

420
2ej



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**LA PROPIOCEPCION EN LA FISIOLOGIA DE
LA MASTICACION**

PRUEBA ESCRITA

PROGRAMA DE TITULACION POR ALTO PROMEDIO

Que para obtener el título de

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A

AMERICA IVONNE WEBSTER PORTHELA

Tutor: M.C. Celso García Espinosa



México, D.F. 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

263296



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.



In memoriam

a la mujer que me arrullo en sus brazos,
a la anciana que con su sangre me dio vida, ternura y cariño.

A ti abuelita.

Agradezco al creador la oportunidad de vivir

A mis padres

No solo por el amor y apoyo brindado sino por los desvelos, cansancio y porque siempre que me sentí derrotada me abrieron su corazón para seguir mi -camino.

A la familia Mosso

por la esencia de una familia que perdura y se fortalece a través del tiempo y la distancia.

A Grecia

por los caminos y secretos compartidos, por la presencia en momentos y decisiones más importantes que dieron forma a un futuro en mi vida...por aceptarme y quererme tal y como soy.

A todas las personas

que me apoyaron para llegar al termino de este gran paso.

Especialmente a la Dra. Emilia Valenzuela Espinosa y al Prog. Jorge Vazquez Cisneros.

A la F.O.

por haberme ayudado a culminar mi desarrollo como profesionista.

El tiempo que dediqué a mi rosa,
es la que la hace más importante.

Ivonne

GRACIAS

INDICE

	Págs.
I. Introducción	2
II. Receptores sensoriales	9
1. Ubicación de los receptores sensoriales	9
2. Histología de los receptores periodontales	10
3. Función de los receptores	14
a) Propiocepción periodontal	14
b) Propiocepción muscular	20
c) Propiocepción de la articulación temporomandibular	25
4. Neurofisiología de los receptores	28
III. Trayecto de las fibras nerviosas del ligamento periodontal	34
IV. Importancia de la propiocepción en la masticación	39
1. Movimientos mandibulares durante la masticación	42
2. Actividad muscular durante el ciclo masticatorio	44
3. Papel de los tejidos blandos en la masticación	49
V. Aspectos Clínicos	51
VI. Discusión	59
VII. Conclusión	61
VIII. Bibliografía	62

LA PROPIOCEPCIÓN EN LA FISIOLÓGÍA DE LA MASTICACIÓN

I. INTRODUCCION

En la fisiología de la cavidad bucal interactúan sistemas sensoriales y motores con el objeto de regular funciones altamente complejas como la masticación, la deglución, la secreción de saliva y fonación. Sin embargo, la boca es esencialmente un órgano alimentario, cuyas funciones estan designadas a la identificación, prehensión y procesamiento del alimento.

La ingestión de los alimentos constituye un proceso complejo sometido a un control preciso; por lo tanto existen receptores orofaríngeos que constituyen uno de los más importantes sistemas receptores que intervienen en el control de la alimentación. Sin embargo, hay otros receptores que intervienen en la identificación y evaluación de los alimentos de tipo gustativo y de olor, los alimentos producen además una sensación táctil oral y la sensación de textura (receptores táctiles).

Los receptores táctiles son importantes durante la masticación, ya que brindan información sobre la posición del alimento en la boca y, durante la fonación, sobre la posición de la lengua. Los receptores táctiles son generalmente llamados mecanorreceptores. Pero existen otros receptores capaces de generar información acerca del sentido del movimiento y posición (cinestesia).

En Odontología es importante el sentir el movimiento mandibular y su posición; que incluyen receptores musculares y articulares que son responsables de brindar información importante de cinestesia. Debido a que estos receptores responden a estímulos producidos dentro del cuerpo, los receptores responsables con respecto a la cinestesia son llamados **PROPIOCEPTORES**. Ellos, son importantes en guiar la manipulación y formación del bolo alimenticio durante la masticación y previenen de un daño o mordida de la lengua o carrillo.

La **propiocepción** es el sentido que permite conocer la posición de las partes y regiones del cuerpo que contienen músculos esqueléticos, huesos y articulaciones y el **propioceptor** es cualquiera de las terminaciones nerviosas especializadas que intervienen en la sensación de la posición del cuerpo.

Como se mencionó anteriormente la propiocepción también es llamada **cinestesia**, que es descrita como un sentido usualmente inconsciente que tiene un individuo con el movimiento de posición y estado fisiológico de músculos, articulaciones y miembros. Así mismo el propioceptor es llamado **receptor sensorial**.

Los receptores son estructuras neurológicas u órganos localizados en los tejidos que proporcionan información al sistema nervioso central en relación al estado y/o posición de esos tejidos. Como en otras áreas del cuerpo, varios tipos de receptores sensoriales son localizados por todas partes en todos los tejidos como el sistema masticatorio. Los receptores sensoriales especializados proporcionan información específica a las neuronas aferentes y de éste modo ingresan al sistema nervioso central. Algunos receptores son específicos para el malestar o el dolor, éstos son llamados **nociceptores**. Algunos son receptores sensitivos que excitados por presión mecánica o deformaciones, como los que corresponden al sonido, el tacto y la contracción muscular, son llamados **mecanorreceptores**. Otros receptores proporcionan información en

cuanto a la posición y movimiento de la mandíbula y estructuras orales asociadas, éstos son llamados **propioceptores**. La entrada constante a través de ellos permiten a la corteza y tallo cerebral coordinar la acción de músculos individuales ó en grupos, para que ocurran movimientos finamente ajustados. (1)

Como en otros sistemas, el sistema masticatorio utiliza cuatro tipos principales de receptores sensoriales para controlar el estado de sus estructuras :

1. Los husos musculares que son órganos receptores especializados encontrados en los tejidos musculares.
2. Los órganos tendinosos de Golgi, localizados en los tendones.
3. Los corpúsculos de Paccini, localizados en tendones, articulaciones, periostio, facies y tejido subcutáneo.
4. Los nociceptores, generalmente encontrados en todas partes, en todos los tejidos del sistema masticatorio. (1)

El motivo por el cual nos ocupamos del estudio de la propiocepción, es la importancia de ésta en la masticación, ya que existe evidencia de que las terminaciones sensoriales del ligamento periodontal son receptores de presión y dolor que se combinan con el suministro propioceptivo de la articulación temporomandibular, músculos y centros cerebrales superiores para controlar la función motora de la mandíbula y su posición de descanso fisiológico.

Sin embargo existen numerosas interpretaciones dentro de los textos odontológicos, en relación con la membrana periodontal y su sistema sensorial propioceptivo. Hay quienes afirman que la retención de dientes ayuda en la propiocepción o que la extracción de todos los dientes da una pérdida completa de la propiocepción dental. Por ejemplo, SHORE (2) estableció que el 90% de los propioceptores en la boca están presentes en el ligamento periodontal. Crum (3) afirma que el canino es el órgano propioceptivo y otros (2,4) creen que la propiocepción del ligamento periodontal es a través de los receptores del dolor

en el ligamento, que dirige conscientemente la mandíbula para prevenir de un daño a la membrana. Muchos otros (5,6,7) mencionan que la membrana periodontal tiene un sistema sensorial propioceptivo gracias al cual, la sensación presente es de presión al diente o de una fuerza aplicada.

Por otra parte, es importante saber que en pacientes con bruxismo, oclusión traumática o disfunción del sistema masticatorio, la sensación táctil del ligamento periodontal juega un papel importante; ya que los impulsos sensoriales de los mecanorreceptores de la membrana periodontal transmiten un contacto oclusal modificado a través de los núcleos sensitivos del nervio trigémino.

