



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA MEDIA (MNF) DE LA
SEÑAL ELECTROMIOGRÁFICA DE SUJETOS SANOS VS.
SUJETOS CON TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES
(TTMs).

T E S I S

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:

GERARDO JUSTO FERNÁNDEZ

TUTOR: Dr. FERNANDO ÁNGELES MEDINA

ASESORES: Dr. LUIS PABLO CRUZ HERVERT
Mtro. NICOLAS PACHECO GUERRERO
C.D. JULIO MORALES GONZÁLEZ

MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO.

2016

Ciudad Universitaria, CDMX

- 0 -



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Índice.

Resumen.....	- 4 -
1.- Introducción.....	- 5 -
2.- Antecedentes.....	- 6 -
2.1 Articulación temporomandibular (ATM).....	- 6 -
2.1.2 Ligamentos.....	- 6 -
2.1.2.1 Ligamentos funcionales de sostén.....	- 7 -
2.1.2.2 Ligamentos accesorios.....	- 9 -
2.1.3 Superficies articulares.....	- 10 -
2.1.2 Patologías intraarticulares.....	- 11 -
2.2 Fisiología muscular.....	- 12 -
2.2.1 Músculos de la masticación.....	- 18 -
2.2.2 Patología muscular.....	- 20 -
2.3 Diagnóstico.....	- 23 -
2.3.1 Epidemiología.....	- 24 -
2.4 Electromiografía (EMG).....	- 25 -
2.4.1 Análisis de Frecuencia Media (MNF) de la señal EMG.....	- 29 -
2.4.2 Análisis de la Raíz Cuadrática Media (RMS) de la señal EMG.....	- 31 -
3. Planteamiento del problema.....	- 34 -
4. Justificación.....	- 34 -
5. Objetivos.....	- 34 -
6.- Hipótesis.....	- 35 -
7.- Metodología.....	- 35 -
8.- Resultados.....	- 42 -
9.- Discusión.....	- 48 -
10.- Conclusiones.....	- 52 -
11.- Referencias.....	- 53 -
Anexos.....	- 55 -

Agradecimientos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México a la Facultad de Odontología, al Laboratorio de Fisiología y al proyecto PAPIIT- IT202314.

A todos los académicos que hicieron posible el desarrollo de esta investigación en especial a mi tutor: Dr. Fernando Ángeles Medina y asesores: Mtro. Nicolás Pacheco Guerrero, C.D. Julio Morales González, Dr. Luis Pablo Cruz Hervert.

A mis padres y familiares que siempre estuvieron para apoyarme.

A mis amigos y compañeros de la carrera.

Acrónimos.

EMG.- electromiografía.

ATM.- articulación temporomandibular.

TTMs.- trastornos temporomandibulares.

MNF.- Mean Frequency (frecuencia media).

MCV.- máxima contracción voluntaria.

Hz.- Hertz

ARV. - Average Rectified Value (valor rectificado promedio)

MAV.- Mean Absolute Value (valor medio absoluto)

RMS.- Root Mean Square (raíz cuadrática media)

CV.- conduction velocity (velocidad de conducción)

DEPeI.- División de Estudios de Posgrado e Investigación

Resumen.

Fundamento: siempre es bueno utilizar las innovaciones tecnológicas para ayudarnos a lograr un correcto diagnóstico de los trastornos temporomandibulares (TTMs) y su correspondiente tratamiento.

Objetivo: conocer si existen diferencias estadísticas entre los valores de los análisis de la señal electromiográfica entre sujetos sanos y sujetos con TTMs.

Método: se realizó un estudio longitudinal comparativo se realizó, en el Laboratorio de Fisiología de la DEPeI F.O UNAM en pacientes remitidos en el periodo de septiembre 2013 a noviembre de 2014. Se hizo registro de la señal electromiográfica de 60 sujetos, 30 de ellos sanos y 30 con algún trastorno del complejo articular, al registrar los músculos maseteros, cada paciente contribuyo con 2 mediciones para un total de 120 muestras. Se hizo un análisis descriptivo, uno bivariado con prueba de chi-cuadrada y de Kruskal-Wallis.

Resultados. Se analizaron 37 mujeres de las cuales 19 (32%) son sujetos sanos y 18 (30%) son enfermos y 23 hombres de los cuales 11 son sanos (18%) y 12 (20%) son enfermos. la mediana de edad de los sujetos sanos, es de 21.5 años que es significativamente menor de forma estadística a la mediana de edad de los sujetos enfermos que es de 26.5 años. De los 120 análisis, 70 estuvieron dentro del grupo de entre 20-29 años es decir el 58% de la muestra total, la cual es estadísticamente significativa. Los resultados de los rangos intercuartilares obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis muestran que los sujetos con trastornos tienen valores menores a los de los sanos pero no son estadísticamente significativos.

Conclusión. Los resultados obtenidos no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los valores de sujetos sanos y los sujetos con trastornos lo que sugiere separar la muestra de sujetos con trastornos asociándolos de acuerdo al tipo de trastorno y ampliar la muestra.

1.- Introducción.

Dentro del área de trabajo del cirujano dentista, el cual es todo el Sistema Estomatognático, una de las zonas con mayor grado de dificultad en cuanto al diagnóstico es el complejo de la articulación temporomandibular (ATM) ya que la etiología de los problemas que afectan a esta articulación son muy variados y en el momento en que los pacientes ya refieren alguna sintomatología, estos problemas son de carácter multifactorial y por lo tanto denominados trastornos.

La dificultad en el diagnóstico de los trastornos temporomandibulares (TTMs) radica, en que es un complejo multifactorial, que involucra estructuras óseas, musculares y articulares (ligamentos, cápsula, sinovia, etc.)

Para realizar un tratamiento exitoso de los TTMs, se debe diagnosticar acertadamente, el cirujano dentista debe hacer uso de todos los recursos disponibles ya que en muchas de las ocasiones se realiza incorrectamente el diagnóstico.

El mayor recurso del que el cirujano dentista dispone, es el conocimiento de la anatomía de las estructuras que componen a la ATM y los problemas que cada estructura puede causar al encontrarse afectada por algún factor etiológico ya sea extrínseco o intrínseco.

Aunado a eso, hoy en día se cuenta con muchos avances tecnológicos en los cuales el tratante se puede apoyar para obtener un diagnóstico acertado, tal es el caso de la electromiografía (EMG), que desarrollada y aplicada en el área médica para el tratamiento y rehabilitación de los principales músculos como el deltoides, los bíceps y tríceps, ha mostrado ser de gran utilidad en el área odontológica.

La electromiografía es muy útil como una herramienta complementaria en la elaboración u obtención de un diagnóstico de las alteraciones o trastornos de la articulación temporomandibular ya que mediante este estudio se permite al profesional observar la actividad muscular para conocer de qué manera podría el mismo trastorno estar afectando la actividad normal e incluso si el problema en el complejo articular puede ser de origen muscular.

2.- Antecedentes.

2.1 Articulación temporomandibular (ATM).

La ATM funciona de forma gínglimoartrodial compleja (movimientos de rotación y traslación) con capacidad limitada de diartrosis (movimientos libres). Los movimientos que realizan las articulaciones (bilaterales), envían al sistema nervioso central información que requiere una integración que es en alguna forma distinta de la de otras articulaciones del cuerpo humano. Entre el cóndilo de la mandíbula y la cavidad glenoidea, se interpone un disco articular. La superficie articular del temporal del temporal tiene una parte posterior cóncava (fosa mandibular) y una parte anterior convexa (eminencia articular). Los bordes medial y lateral de la articulación siguen las fisuras escamotimpanica y petroescamosa. ⁽¹⁾

La porción craneal de la fosa articular tiene como límite posterior la cisura escamotimpanica que a nivel medial se divide en petroescamosa y petrotimpanica, y se extiende hacia adelante hasta el límite anterior, que corresponde a la porción superoanterior del tubérculo cigomático.

El cóndilo está ubicado en la rama ascendente mandibular a la que se encuentra unido por un cuello. ⁽¹⁾

2.1.2 Ligamentos.

Los ligamentos de la articulación están compuestos por tejido conectivo colágeno que no es distensible, no obstante el ligamento puede estirarse alterando así su capacidad funcional y por consiguiente la función articular. La ATM tiene tres ligamentos funcionales de sostén; 1) los ligamentos colaterales, 2) el ligamento capsular y 3) el ligamento temporomandibular (TM). Existen además dos ligamentos accesorios: 1) el esfenomandibular y 2) el estilomandibular. ⁽⁴⁾

2.1.2.1 Ligamentos funcionales de sostén.

1) Ligamentos colaterales discales.

Fijan los polos interno y externo del disco articular a los polos del cóndilo, son dos: el ligamento discal medial que fija el borde interno del disco al polo interno del cóndilo y el ligamento discal lateral fija el borde externo del disco al polo externo del cóndilo.

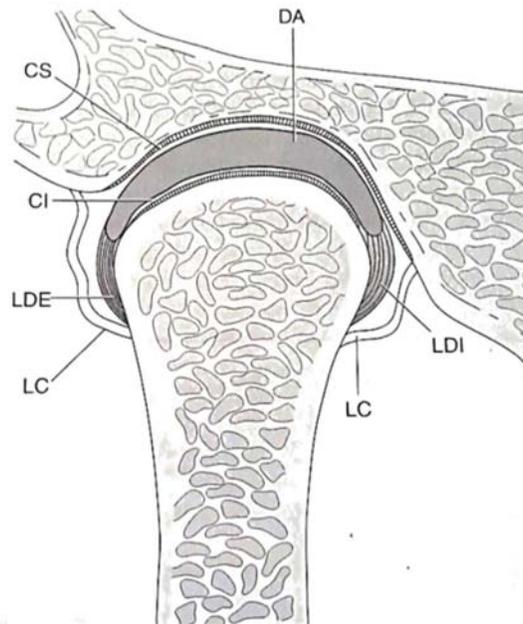


Fig. 2.1 Articulación temporomandibular (vista anterior). CI, cavidad articular inferior; CS, cavidad articular superior; DA, disco articular; LC, ligamento capsular; LDE, ligamento discal externo; LDI, ligamento discal interno. ⁽¹⁾

2) Ligamento capsular.

Rodean toda la ATM las fibras de este ligamento se insertan, por la parte superior, en el hueso temporal a lo largo de los bordes de las superficie articulares de la fosa mandibular y la eminencia articular. Por la parte inferior, las fibras del ligamento capsular se unen al cuello del cóndilo. ⁽¹⁾

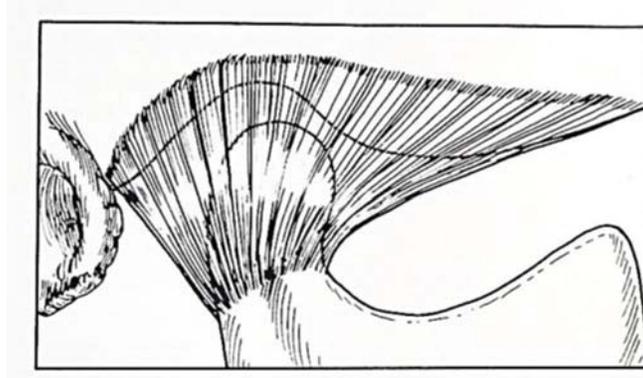


Fig. 2.2 Ligamento capsular (vista lateral). El ligamento se extiende hacia adelante para incluir la eminencia articular y envuelve toda la superficie articular. ⁽¹⁾

3) Ligamento temporomandibular.

Este ligamento tiene dos partes: una porción oblicua y externa y otra horizontal interna (fig. 2.3). La porción externa se extiende desde la superficie externa del tubérculo articular y la apófisis cigomática en dirección posteroinferior hasta la superficie externa del cuello del cóndilo. La porción horizontal interna se extiende desde la superficie externa del tubérculo articular y la apófisis cigomática, en dirección posterior y horizontal, hasta el polo externo del cóndilo y la parte posterior del disco articular.

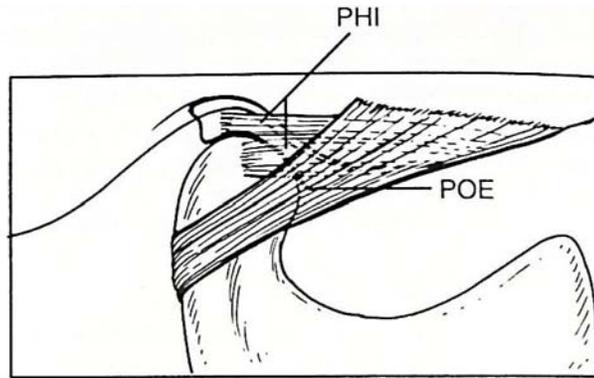


Fig. 2.3 Ligamento temporomandibular: Porción oblicua externa (POE) limita el movimiento de apertura rotacional normal; la porción horizontal interna (PHI) limita el movimiento hacia atrás del Cóndilo y el disco. ⁽¹⁾

2.1.2.2 Ligamentos accesorios.

1) *Ligamento esfenomandibular.*

Tiene su origen en la espina del esfenoides y se extiende hacia abajo hasta la línula.

2) *Ligamento estilomandibular.*

Se origina en la apófisis estiloides y se extiende hacia abajo y hacia adelante hasta el ángulo y el borde posterior de la rama de la mandíbula. ⁽²⁾



Fig. 2.4 Visión medial de los ligamentos pterigoespinoso y esfenomandibular en una sección paramediana ⁽⁸⁾

2.1.3 Superficies articulares.

Las superficies funcionales del cóndilo y la cavidad glenoidea están revestidas por tejido fibroso denso dispuesto en diferentes capas.

Disco.

Es bicóncavo y en plano sagital presenta una morfología parecida a la de un hemató. Se ubica entre las superficies articulares armonizando su discrepancia, principalmente en apertura y cierre. Está constituido por tejido fibroso denso.

Se vincula con el cóndilo a través de los ligamentos colaterales, el lateral y el medial que no son distendibles y están inervados y vascularizados, el disco está conectado en toda su periferia a la capsula y ligamentos, separando dos espacios cerrados el espacio supradiscal y el infra discal.

Por detrás del segmento funcional del disco se observa el ligamento retrodiscal o bilaminar posterior, contiene tejido fibroso, es un conectivo muy poco denso rico en vasos y con presencia de fibras elásticas en toda su estructura, esta inervado por el nervio auriculotemporal.

