



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LASERTERAPIA, ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO
PARA EL DOLOR EN LA ARTICULACIÓN
TEMPOROMANDIBULAR.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

IRMA EDÉN BAÑUELOS CARMONA

TUTORA: MTRA. DULCE MARÍA DEL CARMEN OLVERA
MAZARIEGOS



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.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	7
II.	PROPÓSITO	9
III.	OBJETIVOS	9
IV.	ANTECEDENTES	10
	a. DEFINICIÓN DE LÁSER.....	10
	b. FÍSICA CUÁNTICA.....	10
	c. CLASIFICACIÓN DE LÁSER.....	13
	d. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y FÍSICA LÁSER.....	15
	e. INTERACCIÓN DE LA ENERGÍA LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS.....	16
	f. DOSIFICACIÓN. PROTOCOLO DE DOSIS.....	21
	g. DOSIS EN DISFUNCIONES DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (DMT).....	22
	h. ACUPUNTURA.....	24
	i. LASERPUNTURA EN ODONTOLOGÍA.....	24
	j. SÍNDROME DOLOROSO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.....	28

V.	ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM)	32
a.	ELEMENTOS DE LA ARTICULACIÓN.....	33
b.	BIOMECÁNICA.....	37
c.	ETIOLOGÍA DE LOS TRASTORNOS FUNCIONALES DEL SISTEMA MASTICATORIO.....	41
d.	DESARROLLO DE LOS TRASTORNOS FUNCIONALES DEL SISTEMA MASTICATORIO.....	42
e.	SÍNTOMAS DEL TRASTORNO TEMPOROMANDIBULAR.....	44
f.	DIAGNÓSTICO DE LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES.....	47
g.	TRATAMIENTOS PARA LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES.....	49
h.	INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL LÁSER TERAPÉUTICO.....	51
i.	TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN.....	53
j.	RECOMENDACIONES PRÁCTICAS AL TRABAJAR CON UN LÁSER DE BAJA POTENCIA.....	55
VI.	CONCLUSIONES	57
VII.	BIBLIOGRAFÍA	58

A DIOS amado, Creador Universal:

Por permitirme concluir con éxito mi carrera profesional. Gracias por tu presencia amorosa todo el tiempo y más te siento en momentos de intranquilidad y de lucha personal, ahora entiendo que detrás de todo ello estaba el Maestro de vida que me enseñó a tener: entereza, valor, paciencia, disciplina y humildad para enfrentar las pruebas inherentes a la vida misma. Gracias a ti EDÉN por ser el creador de tu destino y quien plasma la obra para darle vida a lo que deseas, pues tú y Dios son uno.

A mi hija NELLY MEDRANO BAÑUELOS:

Por SER QUIEN ES, un regalo divino. Gracias por decidir estar a mi lado, por permitirme ser tu guía en esta vida, por escucharme, por apoyarme con amor y que a pesar de tu corta edad, eres una gran guerrera que con tu ejemplo me alientas a seguir con firmeza y alcanzar lo que me propongo. ¡Te amo!

A mis Padres:

A mi madre IRMA CARMONA y a mi padre DANIEL BAÑUELOS SÁNCHEZ por toda la dedicación y paciencia que han tenido en mi proceso de vida; por compartir sus sabios consejos y por amarme. Dios los bendiga por siempre.

A ALDO ESCAMILLA ESCAMILLA:

Por enseñarme a romper paradigmas y crear el destino que desee para mi vida. Gracias por enseñarme a despertar, a abrir mi consciencia y la importancia del poder del servicio. Gracias por estar conmigo a cada instante con amor.

A mi familia:

Por estar conmigo. A mi hermana NOELIA por tratarme como una hija, gracias por tu amor incondicional y por todo tu apoyo. Gracias por existir en mi vida. Gracias a mi hermana NORMA por ser la palabra exacta que me impulsa a continuar, gracias por tu amor. A mi hermano DANIEL por su trato hacia mí de manera tan especial, gracias por todos esos detalles de amor que desde pequeña hasta ahora me han hecho ver una vida con magia y asombro, además de aconsejarme con cariño y estar presente en los momentos en que más necesito apoyo. A todos ¡gracias!

A mi Gran Casa de Estudio:

La Universidad Nacional Autónoma de México, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, por la enseñanza impartida de mis profesores, que además de conocimiento sembraron en mí la idea de un espíritu encaminado al servicio respetuoso y ético hacia las personas que buscan un bienestar.

A la Mtra. RINA:

Por ser ese ángel que me dio el apoyo necesario y la comprensión a mi situación académica y así poder elaborar y concluir mi trabajo satisfactoriamente.

A mi asesora de tesis la Mtra. DULCE MARÍA DEL CARMEN OLVERA MAZARIEGOS:

Por su dirección, por el apoyo entregado con respeto y cariño; por su compromiso en la revisión de mi tesis, gracias por aceptar esta misión de llevarme hasta el final de la carrera y poder cerrar este ciclo con éxito. Más aún con todo mi corazón le agradezco por su palabra precisa, que

me dio la fuerza para continuar. Le agradezco a Dios el que esté a mi lado brindándome la esperanza de estar mejor preparada como persona. ¡Bendiciones!

AL LIC. VÍCTOR HUGO MURGO TISCAREÑO

Por su servicio dedicado a mi enseñanza, por su paciencia y que me ha llevado de la mano en momentos complicados en mi vida, por enseñarme a no temer y a enfrentar lo desconocido, por su amistad genuina, su confianza y por ser un gran Maestro. ¡Gracias!

A EVA GARRIDO por:

Brindarme su amistad, creer en mi labor y vivir a su lado momentos inolvidables con mucho aprendizaje. Por ser mi compañera y confidente.

A ADRIANA SOFÍA GONZÁLEZ MUÑOZ:

Por llevarme en la dirección correcta hacia mi realización personal. Gracias por tu tiempo, comprensión y por tu enseñanza enfocada a ir más allá de mis límites y hacerme consciente de que tengo la energía suficiente para vencerlos e ir hacia mi sueño. Amiga y hermana. ¡Gracias!



I. INTRODUCCIÓN

La ciencia avanza a un ritmo rápido y constante en la fabricación de equipos novedosos para solventar la demanda de salud de la población.

En estos tiempos se ha recurrido al estudio de la historia antigua, a cerca de tratamientos terapéuticos por medios naturales, para ofrecer la activación innata de las células en el organismo, teniendo resultados positivos sin provocar efectos adversos en el paciente.

Las tendencias hacia el origen de la enfermedad han provocado que de ella provengan nuevas ideas y estudios sobre el tema salud- enfermedad, ya que el patrón referido es la colaboración de agentes causales y las implicaciones en la desorganización de la biomateria en su mínima expresión.

Ahora cabe recalcar que las innovaciones están en un auge de volver a ser observadas recreando lo más compatible con el cuerpo humano natural con natural.

En el surgimiento de patrones físico- químicos de una manera desorganizada se manifiesta la enfermedad.

Habría que retomar lo que es compatible con el cuerpo humano y por ello es necesario buscar los medios externos para armonizar lo interno, sin embargo la sugerencia de cualquier tipo de enfermedad radica en saber interpretar nuestro medio interno pues al encontrar la causa la respuesta a la sanación será inmediata.

El pasado es historia, el futuro es incierto, el **HOY** es un regalo que se le denomina **PRESENTE**.



El poder del ahora resulta de hacernos conscientes de qué es lo que está generando esa falta de armonía en el cuerpo, ¿nuestras ideas? ¿nuestras emociones no resueltas? Todo ello da como resultado una manifestación física llamada enfermedad. Todo tratamiento resulta efectivo si es enfocado de manera holística (integral).

Sin embargo habría que valorar el aspecto enfermedad como forma para dar cabida a nuevo ENTENDIMIENTO de nosotros mismos, pues si no hay necesidad de que ello sea observado no habrá desarrollo de consciencia.

Por lo tanto es importante dar a conocer una alternativa de tratamiento útil, benéfico y afable con el cuerpo humano como lo es la luz, que desde la antigüedad se ha empleado como coadyuvante para diversos padecimientos.

La luz es vida y entendimiento. Así pues el ser humano crea un instrumento que concentra las partículas lumínicas llamados fotones observando que hay efectos en la materia inerte, posteriormente experimenta en células y observa una respuesta de estimulación para la regeneración de la misma, o corte dependiendo de la longitud de onda.

A continuación se expondrá a detalle el empleo de la luz láser a nivel terapéutico en el dolor en la articulación temporomandibular y los músculos involucrados en su etiopatogenia.



II. PROPÓSITO

Dar a conocer una alternativa terapéutica para el dolor en la ATM.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- a) Dar a conocer los beneficios del uso de la laserterapia en el tratamiento del dolor en la articulación temporomandibular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Presentar las características de la laserterapia.
- b) Describir los rasgos anatómicos y los trastornos de la articulación temporomandibular.



IV. ANTECEDENTES

La primera vez que se usa la luz artificial como medio terapéutico es a fines del siglo XVIII y principios del siglo del siglo XIX, cuando el físico danés Niels Finsen inventó un dispositivo de cuarzo y de agua, con el cual produjo una luz ultravioleta capaz de curar la psoriasis y el vitíligo por medio de la fototerapia. Finsen fue el primer científico que usó la luz artificial como medio terapéutico.¹

a. DEFINICIÓN DE LÁSER

El término *láser* proviene de las siglas Láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). *Luz amplificada* indica que se está trabajando dentro del espectro electromagnético, el campo de la luz; emisión estimulada de radiación nos da a entender el principio básico de la teoría cuántica que, en 1917, Albert Einstein expuso sobre la radiación. Ésta puede ser estimulada cuando los electrones de un átomo, durante su fase de reposo, pasan a la fase excitada.¹

b. FÍSICA CUÁNTICA

Para producir energía láser se necesita una cavidad de láser, en donde se genera la energía láser, la cual está compuesta por un medio activo, en el que se van a formar los átomos. Éstos se excitarán por medio de una lámpara flash que va a excitar el medio activo para producir fotones, que se reflejarán en dos espejos altamente pulidos, ubicados a los lados de la cavidad, donde uno de ellos es sólido y el otro tiene un área con pequeñas perforaciones por donde salen los fotones, una vez que la cavidad se encuentra llena de energía, lo cual sucede en milésimas de segundo. La cantidad de fotones que salen de la cavidad de láser forma lo que conocemos como rayo láser o energía láser.¹



El láser es un instrumento único, que utiliza bases físicas determinadas que lo hacen tener propiedades diferentes de la luz normal, como las siguientes: colimática, coherente y monocromática.¹

Los haces de luz producidos por el rayo láser son formas específicas de energía electromagnética, en cuyo espectro se encuentran todos los rangos de onda de energía, desde los rayos gamma, cuya longitud de onda es de 10 micrómetros, hasta las de radio y de televisión, con longitudes de onda de varios metros, e incluso kilómetros.¹ (Fig. 1)¹⁹