El trayecto de los filamentos nerviosos del ligamento periodontal en el hombre es bien conocido. Las ramas terminales de la tercera rama del trigémino alcanzan al ligamento periodontal por dos vías distintas : unas penetran en el extremo apical del ligamento dando ramas que entran al canal pulpar, mientras que otras se desplazan en dirección coronal paralelas a la raíz dentaria, y otro grupo de fibras que originándose en el hueso alveolar perforan la lámina cribosa y penetran en el ligamento periodontal.

Existe una amplia variedad de fibras nerviosas en el interior del ligamento periodontal. Las mielinizadas tienen un mayor diámetro que las no mielinizadas y se consideran que ambas desempeñan un papel distinto en la conducción nerviosa.

Generalmente se acepta que los diferentes tipos de terminaciones nerviosas (receptores periodontales), se encuentran en zonas específicas del ligamento periodontal. Se piensa que las terminaciones más simples están relacionadas con el dolor, temperatura y tacto superficial, mientras que las terminaciones más organizadas son responsables de la recepción de presión y tacto profundo.

De esta forma se asumió que los receptores periodontales podrían ser estructuras simples, estructuras complejas y más organizadas. Los primeros se asociaron con la recepción nociceptiva y mecánica y los últimos con la mecánica exclusivamente, presentando ambos una distribución específica en el ligamento periodontal.

Los receptores del trigémino representan la gran mayoría de la inervación periodontal : recepción nociceptiva por completo y quizá el 75% de la mecanorrecepción.

Existen numerosas referencias en la literatura odontológica referentes al papel propioceptivo del ligamento periodontal. La presencia de receptores propioceptivos, descrita con morfología en huso por algunos autores ha sido puesta en duda. De acuerdo con la literatura revisada no se apoya la presencia de receptores tipo órgano de Golgi o huso neuromuscular relacionados con la propiocepción. Ello sugiere que no existe el clásico propioceptor en el ligamento periodontal y que el papel propioceptivo dependería de receptores nociceptivos o mecanorreceptores. (8)

La revisión histológica expuesta sobre la inervación del ligamento periodontal podría resumirse de la forma siguiente : **1.**Existen terminaciones nerviosas finas responsables de la nocicepción, **2.**Hay diferentes tipos de terminaciones nerviosas de mayores dimensiones relacionadas con la percepción de tacto, **3.**No existen receptores encapsulados y organizados de acuerdo con la información histológica existente, **4.**No existe evidencia histológica de algún clásico propioceptor en el ligamento periodontal.

Generalmente se acepta que los receptores periodontales presentan características muy similares con cualquier otro tipo de receptor, pudiendose clasificar con aquellos más implicados en sensaciones o reflejos motores.

Los primeros tienen sus aferencias en el núcleo del ganglio del trigémino y los segundos en el núcleo mesencefálico.

Los receptores periodontales relacionados con el trigémino parecen ser responsables de la percepción de sensaciones orales vía talámica y cortical.

El estudio de los cuerpos celulares de estos receptores permite dos sistemas distintos : uno implicado en tacto, presión y desplazamiento dentario, y otro implicado en nocicepción.

Los receptores periodontales de las neuronas mesencefálicas parecen asociarse a la producción de reflejos y su fisiología se relaciona directamente con la de los receptores de los músculos masticatorios, articulación, encía y paladar formando las bases sensoriales de los reflejos mandibulares. Este tipo de receptores responden a presión, tacto y desplazamiento dentario al igual que los trigeminales.

El papel de los receptores periodontales en relación con los reflejos de cierre, de estiramiento y de apertura pueden resumirse de esta forma : 1.No están directamente relacionados con el reflejo de apertura, 2.Tampoco lo están con el reflejo de estiramiento muscular, 3.Estímulos táctiles de presión sobre el diente evocan el reflejo de apertura y el período de silencio electromiográfico.

En el marco de los reflejos vistos puede comprenderse en el control muscular mandibular; de forma que los movimientos mandibulares de rutina son el resultado de una relación recíproca entre tales reflejos.

Por ende, los movimientos mandibulares de rutina están estrechamente relacionados con la detección de estímulos sobre los dientes, por mediación de los receptores periodontales.

El Cirujano Dentista debe tener conocimientos sólidos sobre la Fisiología de la masticación, y de ésta manera encontrar explicaciones científicas a una serie

de alteraciones en el aparato estomatognático y diseñar con ello, tratamientos lógicos estableciendo medidas preventivas adecuadas e incluso elaborar programas de rehabilitación con un fondo científico y experimental.

Ha sido interesante tratar de profundizar en el conocimiento de las estructuras llamadas RECEPTORES, las vías por las cuales viaja la información, los centros de integración que reciben e interpretan toda información sensorial que en su conjunto integran la llamada PROPIOCEPCIÓN.

En la revisión bibliográfica que se presenta, no se encontraron datos actualizados ni de investigadores nacionales o en español lo que hace ver la necesidad de estimular a las nuevas generaciones de odontólogos para abordar estos temas que le proporcionen a su práctica clínica un mayor sustento científico, lo que elevará naturalmente su nivel profesional.

Sirva pues, esta revisión como un intento de profundizar en la comprensión de los receptores, vías aferentes y centros neurológicos que tienen que ver con los diversos aspectos de la masticación.

II. RECEPTORES SENSORIALES

1. UBICACION DE LOS RECEPTORES SENSORIALES

Los receptores sensoriales están localizados en el ligamento periodontal como lo pudo comprobar PFAFFMAN, quién estudió potenciales de nervios alveolares superiores, después de aplicar presión a los dientes. Encontró que la remoción del tejido pulpar no afecta la respuesta. Después de la remoción pulpar de muchos de los dientes, fue todavía capaz de obtener una respuesta. (9) HANNAM afirma que obtuvo resultados similares con presión extremadamente ligera. (10) PFAFFMAN y HANNAM manifestaron que la mayoría de los receptores elevan impulsos que llegan de la membrana periodontal. (9,10)

LOWENSTEIN y RATHKAMP examinaron dientes vitales y no vitales con umbrales mínimos de carga. Encontraron que los umbrales fueron 57% más altos con dientes no vitales que con dientes vitales, también descubrieron que la colocación de una corona vaciada sobre un diente elevó el umbral en un 127%, mientras que la colocación de la corona sobre un diente no vital no influenció en su umbral. (11) Estos hallazgos podrían sugerir que otros receptores además del ligamento periodontal están implicados. Es difícil aceptar esta propuesta de que más cargas pudieran excitar receptores dentro del diente. Estos hallazgos difieren de aquellos de otros investigadores quienes notaron que la vitalidad o no vitalidad de la pulpa no tenía efecto sobre la propiocepción. (12) Es de suma importancia tomar en cuenta que existen estudios autorradiográficos que han demostrado que los nervios aferentes de los receptores periodontales terminan en el ganglio trigeminal.

Como es sabido el ligamento periodontal es la estructura de tejido conectivo que rodea a la raíz y la une al hueso. Se continúa con el tejido conectivo de la encía y se comunica con los espacios medulares a través de conductos vasculares en el hueso. El ligamento periodontal proporciona nutrimentos al cemento, hueso y encía a través de los vasos sanguíneos, y brinda drenaje linfático. La inervación del ligamento periodontal proporciona sensibilidad propioceptiva y táctil.