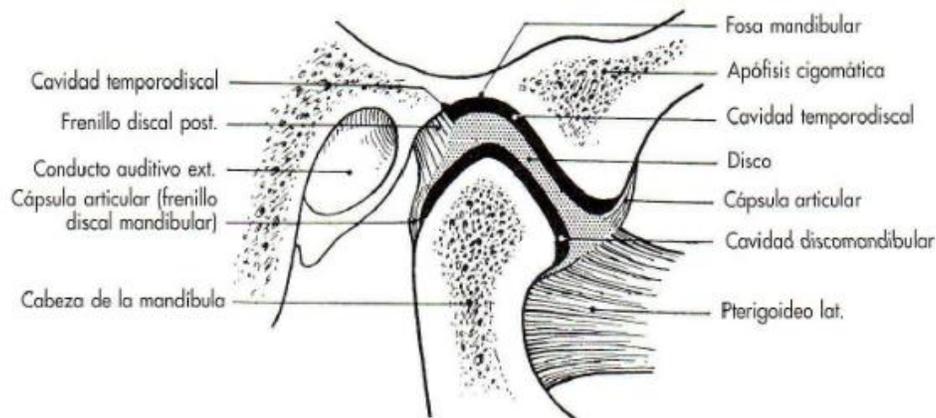


Fig. 2.5 componentes de la ATM y la capsula articular desde una vista lateral en donde se pueden observar las estructuras anatómicas y su relación. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

Sinovia.

Las superficies internas de la cavidad están recubiertas por el revestimiento sinovial, correspondiéndole el extremo anterior y posterior de los espacios supra e infradiscales, en donde se encuentran los sinoviocitos (fibroblastos modificados) formando una capa delgada y son los encargados de producir el líquido sinovial. Cumple la función de; a) lubricar las superficies durante la función y b) nutrir las superficies articulares. ⁽⁵⁾

2.1.2 Patologías intraarticulares.

Los trastornos temporomandibulares tienen diferentes orígenes, pueden generarse desde las estructuras óseas o desde las estructuras blandas, en algunas ocasiones la patología articular puede ser secundaria a una patología muscular o viceversa. ⁽⁵⁾

2.2.1. Estructuras óseas.

2.2.1.1 De la cabeza del cóndilo

- Alteraciones de forma.
- Alteración en la orientación del cóndilo.
- Alteraciones en la superficie.
- Facetas.
- Erosiones.
- Oquedades.

2.2.1.2.- Alteraciones de la cavidad glenoidea.

- Profundizaciones.
- Perforaciones.

2.2.1.3 Alteraciones en la raíz transversa del cigoma.

- Alteraciones en el sentido vertical.
- Alteraciones en sentido horizontal.

2.2.2. Estructuras blandas.

2.2.2.1 Alteraciones de los ligamentos intraarticulares.

2.2.2.2 Alteraciones de los ligamentos externos

- Traumáticas.
- Infecciosas.
- Hiperlaxitud.
- Oclusales.
- Sistémicas.

2.2.2.3 Alteraciones del disco articular.

- Cambios en su ubicación.
- Luxación anterior con reducción.
- Luxación anterior sin reducción.
- Cambios en su estructura
- Aparición de centros cartilaginosos.
- Perforaciones discales. ⁽⁴⁾

2.2 Fisiología muscular.

Como todas las demás clases de células, las musculares también tienen las características de irritabilidad, elasticidad y conductividad, lo que las singulariza es el predominio de la propiedad de contractilidad y en cierta medida, la de conductividad. En el ser humano se distinguen tres variedades de tejido muscular: a) el estriado esquelético (Fig. 2.6); b) estriado cardiaco o simplemente cardiaco, y

c) el no estriado, liso o visceral. El importante en este estudio es el músculo estriado. Cada ramificación de fibra motora se conecta con el sarcolema (membrana) de una fibra muscular mediante la llamada terminación neuromuscular (placa motora) que por otra parte no es sino una forma de sinapsis (Fig. 2.7). A través de la terminación neuromuscular, el impulso nervioso desencadena el proceso de la contracción muscular. El conjunto de una neurona motora, su axón ramificado y las fibras musculares a las que inerva se llama unidad motora. ⁽³⁾

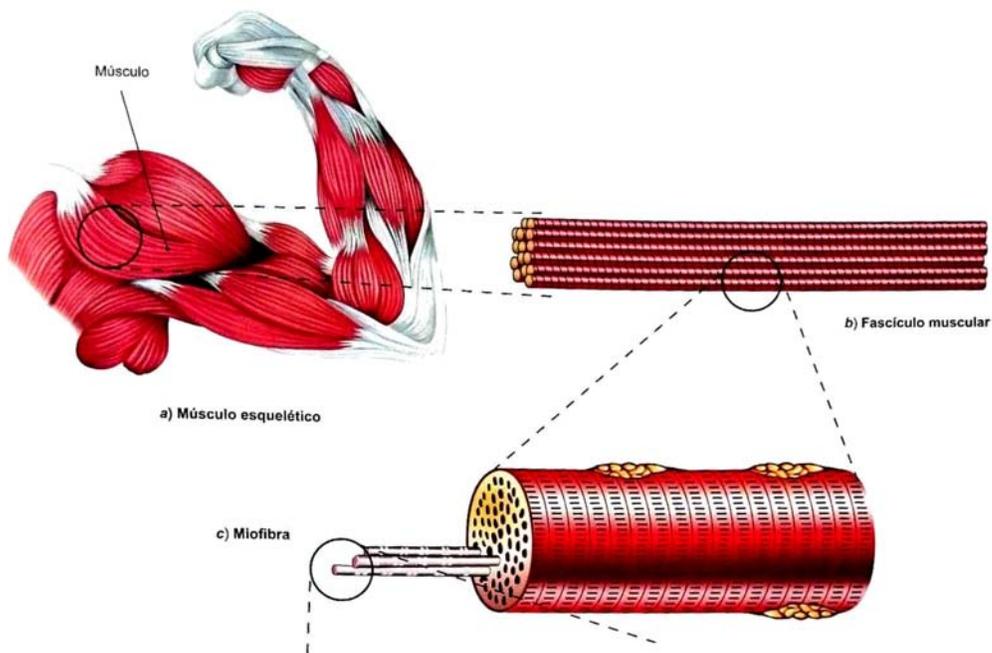


Fig. 2.6 Estructura del músculo estriado. Organización general; a) Músculo esquelético que está formado por b) fascículos musculares, que a su vez están formados por c) miofibras. ⁽³⁾

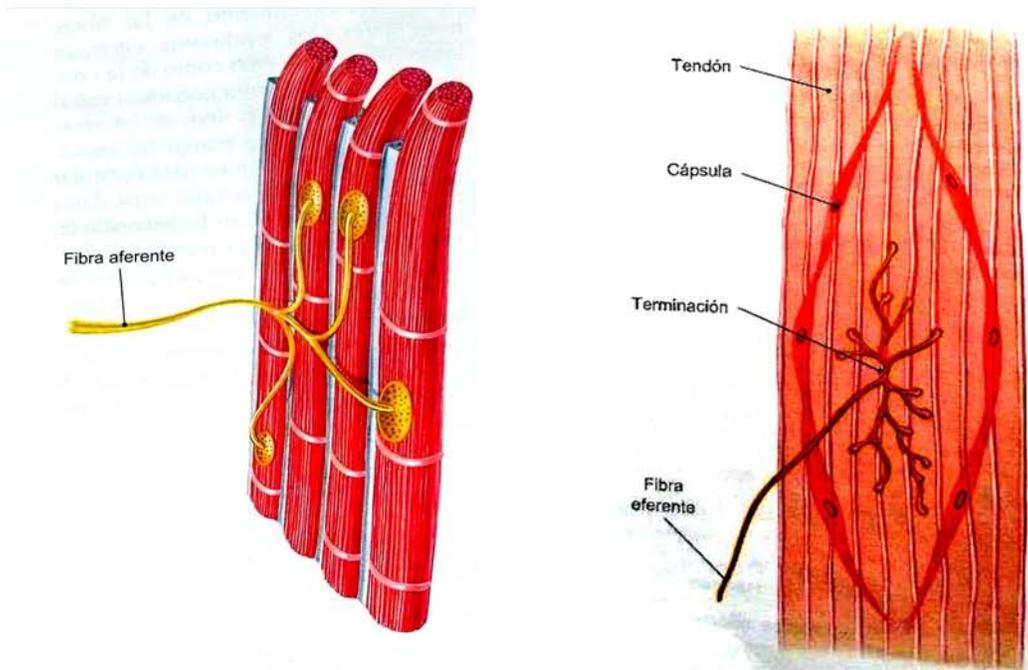


Fig. 2.7 Huso neurotendinoso: a) aferencia neuromuscular

b) fibra eferente terminación racinosa. ⁽³⁾

El músculo está compuesto por fibras longitudinales dispuestas en paralelo, el cual da un aspecto estriado al mirarlo bajo el microscopio, las zonas que se pueden diferenciar son, entre otras, la línea Z, la zona I, zona A y se observan dos tipos de fibras, extrafusales (de tipo I,II e intermedias) e intrafusales. (Fig. 2.8 y 2.10).

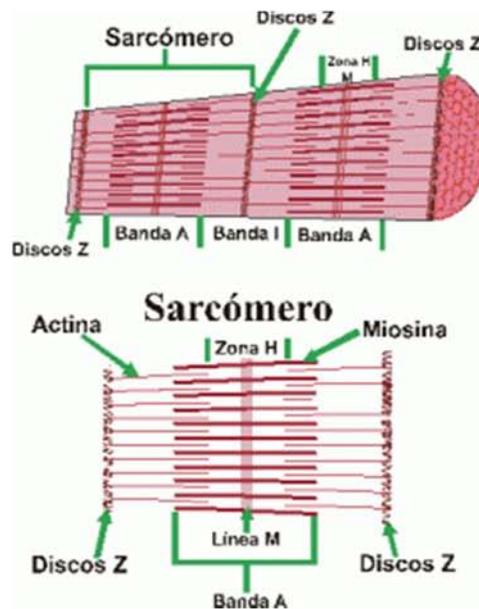


Fig. 2.8 Representación gráfica de un sarcómero. ⁽¹⁸⁾

Las fibras están compuestas por miofibrillas, las que a su vez contienen a los miofilamentos, que son las unidades de menor tamaño dentro de la estructura muscular (fig. 2.9). Los miofilamentos están compuestos por las denominadas proteínas contráctiles; la miosina que es una proteína grande, asimétrica, con cuerpo alargado y una porción terminal en forma de “palo de hockey”, la actina es una molécula de menor diámetro con estructura helicoidal que rodea en número de 7 a la miosina, a estas proteínas se encuentran asociadas proteínas secundarias (fig. 2.8 y 2.10). Estas son las troponinas C, T e I y la tropomiosina, todas estas proteínas son responsables de los mecanismos de contracción muscular.

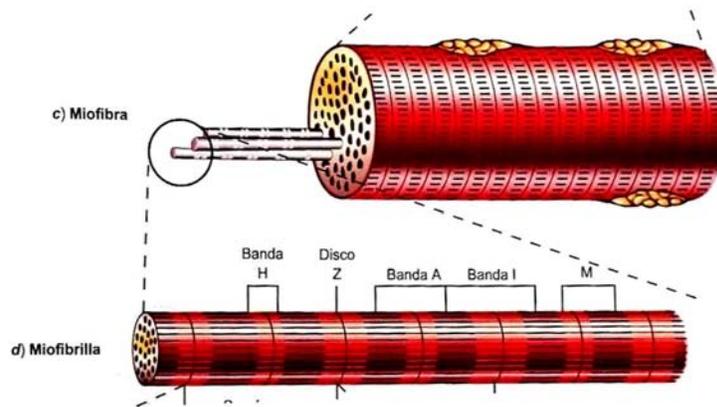


Fig. 2.9 cada miofibrilla está formada por conjuntos de miofibrillas que se dividen para su estudio en sarcómeros ⁽³⁾

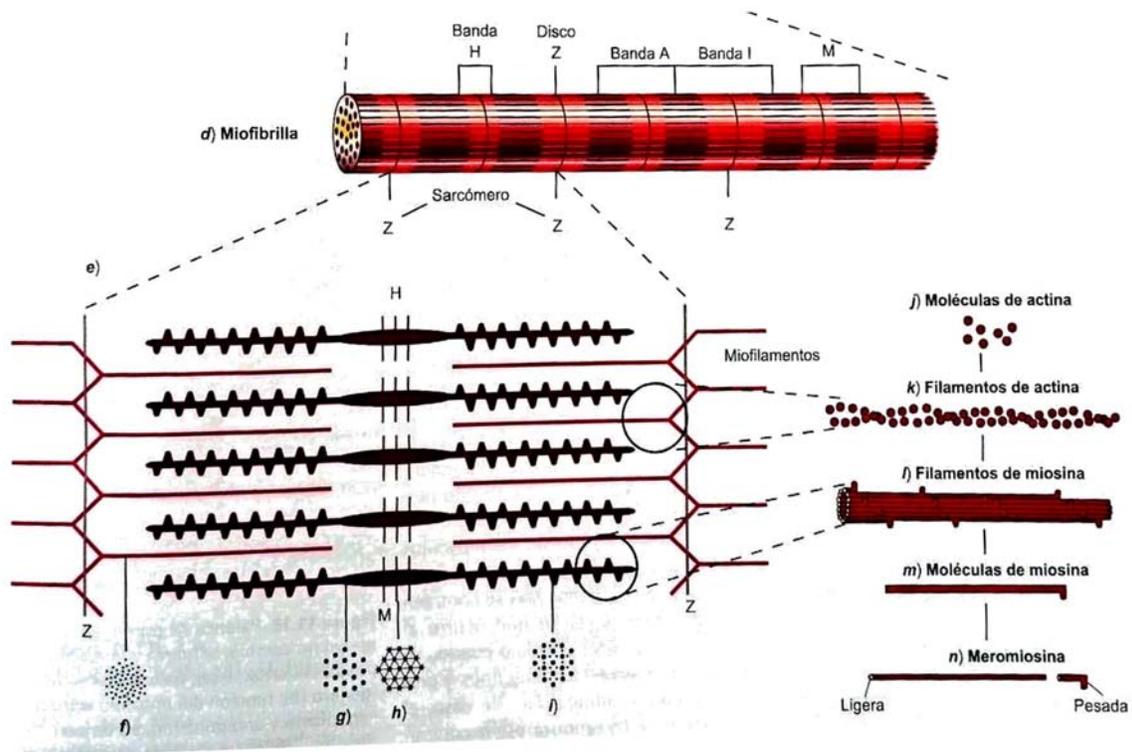


Fig. 2.10 Cada sarcómero está dividido en líneas bandas y discos que son las uniones celulares formadas por los componentes proteínicos que le dan al músculo la capacidad de contracción. ⁽³⁾

Para que el músculo se contraiga, es preciso reciba el impulso nervioso que llega al miocito a través de la neurofibra. Por lo general el nervio, luego de dividirse en varias ramas, entra en el músculo por el epimisio, para de ahí continuar por el perimisio y finalmente llegar al endomisio, no sin antes haberse dividido cada vez más finamente, las últimas en ramificarse son las propias fibras nerviosas, ya en el endomisio. ⁽³⁾

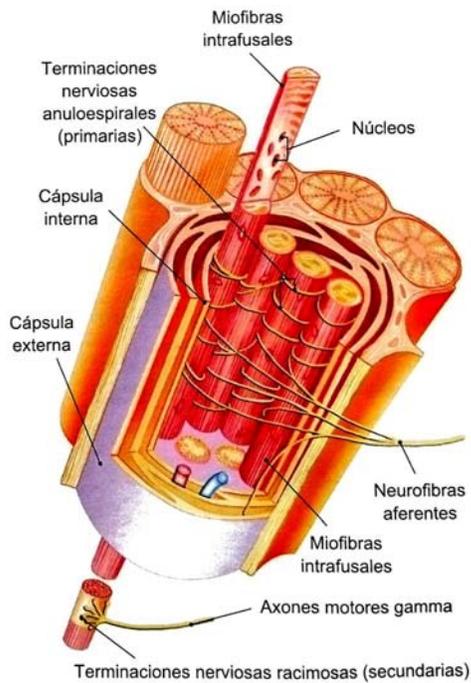
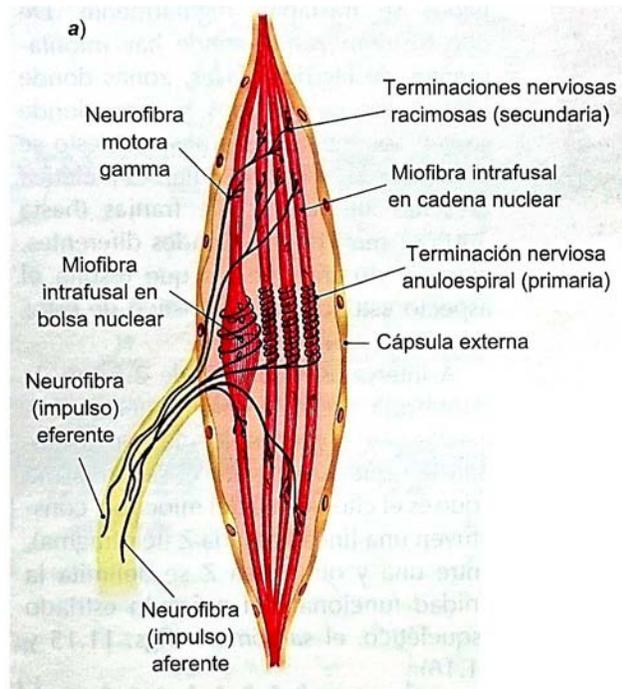


Fig. 2.11 Miofibras y terminaciones racimosas.