Los equipos de láser disponibles en la actualidad se encuentran en el rango de 360 a 10 600 nanómetros de longitud de onda, encontrándose la mayoría de ellos en la porción visible del espectro electromagnético.¹

Algo que debe considerarse es que cuanto más larga sea la longitud de onda, menor energía se obtiene; lo contrario sucede si la longitud de onda es más corta.¹ (Fig. 2)²⁰

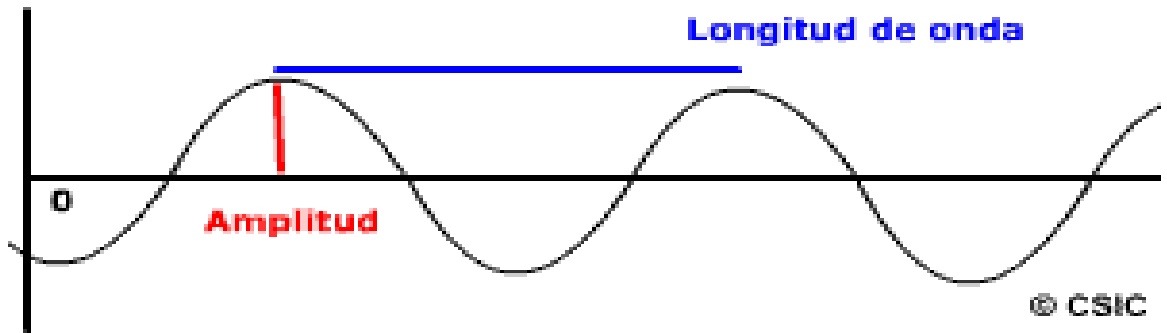


Fig.1 Representación gráfica de la longitud de onda ¹⁹

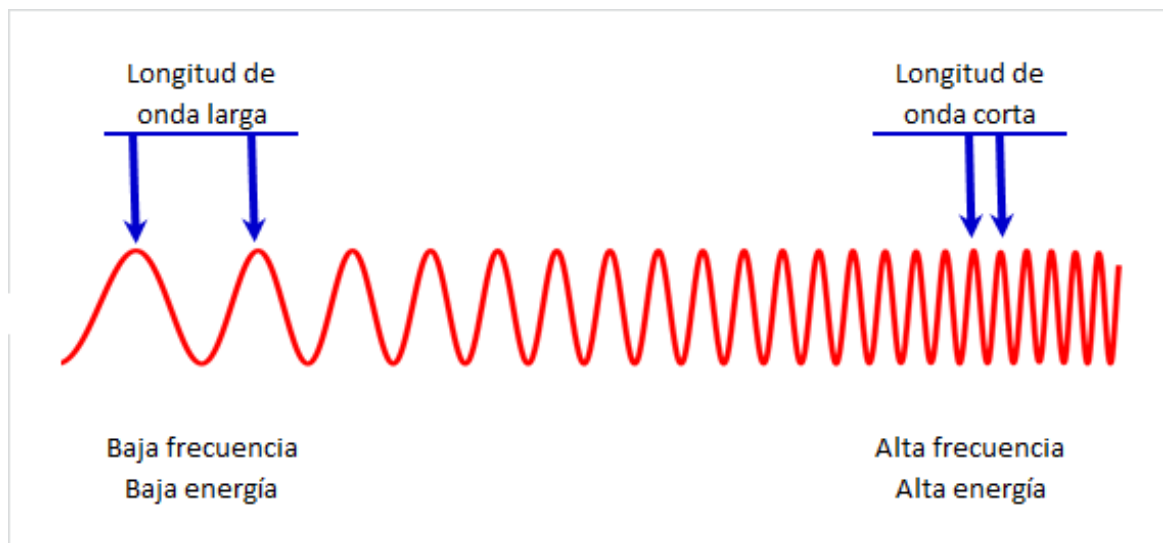


Fig. 2 Longitud de onda corta – alta frecuencia ²⁰



c. CLASIFICACIÓN DE LÁSER

Los medios activos del láser pueden ser sólido, el gas o el líquido.

Sólido. Los láser que trabajan con este medio tienen mayor duración por ser de cristal o de diodos (metales); los de cristal pueden tener una vida activa de 15 años, mientras que los diodos pueden durar hasta 35 años.¹

Láser de diodos. Éste no necesita de la cámara de resonancia o de un tubo lleno de gas, como sucede con los demás láser. Están formados por dos metales reactivos colocados uno frente al otro y cuando una corriente eléctrica estimula este medio, entonces se produce la energía láser entre las dos placas; estos láser son relativamente pequeños.¹

Láser de He : Ne. De baja potencia y luz visible, es uno de los equipos más conocidos que se ha utilizado en las áreas biomédica e industrial. Su aplicación más conocida es como luz guía para los láseres con longitud de onda infrarroja invisible. Su nivel de energía no excede los 500 mW; puede ser transmitido por fibra óptica y su medio activo es de un tubo de gas. Este láser, utilizado en todo tipo de lesiones, ha dado excelentes resultados cuando se ha aplicado con energía de 50 a 200 mW.¹ (Fig. 3)²¹



Fig. 3 Aparato de láser de baja potencia²¹

Láser infrarrojo. Es el de mayor presencia en el mercado dental por sus propiedades para trabajar en tejidos duros y blandos; su longitud de onda se encuentra entre 730 y 12 000 nm.¹



d. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y FÍSICA LÁSER

La luz blanca o normal está compuesta por diferentes longitudes de onda y contiene todos los colores en la porción visible del espectro electromagnético. (Fig. 4)²². James Maxwell demostró que la luz del sol está compuesta por un espectro visible de colores, del mismo modo el espectro electromagnético de la radiación está dividido en diferentes categorías de energía; así, cuando se descubrieron las frecuencias de radio y de rayos X, se conocieron también las diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, de tal modo que existen radiaciones con longitudes de onda muy cortas, de escasas billonésimas de metro, y otras muy largas, de varios miles de kilómetros, como sucede con las ondas de radio y las microondas, respectivamente.¹

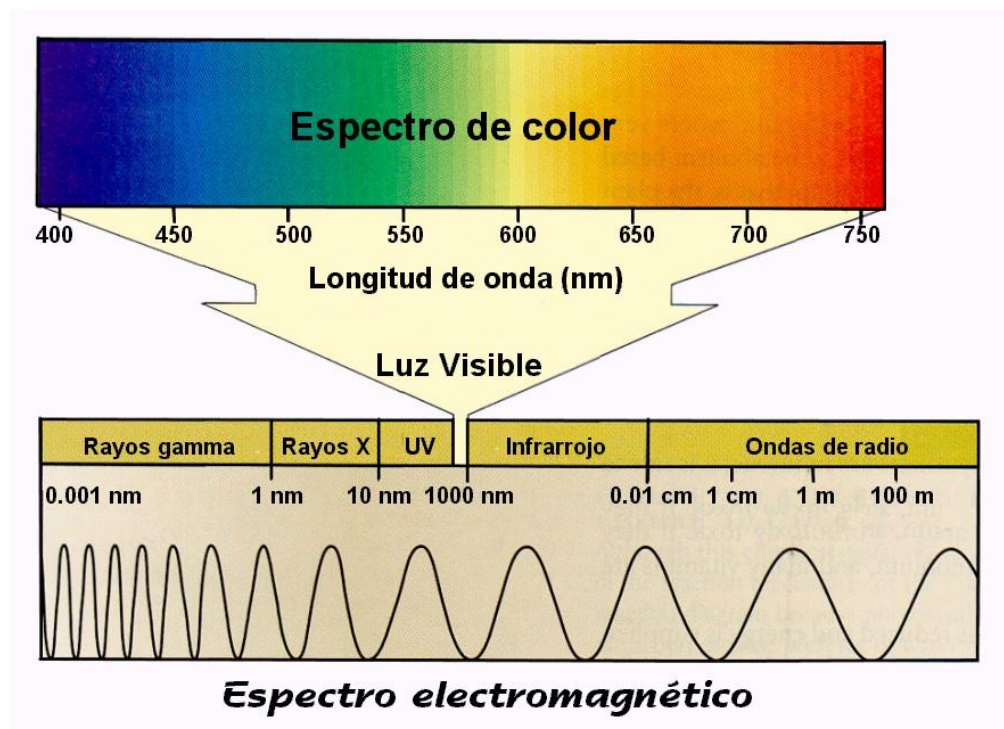


Fig. 4 Espectro electromagnético ²²



e. INTERACCIÓN DE LA ENERGÍA LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS

Para entender los efectos que produce la energía láser en los tejidos biológicos es necesario saber acerca de su interacción en el comportamiento de éstos y sus componentes, así como su capacidad de absorción.¹

La luz sólo tiene efecto cuando se absorbe por el tejido, convirtiéndose en energía térmica y bioquímica, sobre todo si se trata de una radiación láser.¹

Cuando hay interacción de la energía láser con los tejidos se producen los fenómenos conocidos como reflexión, absorción, transmisión y dispersión.¹ (Fig. 5)²³

Reflexión. Es la energía que se refleja en la superficie del tejido, tanto de modo directo como difuso. La reflexión puede ser utilizada en áreas inaccesibles, mediante un espejo especial para este propósito, dirigiendo el rayo hacia el tejido y área deseados, la reflexión presenta un grado de inseguridad cuando se usan parámetros altos de energía.¹

Absorción. Proceso físico en el que los átomos y las moléculas del tejido convierten la energía láser en otra forma de energía: calorífica, química, acústica y atómica. Cuando el rayo penetra en el tejido, se remueve cierta cantidad de él dependiendo del tiempo y la energía usada, convirtiendo el sobrante en otro tipo de energía disminuyendo su capacidad, de la cual no procede un efecto biológico significativo. La fuerza y penetración del proceso de absorción depende de la longitud de onda y del tipo de tejido que se ha de tratar.¹



La absorción de las longitudes de onda visibles (400 y 700 nm) en las moléculas de agua, la penetración es mayor, en virtud de que el agua transmite la luz visible, a diferencia de las longitudes de onda infrarroja, en donde estas son altamente absorbidas por el agua, lo que provoca menor penetración.¹

Transmisión. La energía láser transmitida con menos potencia, después del área de absorción, hacia el interior del tejido, no causa efecto térmico alguno, pero sí una bioestimulación que ayuda a la reparación celular del área.¹

Dispersión. Se refiere a la disminución del rayo láser a causa de la reflexión de la energía en otras direcciones. Ésta ocurre con átomos y moléculas individuales que se agregan a otros de estructura intracelular y de algunas otras partículas ópticas diferentes a las de tejido biológico.¹

La dispersión reduce la fuerza de densidad aumentando el diámetro del área de trabajo con una densidad de energía menor que la del rayo principal, sin producir un efecto biológico significativo, por lo que su efecto es totalmente diferente al de absorción. La acción de la energía sobre el tejido puede producir fotoablación (vaporización, coagulación e incisión).¹