Sin embargo se han descrito terminaciones nerviosas finas en el tercio cervical y medio del ligamento, mientras que estas terminaciones son más organizadas en el tercio apical. Se han encontrado pequeñas terminaciones libres a través de todo el ligamento y otras terminaciones ovoides de mayor tamaño, rodeadas por una cápsula de tejido conectivo únicamente en el tercio apical. (8)

2. HISTOLOGIA DE LOS RECEPTORES PERIODONTALES

Tanto estudios histológicos como neurofisiológicos de los receptores periodontales han presentado ciertas dificultades. En relación con el material de estudio histológico, los principales problemas derivan de la obtención y preparación de los cortes histológicos; ya que en la mayoría de los trabajos realizados se obtuvieron dichos cortes a partir de dientes extraídos, método que conlleva a una distorsión de la arquitectura haciendo difícil la detección del trayecto y terminación de las fibras nerviosas. Al igual que se presentan confusiones de diferencias entre receptores periodontales propiamente y lo que serían simplemente cortes de fibras nerviosas. (Fig. 1)

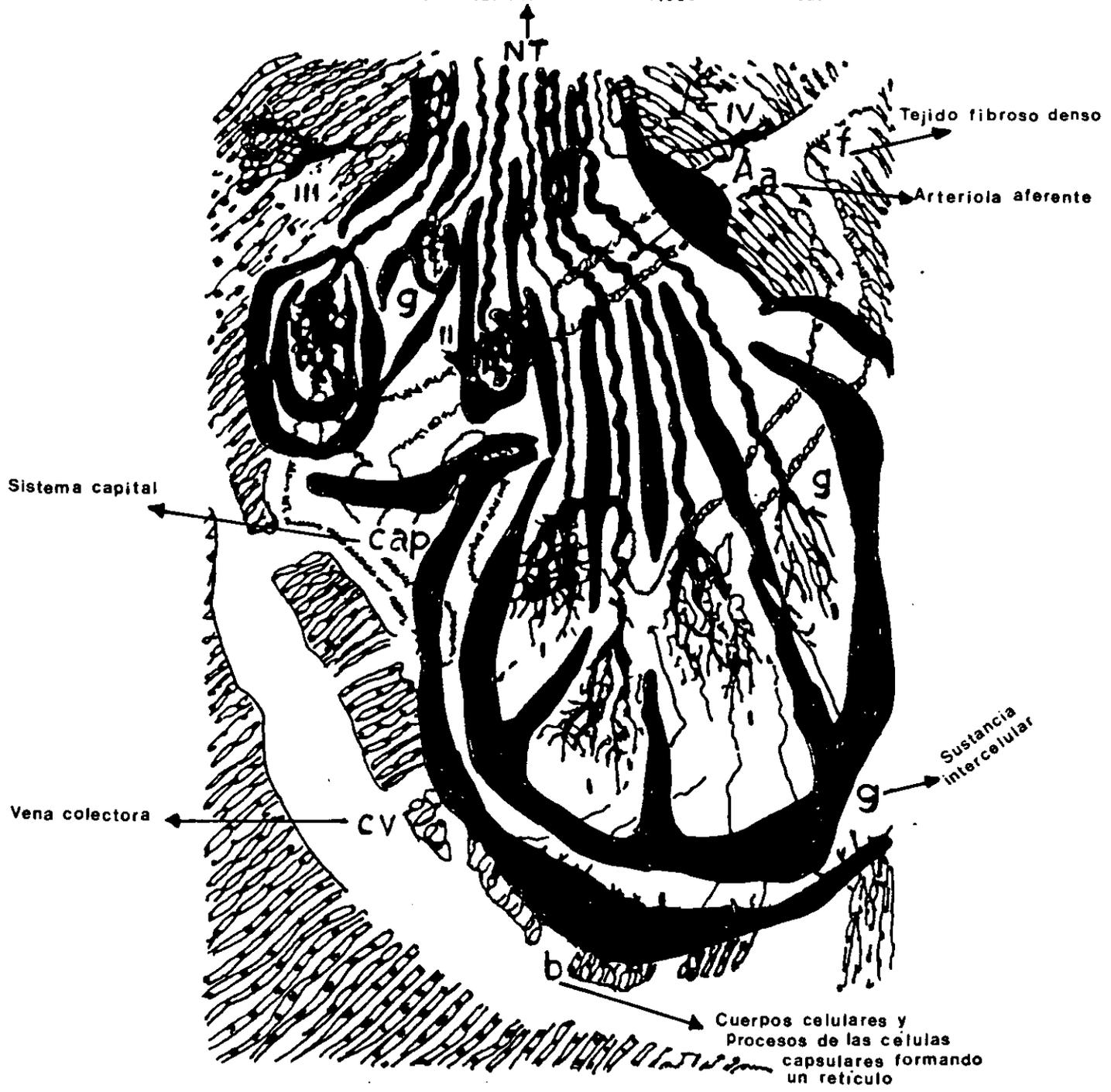


Fig. 1. Representación esquemática del tejido nervioso periodontal : I.Mecanorreceptor compuesto derivado del grupo II ó III de fibras presentándose aisladas o formando un complejo; II.Mecanorreceptor simple derivado de los grupos II y III de fibras nerviosas; III.Grupo III de terminaciones nerviosas; IV.Grupo IV de terminaciones nerviosas. (Harris & Griffin C.J : Inervation of the human periodontium IV. Fine estructura of the complex mechanorreceptors and the free endings. Aust. Dental J. 1974. 19:326-331).

Los receptores nerviosos aferentes o sensitivos, pueden ser descritos desde un punto de vista estructural o funcional.

Funcionalmente, los receptores sensitivos son parte del sistema nervioso periférico, que envían información sensorial hacia el sistema nervioso central y pueden ser de tres tipos:

1. Receptores exteroceptivos afectados por estímulos de fuera del cuerpo, que transportan las sensaciones de presión ligera y tacto.
2. Intero o Enteroceptores, afectados por estímulos de las vísceras.
3. Propioceptivos, afectados por estímulos del interior de la pared corporal, los músculos esqueléticos, tendones en y alrededor de la articulación y oído, que transportan tensión, presión profunda, orientación, conciencia de posición y movimiento.

Estructuralmente, se han definido tres grupos de receptores morfológicamente distintos, todos inervados por fibras mielinizadas :

1. Estructuras enrolladas compuestas por terminales nerviosas espiraladas, encapsuladas y en asociación con células del ligamento periodontal.
2. Estructuras laminares, con forma de botón, huso u hoja, compuestas de terminales nerviosas, encapsuladas y asociadas con células del ligamento periodontal.
3. Fibras de pequeño diámetro que terminan en forma libre.(13)

En el ligamento encontramos fibras mielínicas y amielínicas, con diámetros variables entre 0.5 a 1 micras para las amielínicas y 1 a 16 micras para las mielinizadas. (Fig. 2)