2.12 Miofibras y neurofibras. ⁽³⁾

Función muscular.

- a) Contracción.- propiedad que genera estabilización y/o movimientos de dos formas diferentes de contracción, 1) isotónica: con acortamiento, produciendo movilización del miembro, 2) isométrica: sin acortamiento, en función de estabilización.
- b) Relajación.- estiramiento preciso y controlado que permite un movimiento suave y controlado como la elongación del temporal al abrir la boca.

2.2.1 Músculos de la masticación.

Los músculos que intervienen en los movimientos de masticación son: Masetero, temporal y los pterigoideos lateral y medial (externo e interno).

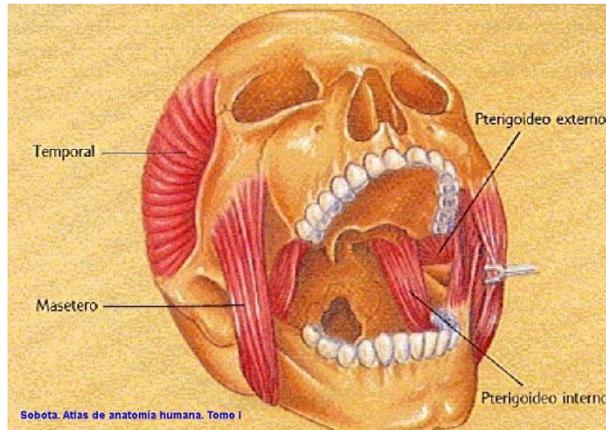


Fig. 2.13 Músculos de la masticación. ⁽⁶⁾

Masetero.- Está constituido por dos fascículos uno profundo y uno superficial. El fascículo superficial es tendinoso en su porción superior que se inserta en la apófisis cigomática, su inserción inferior se sitúa en el borde y ángulo inferior externo de la mandíbula, su acción es el de cierre oral y es el de mayor poder funcional. El fascículo profundo tiene acción estabilizadora durante el cierre en protusiva.

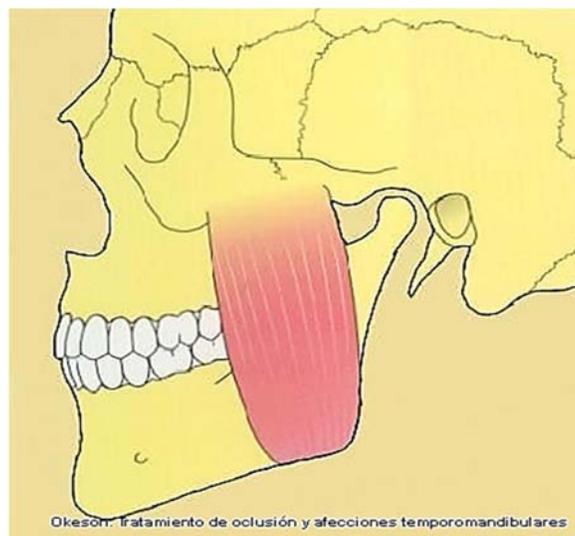
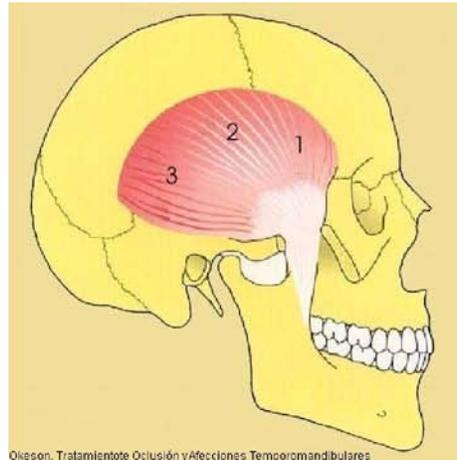


Fig. 2.14 Músculo masetero. ⁽⁶⁾

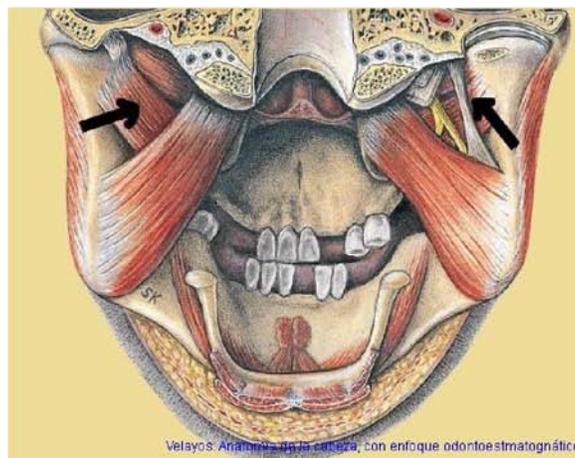
Temporal.- Largo, plano y radiado, ocupa la fosa temporal, desde donde sus fascículos convergen hacia la apófisis coronoides y la rama ascendente mandibular. Además de su función como músculo de cierre tiene la función de posicionar y estabilizar a la mandíbula.



Okeson. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares

Fig. 2.15 Músculo Temporal. ⁽⁶⁾

Pterigoideo interno.- es un músculo elevador, con actividad similar al masetero, entre los dos forman la denominada faja pterigoidea-maseterina. Su inserción superior se localiza en la fosa pterigoidea y la inferior en el ángulo mandibular en su porción medial. Tiene ligera acción protusiva.



Velsyos. Anatomía de la cabeza, con enfoque odontostomatognático

Fig. 2.16 Pterigoideo interno. ⁽⁶⁾

Pterigoideo externo.- Este músculo eleva, propulsa, y diducta la mandíbula, Se inserta en la fose medial del cuello de la mandíbula y alcanza el menisco y la cápsula de la articulación temporomandibular. (5)

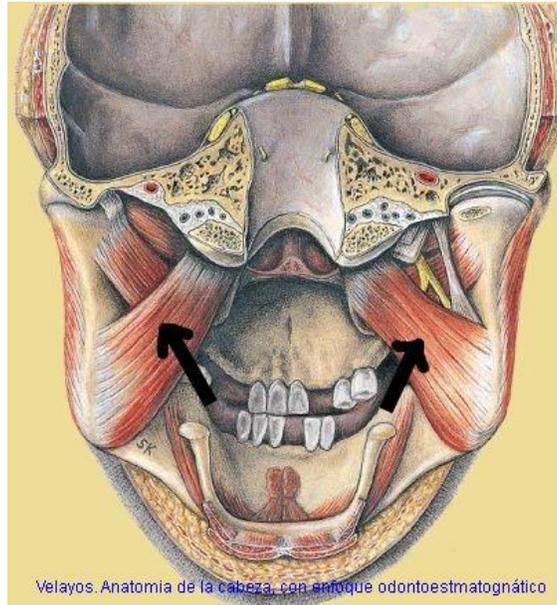


Fig. 2.17 Pterigoideo externo. (6)

2.2.2 Patología muscular

Afecciones funcionales de los músculos.

A. Dolor muscular como síntoma principal (sin acortamiento)

- Mialgia localizada: Dolor espontaneo a la palpación muscular localizado y a los movimientos. También disminución de la capacidad funcional.
- Mialgia referida (dolor miofascial): Dolor que aumenta durante la función, hallazgos de puntos gatillo y alteración funcional moderada.
- Mialgia generalizada (fibromialgia): Clínicamente se observa disfunción estructural, dolor en reposo que aumenta en función, debilidad y fatiga. No presenta dolor referido, si a la palpación local.

Signos y síntomas que concuerdan con los de disfunción temporomandibular.

B. Acortamiento muscular (como síntoma principal, con dolor o no)

- Co-contracción. (splinting) El paciente presenta dolor durante la función, no en reposo, hay limitación de la apertura, que desaparece cuando la misma se realiza lentamente o con ayuda del operador.
- Mioespasmo: El paciente presenta limitación del rango de movimiento severo, habitualmente el de apertura, y de acuerdo a las entidades musculares involucradas, también puede haber limitación en lateralidad y protusión. El paciente puede presentar cambios posicionales en la oclusión.
- Contractura: Limitación de la apertura bucal de larga duración, que presenta durante la apertura un *end feel* con limitación bastante abrupta, pero que permite una hiperextensión mínima pero más forzada que en el espasmo y el *splinting*, pero menor al bloqueo articular.
- Espasmos musculares preventivos. Este espasmo tiene su origen en los arcos reflejos propioceptivos protuberanciales, los cuales producen la inhibición de la actividad muscular. Esta inhibición tiene como objetivo realizar un bloqueo neuronal de la actividad muscular motora, a fin de evitar la movilización de la articulación dañada. El espasmo muscular disminuye la actividad del músculo, lo que promueve la acumulación de ácido láctico, que a su vez disminuye aún más la actividad, lo que genera un ciclo patológico que conlleva a una menor actividad muscular y al dolor de origen intramuscular (mialgia)

C. Inflamatoria.

- Miositis: Corresponde a un proceso inflamatorio de tejido muscular, su característica es la presencia constante del dolor, el cual se agrava

con la actividad muscular y según su origen se puede clasificar en infecciosa, postraumática e idiopática.

Al monitorear y conocer la actividad muscular de los pacientes y después haber realizado un protocolo de atención en cada uno para tratar de obtener un posible diagnóstico, podemos hacer uso de la electromiografía y sus diferentes herramientas de análisis para descartar algunos diagnósticos diferenciales y así dar el tratamiento más adecuado a cada paciente. ⁽⁵⁾

La fisiopatología muscular forma parte importante del ciclo de dolor de las patologías temporomandibulares.

Patologías Locales.

Espasmos musculares preventivos. Este espasmo tiene su origen en los arcos reflejos propioceptivos protuberanciales, los cuales producen la inhibición de la actividad muscular. Esta inhibición tiene como objetivo realizar un bloqueo neuronal de la actividad muscular motora, a fin de evitar la movilización de la articulación dañada. El espasmo muscular disminuye la actividad del músculo, lo que promueve la acumulación de ácido láctico, que a su vez disminuye aún más la actividad, lo que genera un ciclo patológico que conlleva a una menor actividad muscular y al dolor de origen intramuscular (mialgia).

El Trismus es la mayor expresión del espasmo muscular. Tiene su origen en lesiones estructurales severas del músculo o en elementos anatómicos próximos, tales daños pueden suceder por traumatismos locales como lesión de la aguja al anestesiar, en complicaciones postquirúrgicas de alveolitis, etc., trismus secundarios a procesos tumorales y en secuelas a postirradiación del tejido muscular.

La Miositis corresponde a un proceso inflamatorio del tejido muscular, se caracteriza por la presencia constante del dolor, el cual se agrava con la actividad muscular y según su origen se puede clasificar en infecciosa, postraumática e idiopática.

Placa motora.

A nivel periférico y para recibir el estímulo nervioso, se observa la placa motora, pequeña invaginación a nivel del sarcolema, que es el receptor de la terminación axónica de la fibra nerviosa motora.

Transmisión sináptica.

A partir del impulso motor axónico efector, se produce una descarga de acetilcolina en el área sináptica de la placa motora, abriendo canales para el tránsito de los iones de Na y K generando un potencial de membrana por despolarización directamente vinculado a la cantidad de acetilcolina, que continua con su curso a través del sistema tubular transverso activando la excreción de iones de Ca, evento fundamental para el inicio de la contracción. ⁽⁸⁾

Para entender la electromiografía (EMG) debemos conocer que las neuronas generan pequeñas variaciones de voltaje al generar potenciales de acción producidos, al haber un estímulo por parte de un axón neuronal que inervan al musculo estriado, ya que estos se ramifican para llegar a varias fibras musculares, la cantidad más pequeña de músculo que se puede contraer como respuesta a la excitación de una sola neurona motora no es una fibra muscular sino todas las fibras inervadas por esa neurona. Cada neurona motora individual y las fibras musculares las que inerva constituyen una unidad motora. ⁽⁸⁾

2.3 Diagnóstico.

Debemos saber que existen muchos factores que pueden llegar alterar la función de la ATM, ya que el estudio de la fisiopatología de la ATM abarca; alteraciones intrínsecas o intraarticulares, alteraciones periarticulares, las cuales no solo pueden generar una patología intraarticular, sino también puede llevarnos, en muchos casos, a un error de diagnóstico; y finalmente al estudio de las patologías sistémicas que pueden tener representación intraarticular o influir en la evolución posterior de nuestros pacientes.

2.3.1 Epidemiología

Los desórdenes temporomandibulares se han definido por una serie de signos y síntomas, los más comunes son: limitación de apertura, dolor muscular masticatorio, chasquido, crepitación, dolor durante el desplazamiento mandibular, así como desviación en la apertura, desgaste dental extenso, dolor facial (oídos, cabeza y cuello), discrepancias en relación céntrica u oclusión incomoda. ⁽¹⁸⁾

La mayoría de los estudios sugieren que la prevalencia de los desórdenes temporomandibulares, de significación clínica y relacionada con dolor, es de 5% en la población en general, pero solo cerca de 2% de la población busca tratamiento.

