actividad muscular aumentada en el lado de trabajo en esta ocasión el lado izquierdo, nótese también el lado de balance ligeramente disminuido, esto nos habla de una simetría, así como el registro invertido en comparación el lado de trabajo

que es similar, B Nótese que el lado de trabajo está completamente disminuido y el lado de balance se presenta hipertónica.

Registro electromiográfico en movimiento de lateralidad y protusiva: Observamos los lapsos hipertónicos que muestra el paciente bruxista. (Figura 62).

Paciente 01 (sujeto sano)

Paciente 02 (sujeto bruxista)

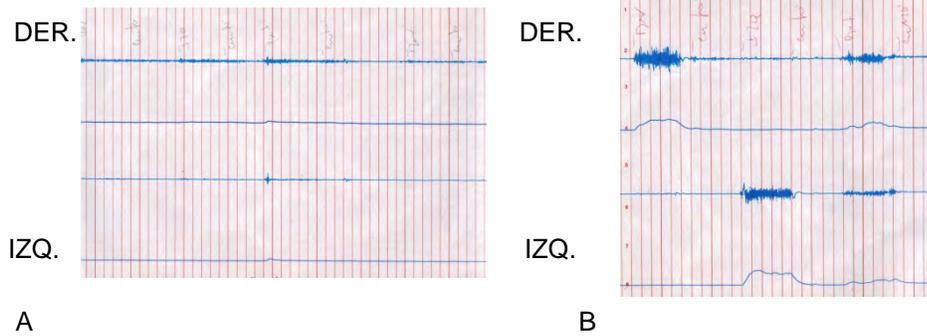


Figura 62. A Nótese la actividad muscular en los movimientos de lateralidad que es simétrica, B nótese la actividad de predilección por el lado derecho



VIII. RECURSOS

8.1 Humanos

Pacientes que desearon participar, investigador y operador del polígrafo, asistente del operador (pasante).

8.2 Materiales

Artículos de papelería, guantes, cubrebocas, 1x4, regla milimétrica, cámara fotográfica, cámara de video, polígrafo, electrodos, gel electro-conductor, algodón, alcohol, electrodos de superficie, cera rosa toda estación, muflas superiores, yeso blanca nieves, prensa, acrílico transparente termocurable, fresones, espátulas (Iecron, 7-A, Etc.), Silicona pesada, vaselina, pastas para pulir, papel de articular 8 micras.

8.3 Financieros

Los recursos financieros corrieron por cuenta del pasante.

IX. PLAN DE ANÁLISIS

El resultado numérico se realizó de la siguiente forma:

Se trazaron dos líneas recta en los 4 registros simultáneos donde se considero el promedio de la grabación electromiográfica. (Figuras 63-67).

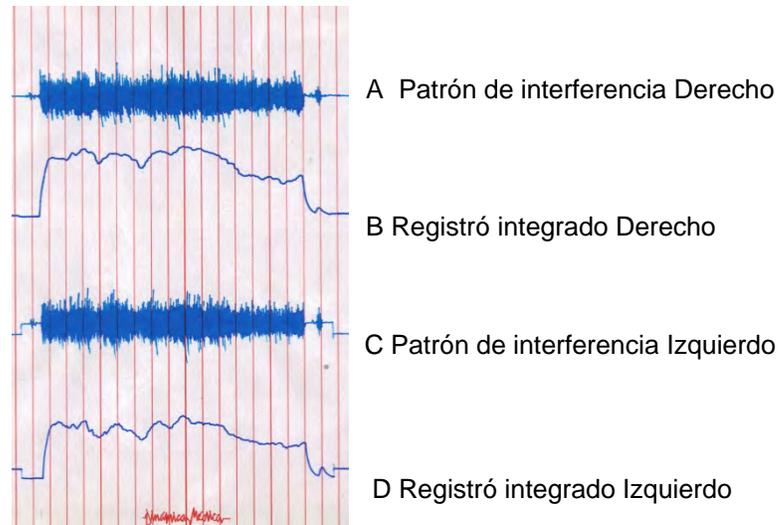


Figura 63 Véase los 4 registros simultáneos.

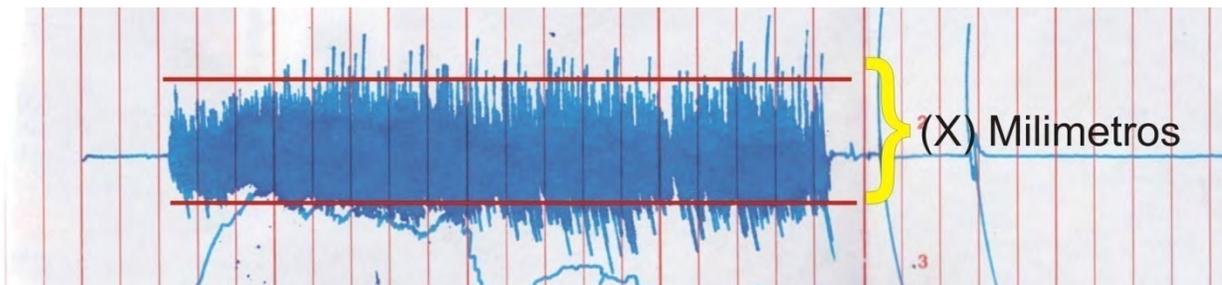


Figura 64 Patrón de interferencia derecho (Las dos líneas son trazadas en cada uno de los registros considerando el promedio del gráfico, la medida es en milímetros).