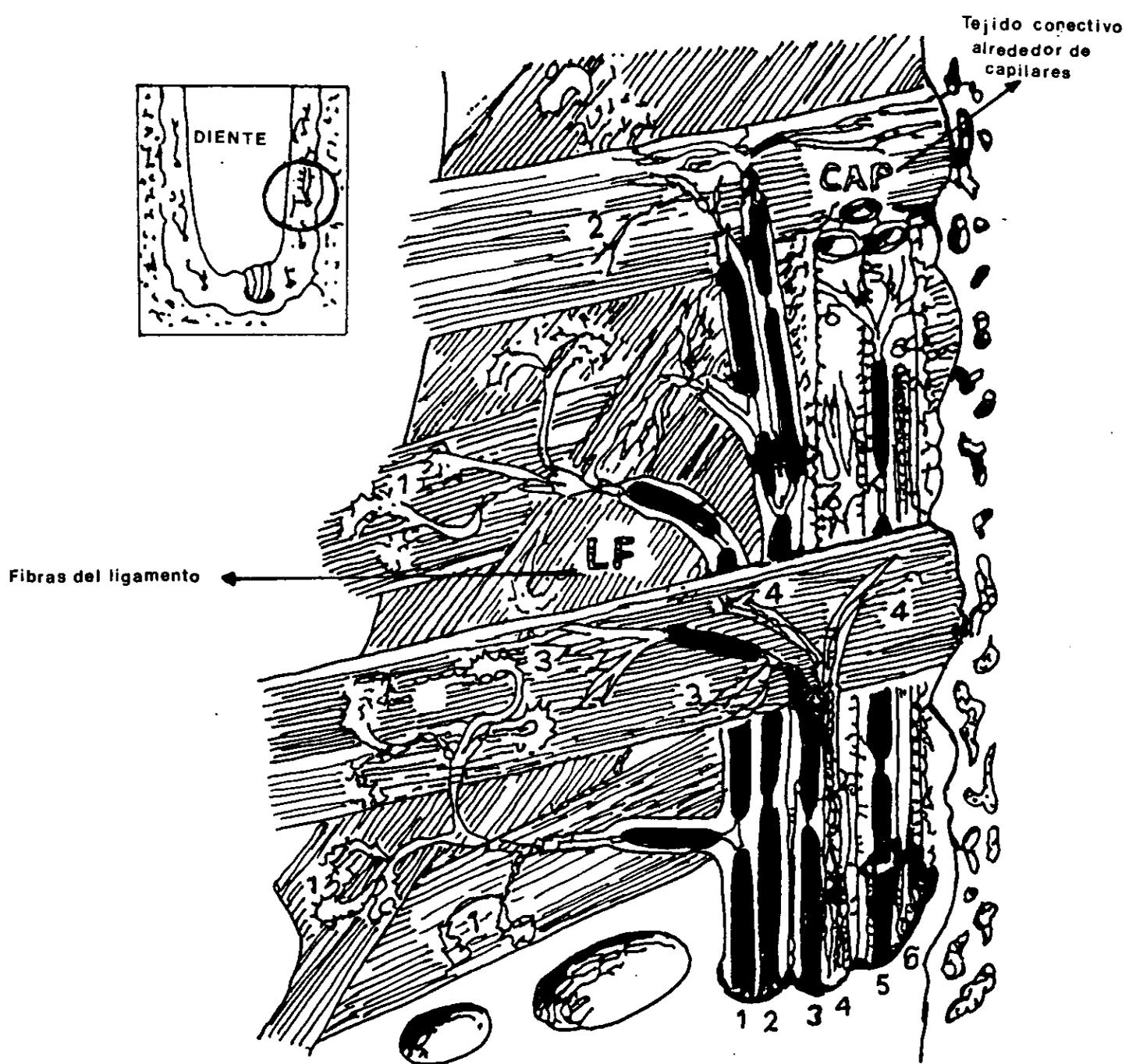


Fig. 2. Representación esquemática de los tipos de axones preterminales y terminaciones nerviosas del ligamento periodontal : 1.Terminaciones complejas tipo Ruffini, axones preterminales mielinizados; 2.Terminaciones simples tipo Ruffini, axones preterminales mielinizados que pueden formar pares de nervios; 3.Terminaciones simples tipo Ruffini, que se ramifican a partir de axones mielinizados libres; 4.Conjunto de axones amielínicos; 5.Terminaciones simples tipo Ruffini, que se ramifican a partir de axones mielinizados simples (CAP); 6.Conjunto de axones amielínicos (CAP). (Bradley R : Essentials of Oral Physiology. Edit. Mosby. 1995. U.S.A).

Sin embargo las estructuras nerviosas han sido descritas en las 4 partes del periodonto que son el ligamento periodontal, el cemento, la encía y el hueso alveolar, además los filamentos nerviosos que siguen una trayectoria que se origina de dos ramas del nervio trigémino, el nervio maxilar y el alveolar envían su paquete nervioso a través del proceso alveolar en una dirección coronal hacia la encía. Otro paquete viaja también coronariamente, con destino al ligamento periodontal en su terminación apical. De ahí, algunas fibras entran a la cámara pulpar a través del foramen apical, mientras que otras corren coronariamente, paralelas a la superficie radicular, principalmente en la parte externa del ligamento. Este recorrido longitudinal de las fibras está reforzado por otras fibras, las cuales se originan del manojito neural en el hueso alveolar, que perforan la lámina alveolar (lámina cribosa), para entrar en el ligamento periodontal. (14)

El ligamento periodontal posee fibras nerviosas que corren desde la región apical del diente hacia la zona gingival. Existen también pequeñas bandas nerviosas que penetran lateralmente al ligamento a través de foraminas del hueso alveolar, dividiéndose entonces en dos ramas : una se dirige hacia el ápice dentario, la otra hacia el margen gingival.

Se distinguen dos tamaños de fibras nerviosas, de diámetro grande o pequeño. Las fibras gruesas son mielinizadas y las delgadas pueden serlo o no. Se ha sugerido que las fibras gruesas inervan a mecanorreceptores, mientras que las delgadas están relacionadas con la sensación de dolor. Sin embargo, el último grupo de fibras delgadas desnudas podría representar a fibras autonómicas destinadas a los vasos sanguíneos. (13)

Sin embargo un estudio de la membrana periodontal humana es muy difícil, por lo que se sabe estos estudios se han realizado en muchos otros mamíferos, demostrando que los receptores en el ligamento periodontal son responsables de estímulos táctiles o de presión y que las unidades sensoriales periodontales

descargan impulsos sobre la estimulación mecánica, como el ejecutado por PEASLEE que citó que el diente detecta presión y localiza estímulos, o FRANKEL que afirmó que este poder de localización era debido a nervios de la membrana periodontal y que aun estaba presente después de la remoción pulpar, o bien BLACK que diferenció la respuesta dolorosa de la pulpa que reside en el tejido periodontal, guiando la creencia de que los nervios de la pulpa son los responsables de la conducción de dolor, y los de la membrana periodontal para la presión.

En consecuencia se han realizado experiencias que demuestran que la estimulación de la pulpa dentaria origina respuestas en los núcleos principal, oral y caudal. La proyección al núcleo caudal es de esperar, dado que este núcleo recibe proyecciones de otros nociceptores. Sin embargo, es inesperada la proyección más rostral debido a que se pensó que esta porción del complejo sensorial trigeminal sólo recibía información orofacial táctil. Se ha sugerido que la representación caudal es de carácter nociceptivo, mientras que la rostral tiene que ver con la localización del estímulo doloroso. (13)

Según Griffin y Harris clasificaron el " complejo neural " de los receptores nerviosos en tres categorías :

1. Receptores simples, que consistían de una fibra nerviosa mielinizada simple rodeada de los procesos de las células capsulares, las cuales perdían la vaina de mielina y terminaban como estructuras encapsuladas amielínicas.
2. Receptores compuestos o anillos terminales, siendo estas fibras nerviosas encapsuladas mielinizadas que acaban perdiendo la vaina mielínica y rodean a la fibra nerviosa mielinizada adyacente.
3. Receptores complejos, que resultan de la asociación de varias fibras amielínicas formando un ramillete de receptores compuestos. (15)

3. FUNCION DE LOS RECEPTORES

Los propioceptores tales como husos musculares o receptores de la articulación, son activados por estímulos dentro del cuerpo, dan información acerca de la posición relativa y movimiento de los miembros.

Algunos autores sugirieron que aferentes periodontales continuamente proporcionan información acerca de la dirección y magnitud de fuerza que repercute a dientes individuales. (16)

Los estudios sobre determinación umbral psicofísico, muestran que mecanorreceptores periodontales en el hombre tienen un papel esencial en la función táctil del diente. El cometido de los receptores de la articulación temporomandibular parecen ser menores. Los receptores musculares por otro lado son importantes cuando se abre la boca 5mm y más. Los receptores pulpares solo participan cuando se usan materiales conductores térmicos. (16)

a) PROPIOCEPCIÓN PERIODONTAL

Se ha demostrado que las fuerzas mecánicas aplicadas a un diente mueve a éste de su alveolo, y como resultado se genera tensión en el ligamento periodontal, causando la activación de mecanorreceptores periodontales.