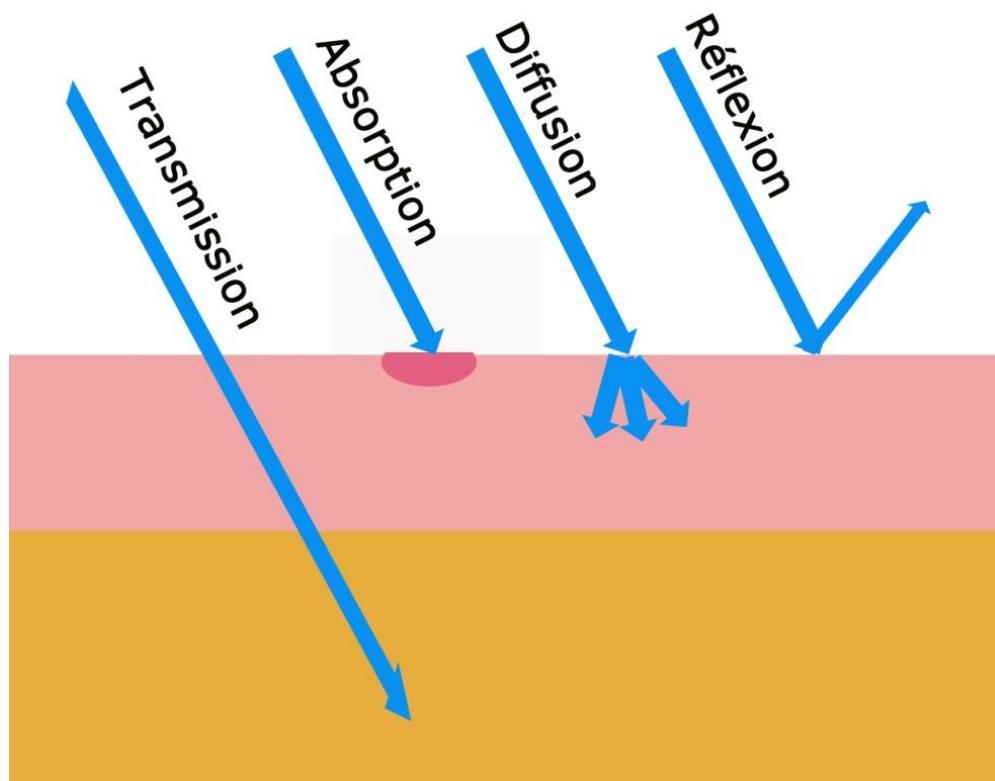


Fig. 5 Efectos que produce la energía láser en los tejidos biológicos²³

Después de analizar las interacciones de la energía láser en los tejidos, cuyo efecto depende de la longitud de onda específica, queda claro que según el láser que se utilice será el efecto que se logre en los tejidos donde se aplique; de estas interacciones, las de mayor importancia en odontología son las de **transmisión**, **absorción** y **reflexión** en: esmalte, dentina, hueso, caries, tejidos blandos, sangre, pulpa y tejido granulomatoso.¹



EFECTO DEL LÁSER DURANTE LA ABSORCIÓN

Durante la absorción la energía láser produce efectos diversos en el área de trabajo, según su longitud de onda, entre ellos los siguientes:

TERMAL	Coagulación y vaporización
ACÚSTICO	Disrupción (sólo en láser pulsado)
QUÍMICO	Polimeriza resinas Terapia fotodinámica

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DE LA LUZ LÁSER

Una vez que incide el haz láser sobre el estrato córneo de la piel la absorción de la luz en nuestro organismo dependerá de factores inherentes al paciente y de factores inherentes a la radiación.

Dentro del primer grupo tenemos: el estado de la superficie a irradiar, el grosor de la piel y la coloración de piel o mucosas.

La piel debe estar limpia y libre de grasa o medicamentos que aumenten las pérdidas por reflexión. Si está indicado el uso de algún medicamento tópico debe aplicarse de inmediato después de la radiación favoreciéndose un proceso de sinergia láser-medicamento.

El tipo y calidad del tejido influye mucho en la absorción del láser, así como la pigmentación de la piel. En los individuos de piel más oscura se produciría una mayor absorción epidérmica debido a su mayor componente melánico con relación a los individuos de piel más clara.

Dentro del segundo grupo están: el grado de angulación del haz, la longitud de onda de la luz y la potencia media de salida del equipo.



El haz de luz láser debe incidir de forma perpendicular a la zona a irradiar.

La luz láser emitida en el **rojo visible** posee varias longitudes de onda como son 630, 632, 650 y 670 nm. Su radiación es continua y penetra como máximo hasta unos 7 mm de espesor a partir de la epidermis. Se utiliza para toda clase de problemas dérmicos por su efecto antiinflamatorio y reparador tisular, además como laserpuntura y laserauriculopuntura. Posee también acción analgésica, pero por su poca profundidad de penetración se prefiere limitar a problemas superficiales y en puntos de acupuntura.

La **luz infrarroja** posee una longitud de onda corriente en el mercado de 904 nm, su emisión es pulsátil y emite picos de alta potencia en fracciones de segundos.

Actualmente se usan diodos de AsGa con longitudes de onda de 780 _ 830 nm de emisión continua. Ésta supera la barrera cutánea y subcutánea penetrando hasta unos 35 mm.

Sus indicaciones se orientan hacia problemas más profundos de tipo analgésico o antiinflamatorio y se utiliza en puntos de acupuntura. Tiene el inconveniente que a diferencia de la casi perfecta direccionalidad del láser rojo, posee un cierto ángulo de dispersión (entre 9 y 15 grados), por lo que recomendamos no separar el puntal al trabajar con este tipo de luz láser.

Está demostrado que las radiaciones electromagnéticas se absorben en su mayor parte a nivel de la epidermis y dermis, atravesando la primera capa superficial del 93% al 97% de la luz incidente; pasando con índices de refracción distintos y desviándose la trayectoria del haz lo que provoca diversas reflexiones internas hasta que los fotones sean absorbidos.



f. DOSIFICACIÓN. PROTOCOLO DE DOSIS

Para calcular las cantidades de energía que se deben aplicar a los tejidos, debemos tener conocimiento de algunos conceptos como:

- Energía: es representada por la letra E, tiene como unidad el Joule (J) y es considerada como la capacidad de efectuar un trabajo².
- Potencia: es representada por la letra P, tiene como unidad el Watt (w) o las fracciones del mismo, como en el caso de laserterapia, el miliwatt (mW). Cuanto más grande es la energía, menor el tiempo de aplicación de una energía fija².

$$P = E/T$$

- Densidad de energía: es el parámetro que se modifica en la mayoría de los dispositivos encontrados en el mercado y representa la cantidad de energía depositada en una superficie determinada, representado por las letras DE, su unidad se da en

Joule, que es la unidad de energía, para el centímetro cuadrado, que es la unidad de la superficie².

$$DE = E/\text{área}$$

Para el cálculo de la dosimetría consideramos que la energía láser actúa aproximadamente en un área de 1 cm² en el tejido blando, que sería su área de incidencia agregada a su difusión que ocurre de forma tridimensional en los tejidos, por lo tanto, las dosis clínicas que se dan en J/cm² representan la densidad de energía para la unidad de superficie y no el total de la energía que se puede aplicar a las patologías².



Según José Colls, las dosis se pueden modificar dependiendo del efecto que se desea producir en los tejidos², como por ejemplo:

Efecto analgésico	2 a 4 J/cm ²
Efecto antiinflamatorio	1 a 3 J/cm ²
Efecto regenerador	3 a 6 J/cm ²

Siendo las inflamaciones subdivididas en:

Agudas	1 a 3 J/cm ²
Sub-agudas	3 a 4 J/cm ²
Crónicas	5 a 7 J/cm ²

Las dosis varían de acuerdo a las condiciones de cada lesión.

g. DOSIS EN DISFUNCIONES DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (DMT)

Las DMTs interesan y preocupan a los odontólogos por causa de su complejidad de un diagnóstico exacto y la frecuencia con que esto ocurre. Son estimados que el 90% de las personas son atacadas por algún tipo de disfunción, siendo que estos pueden o no presentar sintomatología dolorosa.²

Son muchos los padecimientos que disturban en esta región, de forma que el dolor es la razón principal por la cual el paciente busca un profesional, que se puede relacionar con el conocimiento del hueso, cápsula articular, ligamentos y los músculos de la zona adyacente.²



Uno de los factores desencadenantes del síndrome de la disfunción dolorosa es el espasmo muscular, la hipercontracción o fatiga muscular, que produce como resultado disonancias oclusales. En contraste con eso, este proceso doloroso puede también tener su origen en factores oclusales relacionados con los dientes, restauraciones y prótesis que tienen como consecuencia alteraciones patológicas en la musculatura.²

El tratamiento de las DTMs es amplio y complejo, puesto que las causas y las consecuencias se pueden confundir en la realización de un diagnóstico preciso y esto es esencial para la realización del tratamiento que implica no solamente en el control del dolor, también la recuperación del paciente con el tratamiento clínico / quirúrgico.²

La laserterapia disminuye el dolor y mejora la apertura de boca del paciente debido al relajamiento muscular, proporcionando comodidad al paciente.²

<p><u>Efecto:</u> analgésico, antiinflamatorio y reparador de tejidos.</p> <p><u>Aplicación:</u> muscular a lo largo del eje involucrado. Articular – 4 puntos alrededor de la articulación y un punto intra-auricular.</p> <p><u>Dosimetría:</u> 1 a 3 J/cm² muscular 2 J/cm² (4 puntos alrededor del cóndilo) y 3 J/cm² (intra-auricular)- articular.</p> <p><u>Frecuencia:</u> usos con intervalos de 48 horas hasta la remisión de la sintomatología.</p> <p><u>Longitud de onda:</u> rayo infrarrojo (790 nm.)</p>



h. ACUPUNTURA

Una de las técnicas más importantes de la medicina tradicional China, la acupuntura, fue introducida en España desde hace varias décadas. Es considerada como una terapia complementaria, y en muchos lugares también es reconocida como una especialidad médica.³

La acupuntura es el método consiste en la aplicación de agujas en puntos del cuerpo con diferentes efectos terapéuticos con el objetivo principal de promover un balance energético de todo el organismo, que se traducirá en beneficios para el mismo. Desde el punto de vista de la medicina oriental, lo que llamamos enfermedades, sería, de hecho, los desequilibrios de la energía, que se manifiestan a través de signos y síntomas tales como dolor y cambios emocionales.³

i. LASERPUNTURA EN ODONTOLOGÍA

En el territorio de la China actual ya desde el paleolítico se utilizaba la acupuntura para la curación de las enfermedades. Dentro de la cultura oriental se desarrolló como una de las terapias más antiguas del mundo.⁴

Fueron descritos doce (12) meridianos pares y más adelante dos (2) meridianos impares (dorsal y ventral).⁴

El primer contacto del mundo occidental con la medicina china y la acupuntura se llevó a cabo en el siglo 17 a través de misioneros franceses. Precisamente en Francia y en la Bélgica actual se comenzó a utilizar en esta época la aplicación terapéutica de la acupuntura en extracciones dentales. Sin embargo la acupuntura cayó al olvido por dos



siglos. Los personajes que redescubrieron la medicina china fueron los médicos franceses Soulie de Morant y Roger de la Fuye en el siglo 19.⁴