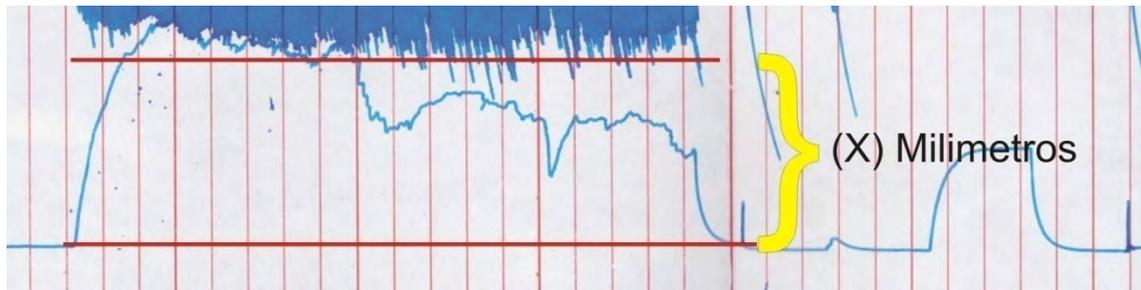


Figura 65 Registro integrado derecho (Las dos líneas son trazadas en cada uno de los registros considerando el promedio del grafico, la medida es en milímetros).

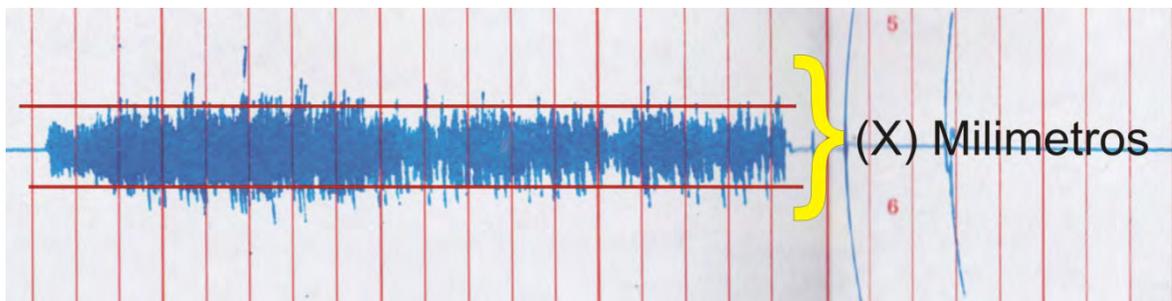


Figura 66 Patron de interferencia Izquierdo (Las dos líneas son trazadas en cada uno de los registros considerando el promedio del grafico, la medida es en milímetros).

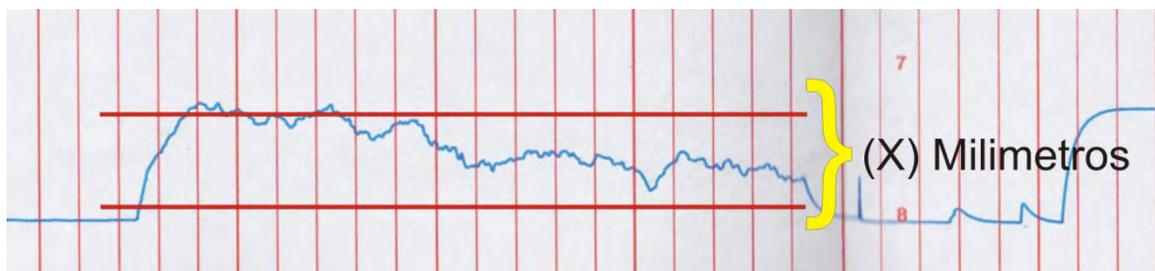


Figura 67 Registro integrado Izquierdo (Las dos líneas son trazadas en cada uno de los registros considerando el promedio del grafico, la medida es en milímetros).

Ya trazadas las líneas y medido el espacio entre una y otra, se necesita una referencia de medida la cual nos dará el parámetro de valor, en este caso también las señales de calibración son 4, también a estas señales se les traza líneas rectas con la diferencia que estas se hacen por la longitud

de la señal y no por el promedio como las señales anteriores.
(Figuras 68-71).