Por el grado del estímulo y subsiguendo la respuesta del mecanorreceptor depende no sólo de las propiedades intrínsecas del mecanorreceptor sino también en la cantidad de fuerza requerida para mover el diente de su alveolo suficiente para activar al receptor. (17)

PSICOFISICA

Investigaciones histológicas en el hombre y otros mamíferos han demostrado la presencia de terminaciones nerviosas en las estructuras de soporte de los dientes. Como los movimientos dentales causan sensaciones táctiles es lógico el vínculo de esas sensaciones táctiles con las terminaciones nerviosas periodontales. (18)

No obstante es sabido que niveles umbrales (RL) neurofisiológicos y psicofísicos para mecanorreceptores son alcanzados con la misma amplitud de estímulos. Por eso, la función de mecanorreceptores periodontales en el hombre fué investigada por métodos psicofísicos.

En el método psicofísico debe hacerse una distinción clara entre el umbral pasivo o percepción de fuerzas aplicadas al diente y uno activo, donde la percepción es interoclusal de pequeños objetos.

El umbral de percepción activa se divide además en umbral funcional y estático. Mientras la determinación del umbral activo proporciona un medio para observar un parámetro de control motor mandibular, la determinación del umbral pasivo evalúa con mayor exactitud el papel de los mecanorreceptores periodontales.

El umbral absoluto (RL, por las siglas en alemán Reiz Limen) es la intensidad del estímulo que permite que un sujeto detecte el estímulo, mientras que el umbral diferencial (DL, por las siglas en alemán Differenz Limen) puede ser expresado como el incremento más pequeño de un estímulo que es sólo detectable por el sujeto.

La determinación del umbral se lleva a cabo habitualmente en sujetos dentados de ambos sexos, sin una disfunción craneomandibular u oclusal.

UMBRAL ACTIVO :

El RL activo está determinado por la detección interoclusal de objetos pequeños.

El umbral absoluto es incrementado extraordinariamente durante la masticación (RL funcional activo) debido a la progresiva intrusión del diente en el alveolo después de cada ciclo de masticación.

UMBRAL PASIVO :

El DL pasivo es la habilidad para diferenciar entre intensidades de fuerza aplicadas al diente. Cuando es aplicada una fuerza axial o labial se produce un desplazamiento completamente dental y de ese modo la activación de diferentes mecanorreceptores periodontales. Receptores cerca del ápice del diente tiene un umbral mucho más bajo que aquellos en la vecindad del fulcrum dental. Otra manera metodológica importante es la aplicación de fuerzas de impacto, en el cual los receptores pueden disparar a distancia a través de conducción ósea.

Otro argumento establece que las características funcionales de los receptores periodontales en el nivel umbral están determinadas por las propiedades visco-elásticas de tejidos circundantes. Una fuerza lentamente creciente permite la adaptación de mecanorreceptores periodontales y produce niveles de RL más altos.

Existen descubrimientos que indican que el RL activo no esta determinado únicamente por mecanorreceptores periodontales sino también por receptores no periodontales como los receptores pulpaes. (16)

Es importante examinar los efectos de la variación de la calidad de estímulo mecánico sobre los RL y descubrir si algunas propiedades de la propiocepción táctil son debidas a las características de los mecanorreceptores mismos o a su unión con los tejidos vecinos. (18)

Sin embargo, conforme se avanzó en esta investigación bibliográfica encontramos que existen numerosos expertos que confirman la idea de Mountcastle & Powell (1959) de que para los mecanorreceptores el "umbral de respuesta cortical" que se supone conduce a la percepción del evento periférico, está determinado por el umbral de los receptores de la periferia. Así, la información acerca de las características funcionales de los mecanorreceptores periodontales pueden ser obtenidos de la determinación del nivel umbral por métodos psicofísicos. (14)

Para una mejor comprensión de la opinión otorgada por este considerable número de expertos describimos la **DETERMINACIÓN DEL NIVEL UMBRAL**.

Como se mencionó anteriormente el nivel umbral (RL) es el estímulo más pequeño que detecta un sujeto. Sin embargo es sabido que muchas de las enfermedades del sistema masticatorio parecen influenciar en la sensibilidad periodontal, debido a que la capacidad de estos receptores para percibir sensación puede estar alterada ya que ellos están en un medio ambiente biológico muy modificado. (19)

Por lo tanto, cuando se extraen los dientes, la función mecanorreceptora está pérdida; y se ha demostrado en numerosos reportes que indican que la percepción táctil oclusal activa y pasiva en pacientes con implantes está reducida comparada con pacientes con una dentición natural.

Por lo tanto se concluye que el umbral de presión mínima al parecer es dependiente de la presencia de receptores en el ligamento periodontal.

El RL pasivo valora más precisamente la función táctil de mecanorreceptores periodontales. Sin embargo, la relación entre el RL activo y pasivo indican que el RL pasivo permanece en un parámetro relevante y clínicamente útil para observar la función táctil de los dientes.

El RL pasivo más alto comparado con reportes previos podría ser explicado por el bloqueamiento de los receptores del oído interno. Cuando un objeto se impacta sobre un diente maxilar, los receptores del oído interno pueden disparar a través de la propagación de la vibración por medio de conducción ósea. (20)

Estudios bucales de propiocepción dimensional caen dentro de dos categorías : Aquellas que discriminan cambios en grosor y las que determinan el grosor mínimo con que puede ser percibido entre las superficies incisal y oclusal de los dientes. Varios estudios han sido hechos sobre la habilidad de los pacientes para discriminar diferencias en el tamaño de objetos.

MANLY y asociados compararon tres grupos de pacientes apreciando el juicio de tamaño de discos de plástico sujetos entre los bordes incisales de los dientes anteriores. Los grupos consistieron de aquellos pacientes con dentaduras naturales y aquellos con dentaduras artificiales. Encontraron diferencias no significativas entre los tres grupos de pacientes y concluyeron que el tamaño juzgado fué probablemente realizado por sensaciones propioceptivas desde las articulaciones temporomandibulares y músculos masticatorios. (21)

MUNCH y SCHRIEVER reportaron que una carga tan pequeña como 1.5 gm fué percibida en denticiones humanas. ADDLER valoró los umbrales de carga como entre toque y dolor en seres humanos y encontró que los umbrales fueron más

altos para tensiones axiales de dientes mandibulares que aquellos de dientes maxilares y que umbrales aumentaron desde la parte anterior hasta la posterior

de la boca. Los valores umbrales axiales iban desde 5.98 kg sobre incisivos centrales a 10.60 kg sobre segundos premolares, mientras que los umbrales laterales variaban desde 1.65 kg a 2.42 kg. Hubo una pequeña diferencia entre dientes maxilares y mandibulares en dirección de fuerza lateral. (12)

LOWENSTEIN y RATHKAMP determinaron que los umbrales mínimos de carga se incrementaron significativamente del canino al primer molar, disminuyendo para el segundo molar. Ellos igualmente encontraron que la habilidad de los pacientes para localizar un diente estimulado mecánicamente fue prácticamente 100% en dientes anteriores pero disminuyó en los dientes posteriores. (11)

Se tendrá que tomar en cuenta que la inervación sensorial de la membrana periodontal deberá ser considerada tan importante como la inervación de la pulpa. Ya que diferentes investigaciones han mostrado que los dientes anteriores son mucho más sensibles que los dientes posteriores y que un paciente puede localizar un diente anterior estimulado con más facilidad que un diente posterior.

Este hecho apoya la importancia de el establecimiento de una guía incisal como precursor para la rehabilitación bucal. También señala la importancia de retener dientes anteriores como estribo para prótesis.