El bruxismo y el dolor clínico de la ATM están asociados al género, siendo mayor en las mujeres en una proporción de 3 a 1.

Los músculos evaluados:

- Maseteros
 - Superficial
 - Profundo
- Los temporales.
 - Anterior.
 - Medio.
 - Posterior.
- Pterigoideos.
 - Interno.
 - Externo.
- Digástrico.
- Trapecio.
- Esternocleidomastoideo.

Los estudios epidemiológicos sobre Disfunción Temporo-Mandibular han presentado diferentes rangos de prevalencia a través de los años donde el mayor porcentaje lo ocupan las mujeres, de entre 25 y 50 años. ⁽¹⁸⁾

Los desplazamientos del disco articular de la ATM, con o sin reducción, son anomalías en la forma o posición del tejido (característica normal que puede provocar ruidos articulares).

El desplazamiento verdadero puede ser secundario a los desórdenes musculares y hábitos parafuncionales.

Los traumatismos pueden ser considerados factores etiológicos de los desórdenes Temporo-mandibulares ATM.

1. Los signos y síntomas son frecuentes por lo que el odontólogo debe saber diagnosticar y manejar estas condiciones.
2. Tal prevalencia no necesariamente indica necesidad de tratamiento.
3. Los signos y síntomas en general son más severos en mujeres que en hombres.
4. El músculo con mayor sensibilidad en trastornos temporomandibulares normalmente es el esternocleidomastoideo.
5. Los ruidos parecen tener una relación con el dolor de efectuar los movimientos mandibulares.
6. Las interferencias en balance parecen no tener relación con dolor articular.
7. Los hombres tienen una mayor apertura bucal que las mujeres.
8. Al presentarse en las pacientes ausencias de 4-6 dientes el dolor fue más intenso.
9. Las nuevas técnicas permiten dirigir el tratamiento en una dirección adecuada para obtención de mejores resultados.
10. El tratamiento requiere atención interdisciplinaria. ⁽¹⁸⁾

2.4 Electromiografía (EMG).

Las señales bioeléctricas se remiten a estudios que comenzaron con el descubrimiento de la electricidad en seres vivos, vislumbrada por Luigi Galvani y Alessandro Volta en el siglo XVII y demostrada por Carlo Matteucci y sus continuadores en el siglo XIX, así como el desarrollo de los instrumentos para su registro y visualización uno de los más antiguos es el galvanómetro cuyo principio

se basa en la fuerza que se produce entre un campo magnético y de los instrumentos de visualización, que inicia con diversos medios hasta alcanzar la invención del osciloscopio. ⁽¹⁷⁾

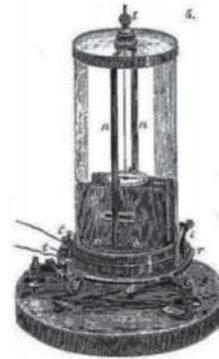


Fig. 2.18 A) Luigi Galvani B) Alessandro Volta Fig. 2.19 galvanometro de du Bais-Reymond ⁽¹⁷⁾

Su funcionamiento se basa en la incidencia de un haz de electrones sobre una pantalla donde magnéticamente se desvía el haz de luz entre punto y punto (horizontal: tiempo; vertical: magnitud del voltaje) (Fig. 2.17) permitiendo variar la ubicación de la incidencia del haz sobre la pantalla fluorescente.

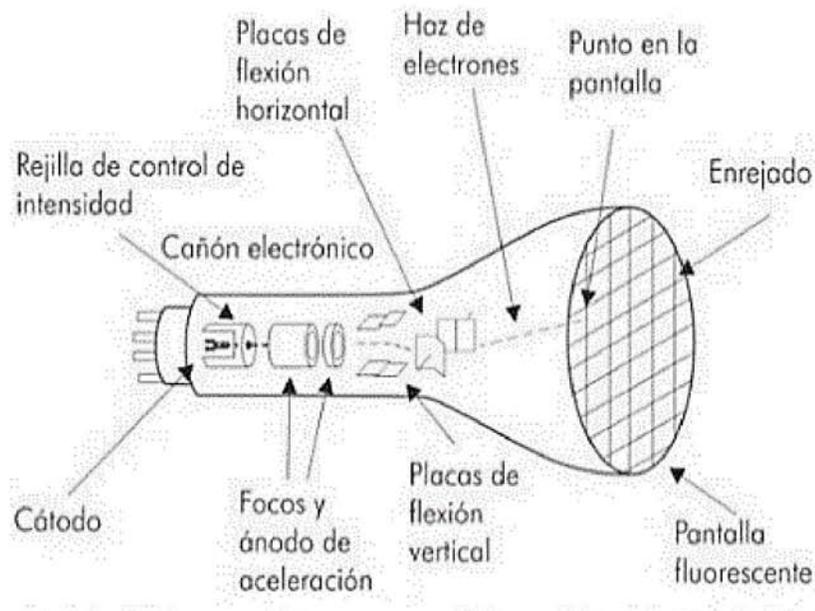


Fig. 2.20.- Osciloscopio de rayos catódicos. ⁽¹⁷⁾

Propagación del potencial de acción a lo largo de la fibra muscular.

El flujo de corriente en la transmembrana al inicio de la despolarización del potencial de acción se da en la dirección que causa el voltaje de la membrana al aproximarse a cruzar el umbral por la excitación. Como consecuencia el potencial de acción se mueve hacia la izquierda, con una velocidad que depende del diámetro en la fibra cuyo rango fisiológico se encuentra entre 3m/s y 5m/s con un promedio de 4m/s. A esta velocidad de conducción se denomina velocidad de conducción (conduction velocity CV) y está relacionado a las propiedades de la membrana. Cuyas propiedades, que son reflejadas por el potencial de acción de la fibra muscular, son diferentes en los diferentes tipos de fibras.

El rol del sistema-T es permitir el flujo de iones de calcio interior del retículo sarcoplasmico, un hecho que lleva a la célula a través de una serie de eventos biomecánicos. Las características de este sistema pueden llegar a afectar (y entonces reflejarse mediante) las propiedades y fenómenos eléctricos de la membrana. El sistema tubular es un componente importante, indicando que los modelos clásicos de la membrana desarrollados para el axón "calamar" puede no ser el adecuado para una descripción precisa de los fenómenos de la membrana de la fibra muscular. ⁽¹¹⁾

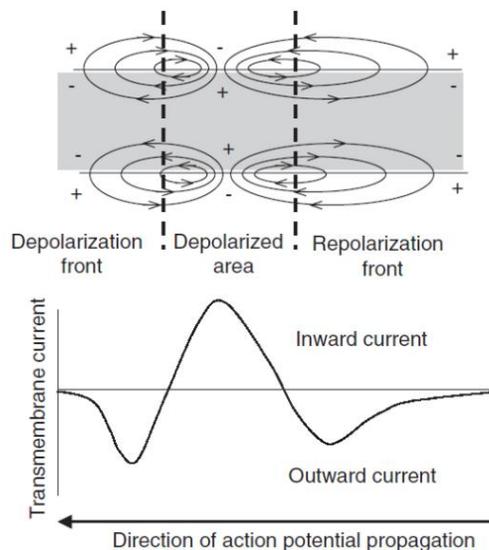


Fig. 2.21.- Diagrama esquemático de la propagación del potencial de acción a lo largo de la fibra muscular. Las líneas de corriente, representadas como elipses, fluyen en la masa conductora, generando voltajes detectables entre dos electrodos colocados en la masa conductora o en la piel. Estos voltajes son contribuciones de una sola fibra a la EMG. ⁽¹¹⁾

La señal de EMG en sí, es una medida de la actividad eléctrica registrada en el músculo, cuando sobre éste se produce algún tipo de actividad o estimulación, por parte de los centros nerviosos del cerebro encargado de ello. ⁽⁴⁾

Los electromiogramas, o EMG, son medidas de la actividad eléctrica generada por una neurona, o grupo neuronal, sobre un músculo determinado. Estos, se componen de una serie de valores de voltaje a lo largo de un cierto tiempo. ⁽¹⁰⁾

La electromiografía nos puede orientar a identificar en una etapa temprana si el trastorno es de origen muscular y en una etapa más avanzada pueden ayudar en el monitoreo de la evolución del tratamiento.

El entendimiento de las señales electromiográficas implica entender a los músculos y la manera en que estos generan señales bioeléctricas. ⁽¹¹⁾

La electromiografía es una representación gráfica del registro de la actividad eléctrica muscular.

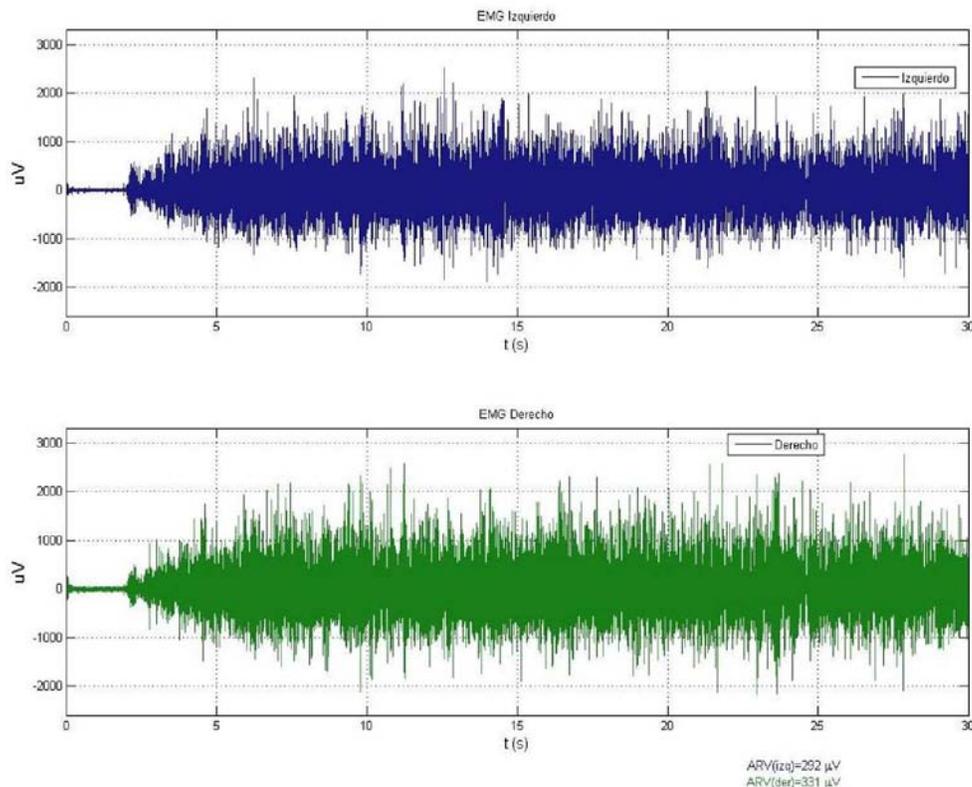


Fig. 2.22 Registro electromiográfico que sirve para comparar la actividad electromiográfica masetera de ambos lados en registro con duración de 30 seg., obtenido con el Electromiógrafo digital (DEPEI-UNAM). Cortesía del laboratorio de fisiología

La membrana de la fibra del músculo esquelético es el origen del fenómeno bioeléctrico que resulta en la señal electromiográfica, la membrana de una célula muscular es más compleja que la membrana de una célula nerviosa, tiene capas e invaginaciones y parámetros eléctricos diferentes a los de la célula nerviosa, se denomina a las invaginaciones como sistema tubular o sistema-T, que es una cadena de túbulos ramificados radialmente orientadas al interior de las fibras. Estos túbulos forman una vía para conducir la energía radial en flujo del potencial de acción desde la membrana exterior (sarcolema) al interior del retículo sarcoplásmico y juega un rol en la excitación en la contracción de acoplamiento. ⁽⁸⁾

2.4.1 Análisis de Frecuencia Media (MNF) de la señal EMG

En 1912 Piper observó una desaceleración progresiva de la señal EMG durante una contracción isométrica voluntaria prolongada, dada la naturaleza aleatoria de la señal EMG generada por contracción voluntaria, esta desaceleración no pudo ser cuantificada en el dominio del tiempo pero sí en el dominio de la frecuencia usando características espectrales de frecuencias, tales como frecuencia media (MNF) y frecuencia mediana (MDF) de la función de densidad espectral de potencia (espectro de potencia). ⁽¹²⁾

La evolución en el tiempo de cambios producidos por el esfuerzo mecánico será referida como fatiga, los cambios pueden ser rápidos o lentos dependiendo de su ejecución y eventualmente pueden ser cambios detectables mecánicamente. ⁽¹²⁾

Espectro en frecuencia de la señal electromiográfica Para evaluar la fatiga Merletti et al. 1991, propone usar la razón de área por regresión libre donde F es el índice de fatiga.

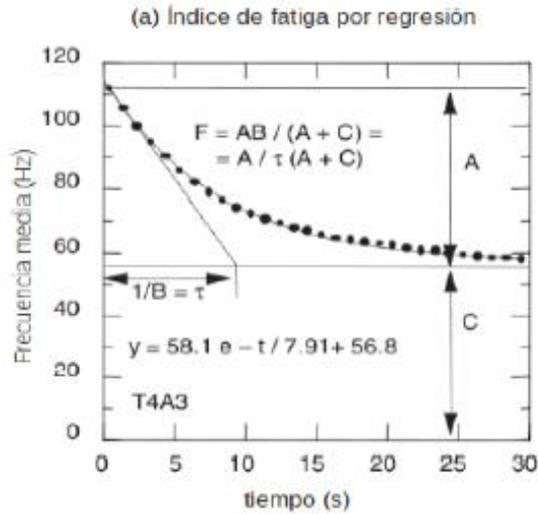


Fig. 2.20 (a) Frecuencia media (MNf) como función del tiempo calculada durante un estímulo de contracción muscular con su correspondiente regresión exponencial. (b) Definición del índice de fatiga por regresión con razón de área libre para el mismo conjunto de datos representado en (a).^(11,12)

Para el caso del índice de fatiga por regresión con razón de área libre, el índice de fatiga está dado por:

$$F = \frac{A1}{(A1 + A2)}$$

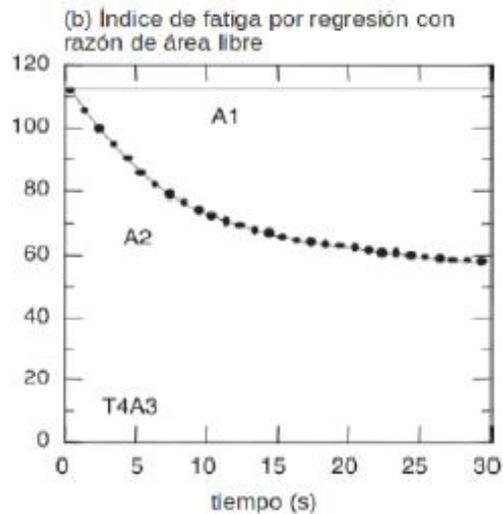


Fig. 2.21 Para la obtención del índice de fatiga por regresión con razón de área libre, donde A1 y A2 son áreas por arriba y debajo del conjunto de puntos respectivamente. El índice de fatiga se obtiene dividiendo el área por debajo del conjunto de puntos entre la suma de las dos áreas.⁽¹²⁾

Este método ofrece un índice de fatiga positivo entre 0 y 1 para patrones decrecientes y un índice negativo para patrones crecientes. Este índice puede ser definido como una contracción total o como una variable en función del tiempo. En

este método se realiza una regresión exponencial y no lineal. Esto debido a que la evolución en el tiempo del proceso de fatiga tiende a un comportamiento exponencial decreciente.