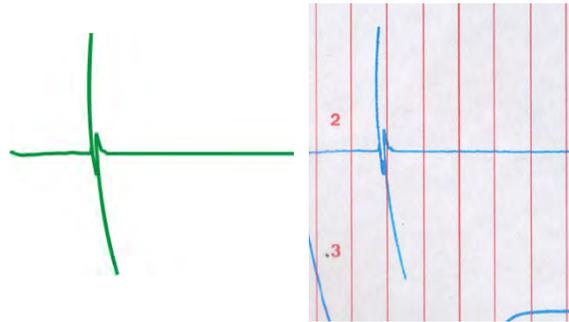


Figura 68 Se observa la señal de calibración del patrón de interferencia.

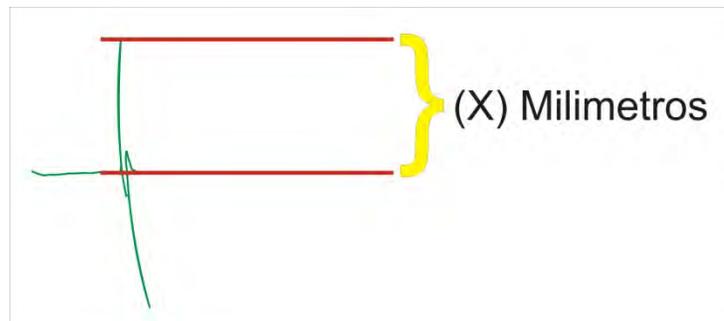


Figura 69 Se observa la colocación de las líneas rectas y la medición del espacio entre ellas.

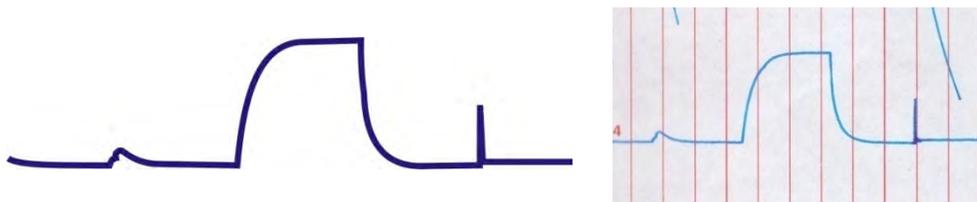


Figura 70 Obsérvese la señal de calibración de registro integrado.

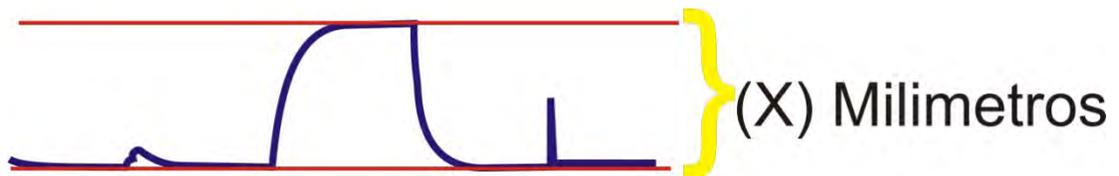


Figura 71 Se observa la colocación de las líneas rectas y la medición del espacio entre ellas.



X. RESULTADOS

Ya medidos los registros se realiza la conversión a microvolts, esto se realiza por medio de una regla de tres, se evalúa el valor del grafico por 200 que es el valor de la calibración del aparato y se divide por el valor del grafico de calibración, así el valor que arroja esta regla de tres es el valor de la actividad muscular registrada. (Tabla 1 y 2).

PACIENTE	DERECHA	CALIBRACION	MICROVOLTS	IZQUIERDA	CALIBRACION	MICROVOLTS
01						
Patrón de interferencia	10 mm	20 mm	100 mV	10 mm	19 mm	105 mV
Registro integrado	18 mm	16 mm	225 mV	18 mm	17 mm	211 mV

Tabla 1 Valores de la EMG sujeto sano Se registran los valores en milímetros tanto del patrón de interferencia, el registro integrado y las calibraciones estas arrojan ya en la regla de tres el valor en microvoltios.

PACIENTE	DERECHA	CALIBRACION	MICROVOLTS	IZQUIERDA	CALIBRACION	MICROVOLTS
02 Reg. 01						
Patrón de interferencia	17 mm	20 mm	170 mV	09 mm	18 mm	100 mV
Registro integrado	22 mm	17 mm	258 mV	10 mm	17 mm	117 mV

Tabla 2 Valores de la EMG sujeto bruxopata, nótese la cantidad de microvolts que arroja en cada registro.

Después de estos registros, se coloco la guarda oclusal y después de 24 horas se tomo un segundo registro del paciente bruxopata, el cual fue hecho con la guarda colocada y sin ella. (Tabla 3 y Tabla 4).