LÁSER DE BAJA DENSIDAD DE ENERGÍA EN PUNTOS DE ACUPUNTURA

Teniendo en cuenta que la medicina tradicional oriental, considera el componente primario de todo proceso fisiológico la energía y por tanto, considera el desequilibrio energético la causa productora de las enfermedades, se utiliza la radiación LÁSER de baja energía sobre puntos de acupuntura para el tratamiento de diversas enfermedades generales, suministrando al organismo la cantidad de energía requerida para el restablecimiento de sus funciones, siendo el médico noruego W. Schyelderup quien dio inicio a esta técnica de tratamiento denominándola LASERpuntura.⁵

PROCEDIMIENTO

Para realizar un tratamiento correcto es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- Diagnóstico
- Sistema reactivo del enfermo
- Sistema acupuntural a utilizar
- Selección y localización de puntos
- Dosificación de la radiación
- Estimulación de puntos



El diagnóstico puede realizarse como habitualmente lo hacemos, pero resulta útil aplicar el reflejo auricular, punto eléctricamente activo, que en presencia de un desequilibrio o desorden reacciona con hipersensibilidad relacionada con la patología o con el canal que representa.⁵

La selección de puntos para irradiar con LÁSER, se fundamenta igual que si fuéramos a realizar acupuntura o digitopuntura, nos basamos en sus principios tradicionales clásicos y en sus métodos para selección de puntos descritos en los textos. Resulta favorable combinar puntos locales y distales, ya que los puntos locales presuponen mejorías parciales, de manera que a los pocos días de finalizado el tratamiento pueden recidivar los síntomas, mientras que los puntos distales harán que la patología desaparezca totalmente siempre que ésta sea reversible.⁵

La localización de los puntos puede realizarse de tres formas: según la longitud de los dedos, la medida en pulgares o cun y la localización anatómica.⁵

La dosis promedio para estimular un punto de acupuntura es:

- Densidad de energía: $0.5 - \text{Joules/cm}^2$
- Densidad de potencia: $50 - 100 \text{ mW/cm}^2$
- Número de sesiones: las afecciones bucales por lo general tienen un promedio de 5 sesiones, excepto los casos crónicos que pudieran necesitar entre 10 y 20 sesiones. Ejemplo de ellos, puede ser el dolor temporomandibular y la parálisis facial.
- Frecuencia: en dependencia de la enfermedad que se trate y el estadio de la lesión puede irradiarse diariamente, días alternos o 2 veces por semana.



La estimulación de puntos, con radiación LÁSER de baja densidad de energía tiene la finalidad de realizar un depósito energético que circule a través del organismo hacia la zona lesionada y que esta tome la cantidad de energía necesaria para restablecer la función. La base teórica de la interacción LÁSER-punto de acupuntura se apoya en el descubrimiento de que los organismos vivos tienen ciertos mecanismos para almacenar y emitir ondas electromagnéticas en la región óptica, postulándose que la piel funciona como un filtro óptico para absorberla en los tejidos subyacentes, lográndose con la radiación LÁSER el equilibrio energético en puntos biológicamente activos, mejorándose la conductividad eléctrica, normalizando gradualmente la conductividad de la piel, lo cual indica restauración del equilibrio funcional y energético.⁵

PUNTOS DE ACCIÓN GENERAL

Nuestra experiencia en el tratamiento de LÁSER sobre los puntos de acupuntura, nos permite recomendar algunos puntos de acción general que apoyan los puntos locales, directamente relacionados con la patología existente, y que puede servir de gran ayuda al profesional que se inicia en esta técnica:

- Por su acción analgésica:

Punto del meridiano Yang de Estómago: E₃₋₄₋₆₋₇₋₄₄

Punto del meridiano Yang del Intestino grueso: Ig₄

- Por su acción sedante:

Punto del meridiano Vasogobernador: VG₂₀

Punto del meridiano Ying de Corazón: C₇

Punto auricular: Shen-men



POSIBLES REACCIONES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

Al irradiar con LÁSER de baja densidad de energía un punto de acupuntura ocasionalmente pueden presentarse algunos síntomas: sensación de cansancio placentero que obliga a dormir. Aumento del síntoma después de las primeras sesiones y posteriormente en el alivio ostensible. Remisión o recidiva de los síntomas a los 15 ó 20 días de finalizado el tratamiento.⁵

VENTAJAS DE LA TÉCNICA

Es indolora y aséptica, evitando transmisión de enfermedades bucofaciales constituye una alternativa de tratamiento que ha sido de gran valor en la práctica clínica, habiéndose obtenido resultados satisfactorios,

siendo una técnica muy aceptada por los pacientes y que es de utilidad. A continuación se describe el proceder terapéutico que incluye los puntos de acupuntura seleccionados para el síndrome doloroso de la articulación temporomandibular.⁵

j. SÍNDROME DOLOROSO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

La articulación temporomandibular (ATM), su estructura y función en la salud y la enfermedad, así como su papel en el crecimiento bucofacial es un tema de perenne interés. Muchas veces, el término trastorno de la ATM es una designación inaplicable, porque la articulación no está afectada, o no es la causa principal del problema, lo más frecuente es un trastorno muscular, una anomalía anatómica o variantes fisiológicas de la articulación dental y diferentes estados de tensión síquica que hace que



se produzcan hábitos o parafunciones, manifestándose en un cuadro clínico que repercute en la ATM, caracterizado por dolor y/o limitación en los movimientos de apertura bucal.⁵

Desde el punto de vista terapéutico, es importante conocer si los síntomas presentes son de origen articular, miogénico, psíquico, oclusional, etc. o interactúan varios de ellos, lo que resulta en ocasiones clínicamente difícil de precisar, pero es necesario para decidir la conducta terapéutica a seguir.⁵

Existen diversos tratamientos con fármacos o terapia física, cuyo objetivo primordial es dirigido a reducir el cuadro clínico presente, algunos actúan sobre las causas que originan el dolor, otros sobre el síntoma del dolor y otros sobre ambas causas.⁵

En los últimos años, la terapia física con radiación láser, se ha puesto de moda, ya que por sus propiedades físicas, producen efectos biológicos terapéuticos de analgesia y antiinflamatorio que benefician notablemente el cuadro doloroso de este síndrome, fundamentalmente si es de origen miógeno o articular. Ahora bien, la terapia LASER se utiliza como tratamiento de apoyo para disminuir el dolor y mejorar la relajación de la musculatura facial y por ende facilita los movimientos mandibulares.⁵



DOSIFICACIÓN

Parámetro: analgésico y antiinflamatorio

Densidad de energía: 2-3 Joules / cm²

Densidad de potencia: 100 – 200 mW / cm²

Número de sesiones: 5 – 20

Frecuencia: alterna

Técnica de irradiación: Puntual local: directamente sobre la ATM con boca cerrada y semiabierta.

LASERPUNTURA: IG₄, E₆, E, TR₁₇, VB₁₂, ID₁. (Fig. 6)^{24, 25}

Control de efectividad: Anamnesis. Observación clínica de movimientos mandibulares.

Resultados: Alivio inmediato del dolor. Mejoría paulatina en los movimientos mandibulares.

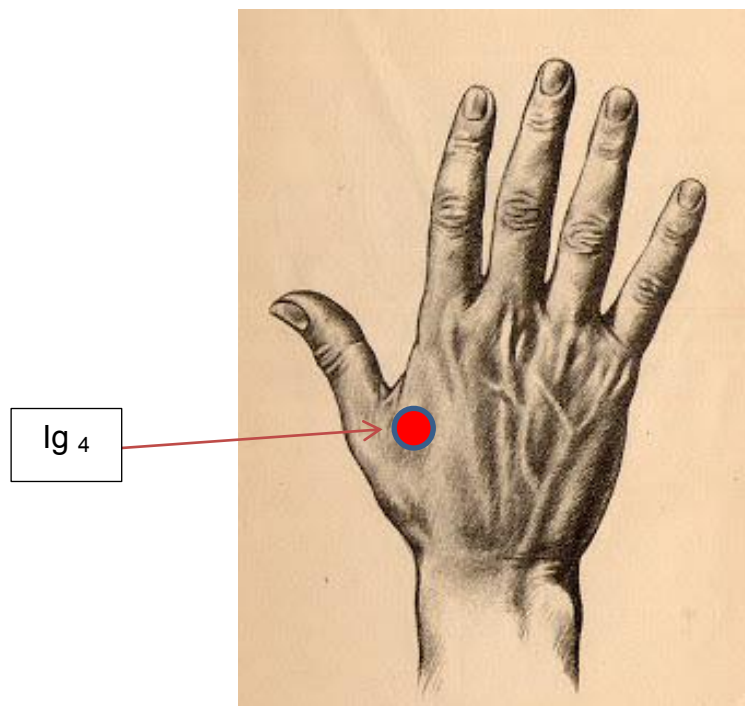
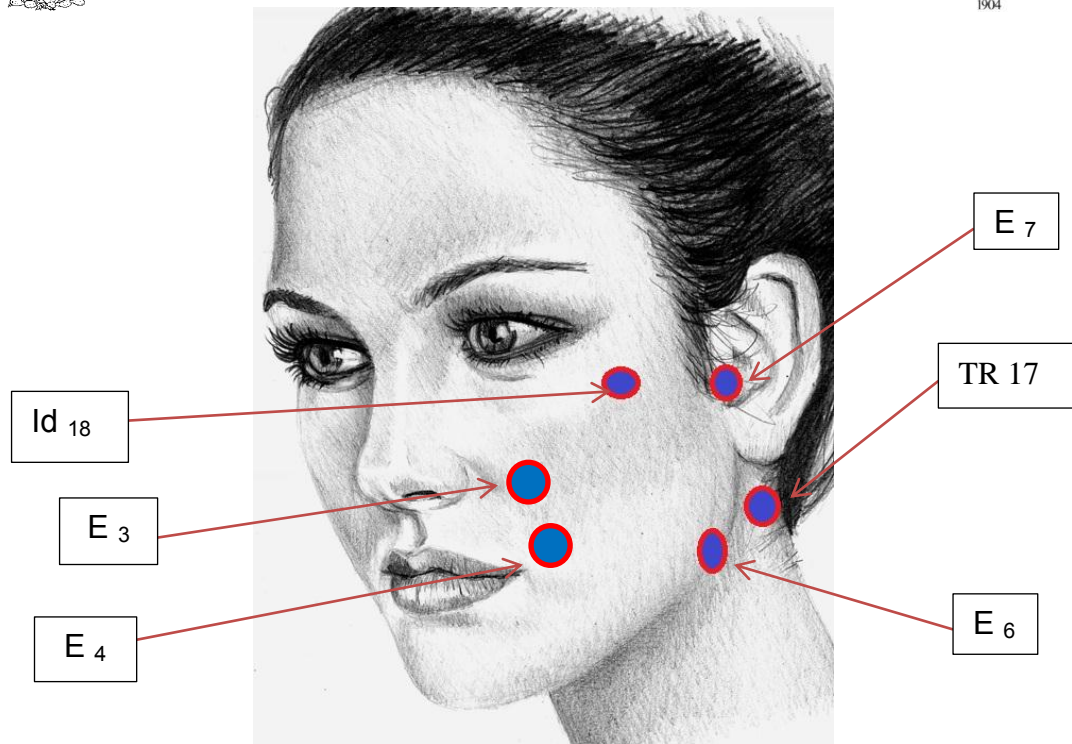