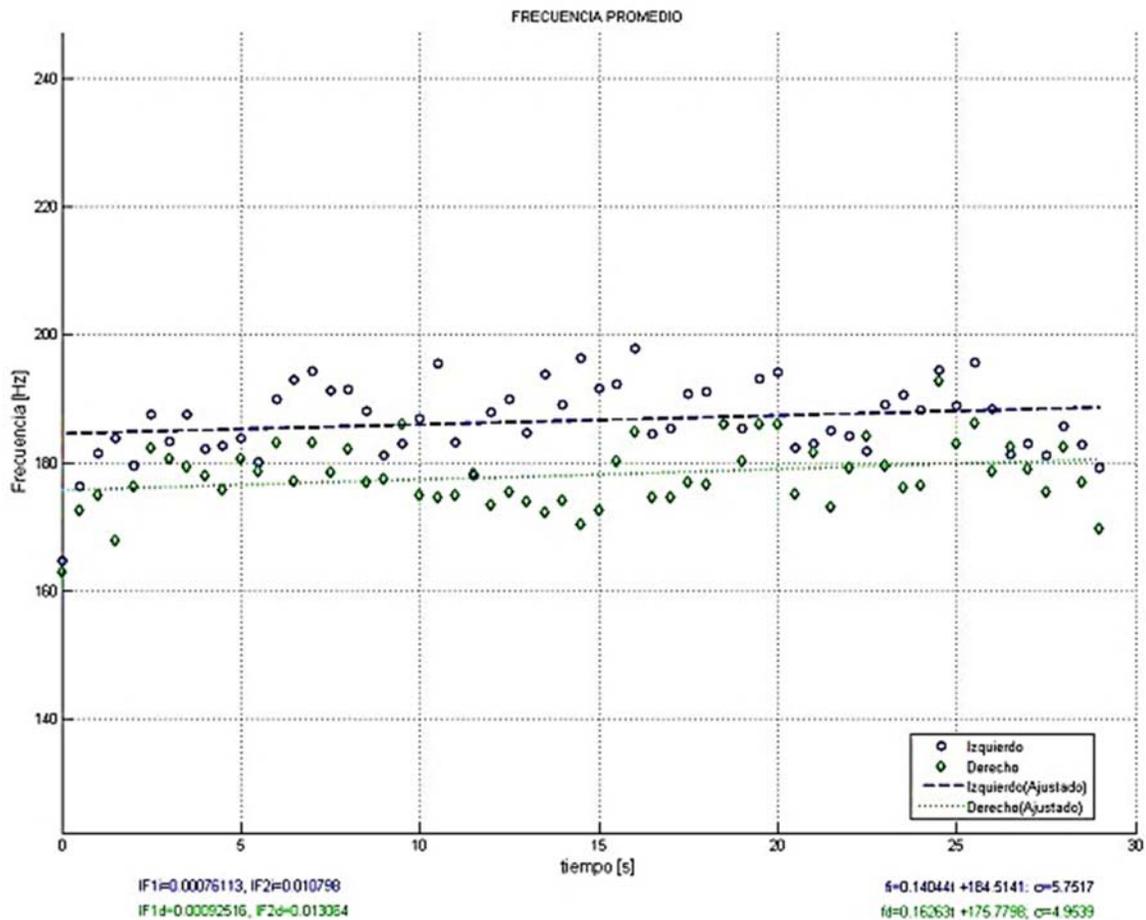


Fig. 2.22. Análisis MNF del registro electromiográfico. El resultado de obtener la frecuencia promedio cada determinado tiempo en el registro electromiográfico nos arroja diferentes puntos en una gráfica dependiendo de las principales frecuencias en ese momento específico, al trazar una línea que pasa entre todos esos puntos se obtiene una línea con una pendiente, el valor de la pendiente de esa línea (segmento) es el valor del índice de fatiga que nos arroja el análisis MNF (DEPEI-UNAM). Cortesía del laboratorio de fisiología.

2.4.2 Análisis de la Raíz Cuadrática Media (RMS) de la señal EMG.

En matemáticas la media cuadrática, valor cuadrático medio o *RMS* (del inglés *root mean square*) es una medida estadística de la magnitud de una cantidad variable. Puede calcularse para una serie de valores discretos o para una función de variable continua. El nombre deriva del hecho de que es la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores. ⁽²⁰⁾

El RMS es uno de los análisis de señal EMG, se trata de un valor indicativo de la magnitud de la señal que se utiliza para estudiar la fatiga muscular. No necesita una rectificación previa de la señal y se obtiene en intervalos de tiempo. ⁽²¹⁾

El valor de la señal EMG por medio de RMS se mide en microvolts (μV) y milivolts para estimar el valor de la amplitud. ⁽²²⁾ El RMS es un método para cuantificar la señal EMG 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. Mediante el estudio del espectro de frecuencias y las amplitudes de onda podemos observar si existe fatiga o alteración de la relajación muscular. ⁽²¹⁾

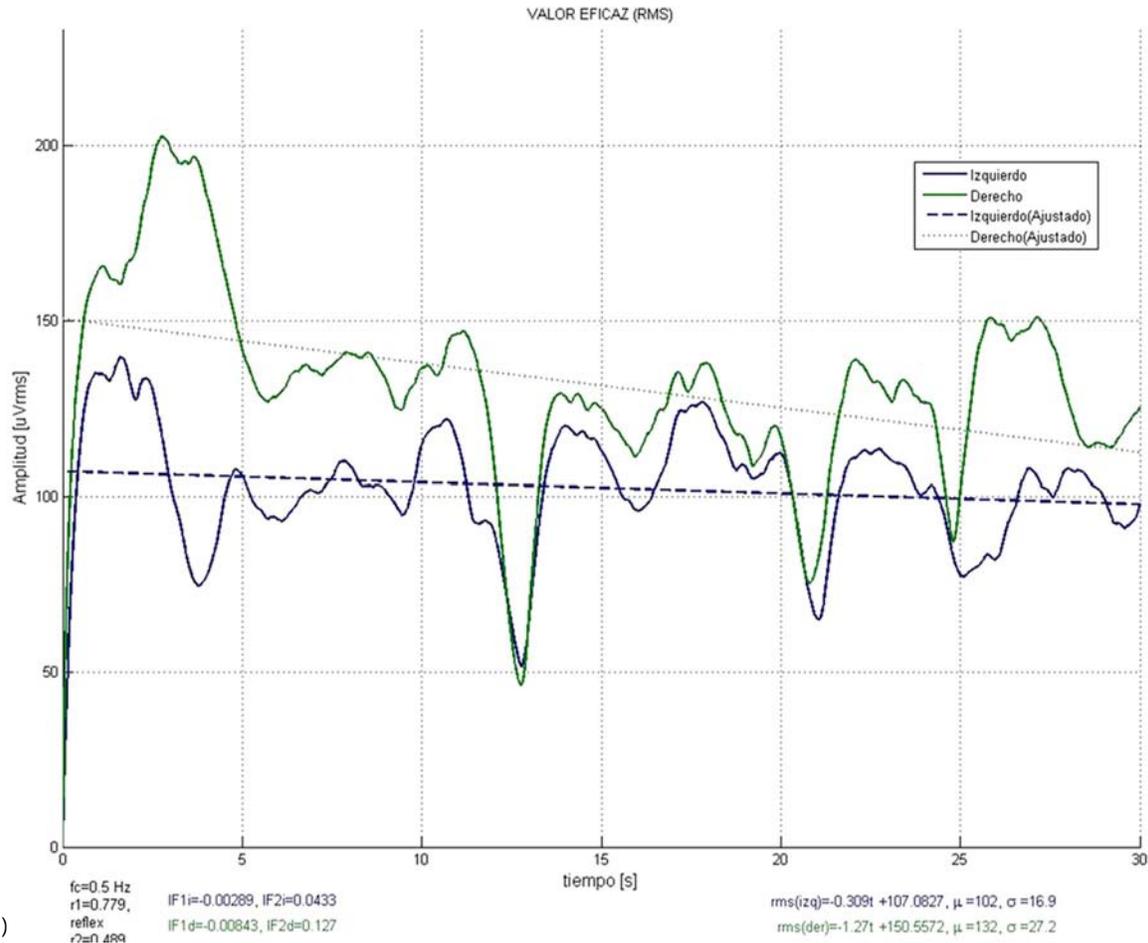


Fig. 2.23 Análisis RMS del registro electromiográfico. El resultado de obtener la frecuencia promedio cada determinado tiempo en el registro electromiográfico nos arroja un envolvente de la señal que sirve para conocer la amplitud de sus componentes, esta se representa como un segmento con valles y picos dependiendo del valor de la amplitud de la señal en este momento del registro, al obtener esta grafica se traza una línea en el promedio de estos valores, línea con una pendiente, el valor de la pendiente de esa línea (segmento) es el valor del índice de fatiga que nos arroja el análisis RMS. (DEPEI-UNAM). Cortesía del laboratorio de fisiología

Las técnicas usadas por medio del RMS no resuelven o descomponen la señal EMG en potenciales de acción individuales de cada unidad motora. En lugar de ello, provee una descripción global del potencial eléctrico observado en el sitio de registro (área superficial de la piel). La información obtenida a través de estas técnicas normalmente no está directamente relacionada con los fenómenos o eventos fisiológicos. Es decir no informan exactamente la actividad de una contracción motora o mejorías en el control motor, el RMS se considera una herramienta estadística, se trata de una desviación estándar de un conjunto de datos. ⁽¹²⁾

3. Planteamiento del problema.

En el laboratorio de Fisiología DEPeI UNAM se atienden personas con la problemática muscular y temporomandibular remitidos en su mayoría por la clínica de admisión y otros de consulta externa. Surge la pregunta:

¿Se pueden utilizar las diferentes herramientas de innovación tecnológica aplicada en estos pacientes para su análisis mediante la obtención de su registro de señal electromiográfica como herramienta de diagnóstico?

4. Justificación.

Con los avances y desarrollos tecnológicos que se han logrado en el laboratorio de Fisiología DEPeI UNAM se tienen más y mejores herramientas que proporcionan datos que requieren ser reestudiados mediante una comparación para determinar en qué casos se pueden usar para ayudar al diagnóstico.

Mediante la obtención de los datos de estudio poder determinar si se puede diferenciar a sujetos que padezcan algún tipo de TTMs y sujetos sanos mediante el análisis MNF y RMS aunado a su registro de señal electromiográfica.

5. Objetivos

Objetivo general

- Determinar si existe diferencia entre los valores del análisis MNF y RMS de la señal electromiográfica de sujetos sanos vs. sujetos con trastornos temporomandibulares.

Objetivos específicos:

- Conocer el promedio en el índice de MNF y RMS que componen el espectro de frecuencia y amplitud de la señal de sujetos sanos.
- Conocer el promedio en el índice de MNF y RMS que componen el espectro de frecuencia y amplitud de la señal de sujetos con TTMs
- Determinar la utilización de los valores MNF, RMS y EMG como complemento diagnóstico en la historia clínica.

6.- Hipótesis.

H1: existen diferencias significativas entre los valores de EMG, MNF y RMS entre los componentes de la señal de sujetos sanos vs. la señal de pacientes con TTMs.

H2: no existen diferencias significativas entre los valores de EMG, MNF y RMS entre los componentes de la señal de sujetos sanos vs. la señal de pacientes con TTMs.

7.- Metodología.

A) Tipo de estudio: Longitudinal, comparativo.

B) Muestra: 60 Sujetos en un rango de entre 20 y 45 años de los cuales 30 serán sujetos que hayan sido diagnosticados con algún trastorno temporomandibular mediante la historia clínica (anexo 1) y 30 serán sujetos sanos (que no presenten signos o síntomas de trastornos musculares o articulares) identificados mediante la aplicación de un cuestionario de evaluación (anexo 3) y exploración clínica.

C) criterios de selección.

Inclusión: Se consideran a todos los sujetos que deseen participar en el estudio bajo consentimiento informado y que presenten las siguientes características.

- Sujetos de ambos generos.
- Sujetos que no refieran sintomatología a TTMs
- Pacientes que después de su ingreso fueron diagnosticados con TTMs mediante la historia clínica.

Exclusión:

- Para sujetos sanos
 - o Referir sintomatología de TTMs.
 - o Presentar síntomas de dolor a la palpación muscular y/o articulación.
 - o Estar o haber estado bajo tratamiento de ortodoncia.
- Para pacientes con diagnóstico de TTMs
 - o Presentar dolor de origen dental (pulpitis), infección de origen dental, enfermedad periodontal.
 - o Con discapacidades neurológicas o sensoriales aparentes
- En general.
 - o Haber sido tratados con cirugía ortognática.

- Pacientes menores de 17 años y mayores de 50 años de edad.
- Eliminación:
 - Pacientes que no deseen continuar en el estudio.
 - Pacientes que no se presentaron a las citas de revisión y valoración

D) Definición operacional y escala de medición de las variables.

Cuadro 7.1 Definición operacional y escala de medición de las variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
EMG	Dependiente.	Valor indicativo del valor registrado como MVC.	Cuantitativa discreta en μV
MNF.	Dependiente.	Valor indicativo de los componentes de la señal EMG que se utiliza para estudiar los componentes de frecuencia.	Cuantitativa discreta en Hz
RMS.	Dependiente.	Valor indicativo de los componentes de la señal EMG que se usa para estudiar la magnitud de la señal.	Cuantitativa discreta en μV
Genero.	Independiente.	Características fenotípicas presentes	Cualitativa nominal. 1= Femenino 2= Masculino
Sujeto sano.	Independiente.	Sujeto que al realizar la historia clínica y anamnesis no presenta sintomatología.	Cualitativa nominal. 1= Femenino 2= Masculino
Sujeto con diagnóstico de TTM.	Independiente.	Sujeto que ha sido diagnosticado con TTMs mediante la HC y la exploración clínica.	Cualitativa nominal. 1= Femenino 2= Masculino

Método de recolección de la información.

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Fisiología de la DEPeI F.O UNAM en pacientes remitidos en el periodo de septiembre 2013 a noviembre de 2014. Se realizó en tres fases.