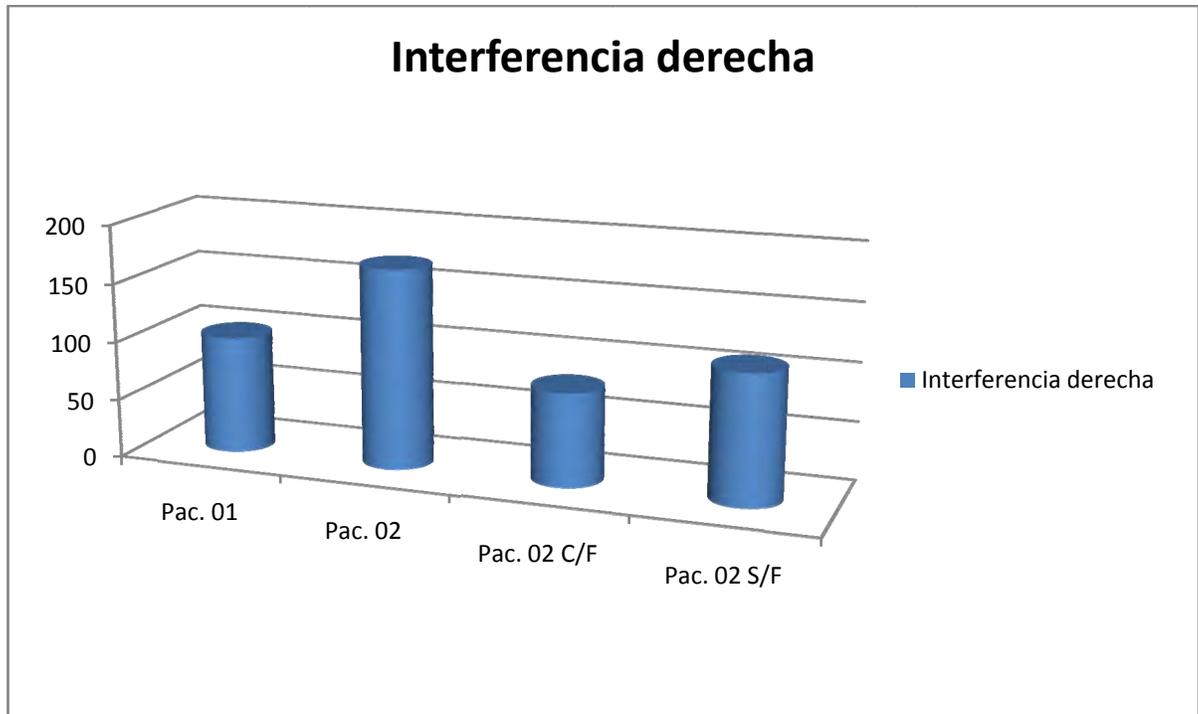
PACIENTE	DERECHA	CALIBRACION	MICROVOLTS	IZQUIERDA	CALIBRACION	MICROVOLTS
02 Reg. 02 Con férula						
Patrón de interferencia	8 mm	20 mm	80 mV	10 mm	19 mm	105 mV
Registro integrado	16 mm	16 mm	200 mV	15 mm	17mm	176 mV

Tabla 3 Se registro la actividad muscular con la guarda colocada, notándose un registro, más simétrico que su antecesor.

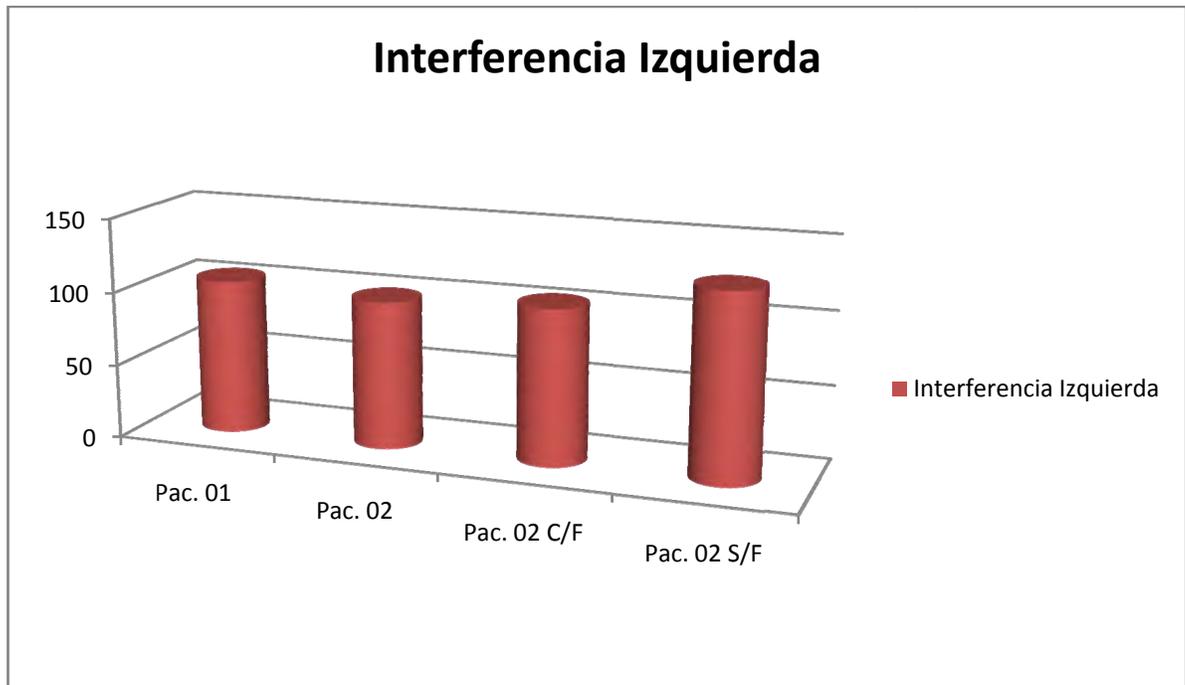
PACIENTE	DERECHA	CALIBRACION	MICROVOLTS	IZQUIERDA	CALIBRACION	MICROVOLTS
02 Reg. 02 Sin férula						
Patrón de interferencia	11 mm	20 mm	110 mV	12 mm	19 mm	126 mV
Registro integrado	16 mm	16 mm	200 mV	16 mm	17mm	188 mV