Fig. 6 Puntos acupunturales para tratar el dolor en la ATM ^{24,25}



V. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM)

El aparato masticatorio es una unidad funcional constituida por diversas estructuras anatómicas, cada una con una diferencia en su función, pero todas ellas como partes integrantes de un todo. Este sistema funcional se compone de dientes, sus estructuras de soporte, maxila y mandíbula, articulación temporomandibular con su correspondiente musculatura, labios, lengua, carrillos y sistema neuromuscular y vascular.^{6,7}

El área de unión entre el cráneo y la mandíbula se denomina articulación temporomandibular (ATM). Pertenece al género de las bicondíleas, ya que son cóndilos de ambos huesos los que intervienen en ella.¹⁵ Las superficies articulares son: el cóndilo de la mandíbula, el proceso articular y la fosa mandibular (cavidad glenoidea) del hueso temporal. La ATM es par sin embargo su funcionamiento es al unísono como una sola articulación combinada. Debido a la existencia del disco articular son posibles los movimientos en tres direcciones (apertura y cierre, propulsión y retropulsión, lateralidad derecha e izquierda).⁷

Las superficies articulares de la articulación temporomandibular están cubiertas por cartílago hialino¹⁵. Su misión consiste en amortiguar las presiones y distribuirlas sobre las superficies articulares⁹. Las superficies articulares funcionales, están cubiertas por una capa fibrocartilaginosa de grosor diferente; dichos componentes fibrocartilaginosos de la ATM son dos: El primero, de revestimiento cubriendo el cóndilo mandibular y la superficie temporal, el cual carece de inervación y tejido vascular. Y el otro perteneciente al disco articular, constituido por tejido fibroso que da la propiedad para resistir fuerzas de frotamiento o roce y algunas células cartilaginosas de su constitución, cuya cualidad es soportar mayores



presiones. En el componente temporal es más gruesa en la vertiente posterior de la eminencia y mínima en la vertiente anterior. Y en el cóndilo mandibular, el grosor es máximo en la vertiente anterior y en la cresta, mínimo o inexistente en la vertiente posterior.⁹ La ATM cumple con una función de guía en los movimientos mandibulares, es decir que la ATM no es una articulación de carga, ya que sus elementos no están diseñados para ello. Por lo tanto la ATM necesita de una protección cuando realiza los movimientos de apertura, cierre y lateralidad, esta protección la establecen⁸:

Los dientes.

Los ligamentos.

a. ELEMENTOS DE LA ARTICULACIÓN

Los elementos de la articulación temporomandibular (ATM) está formada por las siguientes estructuras que a continuación serán descritas.

FOSA MANDIBULAR (CAVIDAD GLENOIDEA)

Esta superficie comprende por delante, una eminencia transversal, fuertemente convexa de delante a atrás, que es la raíz transversa del proceso cigomático, llamado también proceso articular del cóndilo del temporal, por detrás se encuentra una depresión profunda de forma elipsoidal, la fosa mandibular (cavidad glenoidea)¹⁵. La parte posterior de la fosa mandibular forma la parte anterior del conducto auditivo óseo. Esta zona articular se localiza por delante del hueso timpánico y de la fisura timpanoescamosa, y detrás de la raíz del proceso cigomático.⁹ (Fig. 7)

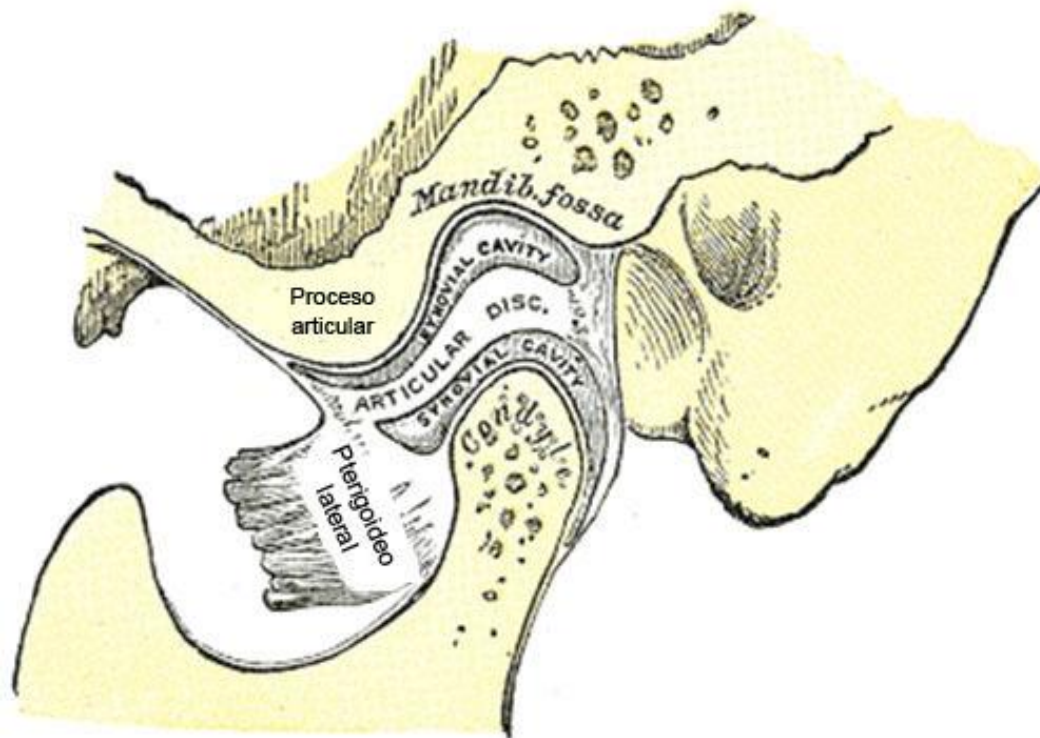


Fig. 7 Componentes estructurales de la ATM

CÁPSULA ARTICULAR

Es un ligamento de notable laxitud que se adhiere al menisco en sus porciones anteriores y laterales, mientras que su cara posterior es menos adherente y se confunde con una esponja de tejido conectivo laxo retrodiscal, tiene gran inervación y vascularización. La cápsula tiene gran importancia en la patogenia del dolor articular.⁹

Funciones: La laxitud de la cápsula permite, sin lesionarse, una exagerada amplitud de los movimientos anteriores del cóndilo mandibular, características que persisten aún en los casos de luxación.⁹

La cápsula articular admite un libre movimiento deslizante anterior al comportamiento temporodiscal, durante el cual el cóndilo se desplaza hasta la cresta articular y en ciertos casos puede rebasarla. También



interviene en los movimientos de rotación del cóndilo al hacer pequeños movimientos de lateralidad.⁹

CÁPSULA SINOVIAL

Existen dos sinoviales distintas para la ATM; la supradiscal y la infradiscal, que pueden comunicarse entre sí por un orificio que ocupa el centro del fibrocartílagos.⁹

La infradiscal o mandíbulo-discal se fija por arriba en el labio inferior del borde discal, y por debajo en el cuello del cóndilo, cubriendo la cara profunda de la cápsula. En caso de que el disco se perfora, entonces las cavidades articulares se comunican entre sí.⁹

SISTEMA NEUROMUSCULAR

Los músculos constituyen la parte activa del sistema y los huesos la parte pasiva. La función primaria del aparato masticatorio es la masticación, que incluye la evacuación del alimento de la cavidad oral, el gusto, la insalivación, la sensación de sed y el comienzo de la digestión. La fonación y la expresión son también funciones importantes de este sistema.⁹

El aparato de masticación está dirigido por los nervios y puesto en acción por los músculos, la relación céntrica y la posición de la mandíbula están regidas por un mecanismo neuromuscular.⁹



MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Desde un punto de vista funcional, los músculos de la cavidad bucal y sus alrededores pueden ser divididos en tres grupos:

Músculos de la masticación.

Músculos suprahiodeos e infrahiodeos.

Músculos peribucales

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

MASETERO

Acción: Elevación de la mandíbula (cierre) y propulsa la mandíbula.^{4,11}

La porción profunda del músculo se activa en la retrusión mandibular durante el movimiento de cierre.⁹

TEMPORAL

Función: Desde el punto de vista funcional, actúa como dos músculos: La parte anterior lo es como músculo elevador y la parte posterior como músculo de retrusión. Si la actividad muscular recorre todo el músculo desde las fibras anteriores hasta las posteriores, la dirección de tracción resultante seguirá la del balanceo, hacia arriba, que describe el proceso coronoides la mandíbula durante el cierre de ésta.⁹

PTERIGOIDEO MEDIAL O INTERNO

Acción: Elevar la mandíbula.¹⁷



PTERIGOIDEO LATERAL O EXTERNO

Acción: Cuando se contraen aisladamente realizan los movimientos de lateralidad. Cuando se contraen simultáneamente proyectan la mandíbula hacia adelante.⁹

b. BIOMECÁNICA

Funcionalmente hablando la articulación temporo-mandibular, resulta ser un sistema meramente complejo. El hecho de que las dos articulaciones están ligadas al cráneo por la misma estructura anatómica, resulta aún más complicado determinar cómo funciona el sistema de la masticación, o como es que la mandíbula realiza los movimientos que son necesarios para llevar a cabo una vida cotidiana, que al fin de cuentas son movimientos de lateralidad, apertura y cierre. Cada articulación puede actuar simultáneamente, pero no sin la ayuda de la otra. Las dos están unidas por un hueso solamente, no es posible que ocurra el movimiento en una de ellas sin una coordinación similar o movimientos reactivos diferentes de la otra. Apertura, cierre, protrusión y retracción, son movimientos simétricos bilaterales; las excursiones laterales, son movimientos asimétricos bilaterales.^{8, 9}

A pesar de que las dos articulaciones tienen la misma forma anatómica, no tienen la misma dirección ni orientación de sus estructuras. Por ello es conveniente estudiarlas por separado, para posteriormente considerarlas como una sola unidad funcional.⁹

Las superficies articulares de la ATM, no tienen un medio de fijación ni unión estructural, pero es preciso, que se mantenga el contacto para que no se pierda la estabilidad de la articulación, que sólo se mantiene con la constante actividad de los músculos; incluso, estando en reposo, estos



músculos se encuentran en un estado de leve contracción en un estado de tono. Por el contrario cuando aumenta la actividad muscular, el cóndilo es impulsado progresivamente contra el disco articular y, éste a su vez contra la fosa, lo cual ocasiona un aumento de la presión interarticular de estas estructuras. Esto nos lleva a pensar que, si no existiese el disco articular, no habría una presión interarticular, esto originaría técnicamente una luxación.⁹