Muchos estudios se han realizado en relación a la sensibilidad direccional de los dientes. PFAFFMAN encontró que, cuando una fuerza se aplica a un diente en una sola dirección, solamente una terminación nerviosa era estimulada y descargada. NESS mostró que la respuesta del receptor estuvo relacionada a la dirección de los estímulos aplicados al diente. (8)

JERGE reportó que los receptores en la membrana periodontal son sensibles direccionalmente. La raíz entera de los dientes está rodeada por muchos tipos de receptores, por medio de los cuales reciben estímulo direccional, del mismo modo este autor refiere que, cuando una neurona inerva los receptores de varios dientes, la activación del receptor es más eficaz cuando la presión es aplicada desde una dirección común. Menciona que la colocación de receptores alrededor de un diente es tal que algunos receptores responderán a presión en relación a la dirección desde la cual ésta es aplicada. (6)

Podemos deducir que se demuestra que los dientes anteriores y posteriores fueron más sensibles a fuerzas laterales que a fuerzas axiales. Este hallazgo apoya la creencia de que las fuerzas axiales son fisiológicas y que excesivas fuerzas laterales pueden resultar en cambios patológicos. Los umbrales inferiores a fuerzas laterales pueden ser un mecanismo protector. También se mostró que los receptores alrededor de las raíces de los dientes continúan enviando impulsos cuando la raíz fué estimulada mecánicamente por presión extremadamente ligera, aún cuando muchas de las raíces fueron removidas. Esto apoya la retención de las raíces de dientes naturales para ser usadas como poste de fijación o sobredentaduras para preservar este suministro sensorial.

b) PROPIOCEPCIÓN MUSCULAR

Tanto los receptores articulares como los musculares son vitales para las funciones orales relacionadas con la alimentación y la fonación. Estos receptores brindan información al sistema nervioso central relacionada con el estado mecánico de la musculatura orofaríngea, colaborando así en el control de la acción muscular. (13)

Los componentes básicos del sistema neuromuscular es la unidad motora, la cual consiste de un número de fibras musculares que son inervadas por una neurona motora.

ESTRUCTURAS NEUROLOGICAS :

Neuronas : Cada músculo esquelético tiene inervación tanto sensorial como motora. Las neuronas aferentes o sensoriales llevan información de los músculos al sistema nervioso central a través tanto de la médula espinal como del más alto nivel central. El tipo de información llevada por las fibras nerviosas aferentes depende de las terminaciones nerviosas sensoriales.

Una vez que la información sensorial ha sido recibida y procesada por el sistema nervioso central, la información reguladora regresa a los músculos a través de las fibras nerviosas eferentes o motoras. Las neuronas eferentes inician los impulsos para la función adecuada de los músculos específicos lo que permitirá la respuesta motora deseada. (1)

Algunas terminaciones nerviosas hacen llegar sensaciones de malestar y dolor, otras proporcionan información en cuanto al estado de contracción o relajación del músculo. Aún más, otras proporcionan información en cuanto a posiciones del hueso y la articulación (propiocepción).

Husos musculares : Los músculos esqueléticos constan de dos tipos de fibras musculares. Las primeras son las fibras extrafusales, que son contractiles y forman el volúmen del músculo; las segundas son las fibras intrafusales las cuales son contractiles sólo circunstancialmente. Un haz de fibras musculares intrafusales limitado por una vaina del tejido conectivo es llamado huso muscular. Los husos musculares controlan principalmente la tensión dentro del músculo esquelético, están interpuestos a través del músculo y se alinean paralelamente con las fibras extrafusales.

Hay dos tipos de fibras aferentes que suministran a las fibras intrafusales. Se clasifican según sus diámetros; las fibras más grandes conducen impulsos a una rapidez más alta y tienen umbrales más bajos. Aquellos que terminan en la región central de las fibras intrafusales es el grupo más grande (Ia ó A-alfa) y se dice que son la terminación primaria (TERMINACIÓN ANULOESPIRAL). Aquellos que terminan en los polos del huso son el grupo más pequeño (IIa ó A-beta) y son terminaciones secundarias (TERMINACIÓN EN ROSETÓN). Las terminaciones anuloespirales y en rosetón son activadas por el estiramiento y las neuronas aferentes llevan ésta información al sistema nervioso central. Las neuronas aferentes originadas en los husos musculares de los músculos de la masticación tienen sus cuerpos celulares en el núcleo mesencefálico trigeminal.

Las fibras intrafusales reciben inervación eferente a través de fibras nerviosas fusimotoras. Como otras fibras eferentes, las fibras eferentes gamma se originan en el sistema nervioso central y cuando son estimuladas causan contracción de las fibras intrafusales. Cuando las fibras intrafusales se acortan, la cadena nuclear y el área del saco nuclear son estiradas, lo que es registrado como si el músculo entero fuera estirado, y comienza la actividad aferente. (1)

Desde un punto de vista funcional el huso muscular actúa como un sistema, que controla la longitud del músculo. Constantemente retroalimenta información al sistema nervioso central en relación al estado de alargamiento o contracción del músculo.

Organo tendinoso de Golgi : Los órganos tendinosos de Golgi están localizados en el tendón muscular entre las fibras musculares y su unión al hueso. Ellos principalmente controlan la tensión, considerando que los husos musculares principalmente controlan la longitud muscular. El órgano tendinoso de Golgi se encuentra en serie con las fibras musculares extrafusales y no en paralelo como los husos musculares. (1) Esta disposición anatómica distinta

permite que transductores nerviosos similares transmitan señales diferentes al sistema nervioso central. Cada uno de estos órganos sensoriales constan de fibras tendinosas rodeadas por un espacio linfático encerrado dentro de una cápsula fibrosa. Las fibras aferentes entran cerca de la mitad del órgano y se despliegan en toda la extensión de las fibras. La tensión sobre el tendón estimula los receptores en el órgano tendinoso de Golgi, por tanto la contracción del músculo igualmente estimula el órgano. La actividad del órgano tendinoso de Golgi inhibe la correspondiente a la motoneurona alfa. Por lo tanto, el estiramiento o la contracción muscular, mediante alteración del grado de actividad del órgano tendinoso, tiende a mantener una tensión constante a nivel muscular.

FUNCIÓN DE LOS RECEPTORES SENSORIALES DE LOS MÚSCULOS

Cuando un músculo se estira pasivamente, los husos informan al sistema nervioso central de esta actividad. La contracción muscular activa es controlada tanto por los órganos tendinosos de Golgi como por los husos musculares. El movimiento de las articulaciones y tendones estimulan los corpusculos de Paccini. Todos los receptores sensoriales proveen información continuamente al sistema nervioso central. El sistema nervioso central debe controlar constantemente y reaccionar apropiadamente a esta información, donde el cerebro es el centro de percepción principal de toda la información sensorial. (1)

Se creyó que la retroalimentación sensorial relacionada con la longitud y tono de los músculos, es transmitida por los husos musculares que actúan como propioceptores. Fibras aferentes desde los husos musculares de los músculos de cierre mandibular, tienen sus células en el núcleo mesencefálico del trigémino.