Tabla 4 Se observo en este registro que fue realizado sin la guarda una actividad más simétrica en comparación al primer registro dando así una clara mejoría en el paciente.

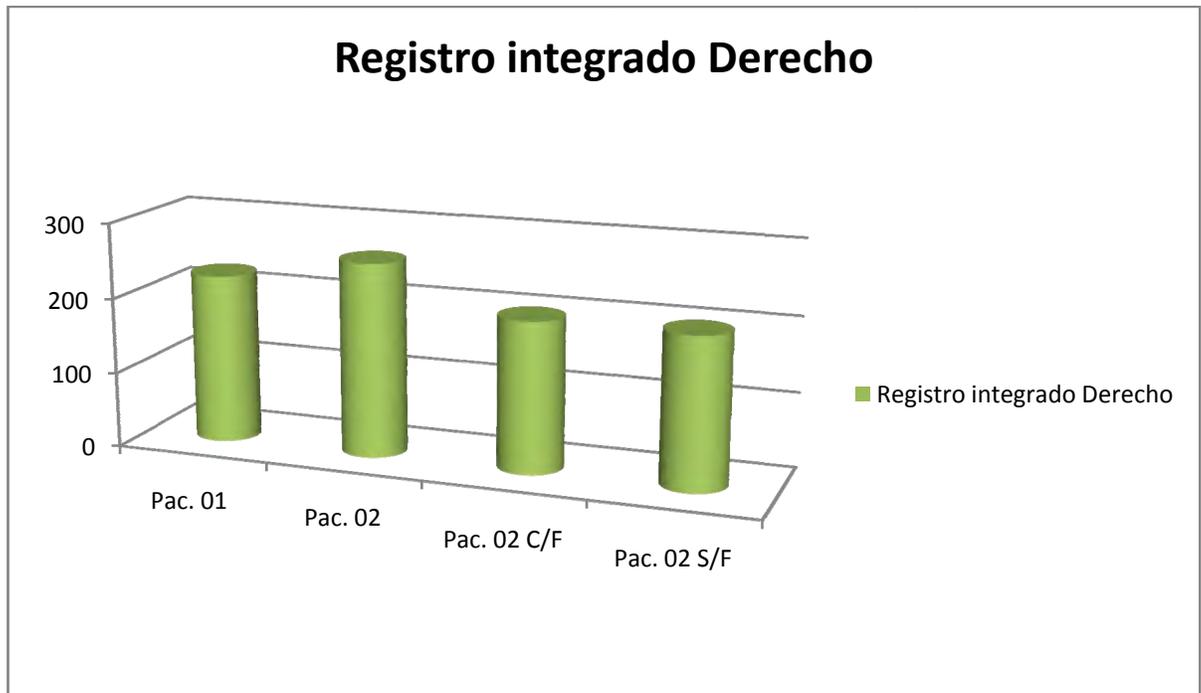
Veamos ahora la relación que muestran estos valores gráficamente.
(Gráficas 1-5).