Dependiendo de la posición que guarden ambas superficies articulares, será la amplitud del espacio del disco articular.⁹

Estando en una posición de reposo. El espacio discal es mayor, porque la presión es baja. Cuando la presión interarticular aumenta, por ejemplo al apretar los dientes, el espacio discal entre una articulación y la otra, es menor. Al aumentar la presión de ambas superficies articulares de la ATM, el cóndilo se sitúa en la zona intermedia y, más delgada del disco. Cuando hay un espacio mayor, porque la presión interarticular se reduce, el disco rota, con la finalidad de rellenar este espacio. A sabiendas que, la banda anterior y posterior del disco articular son más anchas, no así en la zona intermedia; por lo que técnicamente se podría decir que, el disco articular podrá girar hacia atrás y hacia delante, para cumplir con ésta función.⁹

Los tejidos retrodiscales, se encuentran adheridos al borde posterior del disco. El efecto de retraer el disco sobre el cóndilo se debe a que la lámina retro-discal superior está formada por cantidades variables de tejido conjuntivo elástico. Cuando hay contacto de los dientes inferiores sobre los superiores el cóndilo se encuentra en la posición articular de cierre, la tracción elástica sobre el disco es mínima. Por el contrario, durante la apertura mandibular, cuando el cóndilo es traccionado en



dirección, a la eminencia articular, la lámina retrodiscal superior se distiende cada vez más y crea fuerzas de retracción sobre el disco, a la vez que se crea la tensión de la lámina retrodiscal superior distendiéndose al máximo. La presión interarticular y la morfología del disco impiden una retracción excesiva de éste.⁹

Cuando se realiza la máxima apertura y durante el retorno de la mandíbula, la fuerza de retracción de la lámina retrodiscal superior, mantiene el disco atrás sobre el cóndilo a medida que lo permita la anchura del espacio discal.⁹

La forma del disco es tal que, durante el movimiento es flexible y puede adaptarse a las exigencias funcionales de las superficies articulares; a pesar de ello, la flexibilidad y la adaptabilidad no implican que la morfología del disco se altere de forma irreversible durante la función, a menos que se produzcan en él fuerzas destructoras o cambios estructurales, en el que pueda alterarse de manera irreversible y producir cambios biomecánicos durante su función.⁹

El músculo pterigoideo lateral se encuentra unido al borde anterior del disco articular; las fibras que se insertan en el disco tiran de él hacia delante y adentro cuando el músculo está activo, de este modo el músculo pterigoideo lateral técnicamente es un protector del disco articular. El músculo se activa solo junto con la actividad de los músculos elevadores durante el cierre mandibular al morder con fuerza.⁹

El mecanismo por el que el disco se mantienen junto al cóndilo en traslación depende de la morfología del disco y de la presión interarticular en presencia de un disco articular de forma normal, la superficie articular del cóndilo se sitúa en la zona intermedia, entre las dos porciones más gruesas.⁹



Cuando hay una oclusión céntrica, o sea, el máximo contacto oclusal, los cóndilos hacen contacto con los discos y éstos con las pendientes posteriores de los tubérculos articulares y, la fosa mandibular. Esta relación se mantiene durante los movimientos libres de contacto oclusal.⁹

Los movimientos en el compartimiento cóndilo-disco, son de tipo bisagra, en el que solo hay una variación de deslizamiento.⁹

En el compartimiento fosa mandibular - cóndilo, éste se desliza con el cóndilo durante el ciclo de abertura y en apariencia sigue a la cabeza del cóndilo anteriormente en movimiento de apertura amplia. En la apertura máxima, el contacto funcional articular se da sobre la parte distal del cóndilo y la parte posterior del masetero.⁹

La cabeza del cóndilo en el lado de trabajo puede perder su contacto con la pendiente anterior de la fosa mandibular, al masticar un alimento duro, pero como está relacionado con el sistema neuromuscular, se conduce de nuevo hacia el contacto con el disco y el hueso temporal.⁹

Los dos movimientos del cóndilo, durante la función mandibular son rotación y traslación. El espacio articular superior se relaciona con los movimientos deslizantes anteriores de traslación, en tanto que el inferior se relaciona con movimientos de rotación del cóndilo.⁹

Sólo cuando la morfología discal se ha alterado en gran manera, las inserciones ligamentosas del disco influyen en la función articular. Cuando ello ocurre, la biomecánica de la articulación se altera y aparecen signos disfuncionales.⁹

Debido a su alto grado nivel de especialización estructural, la articulación temporomandibular capacita la ejecución de los más variados tipos de movimientos y hace difícil la comprensión de su mecánica articular. La compleja interacción neuromuscular genera un posicionamiento adecuado de la mandíbula durante los movimientos funcionales de modo



que en la articulación encuentra la apropiada relación entre cóndilo, disco y superficie articular. Tal relación se perturba sólo cuando hay trastornos funcionales y lesiones que suelen conducir al desequilibrio del sistema masticatorio en conjunto.⁸

c. ETIOLOGÍA DE LOS TRASTORNOS FUNCIONALES DEL SISTEMA MASTICATORIO

A lo largo de los años, los trastornos funcionales del sistema masticatorio se han identificado con diversos términos. Esta diversidad de términos ha contribuido a crear una cierta confusión en este campo. En 1934, James Costen describió unos cuantos síntomas referidos al oído y a la articulación temporomandibular (ATM). Una consecuencia de este trabajo fue la aparición del término *Síndrome de Costen*. Posteriormente se popularizó el término de trastornos de la articulación temporomandibular, y en 1959, Shore, introdujo la denominación síndrome de disfunción de la articulación temporomandibular. Más tarde apareció el término alteraciones funcionales de la articulación temporomandibular, acuñado por Ramfjord y Ash. Algunos términos describían los factores etiológicos sugeridos, como es el caso de trastorno oclusomandibular. Otros resaltaban el dolor, como el síndrome de dolor-disfunción, el síndrome de dolor-disfunción miofacial y el síndrome de dolor-disfunción temporomandibular.^{6, 12}



d. DESARROLLO DE LOS TRASTORNOS FUNCIONALES DEL SISTEMA MASTICATORIO

La profesión odontológica prestó por primera vez atención al campo de los trastornos temporomandibulares (TTM) a partir de un artículo del Dr. James Costen en 1934. El Dr. Costen era otorrinolaringólogo y, basándose en 11 casos, sugirió por primera vez en la profesión que las alteraciones del estado dentario eran responsables de diversos síntomas del oído. Poco después el artículo de Costen, los clínicos empezaron acuestionar la exactitud de sus conclusiones respecto a la etiología y el tratamiento.⁶

Los tratamientos más frecuentes que en esa época se aplicaban eran los dispositivos de elevación de la mordida, que el mismo Costen sugirió y desarrolló por primera vez. A finales de los cuarenta y durante la década de los cincuenta, la profesión odontológica empezó a cuestionar estos dispositivos como tratamiento de elección para la disfunción mandibular. Fue entonces cuando empezaron a examinar con mayor detenimiento las interferencias oclusales como el principal factor etiológico en las manifestaciones del TTM.⁶

Para simplificar la manera en que aparecen los síntomas del TTM, se sugiere la siguiente fórmula:

Función normal + El suceso > Tolerancia fisiológica → Síntomas del
TTM

EL SUCESO

Durante la función normal del sistema masticatorio pueden originarse alteraciones (o eventos) que influyan en la función. Estas pueden ser de origen local o sistémico.⁶



ALTERACIONES LOCALES

Una alteración puede ser cualquier cambio en el estímulo sensitivo o propioceptivo como, por ejemplo, la colocación de una corona con la oclusión inadecuada. También puede ser secundaria a un traumatismo que afecte los tejidos locales. Un ejemplo de traumatismo de este tipo es la respuesta post inyección después de una anestesia local. Los traumatismos también pueden deberse a una apertura excesiva de la boca (p. ej., un esguince) o a un uso no habitual, como el bruxismo. El bruxismo es el golpeteo o el rechinar de los dientes inconsciente y no funcional. Se da, con frecuencia, durante el sueño, pero también puede presentarse durante el día. El bruxismo puede desempeñar un papel importante en el trastorno TM.^{6, 12}

Otro factor que constituye una alteración que influye en la función del sistema masticatorio es el estímulo doloroso profundo y constante. El dolor que se percibe en las estructuras masticatorias o en las asociadas a menudo altera la función muscular normal por los efectos de excitación central que se ha comentado antes. Hay que tener presente esta relación para comprender adecuadamente la experiencia dolorosa del paciente y la mejor manera de tratarla. También es preciso apreciar que cualquier dolor, aunque sea de etiología desconocida (dolor idiopático), puede causar este efecto.^{6, 12}

ALTERACIONES SISTÉMICAS

Una alteración sistémica frecuente que puede influir en la función masticatoria es el aumento de estrés emocional que experimenta el paciente. Los centros emocionales del cerebro pueden tener una influencia en la función muscular. El hipotálamo, el sistema reticular y en especial, el sistema límbico son los principales responsables del estado emocional del individuo. El estrés puede afectar el organismo mediante



una activación del hipotálamo, que a su vez prepara al organismo para la respuesta. El efecto global es el aumento de tonicidad del músculo.⁶

e. SÍNTOMAS DEL TRASTORNO TEMPOROMANDIBULAR

Cuando una alteración supera la tolerancia fisiológica de un individuo, el sistema empieza a mostrar algunos trastornos. Cuando una alteración supera la tolerancia fisiológica del individuo, la estructura más débil del sistema masticatorio es la que presenta el primer signo de fallo. Las posibles localizaciones de éste son los músculos, las ATM, las estructuras de soporte de los dientes y los mismos dientes.⁶

Si las estructuras más débiles (es decir con menor tolerancia estructural) del sistema son los músculos, el individuo experimenta por lo general un dolor con palpación muscular y durante los movimientos mandibulares. El paciente lo describe como una limitación del movimiento mandibular con un dolor asociado. Si las ATM son el eslabón más débil, a menudo el paciente referirá sensibilidad y dolor articulares. La articulación también puede ocasionar ruidos como clics o chirridos. A veces, los músculos y las articulaciones toleran el trastorno, pero dada la mayor actividad de los músculos (bruxismo), el eslabón más débil es el de las estructuras de soporte de los dientes o el de los mismos dientes. En estos casos, se da su movilidad o desgaste.^{6,10,14}

Hay un síntoma que es común en mayor o menor grado en todos los pacientes con disfunciones cualquiera que sea el área afectada y dicho síntoma es el *dolor*.¹⁴

El dolor se evalúa a través del relato del paciente y es fundamental para el diagnóstico y el futuro tratamiento. En primer lugar habrá que diferenciar el dolor agudo del dolor crónico. El tratamiento del dolor agudo rara vez causará problemas; en cambio, el dolor crónico que persiste en



el tiempo y al que se le suman factores psíquicos, suele ser difícil de controlar y más aún cuando perdura una vez eliminando el factor desencadenante.¹⁴