Se han encontrado potenciales de acción provocados por la raíz mesencefálica mientras se estiran los músculos masticatorios. COOPER, DANIEL y WHITTERIDGE

detectaron respuestas similares de el alargamiento de esos músculos y creyeron que los cuerpos celulares de esos propioceptores musculares forman parte de el núcleo mesencefálico. Encontraron que casi todos los músculos masticatorios tienen husos musculares, pero su presencia en la parte anterior de los músculos digástrico y pterigoideo lateral fué cuestionado. (22)

MATTHEWS creyó que los receptores en músculos señalan la longitud y tasa de cambio de longitud y concluyó que la función primaria de los husos musculares es subconsciente, más que el control nervioso consciente de la contracción. (23)

Se ha estudiado el efecto de la estimulación mecánica de los dientes naturales en la actividad de los músculos masticatorios. BEADREAU, DAUGHERTY y MASLAND hicieron registros electromiográficos bilaterales sobre los músculos temporal y masetero y determinaron que golpear levemente los dientes produjo un periodo "silencioso" en esos músculos. Igualmente encontraron que la anestesia local para el diente estimulado eliminó el período silencioso. (24) YEMM y colaboradores (25) observaron también una inhibición refleja de la actividad del músculo masetero después de golpear levemente los dientes; notaron patrones similares durante la masticación, opuestos a los hallados por BEADREAU y colaboradores. MATTHEWS y colaboradores (23) encontraron que la inhibición refleja no estuvo suprimida por anestesia local al diente y sugirieron que otros receptores, además de aquellos en los tejidos periodontales estaban involucrados. Se sugirió que la activación de los músculos fué debida a la estimulación de los husos por la vibración o rebote de la mandíbula. MATTHEWS y YEMM igualmente estudiaron las respuestas musculares siguiendo al golpeo ligero dental; encontraron que la respuesta primaria al golpe ligero de un diente, fué la activación del músculo digástrico seguido por una respuesta de estiramiento en el músculo masetero. Igualmente encontraron que los músculos maseteros exhibieron un período silencioso después de hacer contacto dental en pacientes con dentaduras completas.

Cambios en la actividad muscular fueron similares en pacientes con dientes naturales y dentaduras completas.

C) PROPIOCEPCIÓN DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Los registros efectuados a partir de la inervación periférica han demostrado la posibilidad de observar descargas nerviosas de adaptación rápida o lenta cuando se rota la mandíbula. Sin embargo, se desconoce el tipo de receptor involucrado en ésta respuesta.

Estos resultados indican que la información sobre la velocidad de la rotación, así como el grado de la misma, es transmitida hacia el sistema nervioso central a partir de los receptores articulares. Tal información es obviamente importante en el control mandibular, así como en aquella posición de relación intermaxilar llamada posición de reposo mandibular. (13)

La capsula que rodea las articulaciones está inervada por fibras nerviosas sensoriales de diversos tamaños. Estas fibras terminan en receptores tipo Golgi, similares a los existentes en los tendones y en receptores tipo Ruffini y laminados tipo Paccini. Además se observan terminaciones nerviosas libres. Los registros electrofisiológicos han demostrado que los receptores de Golgi, descargan en magnitud dependiendo de la tensión del ligamento articular, siendo sensibles a la magnitud absoluta del estímulo y no a su magnitud de cambio. Las terminaciones de Ruffini descargan en respuesta a un desplazamiento angular constante de la articulación. Descargan con mayor frecuencia durante el movimiento, mostrando ser sensibles tanto a la velocidad angular como a la posición angular. Los corpúsculos tipo Paccini son sensibles a estímulos fásicos pero no a tónicos.

En la determinación del umbral activo, la influencia eventual de los receptores de la articulación temporomandibular puede ser establecida por anestesia en la articulación.

Por tanto, los receptores articulares pueden jugar un papel menor en la función táctil oral.

INFLUENCIA DE LOS RECEPTORES DE LA ARTICULACION TEMPOROMANDIBULAR EN LA PERCEPCION OCLUSAL TACTIL

La actividad neuromuscular está derivada de la información recibida de los músculos mismos y también del resto de los receptores sensoriales distribuidos en todo el sistema masticatorio. Las diferentes funciones son influenciadas por los distintos receptores en diferente grado, pero ninguno por la acción individual de alguno de ellos en particular. De acuerdo al conocimiento actual es igualmente imposible aislar la influencia del sistema nervioso central sobre la actividad periférica, ya que los propioceptores de la membrana periodontal, músculos, tendones y articulación temporomandibular envían información al sistema nervioso central a nivel de los núcleos mesencefálicos del nervio trigeminal, que están estrechamente interconectados con las diferentes funciones del sistema masticatorio. (26)

Ha sido demostrado que los humanos tiene la habilidad para detectar partículas de tamaño y grosor mínimo entre dientes antagonistas. Es también posible detectar fuerzas extremadamente ligeras aplicadas al diente. Esta sensación perceptiva oclusal parece estar relacionada a receptores sensoriales en el ligamento periodontal. También ha sido sugerido que receptores de otros lugares dentro de el sistema masticatorio pueden estar involucrados. Sin embargo la anestesia completa de arcos dentales opuestos no elimina completamente la habilidad para la discriminación y percepción oclusal.

La anestesia de las estructuras periodontales no eliminan la capacidad discriminadora oclusal.

Se ha sugerido que receptores de la articulación temporomandibular, músculos y tendones pueden tener alguna influencia sobre la capacidad perceptiva oclusal. (26)

Hay quienes creen que los receptores en la articulación temporomandibular, juegan el papel clave en la identificación de la posición mandibular, cuando los dientes no están ocluyendo.

Estudios en diferentes animales, sobre las articulaciones temporomandibulares, han mostrado que algunos receptores en esas articulaciones, solo descargan durante el movimiento de una articulación, mientras que otros receptores descargan continuamente. Los últimos receptores disparan con frecuencia aumentada durante la extensión de la articulación, y las descargas permanecen en un nivel elevado en esta nueva posición. Estos receptores están obviamente transmitiendo información acerca de la posición estática de la articulación.

Algunos investigadores teorizan que las respuestas musculares podrían ser evocadas, por descargas de los receptores en la cápsula, en el movimiento de la articulación temporomandibular.

STOREY creyó que el tamaño de la discriminación fue casi enteramente una función de los receptores en la articulación temporomandibular.(27)

Por lo tanto se afirma que los receptores articulares aportan la mayor parte de la actividad aferente, que tiene que ver con la conciencia perceptual del movimiento y la posición articular. Además se concluye que la articulación temporomandibular podría ser propioceptiva y se sugiere que la propiocepción de la articulación, participa también en el control de las actividades musculares de la mandíbula.

4. NEUROFISIOLOGIA DE LOS RECEPTORES

ACCIÓN REFLEJA

Una acción refleja es la respuesta resultante de un estímulo, que pasa como tal a lo largo de una neurona eferente, conduciéndolo al músculo esquelético. Aunque la información se les envíe a los centros más altos, la respuesta es independiente y ocurre normalmente sin influencia de la corteza o del tallo cerebral.

Una acción refleja puede ser monosináptica o polisináptica. Un reflejo monosináptico ocurre cuando la fibra aferente estimula directamente la fibra eferente en el sistema nervioso central. Un reflejo polisináptico se presenta cuando la neurona aferente estimula una o más interneuronas en el sistema nervioso central, el cual regresa el estímulo a las fibras nerviosas eferentes.