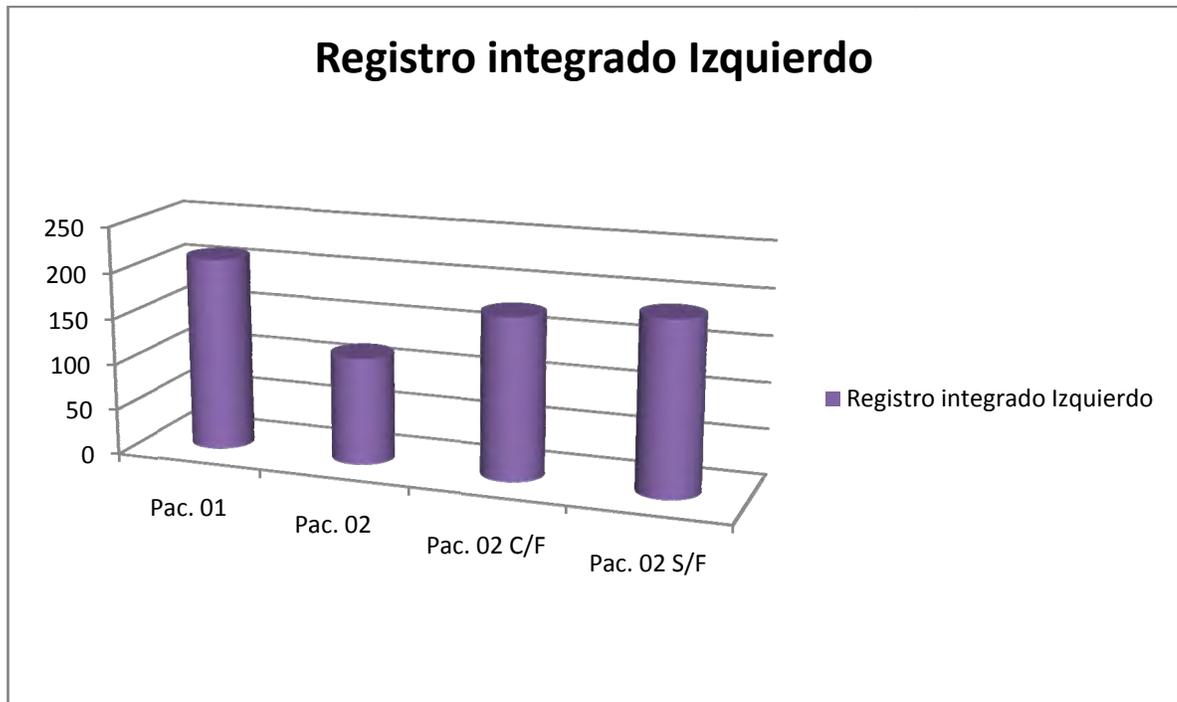
Gráfica 1 Nótese el paciente 02 la gran actividad mostrada en su primer registro, también que cuando se tomo el registro con la guarda (Pac. 02 C/F) la actividad descendió más abajo que el paciente 01(sano), y al ser retirada (Pac. 02 S/F) la guarda nótese la actividad similar a la del registro del Pac. 01.



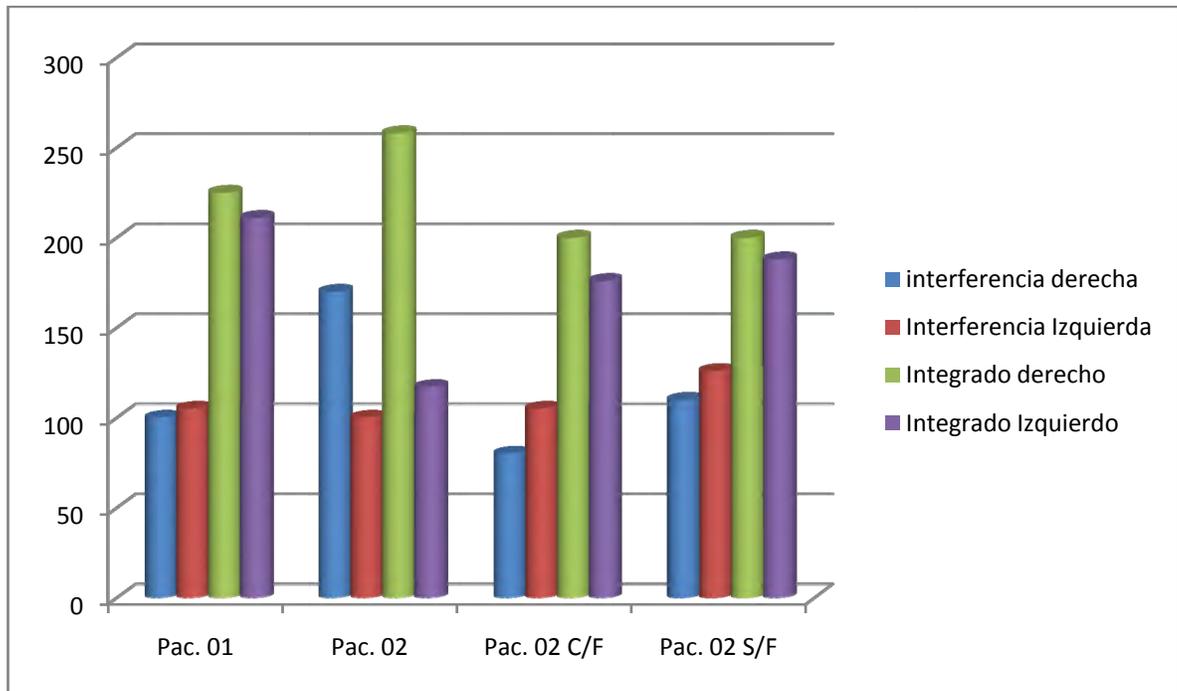
Gráfica 2 Nótese el paciente 02 la actividad mostrada en su primer registro, también que cuando se tomo el registro con la guarda (Pac. 02 C/F) la actividad fue similar que el paciente 01(sano), y al ser retirada (Pac. 02 S/F) la guarda nótese la actividad aumentada del registro.