Si bien existen muchos tipos de dolor desde el punto de vista práctico para el tema que nos ocupa vamos a diferenciar cuatro de ellos que están íntimamente relacionados con los trastornos temporomandibulares y son:¹⁴

- Dolor vascular
- Dolor neurálgico o neurológico
- Dolor articular
- Dolor muscular

DOLOR VASCULAR

Los dolores de origen vascular a nivel craneano siempre están relacionados con algún tipo de cefalea y ésta es un denominador común en las personas que padecen un trastorno temporomandibular (TTM). Por lo tanto debemos distinguir si dicha cefalea tiene origen vascular o muscular, para lo cual es necesario conocer por lo menos las características de los dos dolores vasculares más comunes a nivel craneano: la migraña y la arteritis temporal.¹⁴

DOLOR NEURÁLGICO

Los dolores que interesan son aquellos que tienen su origen en ramas nerviosas relacionadas con el área cráneo –cervico –facial y que por sus características nos pueden llevar a un error de diagnóstico que no sólo no nos va a permitir solucionar el problema sino que además seguramente



producirá distintos grados de iatrogenia. Es así como muchos pacientes son sometidos a extracciones múltiples o a intervenciones quirúrgicas de la ATM en distintos intentos de tratamiento, lo que provoca mutilaciones innecesarias.⁹

Dentro de las neuralgias que se relacionan con el sistema gnático y los cuadros de trastorno temporomandibular debemos distinguir tres fundamentales, a saber: 1) las trigeminales, 2) las glossofaríngeas y 3) las cervicooccipitales. Todas las neuralgias tienen características comunes en algunos aspectos, como por ejemplo que los dolores se desencadenan en forma repentina e intensa y no guardan relación con respecto a su periodicidad, horario o vínculo con la función. Sí existen las llamadas zonas gatillo o desencadenantes que al ser tocadas suelen producir la crisis dolorosa.¹⁴

En general estas neuralgias se originan a nivel de las ramas nerviosas por compresión traumática de éstas. Dicha compresión puede ser producto de espasmos musculares, de desplazamiento de las estructuras óseas, del desarrollo de lesiones tumorales y de la compresión de vasos sanguíneos, entre otras cosas.¹⁴

DOLOR ARTICULAR

Los dolores que tienen su origen en la articulación propiamente dicha pueden responder a tres motivos principales, a saber, traumatismos, infecciones o tumores.¹⁴

DOLOR MUSCULAR

Se sabe que hay un ciclo consistente en dolor/espasmo/dolor, es decir que ante un dolor la respuesta muscular es una contracción isométrica, es decir un espasmo, y es la acumulación de ácido láctico, el que a su vez aumenta el dolor y éste recicla el espasmo muscular.¹⁴



El aumento de la tensión muscular es la causa más común de los problemas de ATM. El paciente puede tener distintos problemas a nivel del sistema pero hasta que no se produzca un aumento de su tensión psíquica como consecuencia de una hiperactividad no experimentará síntomas de dolor muscular o articular. En un músculo con espasmo hay zonas de mayor dolor llamadas zonas gatillo cuya estimulación puede dar dolor referido en zonas alejadas del punto de palpación. Así, por ejemplo, el espasmo del masetero superficial provoca dolor referido a nivel de los molares superiores en tanto que los puntos gatillo del masetero profundo dan dolor a nivel de la zona periarticular. El temporal anterior da un dolor referido en la zona del arco supraorbitario, el temporal medio en la zona de los caninos y los premolares y las fibras posteriores en la zona de los molares y la zona occipital.¹⁴

Los músculos pterigoideos lateral e medial tienen repercusión directa a nivel de la ATM y en menor grado en la zona de la lengua y el paladar, nunca hacia los dientes.¹⁴

f. DIAGNÓSTICO DE LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES

Es importante tener en cuenta que según estadísticas internacionales sólo el 17 % de la población está libre de problemas a nivel articular, el 43% presenta manifestaciones leves de trastorno temporomandibular y el 40% restante se considera entre moderadas y graves.¹⁴

El diagnóstico de certeza de los trastornos temporomandibulares se establece sobre la base de cuatro puntos fundamentales, a saber:

1. La historia clínica,
2. El examen clínico,
3. El examen radiológico de la ATM y
4. El examen oclusal.



HISTORIA CLÍNICA

La obtención de una historia clínica correcta es de suma importancia para llegar a un diagnóstico exacto. En la entrevista destinada a obtener esa historia nos ponemos en contacto por primera vez con nuestro paciente, el que deberá relatarnos minuciosamente su problema, sus temores y sus expectativas; a través de la historia clínica también sabremos si el paciente ha sido sometido a tratamientos anteriores y de ser así de qué tipo y con qué resultado, y en el transcurso de la entrevista podremos evaluar su estado psíquico, el grado de tensión que trae y la colaboración que vamos a tener de su parte.¹⁴

EXAMEN CLÍNICO

Una vez completada la historia clínica se realizará un examen clínico destinando a ir conformando el diagnóstico de certeza. Dado que el sistema gnático está constituido por dientes, articulaciones, un sistema neuromuscular y ligamentos está orientado a examinar el estado clínico de dichos elementos y para ello se seguirá la siguiente secuencia:¹⁴

- Sistema neuromuscular ligamentoso.
 1. Amplitud de la apertura bucal.
 2. Desviaciones en el movimiento de apertura y protrusivo.
 3. Dolor a la palpación de los músculos.
 4. Control de cefaleas ideopáticas.
 5. Magnitud del espacio libre interoclusal (ELI)
- Exámen clínico de las articulaciones temporomandibulares.
 1. Dolor en la ATM.
 2. Auscultación de la ATM.
- Examen del sistema dentario.
 1. Discrepancia entre la OCR y la OH.



2. Acoplamiento anterior.
3. Presencia de facetas parafuncionales

EXAMEN RADIOLÓGICO

Los estudios radiológicos de la ATM comprenden desde la simple radiografía lateral oblicua transcraneana hasta las artografías, las tomografías lineales, las tomografías computarizadas o los métodos de resonancia magnética. La utilización de la radiografía lateral oblicua transcraneana y su interpretación sumado al examen clínico serán suficientes para que ésta tenga un importante valor de diagnóstico.¹⁴

EXAMEN OCLUSAL SOBRE MODELOS

Tiene relativo valor diagnóstico, es la única forma de observar las relaciones intermaxilares de nuestro paciente a través de dichos modelos, el valor de los mismos dependerá del grado de alteración muscular particular que presente dicho paciente.¹⁴

g. TRATAMIENTOS PARA LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES

Los trastornos temporomandibulares incluyen una gran variedad de condiciones asociadas con el dolor, la disfunción de la articulación temporomandibular (ATM) y los músculos de la masticación. También puede ocurrir que la calidad de vida puede verse afectada, con un efecto negativo sobre la función social, la salud emocional y el nivel de energía.¹⁰

Los tratamientos que comúnmente se utilizan son: una amplia gama de técnicas de terapia física, incluyendo la movilización de las articulaciones, la prescripción del ejercicio, electroterapia, el biofeedback, la relajación.¹⁰



En una revisión sistemática se evaluaron 30 estudios con base a: 1) ejercicios activos y movilizaciones manuales, 2) la formación postural; 3) electroterapia; 4) programas relativos a la técnica de relajación y el biofeedback; 6) férulas oclusales dando como conclusión las siguientes recomendaciones clínicas¹⁰:

Los ejercicios activos y movilizaciones manuales, sólo en combinación pueden ser eficaces en corto plazo en el aumento de la apertura total vertical en las personas resultantes de un desplazamiento de disco agudo, artritis aguda, o trastorno temporomandibular agudo o crónico. Un programa de ejercicios en el hogar a menudo se incluía en el protocolo de tratamiento.¹⁰

La formación postural puede ser utilizada en combinación con otras técnicas de tratamiento, combinado con el ejercicio en el hogar puede disminuir el dolor, aumentar la apertura total vertical en personas con trastorno temporomandibular miofacial.¹⁰

Mediante la **TERAPIA LÁSER** puede reducir el dolor y mejorar la apertura total vertical y excursión lateral en personas con disfunción de ATM secundaria al desplazamiento de disco agudo y puede ser más eficaz que otras modalidades de electroterapia, en el corto plazo aunque la comparación es difícil.^{10, 13}

Programas relacionados con las técnicas de relajación y biofeedback, la formación postural, la reeducación propioceptiva puede ser más eficaz que el tratamiento con placebo o férulas oclusales en la disminución del dolor y apertura total vertical, en el trastorno temporomandibular, dolor miofacial en corto y largo plazo.¹⁰



Programas que incluyen combinaciones con ejercicios activos, la terapia manual, corrección postural, y técnicas de relajación puede disminuir el dolor y deterioro y aumentar la apertura bucal total en el corto plazo en las personas con trastornos temporomandibulares resultantes de un desplazamiento de disco agudo, artritis aguda o dolor miofacial agudo.¹⁰

Sin embargo, es imposible discernir si un programa en combinación es más eficaz y que proporciona distintos elementos del programa en cada técnica de tratamiento.¹⁰

h. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL LÁSER TERAPÉUTICO

Esta terapia está indicada en enfermedades que cursen con inflamación, dolor o trastornos de la reparación tisular.

Todo proceder terapéutico por muy inocuo que siempre sea tendrá sus contraindicaciones, las cuales pueden dividirse en **absolutas** y **relativas** debido a los criterios que encontramos en las diferentes escuelas.

Dentro del primer grupo tenemos la retina ya que si la irradiación traspasa el medio transparente del ojo, se absorbe y deposita en la misma produciéndose un proceso degenerativo que puede llevar a la ceguera irreversible. Todo ello si la irradiación fuese puntiforme e incidiera directamente en ella. Si fuese a través de la fibra óptica o a distancia el daño no llegaría a producirse. Teniendo en cuenta las medidas de protección indicadas no hay peligro de daño ocular ni para el enfermo, ni para el terapeuta.



Dentro del segundo grupo tenemos los procesos neoplásicos: el efecto bioestimulador del láser se produce a través de la aceleración de la mitosis celular, es decir, aumentando el número de células; lo cual desconocemos si sucediese irradiando células enfermas neoplásicas, por lo que existen diversos criterios al respecto. Recomendamos no usarlo sobre los tumores, pero si pueden tratarse procesos a distancia y no relacionados con la lesión primaria. No debe emplearse en los procesos sépticos agudos: hay pruebas "in vitro" que demuestran que irradiando focos bacterianos se puede producir una aceleración y extensión del problema, pero en experimentos "in vivo" no hay nada categóricamente demostrado, por tanto, puede ser utilizado sin antibioticoterapia con resultados positivos. Recomendamos no usarlo en procesos sépticos generalizados. En el embarazo: parece improbable que pueda afectar al feto, pero nunca debemos irradiar el vientre grávido y no usar puntos de acupuntura abortivos. Puede usarse en zonas afectadas alejadas del abdomen.¹⁸

En la literatura mundial existen otros criterios médicos para el no uso de dicha terapia. Sin apoyo científico se ha planteado la posibilidad del calentamiento de prótesis metálicas o DIU (dispositivos intrauterinos de cobre o metal), de igual modo sucede con pacientes epilépticos y los que utilizan marcapasos, lo que ha quedado descartado en la actualidad. Siempre debemos tener en cuenta que el paciente esté compensado de su enfermedad de base. No constituye riesgo el uso de fármacos fotosensibilizantes, aunque algunos medicamentos como los esteroides, la quinacrina y los antipalúdicos pueden aumentar la absorción de la radiación láser; por tanto, hay que manejar dosis bajas en estos casos.