Fase1.-Para identificar a los sujetos sanos que formaron la mitad de la muestra de este estudio, se hizo la aplicación de un cuestionario de evaluación (anexo3) que

incluye la carta de consentimiento informado, esto para identificar a los posibles candidatos a formaron parte del estudio. Una vez identificados se pidió a los candidatos responder las preguntas de registro de pacientes de la base de datos (Fig.7.1) y se procedió a realizar la historia clínica con la exploración muscular para descartar sintomatología muscular y articular, estos datos se llenaron en la historia clínica del software de registro (Figs. 7.1, 7.2 y 7.3), en el laboratorio de fisiología para poder realizarles un registro de la actividad electromiográfica con el Electromiógrafo digital PAPIIT-IT202314 (DEPeI-UNAM).

General | Estado clínico-hoja 1 | Estado clínico-hoja 2 | Estado clínico-hoja 3 | Registros EMG

Id: 903
 Fecha de ingreso: 12/06/2015
 Número de expediente:
 Nombre*:
 Apellidos*:
 P: EDA
 RFC*: PERS30318

Dirección: Calle, Ciudad: SANTODOMINGO, Estado/Provincia: COYOACAN, Código postal: 04369, País o región, Dirección de correo electrónico

Números de teléfono: Teléfono del trabajo, Teléfono particular, Teléfono móvil

Antecedente: Sexo: Femenino, Estado civil: Soltero(a), Edad: 22, Hábitos bucales, Peso(kg): 55.00, Bruxismo personal, Estatura(cm): 160.00, Bruxismo en familiares, Compleción, Artritis reumatoide en padres: no, Ocupación, Ruido articular en padres: si, madre

Otros datos relevantes(trumatismo,extracción,etc.)

*Campos obligatorios

Registro: # 374 de 1006

Fig. 7.1 Pantalla de datos generales del sujeto. (Obtenida de software electromiógrafo digital PAPIIT-IT202314)

General | Estado clínico-hoja 1 | Estado clínico-hoja 2 | Estado clínico-hoja 3 | Registros EMG

Índice anamnestico

Índice anamnestico	Dirigida	Guarde
Dolor en la región de la ATN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensibilidad a la apertura y cierre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso al mover la mandíbula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dificultad para abrir completamente la boca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dorsiflexión de la cabeza ante la extensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonido en la ATM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensación de fatiga en la ATM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensación de rigidez de la mandíbula al despertar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sensación de rigidez al mover la mandíbula	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Índice clínico

Índice clínico	Partes de apertura	Partes de cierre	Dolor en los movimientos
Apertura	Simplicio: <input type="checkbox"/>	Simplicio: <input type="checkbox"/>	Apertura: <input type="checkbox"/>
Apertura de la mandíbula en mm:	Complicado: <input type="checkbox"/>	Complicado: <input type="checkbox"/>	Cierre: <input type="checkbox"/>
Lateral derecha:	Disolución de:rocha: <input type="checkbox"/>	Disolución derecha: <input type="checkbox"/>	Lateral derecha: <input type="checkbox"/>
Lateral izquierda:	Disolución izquierda: <input type="checkbox"/>	Disolución izquierda: <input type="checkbox"/>	Lateral izquierda: <input type="checkbox"/>
Protección:			Protección: <input type="checkbox"/>
Oveje: <input type="checkbox"/>			
Overbite: <input type="checkbox"/>			

Ruidos Articulares: Derecha, Izquierda

Apertura funcional: Derecha, Izquierda

Apertura física: Derecha, Izquierda

Cierre timpánico: Derecha, Izquierda

Cierre físico: Derecha, Izquierda

Indicar después 'D', longitud; 'C' o 'N' si no se representa nada

Registro: # 374 de 1006

Fig.7.2 pantalla para llenar los datos de la exploración muscular del sujeto

Fig. 7.3 Exploración clínica del sujeto



Fase 2.- Para obtener el registro se le pidió al paciente sentarse de forma cómoda en una unidad dental y limpiar los restos de grasa, polvo y/o maquillaje con ayuda de un algodón y alcohol de la zona donde se colocaran los electrodos de superficie (marca Kendall), se colocan tres electrodos de cada lado: uno sobre la inserción superior del musculo masetero superficial en el arco cigomático; otro en la inserción inferior en el ángulo mandibular; y uno más que hace la función de tierra física sobre la apófisis mastoides, se le pide al sujeto apretar con fuerza para palpar la trayectoria e inserción muscular masetera. (Fig. 7.4)



Fig. 7.4 a) Palpación del trayecto e inserción del musculo masetero para la colocación de los electrodos b) colocación de electrodos en los puntos de inserción del musculo y colocación de un electrodo de referencia (basal) sobre la apófisis mastoides.

Una vez colocados los electrodos de superficie se procede a abrir la base de datos para crear un expediente llenando los datos del sujeto e iniciar el software de registro de señal. Al iniciar el programa del EMG se procede a activar el filtro para reducir las alteraciones de señal que pudieran producir ondas electromagnéticas de fuentes externas, una vez hecho esto, se calibra el programa y se procede a medir la máxima contracción voluntaria (MCV) durante 5 segundos en oclusión céntrica para establecer los parámetros de registro que serán diferentes para cada paciente (Fig. 7.5).

Una vez establecido el parámetro se procede a realizar el registro de la actividad electromiográfica, esto se realiza mientras el sujeto trata de mantener su MCV sobre los músculos maseteros en relación céntrica durante 30 seg (Fig. 7.6).

Fig. 7.5 Determinación de máxima contracción voluntaria (MVC), se pide al sujeto que muerda fuerte por tres periodos de 5 seg para establecer cual su máxima capacidad de contracción.

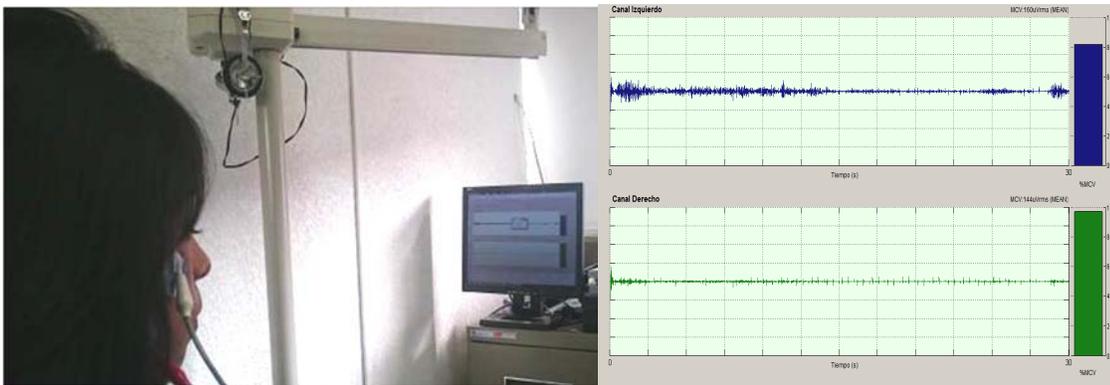
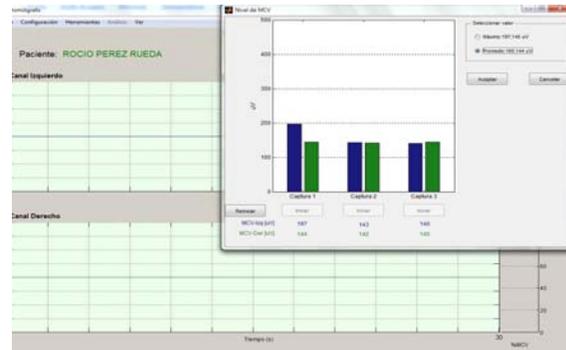


Fig. 7.6 Una vez establecidos los parámetros de MVC se hace el registro electromiográfico que en este caso es de 30 seg.

Una vez registrada la señal se pueden usar las herramientas de análisis incluidas en el software para obtener los valores de frecuencia media (MFN por sus siglas en ingles) y raíz cuadrática media (RMS) que se reportaran en el programa Excel (O.S.)

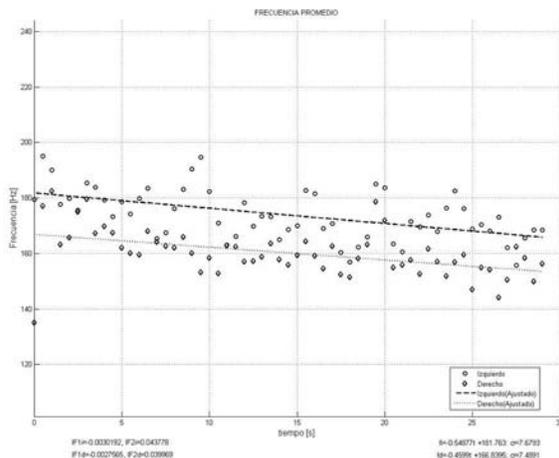


Fig. 7.7 análisis de frecuencia media (MFN)

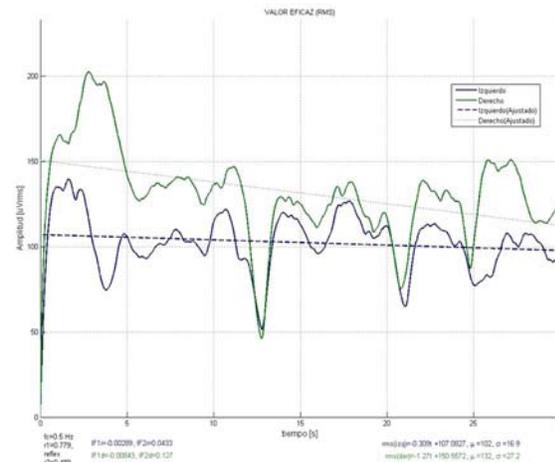


Fig. 7.8 análisis de la raíz cuadrática media (RMS)

para las variables continuas. La unidad de análisis fue la musculatura de los maseteros por lo que cada paciente contribuyó con dos mediciones para conformar una muestra de 120 mediciones (60 sanos y 60 enfermos).

Posteriormente se realizó un análisis bivariado de las características clínicas, sociodemográficas, los antecedentes heredofamiliares, el índice de Helkimo y sus mediciones electromiográficas. Se realizó una comparación entre los pacientes sanos y enfermos, mediante el uso de la prueba de Chi cuadrada o de la prueba de Kruskall-Wallis, para las variables categóricas y continuas respectivamente.

Finalmente se proponen 3 modelos de regresión lineal multivariada para identificar las características asociadas con los diferentes valores de electromiografía, considerando como unidad de agrupamiento al individuo, es decir que cada individuo aporta una medición derecha y una izquierda, por lo que existe las mediciones de los individuos no son independientes. 1) Modelos para RMS, 2) para MNF y 3) para EMG.

Consideraciones éticas.

Se informará al paciente acerca del estudio y se le entregará un consentimiento informado, este contendrá el número de citas al que debe asistir y las consideraciones del estudio, una vez que sea leído y firmado será archivado por el operador.

Esta investigación es de riesgo mínimo para el paciente. Esto se basa en reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud, que el 3 de febrero de 1983 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley General de Salud Reglamentaria del párrafo tercero del artículo 17 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, iniciando su vigencia el 1ro de julio del mismo año.

8.- Resultados.

En nuestro estudio participaron 37 mujeres de los cuales 19 (32%) son sujetos sanos y 18 (30%) son enfermos y 23 hombres de los cuales 11 son sanos (18%) y 12 (20%) son enfermos.

Grafica 8.1 Distribución de pacientes por género.

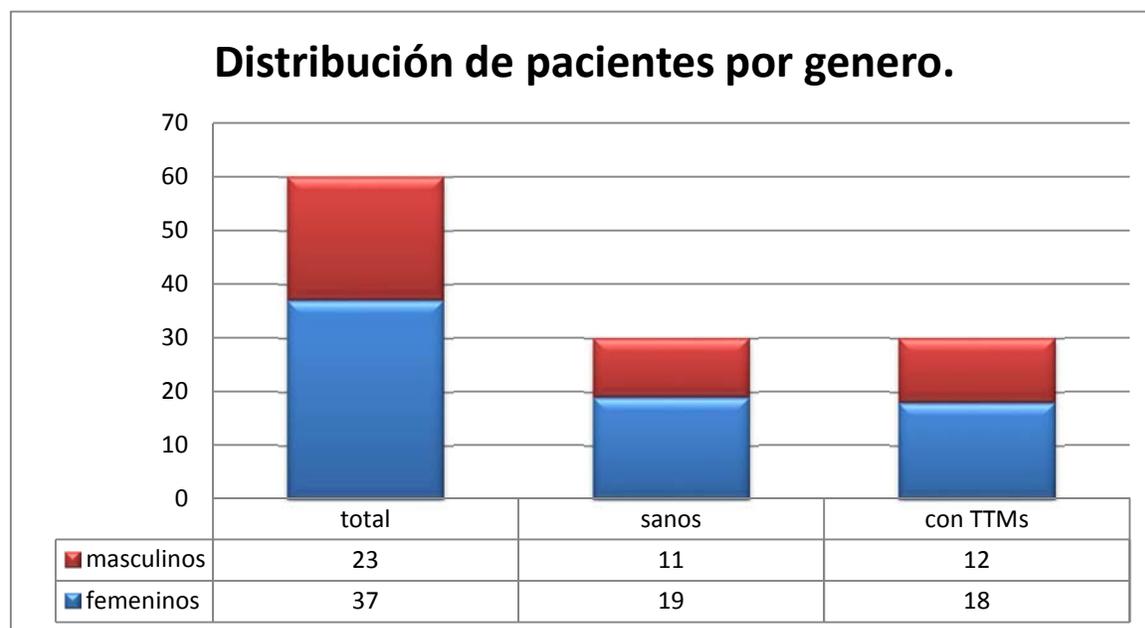


Tabla 8.1. Comparación de las características de los participantes sanos y enfermos.

Características clínicas de los participantes	Total n=120	Sanos n=60	Enfermos n=60	Valor p*
	n/total (%)	n/total (%)	n/total (%)	
Hombres	46/120 (38.0)	22/60 (36.0)	24/60 (52.0)	0.707
Mediana de edad (RI)	23.5 (20-30)	21.5 (18-25)	26.5 (22-36)	<0.001**
Grupo de edad				
<20 años	18/120 (15.0)	18/60 (30.0)	0/60 (0.0)	<0.001
20 a 29 años	70/120 (58.0)	32/60 (53.0)	38/60 (63.0)	
30 a 39 años	14/120 (12.0)	2/60 (3.0)	12/60 (20.0)	
40 años o más	18/120 (15.0)	8/60 (13.0)	10/60 (17.0)	
Peso (kg)	61 (53-71.7)	60.3 (54-71.5)	61 (53-73)	0.899**
Estatura(metros)	1.63 (1.57-1.67)	1.63 (1.58-1.67)	1.63 (1.55-1.69)	0.808**
Compleción				
Delgada	54/120 (45.0)	34/60 (57.0)	20/60 (33.0)	0.019
Mediana	46/120 (38.0)	16/60 (27.0)	30/60 (50.0)	
Robusta	20/120 (17.0)	10/60 (17.0)	10/60 (17.0)	

*Valor de Chi cuadrada, RI= Rango intercuartilar, ** Prueba de Kruskal-Wallis

La mediana de edad del total de sujetos fue de 23.5 años, la mediana de edad de los sujetos sanos, es de 21.5 años que es significativamente menor de forma estadística a la mediana de edad de los sujetos enfermos que es de 26.5 años. (Tabla 8.1)

De los 120 análisis, 70 estuvieron dentro del grupo de entre 20-29 años es decir el 58% de la muestra total, la cual es estadísticamente significativa (tabla 8.1)

El porcentaje de pacientes enfermos fue mayor entre los que tuvieron una complexión media en comparación con los que tuvieron una complexión delgada. (Tabla 8.1)

Tabla 8.2. Comparación de las características clínicas de los antecedentes familiares de los participantes sanos y enfermos.