Gráfica 3 Nótese el paciente 02 la actividad aumentada mostrada en su primer registro, también que cuando se tomo el registro con la guarda (Pac. 02 C/F) la actividad fue menor que el paciente 01(sano), y al ser retirada (Pac. 02 S/F) la guarda nótese la actividad simétrica del registro con respecto al Pac. 02 C/F.



Gráfica 4 Nótese el paciente 02 la actividad disminuida mostrada en su primer registro, esto es por el grado de predilección del paciente por masticar del lado derecho, véase también que cuando se tomo el registro con la guarda (Pac. 02 C/F) la actividad fue mayor que el primer registro, y al ser retirada (Pac. 02 S/F) la guarda nótese la actividad simétrica del registro con respecto al Pac. 02 C/F.



Gráfica 5 Nótese el paciente 02 la actividad aumentada mostrada en su primer registro, en los rubros de interferencia derecha y Integrado derecho, así como la baja actividad del lado derecho en ambos rubros. También obsérvese que el paciente 01 considerado como sano muestra un grado de simetría aceptable. Al observar el registro Pac. 02 C/F y comparándola con el registro Pac. 02 observamos que bajo el nivel de actividad, también bajo el grado de actividad en comparación al paciente sano Pac. 01. Por último notamos que el registro Pac. 02 S/F aunque aumento ligeramente siguió mostrando una baja actividad y guarda un poco de simetría con respecto al registro Pac. 02 C/F además de mostrar algunos valores por debajo del Pac. 01 (sano).



XI. DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos apreciamos que la media del paciente con bruxismo es superior a la del paciente sano. Según el análisis se observa diferencia significativa entre las medias de los dos pacientes.

El músculo masetero por su anatomía y su función posee una gran capacidad contráctil y proporciona la fuerza para una masticación eficiente. Los resultados por nosotros obtenidos, hablan a favor de un aumento en la actividad contráctil que se manifiesta por un incremento significativo de la amplitud del patrón de contracción de estos músculos en los bruxistas, tanto céntricos como excéntricos, lo que se explica por la actividad parafuncional que se desarrolla en este hábito.

Pensamos que por sus características morfofuncionales en el músculo masetero se alcanzan los máximos valores de amplitud del patrón de contracción en el bruxismo.

Por todo lo anteriormente mencionado, resulta lógico pensar, que en el bruxismo se produce una mayor contracción muscular, sobre todo de los músculos maseteros, con la consecuente afectación de los mismos como resultado de las violentas contracciones generadas.

Al analizar la media de la amplitud del patrón de contracción en el músculo masetero derecho del paciente sano y el del bruxista notamos que la media del paciente con bruxismo es superior a la del paciente sano. Según el análisis de varianza, en la amplitud del patrón de contracción de este músculo, se puede observar diferencia significativa entre los pacientes. Este comportamiento es similar al del músculo masetero izquierdo que comentamos con anterioridad.



Al observar las medias de las amplitudes del patrón de contracción en el paciente con bruxismo en relación a la colocación de la férula gnatológica apreciamos un detrimento de las medias en los registros con férula y después de utilizar la férula gnatológica, la presencia de bajos niveles de actividad nos permite pensar en la clara mejoría del paciente a 24 horas de haber utilizado la férula gnatológica.

El monitoreo electromiográfico muestra una fuerte asociación entre la actividad muscular y el bruxismo.

Estos resultados y su análisis nos permitieron concluir que las amplitudes del patrón de contracción de los músculos maseteros derechos e izquierdos, en el bruxista es superior a la del paciente sano; el músculo masetero alcanza sus mayores valores de amplitud del patrón de contracción en el bruxismo.



XII. CONCLUSIONES

El estudio comparativo de EMG demuestra claramente la diferencia en cuanto al potencial muscular entre un paciente sin ninguna alteración contra pacientes afectados en su musculatura masticatoria, en este estudio se elaboro una férula oclusal como único recurso para evaluar el progreso de recuperación muscular de un paciente con parafunción oclusal.

Debemos tener en consideración el EMG a cada paciente que solicite nuestra atención, dada la conveniencia diagnóstica de la electromiografía, como un estudio complementario a este diagnóstico y seguir monitoreando a estos pacientes a partir del primer estudio electromiográfico. Además queda comprobada la interpretación gráfica entre un sujeto sano y un sujeto afectado muscularmente por hábito parafuncional.

Concuerta la revisión de la literatura publicada con las reservas del caso, por el tiempo corto que tuve para realizar estas pruebas y desde luego el número de pacientes apartados para este estudio.

Reconozco que el desconocimiento de esta aplicación para el estudio de la EMG en cada paciente que sea realizado en su expediente clínico como uno más de los recursos complementarios. Agradeciendo las facilidades otorgadas a mí persona por el grupo de Académicos que prestan su servicio en el Lab. De Fisiología de DEPeI. F.O. por su apoyo y enseñanza en este campo tan desconocido en términos generales.

El tiempo que estuve en el Lab. Me percate que la selección del paciente sin alteración parafuncional fue más difícil de lo pensado quedando aclarado que no todo lo que se cree normal lo es.