No tratamos con láser terapéutico directamente los órganos internos, sólo órganos que tengan cavidades externas o mediante puntos de acupuntura relacionados con estos órganos. Se puede aplicar en forma intracavitaria mediante el uso de la fibra óptica de un láser rojo.¹⁸



i. TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN

Las técnicas de irradiación de la terapia láser blanda pueden ser de dos tipos: puntual y zonal. Dentro de la primera se destacan el tratamiento puntual local y las técnicas de laserpuntura y laserauriculopuntura. Dentro de la segunda tenemos el tratamiento zonal estático y el barrido que puede ser manual o automático.

También se destaca el tratamiento por pincelado.

El **tratamiento puntual local** consiste en la aplicación del haz láser de forma puntual sobre diversos puntos de la zona lesionada y dependerá del tipo de láser a usar.

- Láseres Rojo: en el caso de los láseres de HeNe se puede efectuar a distancia y directamente desde el equipo debido a la unidireccionalidad de la radiación, o bien, en contacto directo con la zona lesionada mediante la fibra óptica. En el caso de otros equipos más actuales se puede efectuar a unos milímetros desde la salida del aplicador láser o en contacto directo con la zona lesionada.

Las técnicas de **laserpuntura y laserauriculopuntura** consisten en tratar los mismos puntos y esquemas de acupuntura del macrosistema y del microsistema de la oreja de la Medicina Tradicional con láser a bajas dosis de energía (entre 3 y 5 mw de potencia de salida). Recomendamos no usar más de 15 puntos en una sesión de tratamiento.



El **tratamiento zonal estático** también dependerá del equipo láser a utilizar.

En el caso de los láseres rojos, hay equipos que utilizan una lente expansora fija o bien la misma fibra óptica separada de la zona a tratar para conseguir una superficie de contacto mayor, ampliando el spot o mancha primaria al tamaño deseado durante un tiempo mayor de aplicación. Otros equipos tienen la ventaja de poseer un arreglo de diodos láseres o ducha láser con lo que se logra una mayor área de irradiación. Con este sistema el depósito de energía no es muy alto, por lo que se recomienda trabajar con mayor potencia y mayor tiempo de exposición, para obtener la dosis de energía necesaria y los efectos deseados.

El **tratamiento zonal por barrido** puede ser manual o automático. Un efecto similar al producido por las lentes se consigue con este tipo de terapia, teniendo en cuenta que al estar en movimiento la radiación láser y al ampliar más la zona a irradiar menor será la que vamos a depositar en el mismo espacio de tiempo, por lo que deben usarse tiempos mayores a los habituales.

Recomendamos no usar este tipo de tratamiento por las desventajas que presenta.

También se describe en la literatura revisada el **tratamiento por pincelado** que suele hacerse con la punta de la fibra óptica o con el puntal del diodo infrarrojo, ya que trabajamos en contacto con la zona a tratar y consiste en un recorrido muy lento y a pocos milímetros de la superficie y sobre el trayecto de la lesión o zona a tratar.⁵

Formas de aplicación:

Siempre que trabajemos con la fibra óptica, el puntal diodo o la salida del aplicador láser, deben mantenerse perpendiculares a la lesión a tratar para evitar pérdidas por reflexión. La disminución del fenómeno de



reflexión (pérdida de energía) consigue un incremento de la eficacia energética.

j. RECOMENDACIONES PRÁCTICAS AL TRABAJAR CON UN LÁSER DE BAJA POTENCIA

1. El haz de luz láser debe incidir de forma perpendicular a la superficie a irradiar para disminuir las pérdidas por reflexión.
2. La piel o zona a irradiar debe estar limpia, libre de grasa o medicamentos como las cremas y pomadas, que aumenten las pérdidas por reflexión de las irradiaciones luminosas. Limpiar con alcohol.
3. Si está indicado el uso de algún tratamiento tópico debe aplicarse de inmediato después de la radiación favoreciéndose un proceso de sinergia (láser-fármaco) porque aumenta la microcirculación local y el medicamento se absorbe y asimila mejor.
4. No están contraindicados los fármacos con la laserterapia, solamente debemos tener precaución con los pacientes que llevan tratamiento con quinacrina, esteroides o antipalúdicos que pueden aumentar la absorción de la radiación láser; por tanto, hay que manejar dosis bajas en estos casos.
5. Debido al efecto acumulativo de la radiación láser, los cambios que aparecen a partir de la tercera o cuarta sesión se mantienen hasta la octava o décima sesión. Hacia las sesiones 14 a 16 hay una disminución de éstos, por lo tanto, no se deben prolongar los tratamientos por más de 15 sesiones; después de las cuales es recomendable recesar hasta 15 ó 20 días, reanudando si fuese necesario un segundo ciclo de tratamiento.
6. Si aparece dolor en las primeras sesiones de irradiación, la conducta a tomar sería disminuir la dosis calculada o realizar el tratamiento en días



alternos. De no existir un empeoramiento progresivo no es necesario suspender el ciclo.

7. La mayor rapidez de resultados antiálgicos se obtienen con láser IR porque la forma de aporte de energía en forma pulsátil interfiere el estímulo sensitivo elevando el umbral doloroso del paciente.

A continuación se concluye con la investigación dando un esbozo general de los beneficios del empleo de esta técnica como tratamiento coadyuvante del síndrome doloroso de la ATM.



VI. CONCLUSIONES

Como ha sido comentado ampliamente, el láser de baja potencia es utilizado para disminuir el dolor y la inflamación. En este sentido y dentro de la patología disfuncional de la ATM, se ha utilizado esta tecnología para contrarrestar la sintomatología álgica y disminuir el trismo con el que pueden cursar estas entidades nosológicas, y sus resultados son muy prometedores.

De igual forma resultados de numerosas investigaciones concluyen que el uso del láser blando en la disfunción craneomandibular es un buen método alternativo ya que reduce el dolor y aumenta la apertura bucal y las lateralidades mandibulares.

En esta misma línea concluyo que el uso del láser de baja potencia es un método efectivo y beneficioso en el tratamiento de gran cantidad de alteraciones de la región maxilofacial como el dolor articular, la neuralgia del trigémino y el dolor muscular entre otros.

Dentro de los efectos adversos, poco frecuentes, que puede provocar el uso del láser de baja potencia podemos encontrar, en primer lugar, el aumento del dolor que generalmente cede en la segunda sesión.

Del mismo modo, otra complicación a tener en cuenta por las posibles consecuencias es la aparición de somnolencia y vértigo durante la aplicación en la patología disfuncional de la articulación temporomandibular.

Finalmente es necesario remarcar que existen muy pocos estudios que hagan referencia a los efectos adversos que puede producir la aplicación del láser de baja potencia.



VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Arizpe, H. Odontología Láser. México. Editorial Trillas. 2007.
2. Manual de laserterapia. Clean Line. Sonrisa de Confianza. www.cleanline.com.
3. <http://lacupuntura.com/9-beneficios-de-la-acupuntura-para-la-salud/>
4. González Becerra, Carlos Manuel. Proyecto de salud alternativo. Diplomado de láser 2011.
5. Valiente Zaldívar, Carolina. Laserterapia. Cuba 1949. Págs.65-73,103-115.
6. Okeson J.P. Oclusión y afecciones temporomandibulares. 3ra edición. Mosby. Madrid. 1995.
7. Ramfjord Ash. Oclusión. 2da edición. Editorial científico técnica Ciudad de la Habana. 1972.
8. Dos Santos, José. Gnatología. Principios y conceptos. Editorial Impreandes. Caraca, Venezuela. 1992. Págs. 13-25.
9. Pacheco Guerrero, Nicolás. Libro Electrónico de Oclusión. ISBN 970-32-2674-4
10. Marega S Medlicott, Susan R Harris. A Systematic Review of the Effectiveness of Exersice, Manual Therapy, Electrotherapy, Relaxation Training, and Biofeedback in the Management Of Temporomandibular Disorder. Physical Therapy . Volume 86 . Number 7 . July 2006.
11. Salso Morell. René Abel. Tratamiento del dolor articular temporomandibular con Laserterapia. Clínica de Especialidades. Bayamo. 2005.
12. Elizabeta Migdalia Rodríguez Carracedo¹, José E. Díaz Morell ², Elisabet Carmona Vidal ³, Osvaldo Segura Sardiñas⁴, Bárbara Pellitero Reyes⁵, Pilar Carracedo Ruíz⁶. Prevalencia de los trastornos temporomandibulares en adolescentes



- con maloclusiones. ESBU “Juan José Fornet”. Holguín 2005.
Correo Científico Médico de Holguín 2007;11(1)
13. Oltra-Arimon, David, Antonio Jesús Berini-Aytés, Leonardo, Gay-Escoda, Cosme. Aplicaciones del láser de baja potencia en Odontología. Centro Médico Teknon C/. Vilana 12 08022 – Barcelona.
 14. Bechelli Alonso Albertini. Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral. Editorial Panamericana. Argentina. 2004. Pags. 547-574.
 15. Fuentes Santoyo, Rogelio. Lara Galindo, Salvador de. Corpus. Anatomía Humana General. Volumen I. Editorial Trillas. México. 1997. Págs. 298-300, 399-403.
 16. Gómez de Ferraris, Ma. E. Campos Muñoz, A. Histología y embriología bucodental. Segunda edición. Editorial Panamericana. Madrid España, 2002. Págs. 191-208.
 17. Eiksen Persson, María de Lourdes. Anatomía Humana. Unidad II. Fascículo 1. Huesos, articulaciones y músculos de cabeza y cuello. Facultad de Odontología-UNAM. Primera edición 2000. México, D.F. Págs. 70-71.
 18. Hernández Díaz, Adel. Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN). Título: El láser de baja potencia en la medicina actual (doc). Monografía publicada en Ilustrados.com. Disponible en URL: <http://www.ilustrados.com/documentos/El-laser-de-bajapotencia-en-la-medicina-actual.doc>
 19. <https://yhabriaque.wordpress.com/tag/ondas-electromagneticas/>
 20. <https://www.medi-estetix.com>
 21. http://www.etsmre.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_11.htm
 22. <http://www.laserical.com/>
 23. <http://elblogderafan.blogspot.mx/>
 24. <http://miguelangelmont.blogspot.mx/>