Antecedentes heredofamiliares	Total	Sanos	Enfermos	Valor p*
	n/total (%)	n/total (%)	n/total (%)	
Bruxismo				
Ausente	84/120 (70.0)	60/60 (100.0)	24/60 (40.0)	<0.001
Céntrica	28/120 (23.0)	0/60 (0.0)	28/60 (47.0)	
Excéntrico	8/120 (7.0)	0/60 (0.0)	8/60 (13.0)	
Antecedente familiares de artritis				
Ausencia	96/120 (80.0)	54/60 (90.0)	42/60 (70.0)	0.005
En padre o madre	16/120 (13.0)	2/60 (3.0)	14/60 (23.0)	
En ambos	8/120 (7.0)	4/60 (7.0)	4/60 (7.0)	
Antecedente familiares de ruido articular				
Ausencia	100/120 (83.0)	50/60 (83.0)	50/60 (83.0)	0.999
En padre o madre	12/120 (10.0)	6/60 (10.0)	6/60 (10.0)	
En ambos	8/120 (7.0)	4/60 (7.0)	4/60 (7.0)	

*Valor de Chi cuadrada

En relación a los antecedentes familiares se observó que el 60% de los enfermos presentaron algún tipo de bruxismo, de los cuales el más frecuente fue el céntrico, que es estadísticamente significativo. El 30% reportaron antecedentes de artritis y con poca frecuencia reportaron antecedentes de ruido articular (tabla 8.2)

Tabla 8.3. Comparación de las características clínicas a la exploración de los participantes sanos y enfermos.

Características a la exploración (Helkimo)	Total	Sanos	Enfermos	Valor p*
	n/total (%)	n/total (%)	n/total (%)	
Dolor en atm	28/102 (27.0)	0/60 (0.0)	28/42 (67.0)	<0.001
Dificultad a la apertura	24/110 (22.0)	0/60 (0.0)	24/50 (48.0)	<0.001
Dolor al mover mandíbula	24/110 (22.0)	0/60 (0.0)	24/50 (48.0)	<0.001
Desplazamiento discal con retención	16/110 (15.0)	0/60 (0.0)	16/50 (32.0)	<0.001
Sensación de fatiga en ATM	34/114 (30.0)	0/60 (0.0)	34/54 (63.0)	<0.001
Sensación de rigidez al despertar	24/118 (20.0)	0/60 (0.0)	24/58 (41.0)	<0.001
Sensación de rigidez al mover mandíbula	12/114 (11.0)	0/60 (0.0)	12/54 (22.0)	<0.001
Patrón de apertura				
Simétrico	78/120 (65.0)	60/60 (100.0)	18/60 (30.0)	<0.001
Complicado	18/120 (15.0)	0/60 (0.0)	18/60 (30.0)	
Desviación a la izquierda	8/120 (7.0)	0/60 (0.0)	8/60 (13.0)	
Desviación a la derecha	16/120 (13.0)	0/60 (0.0)	16/60 (27.0)	
Patrón de Cierre				
Simétrico	76/120 (63.0)	60/60 (100.0)	16/60 (27.0)	<0.001
Complicado	22/120 (18.0)	0/60 (0.0)	22/60 (37.0)	
Desviación a la izquierda	12/120 (10.0)	0/60 (0.0)	12/60 (20.0)	
Desviación a la derecha	10/120 (8.0)	0/60 (0.0)	10/60 (17.0)	
Ruidos articulares				
Ausencia	87/120 (73.0)	60/60 (100.0)	27/60 (45.0)	<0.001
Chasquido	28/120 (23.0)	0/60 (0.0)	28/60 (47.0)	
Crepitación	5/120 (4.0)	0/60 (0.0)	5/60 (8.0)	
Sintomatología muscular a la palpación				
Masetero superior	23/120 (19.0)	0/60 (0.0)	23/60 (38.0)	<0.001
Masetero profundo	21/120 (18.0)	0/60 (0.0)	21/60 (35.0)	<0.001
Temporal anterior	9/120 (8.0)	0/60 (0.0)	9/60 (15.0)	<0.001
Temporal medio	6/120 (5.0)	0/60 (0.0)	6/60 (10.0)	<0.001
Temporal posterior	3/120 (3.0)	0/60 (0.0)	3/60 (5.0)	<0.001
Pterigoideo externo	41/120 (34.0)	0/60 (0.0)	41/60 (68.0)	<0.001
Pterigoideo interno	36/120 (30.0)	0/60 (0.0)	36/60 (60.0)	<0.001
Digástrico	10/120 (8.0)	0/60 (0.0)	10/60 (17.0)	<0.001
Trapezio	24/120 (20.0)	0/60 (0.0)	24/60 (40.0)	<0.001
Esternocleidomastoideo	39/120 (33.0)	0/60 (0.0)	39/60 (65.0)	<0.001
Palpación lateral	18/112 (16.0)	0/60 (0.0)	18/52 (35.0)	<0.001
Palpación posterior	24/106 (23.0)	0/60 (0.0)	24/46 (52.0)	<0.001

*Valor de Chi cuadrada

De las características clínicas a la exploración, las que se presentaron con mayor frecuencia fueron; dolor y sensación de fatiga en ATM con un 67 y 63% respectivamente. Los que se notaron con menor frecuencia fueron: desplazamiento discal con retención y sensación de rigidez al mover la mandíbula, con un 32 y 22%

respectivamente. En cuanto al patrón de apertura y cierre los que se reportaron con mayor frecuencia para ambos, fue el patrón complicado, con un 30% en apertura y 37% en cierre. El 55% de la población presento algún ruido articular. A la exploración muscular, los músculos más afectados, sin importar el origen del problema, siempre fueron los pterigoideos externos e internos. En contraste, el músculo que reportó dolor en menor frecuencia fue el fascículo posterior del musculo temporal. (Tabla 8.3)

Tabla 8.4. Comparación entre las medianas de valores de electromiografía entre pacientes sanos y enfermos.

	Total	Sanos	Enfermos	Valor p*
	Mediana (RI)	Mediana (RI)	Mediana (RI)	
RMS	284 (170.5,408)	292.5 (209.5,425)	275.5 (136,399)	0.287
MNF	0.0453765 (0.0278,0.0886)	0.0481 (0.02837,0.0822)	0.0440 (0.0219,0.0948)	0.891
EMG	220 (127,321)	228.5 (159,331)	215 (105.5,319)	0.372

* Prueba de Kruskal-Wallis, RI= Rango intercuartilar.

En relación a los valores obtenidos para el RMS, se encontró que los enfermos tienen un rango intercuartilar mayor que los sanos, es decir para RMS se encuentran valores muy disminuidos como aumentados mientras que en los sanos se encuentran en un rango menor, es decir, que la mayoría de valores no son tan diferentes entre sujetos como en el caso de los enfermos. Al ser los valores del índice de fatiga por regresión libre de los enfermos más cercanos a 0, indica una mayor fatiga, lo mismo que indican los valores del índice de fatiga por regresión de área al ser más cercanos a 1 a pesar de que no se encontraron diferencias significativas de forma estadística. Los enfermos llegaron a tener valores mucho más bajos en el valor en μV de EMG. (Tabla 8.4)

Tabla 8.5. Modelo regresión lineal multivariado para Índice de fatiga por regresión con razón de área.

MNF	Coeficiente de regresión	Intervalo de confianza		valor de p
		Lim. inf.	Lim. Sup	
Enfermos	0.027	-0.013	0.067	0.184
Antecedentes familiares de artritis	-0.012	-0.026	0.002	0.112
Hombre	0.028	9.67E-06	0.056	0.05
Edad (años)	-0.001	-0.002	-0.000	0.017
lado izquierdo	0.001	-0.014	0.017	0.836
Complexión				
Delgado	0.023	-0.005	0.051	0.108
Media	Categoría de referencia			
Robusta	0.041	0.001	0.081	0.04
Sintomatología Muscular				
Temporal anterior	0.057	-0.029	0.14	0.191
Temporal media	-0.034	-0.142	0.072	0.519
Temporal posterior	-0.011	-0.077	0.055	0.737
Pterigoideo externo	-0.030	-0.086	0.026	0.293
Pterigoideo interno	0.003	-0.039	0.046	0.863
Trapecio	0.036	-0.004	0.076	0.077
Digástrico	-0.055	-0.099	-0.011	0.015

Como resultado del análisis de regresión lineal múltiple para el índice de fatiga por regresión de área, se observó que las características asociadas con el incremento en los valores del índice de fatiga por regresión de área fueron: sexo masculino, lado izquierdo, sintomatología muscular del temporal anterior, del pterigoideo externo, pterigoideo interno. (Tabla 8.5)

Tabla 8.6. Modelo regresión lineal multivariado para RMS

RMS	Coeficiente de regresión	Intervalo de confianza		valor de p
		Lim. inf.	Lim. Sup	
Enfermos	63.104	-80.473	206.683	0.383
Antecedentes familiares de artritis	-64.981	-121.619	-8.342	0.025
Hombre	91.735	3.106	180.364	0.043
Edad (años)	-6.336	-10.270	-2.401	0.002
lado izquierdo	30.865	2.579	59.150	0.033
Complexión				
Delgado	25.304	-68.361	118.970	0.591

Media	Categoría de referencia			
	Robusta	118.095	-0.804	236.995
Sintomatología Muscular				
Temporal anterior	155.898	7.706	304.089	0.04
Temporal media	-92.939	-301.199	115.319	0.375
Temporal posterior	-117.335	-242.995	8.323	0.067
Pterigoideo externo	-201.849	-381.850	-21.849	0.029
Pterigoideo interno	94.670	-46.113	235.454	0.184
Trapezio	156.164	36.071	276.258	0.012
Digástrico	-150.139	-275.497	-24.781	0.02

Como resultado del análisis de regresión lineal múltiple para RMS, se observó que las características asociadas con el incremento en los valores de RMS fueron: Hombres, lado izquierdo, sintomatología del temporal anterior, del pterigoideo interno y del trapecio. (Tabla 8.6)

Tabla 8.7. Modelo regresión lineal multivariado para EMG

EMG	Coeficiente de regresión	Intervalo de confianza		valor de p
		Lim. inf.	Lim. Sup	
Enfermos	49.485	-65.281	164.252	0.392
Antecedentes familiares de artritis	-49.326	-94.245	-4.408	0.032
Hombre	75.683	5.494	145.871	0.035
Edad (años)	-5.054	-8.133	-1.974	0.002
lado izquierdo	24.696	2.656	46.736	0.029
Complexión				
Delgado	18.910	-54.262	92.083	0.607
Media	Categoría de referencia			
Robusta	88.793	-8.519	186.107	0.073
Sintomatología Muscular				
Temporal anterior	125.554	15.695	235.412	0.026
Temporal media	-60.127	-219.847	99.593	0.454
Temporal posterior	-96.488	-199.620	6.643	0.066
Pterigoideo externo	-161.331	-303.904	-18.758	0.027
Pterigoideo interno	75.309	-37.379	187.998	0.186
Trapezio	125.899	30.809	220.989	0.01
Digástrico	-109.743	-209.858	-9.629	0.032

Como resultado del análisis de regresión lineal múltiple para el EMG, se observó que las características asociadas con el incremento en los valores de EMG fueron: sexo masculino, el lado izquierdo, sintomatología muscular del temporal anterior, del pterigoideo interno y trapecio. (Tabla 8.7)

9.- Discusión.

De acuerdo a los resultados de este estudio se observa que no se encontraron diferencias significativas entre sujetos sanos y enfermos con relación a los valores de MNF, RMS y EMG, sin embargo cada modelo arroja resultados que pueden ser de interés para comprender las limitantes de los resultados asociadas a este estudio.

Los factores que son consistentes con el incremento en los valores de MNF, RMS y EMG en los modelos de análisis multivariado fueron: enfermos, genero masculino, lado izquierdo, sintomatología muscular del temporal anterior, del pterigoideo interno y del trapecio.

Los factores que son consistentes con el decremento en los valores de MNF, RMS y EMG en los modelos de análisis multivariado fueron: antecedentes familiares de artritis, edad, sintomatología muscular del temporal medio y posterior, pterigoideo externo, y digástrico.

Tabla 9.1. Valores de los factores a la alza y a la baja en el análisis multivariado.

	MNF	RMS	EMG
Enfermos			
Antecedentes familiares de artritis		↓	↓
Hombre	↑		↑
Edad (años)		↓	↓
lado Izquierdo			↑
Complexión			
Delgado			
Media	Categoría de referencia		
Robusta	↑		
Sintomatología Muscular			
Temporal anterior		↑	↑
Temporal media			
Temporal posterior			
Pterigoideo externo			
Pterigoideo interno			
Trapecio			↑
Digástrico	↓	↓	↓

Valores en verde a la alza, valores en rojo a la baja. Valores con significancia estadística ↓ ↑

De acuerdo a los valores obtenidos en este estudio los sujetos que presentan TTMs presentan valores más altos en el índice de fatiga por regresión de área libre, lo que según Merletti corresponde a un mayor índice de fatiga, en relación a los sujetos sanos lo que corresponde a los resultados obtenidos por Castroflorio ⁽⁷⁾ en un estudio realizado en Italia en 2012.

Al tener los sujetos sanos un rango intercuartilar menos amplio que los enfermos, se puede interpretar que los sanos tienen un índice de fatiga más estable que el de los enfermos

Los resultados muestran que hay diferencia estadística en los valores que presentan los sujetos con relación a la edad lo que concuerda con un estudio realizado por Vissier ⁽²³³⁾ en donde los resultados se analizaron por el método estadístico de covarianza.