Espero tener la oportunidad para seguir aplicando este tipo de registros antes, durante y después de cada tratamiento Odontológico en mi



práctica profesional, ya que tendré la plena seguridad de no afectar a este tan delicado Sistema masticatorio.



XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Lloret Antonio Martin, Estrés grandes especialistas responden, Editorial Aldecoa, Bilbao, 1994. 5-67, 200-203
- 2.- Sandi Carmen, Venero Cesar y Cordero Ma. Isabel Estrés, memoria y trastornos asociados (Implicaciones en el daño cerebral y el envejecimiento)., Editorial Ariel, S.A., Barcelona 2001. 09-37
- 3.- Jens C. Türp, Sjoerd A. Smeekens, Diagnóstico de pacientes con mioartropatías: Un caso clínico. Parte I: presentación del caso, Quintessence: Publicación internacional de odontología. 2002 104-106
- 4.- M.J.P. Coelho-Ferraz, F. Bérzin, C. Amorim Evaluación electromiográfica de los músculos masticadores durante la fuerza máxima de mordedura Rev. Esp. Cir. Oral y Maxilofac. 2008; 30,6
- 5.- Apodaca Lugo Anselmo, Fundamentos de oclusión, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2004 45-60
- 6.- Learreta Jorge Alfonso, Arellano Juan C., Yavich Lidia G., La valle María G., Compendio sobre diagnostico de las patologías de la ATM. Artes medicas Latinoamérica, Brasil, 2004. 186-228
- 7.- Nogareda Cuixart Silvia, NTP 355: Fisiología del estrés, ministerio del trabajo y asuntos sociales España. Disponible en http://fete.ugt.org/PRL/p_preventivo/pdf_ntp/ntp_355.pdf
- 8.- Monje Gil Florencio, Diagnostico y tratamiento de la patología de la articulación temporomandibular, editorial ripano, S.A Madrid, España 2009. 87-123
- 9.-Casassus F. Rodrigo, Labraña Gerardo, Pesce M. Cecilia, Pinares T. Jorge. Etiología del Bruxismo (Etiology of Bruxism) Revista Dental de Chile 2007; 99 (3) 27-33
- 10.- Ramford SP, Ash MN. Etiología del Bruxismo. En: Oclusión. 2ed. México: Nueva Ed Interamericana, 1972:107-116
- 11.- Vigue Jordi, Orte Martin Emilio, Atlas del cuerpo humano, anatomía, histología, patologías. Ars Medica, Baelona, España 2007, 83-101



- 12.- Eriksen Persson María de Lourdes, De Lara Galindo C. Salvador, Álvarez Arrellano Ana María, Galarza Guzmán Guadalupe, Anatomía Humana Unidad II Fascículo 1,
- 13.- Jacqueline Medrano Montero, Agustín Palomino Truit. Electromiografía del aparato de la masticación en niños sanos y portadores de maloclusión clase I y II de Angle Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 2009 12-29
- 14.- García Ríos Luis Alberto, Electromiografía de superficie y de agujas en la musculatura masticatoria. Revista mexicana de odontología clínica, Foro de Actualización para la Comunidad de Cirujanos Dentistas, año 2 • núm. 7 • agosto • 2008
- 15.- Ramírez Angélica, Garzón Diego Alexander. Análisis de sensibilidad por la colocación de los electrodos en la electromiografía de superficie (semg)(Sensitivity analysis for the positioning of electrodes in surface electromyography (semg)). Rev. Fac. Ing. Univ. AntioquiaN.º 46pp. 70-79. Diciembre, 2008
- 16.- Rio Pousa B, Santana Penin U, Da Silva Domínguez L. Electromiografía de superficie de los músculos masticatorios. Revisión de la literatura. Rev Eur Odonto Estomatol 1994; 6(4): 205-210.
- 17.- Weselman K, Janda M, Lorenzonl M, Polansky R. A comparision of the muscular relaxtion effects of TENS and EMG biofeedback in patines with bruxism. J Oral Rehabil 2001 Sep;28(9):849-53
- 18.- Amemori Y, yamashita S, Shinoda H, Sato M, Takahashi J. Influence of nocturnal bruxism on the stomatognathic system. Part I: a new device for measuring mandibular movements during sleep. J Oral Rehabil 2001 Oct; 28 (10); 943-9.
- 19.- Farella M, Van ET, Baccini M, Micheloth A. Task related electromiographic spectral changes in the human masseter and temporalis muscles. Eur J Oral Sci 2002 Feb; 110 (1): 8-12.



20.- Castaño Curí Julio César, Nocado Fernández Carmen Mercedes, Gutiérrez Segura Mildred, Ochoa Rodríguez Miguel Orlando. Electromiografía del músculo masetero en pacientes bruxópatas, Electromyography in Masseter Muscles of Bruxers Patients, Holguin 2004. Correo Científico Médico de Holguín 2007;11(3)
F.D..- Fuente directa