Los valores de EMG más elevados en pacientes enfermos, son consistentes con los valores hallados por Simona (24) en un estudio comparativo de músculos de cabeza y cuello en sujetos con TTMs antes y después de una terapia de reposicionamiento anterior con férula y por Pinho en un estudio de la actividad EMG en pacientes con TTMs (25). A pesar de eso, tampoco se encontraron diferencias significativas en los valores de EMG entre los sujetos de control (adultos no tratados), sujetos en terapia y sujetos después de la terapia, para el musculo masetero. ⁽²⁴⁾

Los valores a la alza obtenidos del análisis multivariado para MNF, RMS y EMG muestran que si hay una mayor actividad electromiográfica y por lo tanto un índice de fatiga mayor, lo que concuerda con los resultados de Pinho que registran una disminución en la capacidad de apretamiento con la evolución del tiempo. ⁽²⁵⁾

Los resultados obtenidos para la variable del genero, en donde se obtuvo que los hombres obtuvieron valores más altos que las mujeres, se encuentran consistentes con un estudio realizado por Leticia Lenguas et. Al. En donde se evaluaron 15 sujetos masculinos y 15 femeninos. ⁽²⁶⁾

Los valores de RMS de acuerdo a la sintomatología muscular son consistentes con los obtenidos por Shimada et. Al. ⁽²⁷⁾ en donde se obtuvo el análisis del RMS del masetero y los temporales al inducir dolor mediante la aplicación de una solución salina hipertónica (5.8%), ya que no se encontró diferencia significativa estadísticamente entre los valores de RMS para la sintomatología dolorosa.

Una de las limitantes del estudio es que partimos de una selección muy estricta de los criterios de inclusión y de exclusión de los participantes de tal manera que aseguramos que los sujetos sanos no tuvieran sintomatología que los colocaran como sujetos con trastornos, sin embargo una cuestión muy importante son los antecedentes que han sido identificados como predisponentes al desarrollo de TTMs. Ya que en este momento los pacientes fueron detectados como asintomáticos no significa que un futuro lo sigan siendo debido a sus antecedentes heredo-familiares ya que podrían desarrollar o presentar la sintomatología, sin embargo, esta ausencia de sintomatología al momento del registro para el estudio, pudo ser la causante de que no se encontraron diferencias entre los sujetos sanos y los enfermos. Otro punto a considerar es que el tamaño de muestra utilizado fue insuficiente para encontrar diferencias entre los sanos y enfermos.

Una de las fortalezas del estudio es que se utilizó un equipo de reciente desarrollo con el que es posible grabar un registro electromiográfico a partir del cual se pueden hacer análisis con diferentes herramientas presentes en el software para conocer las características de la señal analizándola de diferentes maneras. Una de las ventajas de este aparato es que al tener una base de datos, todos los registros pueden ser recuperados y para poder obtener mediciones más certeras o comprobación de los mismos, es decir, es medible y por lo tanto más estable al obtener datos que puedan ser útiles para un análisis estadístico. Otra de las ventajas es que se pueden aplicar los tres análisis diferentes a la misma señal para conocer todas sus características y así poder reportarlos como aquí en solo estudio, ya que la mayoría de estudios realizados los reportan de forma independiente uno de otro.

10.- Conclusiones.

Con base en resultados obtenidos no fue posible identificar diferencias estadísticamente significativas de los valores de EMG, MNF y RMS entre los sujetos considerados como sanos en comparación con los enfermos. Sin embargo, se pudo observar que el comportamiento derecho e izquierdo de un mismo paciente no es simétrico ya que por lo general suele haber un lado predominante al momento de la masticación. La actividad de los músculos de cabeza y cuello explorados en nuestro estudio, indican la presencia de patrones diferenciales que pueden estar asociados a los valores registrados en los diferentes análisis mostrados como por ejemplo los valores obtenidos de los sujetos que presentaron antecedentes heredofamiliares que pudieran predisponer al desarrollo de TTMs, por lo que se sugiere realizar más estudios sobre el tema separando las muestras además en subdivisiones de los trastornos para no mezclar los índices de fatiga más altos de sujetos con dolor articular o muscular con los valores más bajos como los de sujetos con diagnóstico de bruxismo.

Es importante hacer notar que cada registro de electromiografía se analizó dos veces para obtener los valores de MNF y RMS los cuales a pesar de ser componentes de frecuencia y amplitud respectivamente, demostraron ser consistentes a la alza o a la baja correspondiendo a los factores asociados a los TTMs. Valores que coinciden con los obtenidos al momento del registro en el MVC.

11.- Referencias.

1. Ash, Major M; *Ramfjord S. Oclusión*. 4ª ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana. Fecha: 1996.
2. Okeson P. Jeffrey, tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares, 2008, España, edit. Elsevier, 631pp, sexta edición.
3. Herrera, Saint-Leu Patricia; *Anatomía Integral*, 2008; México, edit. Trillas, 1168pp, Primera Edición.
4. Jorge Alfonso Learreta et. Al., compendio sobre diagnóstico de las patologías de la ATM, editorial artes médicas Latinoamérica, Sao Paulo, 2004 pags. 89-104
5. Maglione O. Horacio et Al, disfunción cráneo-mandibular afecciones de los músculos masticadores y de la ATM. Dolor orofacial, editorial AMOLCA, Colombia, 2008 págs. 121-128
6. N. Pacheco, Libro electrónico de Oclusión, ediciones electrónicas, PAPIME-UNAM, 2004.
7. T. CASTROFLORIO, D. FALLA, G. M. TARTAGLIA, C. SFORZA & A. DEREGIBUS Myoelectric manifestations of jaw elevator muscle fatigue and recovery in healthy and TMD subjects, *J of Oral Rehab* 2012 39; 648–658
8. Kim E. Barret. PhD, GANONG Fisiología médica, 24ª edición, McGrawHill LANGE, 2012, pp.108-109
9. Haÿ Moreno I., estudio electromiográfico de los patrones musculares en sujetos con mordida abierta anterior. (Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid 2011)
10. Gustavo Muñoz Agapito, CARACTERIZACIÓN DE LA SEÑAL DE ELECTROMIOGRAMA, 2004, Madrid, 129pp
11. Roberto Merletti. Philip Parker, ELECTROMYOGRAPHY Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications, IEEE PRESS - A JOHN WILEY & SONS INC. PUBLICATION, USA, 2004
12. García L. Diseño y construcción de electromiógrafo para el registro de EMG superficial de músculos maseteros e implementación del análisis multifractal por DFA [tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en la especialidad

- de ingeniería eléctrica]. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. 2011
13. J.C. Nickel, Y.M. Gonzalez, W.D. McCall, R. Ohrbach, D.B. Marx, H. Liu, and L.R. Iwasaki, Muscle Organization in Individuals with and without Pain and Joint Dysfunction, *J Dent Res* 91(6):568-573, 2012
 14. N.G. BLANKSMA, T.M.G.J. VAN EIJDEN, and W.A. WEIJS Electromyographic Heterogeneity in the Human Masseter Muscle *J Dent Res* 71(1):47-52, January, 1992
 15. André Luís Botelho, D.D.S., Ph.D.; Flávio Henrique Umeda Getitil, D.D.S.; Chiarella Sforza, M.D., Ph.D.; Marco Atitonio Moreira Rodrigues da Silva, D.D.S., Ph.D. Standardization of the Electromyographic Signal through the Maximum Isometric Voluntary Contraction 0886-9634/2901- 023S05.00/0. *THE JOURNAL OF CRANIOMANDIBULAR PRACTICE*, 2011
 16. R, S, MCCARROLL, G, L. J. M, H O N E E and M. NAEIJE Dental School, University of Amsterdam Relationship of electromyographic parameters in jaw dysfunction patients classified according to Helkimo's index, *J Of Oral Rehab* 1984, Volume 11, pages 521-527
 17. Bioamplificadores, *Rev. Colom. Cardiol.* vol.18 no.3 Bogota May/June 2011 pags. 131-143
 18. F. Angeles, *Dolor Orofacial y Desórdenes de la Articulación Temporomandibular*, Edit.Trillas, México, primera edición, 2006.
 19. Lopategui C, Edgar. *El Sistema Muscular: Función durante el reposo*. 2003. Disponible en; <http://www.saludmed.com/Fisio/Ej/MuscN.html>
 20. Barea R. *Introducción y conceptos básicos de la instrumentación biomédica*. Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá. Disponible en: <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/bioingenieria2/archivos/apuntes/tema%201%20-%20introduccion%20a%20la%20instrumentacion.pdf>
 21. Miralles MR, Miralles RI. *Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor*. Barcelona: Elsevier España 2007.

22. Al quran FAM, Lyons MF. The immediate effect of hard and soft splints on the EMG activity of the masseter and temporalis muscles. *J oral rehabil.* 1999; Jul; 26(7):559-63.
23. A. Visser, Masticatory electromyographic activity in healthy young adults and myogenous craniomandibular disorder patients *Journal of Oral Rehabilitation*, 1994, Volume 21, pages 61—1b
24. Simona, Tecco. Surface electromyographic patterns of masticatory, neck, and trunk muscles in temporomandibular joint dysfunction patients undergoing anterior repositioning splint therapy. *European Journal of Orthodontics* 30 (2008) 592–597
25. J, C, PINHO. Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation* 2000 **27**; 985–990
26. Leticia Lenguas. Surface electromyographic evaluation of jaw muscles in children with unilateral crossbite and lateral shift in the early mixed dentition. Sexual dimorphism. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Nov 1;17 (6):e1096-102.
27. A. SHIMADA. Effect of experimental jaw muscle pain on EMG activity and bite force distribution at different level of clenching. *Journal of Oral Rehabilitation* 2013 40; 826—833.

Anexos.

ANEXO (1)

Estudio de la Articulación Temporomandibular

Lab. de Fisiología. DEPel

Fecha ingreso _____

Nº exp. _____

HISTORIA CLÍNICA

ANTECEDENTES:

Nombre: _____ Sexo _____ Edad _____

Peso _____ Estatura _____ Complexión _____ Ocupación _____

Domicilio _____

Teléfono _____ Estado civil _____ Hábitos bucales _____

Bruxismo personal _____ Bruxismo en familiares _____

Artritis o reumatismo en los padres _____ Ruidos articulares en los padres _____

Otros datos relevantes (traumatismos, extracciones, etc.) _____

Motivo de la consulta:

INDICE ANAMNESICO:

	DER.		IZQ.	
Dolor en la región de la ATM.	SI	NO	SI	NO
Patrón asimétrico de apertura y cierre	SI	NO	SI	NO
Dolor al mover la mandíbula	SI	NO	SI	NO
Dificultad para abrir completamente la boca	SI	NO	SI	NO
Desplazamiento anterior del disco con retención	SI	NO	SI	NO
Sonido en la ATM	SI	NO	SI	NO
Sensación de fatiga en la ATM	SI	NO	SI	NO
Sensación de rigidez de la mandíbula al despertar	SI	NO	SI	NO
Sensación de rigidez al mover la mandíbula.	SI	NO	SI	NO

INDICE CLINICO:

Apertura de la mandíbula en mm. _____ Later. Der. _____ Later Izq. _____ Protrusivo _____
Overjet _____ Overbite _____
Patrón de apertura: Simétrico _____ Complicado _____ Desviación Der. _____ Desviación Izq. _____
Patrón de cierre: Simétrico _____ Complicado _____ Desviación Der. _____ Desviación Izq. _____
Dolor en los movimientos: Apertura _____ Cierre _____ Lateral Der. _____ Lateral Izq. _____ Protrusión _____

RUIDOS ARTICULARES: (Indicar Chasquido/CH o Crepitación/CRE)

	DER.	IZQ.
Apertura temprana	SI _____ NO	SI _____ NO
Apertura tardía	SI _____ NO	SI _____ NO
Cierre temprano	SI _____ NO	SI _____ NO
Cierre tardío	SI _____ NO	SI _____ NO

DOLOR MUSCULAR:

	DER.	IZQ.
Masetero superficial	SI NO	SI NO
Masetero profundo	SI NO	SI NO
Parte ant. del temporal	SI NO	SI NO
Parte media temporal	SI NO	SI NO
Parte posterior temporal	SI NO	SI NO
Pterigoideo externo	SI NO	SI NO
Pterigoideo interno	SI NO	SI NO
Digástrico	SI NO	SI NO
Trapezio	SI NO	SI NO
Esternocleidomastoideo	SI NO	SI NO

DOLOR ARTICULAR:

	DER.	IZQ.
Palpación lateral.	SI NO	SI NO
Palpación posterior	SI NO	SI NO

ANALISIS OCLUSAL:

Dientes ausentes:

<i>DERECHO</i>										<i>IZQUIERDO</i>							
18	17	16	15	14	13	12	11			21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41			31	32	33	34	35	36	37	38

Interferencias: (T / Trabajo B / Balance)

<i>DERECHO</i>										<i>IZQUIERDO</i>							
18	17	16	15	14	13	12	11			21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41			31	32	33	34	35	36	37	38

Mordida cruzada: Anterior _____ Posterior _____ Derecha _____ Izquierda _____

	DER.			IZQ.		
<u>Clasificación Relación Molar</u>	I	II	III	I	II	III
<u>Clasificación Relación Canina</u>	I	II	III	I	II	III

OBSERVACIONES: (prótesis, tratamientos, etc.)

DIAGNÓSTICO CLÍNICO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, que llevo por nombre: _____ paciente del departamento de Laboratorio de fisiología de la Facultad de Odontología de la UNAM, acepto participar en el estudio que lleva por título "Análisis de la frecuencia media (MNF) de la señal electromiográfica de sujetos sanos vs. El de sujetos con trastornos temporomandibulares (TTMs)"

Sé que en este estudio se utilizarán electrodos de superficie, cual no es tóxico para el ser humano. Este electrodo será colocado en la superficie de mi piel y tendré que morder para poder registrar la magnitud de la fuerza con la cual muerdo y que de ninguna manera está interfiriendo con las condiciones normales de mi boca. Se me ha informado también que los resultados de los estudios realizados serán analizados para reportar (si así se encuentran) diferencias significativas.

También se me ha informado que no recibiré ninguna bonificación o pago por participar y que podré retirarme del estudio en el momento que lo desee, haciendo una previa notificación al investigador.

He leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación

CONSENTIMIENTO AUTORIZADO

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

FIRMA DEL ESTUDIANTE

RESPONSABLE

TESTIGO

México D.F. a ____ de _____ del _____

Anexo (3)

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México D, F, a _____ de _____ del 2014.

A quien corresponda:

Por medio de la presente, autorizo la captación de datos como edad, sexo y toma de fotografías, con fines académicos para la realización y presentación de este estudio.

De este modo cedo estos derechos a Gerardo Justo Fernández Tesista en el Laboratorio de Fisiología del Posgrado de la Facultad de Odontología, UNAM, para los fines que al interesado convengan.

Nombre y Firma del Alumno

Edad: _____ Grupo: _____

Sexo: M F

	SI	NO
¿TIENE DIFICULTAD PARA ABRIR COMPLETAMENTE LA BOCA?		
¿PRESENTA RUIDOS EN LA ATM?		
¿PRESENTA SENSACIÓN DE RIGIDEZ EN LA MANDIBULA LA DESPERTAR?		
¿PRESENTA DOLOR EN LA REGIÓN DE LA ATM?		
¿TIENE DOLOR AL MOVER LA MANDIBULA? (en movimientos de lateralidad y/o protusion)		
¿TRATAMIENTO DE ORTODONCIA?		
RESTAURACIONES		

Dientes ausentes:

DERECHO

IZQUIERDO

18	17	16	15	14	13	12	11		21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41		31	32	33	34	35	36	37	38

N. TELEFONICO: _____

CORREO ELCTRÓNICO: _____