Dos acciones reflejas generales son importantes en el sistema masticatorio :

- El reflejo miotático
- El reflejo nociceptivo

El **reflejo miotático** o de estiramiento es el único reflejo mandibular monosináptico. Cuando un músculo esquelético es estirado rápidamente, este reflejo protector es provocado y causa una contracción del músculo estirado. (Fig. 3)

Cuando un músculo se contrae, los husos musculares son acortados, lo cual causará la salida de la actividad aferente de estos husos para que sean bloqueados. Si es supervisado el potencial eléctrico de la actividad nerviosa aferente, se notará un período silencioso (ninguna actividad eléctrica) durante ésta etapa de contracción. La actividad eferente gamma puede influir en la duración del período silencioso. La actividad eferente gamma más alta causa

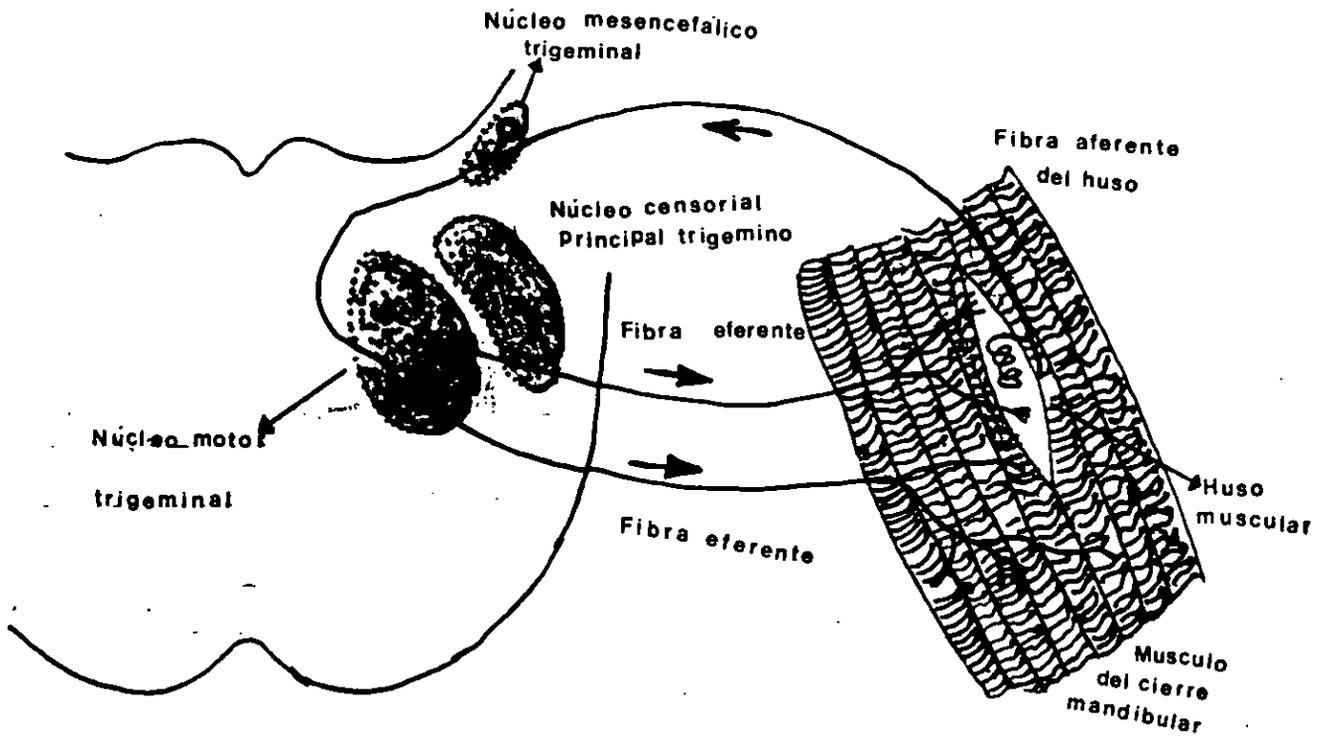


Fig. 3. **Reflejo miotático** : El camino es como sigue: Un súbito estiramiento del huso muscular incrementa la entrada aferente del huso. Los impulsos aferentes pasan al mesencéfalo por vía del núcleo mesencefálico del trigémino. La sinapsis de las fibras aferentes en el núcleo motor del trigémino con las neuronas motoras eferentes alfa que llevan directamente a la fibra extrafusar del músculo elevador, el cual fué estirado. La información del reflejo ordena a las fibras extrafusales contraerse. Se observa la presencia de las fibras eferentes gama. El estímulo de estas puede causar contracción de las fibras intrafusales del huso y así sensibilizar el huso a un estiramiento súbito. (Okeson J : Management of temporomandibular disorders and occlusion. 3th edition. Edit. Mosby. 1993. Chapter 2:28-63).

una contracción de las fibras intrafusales, lo cual reduce el tiempo que el huso es bloqueado durante una contracción muscular. Reduciendo la actividad eferente gamma éste periodo silencioso se prolonga. (1)

Período Silencioso : El período silencioso, que es corto y transitorio desaparece con la actividad electromiográfica en un músculo contraído, esto fué puntualizado inicialmente por HOFFMAN (1920), quien asignó al período refractario de las neuronas motoras de la columna vertebral, siguiendo un recorrido sincronizado. Otros atribuyeron el período silencioso a una pausa en la descarga de husos musculares. Este período inhibitorio es antecedido por un incremento corto en la actividad que se envía y regresa de los músculos, el cual es llamado reflejo monosináptico.

El período silencioso de los músculos masticatorios es una característica del estado de contracción de estos músculos, que es provocado cuando se dan palmaditas en la barbilla como en el reflejo miotático. Cada vez que un músculo se contrae, se produce un impulso eléctrico; estos impulsos pueden ser registrados por medio de electromiografía, donde los impulsos aparecen como una serie de picos. Cuando se relaja el músculo, las espigas son más cortas; pero no desaparecen.

Durante el apretamiento dental de los pacientes, una súbita palmadita descendente se aplica a la barbilla, inmediatamente después, un silencio brusco ocurre en la actividad eléctrica del músculo, aunque la contracción parece ser sostenida. Se ha sugerido que la palmadita a la barbilla activa los husos musculares, lo que causa que la información sea relevada al sistema nervioso central por vía del núcleo mesencefálico trigeminal. Una interrupción entonces ocurre en el núcleo motor del V par craneal (trigemino) y ningún impulso motor es enviado a los músculos de la masticación por un tiempo muy corto. Los impulsos motores entonces regresan al músculo que continúa contraído.

El tiempo de ninguna actividad eléctrica se llama PERÍODO SILENCIOSO. Una gráfica muestra el período silencioso como una línea recta; se puede determinar la longitud de los periodos silenciosos midiendo la línea en la gráfica. El período silencioso puede ser observado en todos los músculos de la masticación y normalmente alcanza entre 16 y 35 milisegundos. Más recientemente se ha demostrado que la longitud del período silencioso esta relacionado estrechamente con la cantidad de fuerza de la mordida. (1)

El tiempo de demora entre el contacto dental y la aparición de la inhibición completa de la actividad electromiográfica, varió de 12 a 60 msec-1 y la duración del período silencioso de 5 a 60 msec. de acuerdo a los autores. (14)

Se ha concluído que el origen del reflejo es periodontal, por la constante relación encontrada en un contacto oclusal, así como durante la masticación.

Un razonamiento más viable para el origen periodontal de este reflejo es el hecho de que la inhibición obtenida al golpear dientes únicos desaparece después de la aplicación de anestesia local en los dientes estimulados.

El reflejo nociceptivo o flexor es un reflejo polisináptico a estímulos nocivos y por lo tanto se considera como protector. (fig. 4) En el sistema masticatorio éste reflejo llega a ser activo cuando se encuentra de repente durante la masticación un objeto duro.

Cuando es forzado el diente sobre el objeto duro, un estímulo nocivo es recibido por el diente y estructuras periodontales circundantes. Los receptores sensoriales asociados activan fibras nerviosas aferentes, que llevan la información al núcleo del tracto espinal trigeminal donde ellos hacen sinapsis con interneuronas. Estas interneuronas viajan al núcleo motor trigeminal. La respuesta motora que se lleva durante éste reflejo es más complicada que el reflejo miotático, ya que la actividad de varios grupos de músculos deben ser coordinados para llevar la respuesta motora deseada. No sólo deben ser inhibidos los músculos elevadores para prevenir un cierre mandíbular adicional

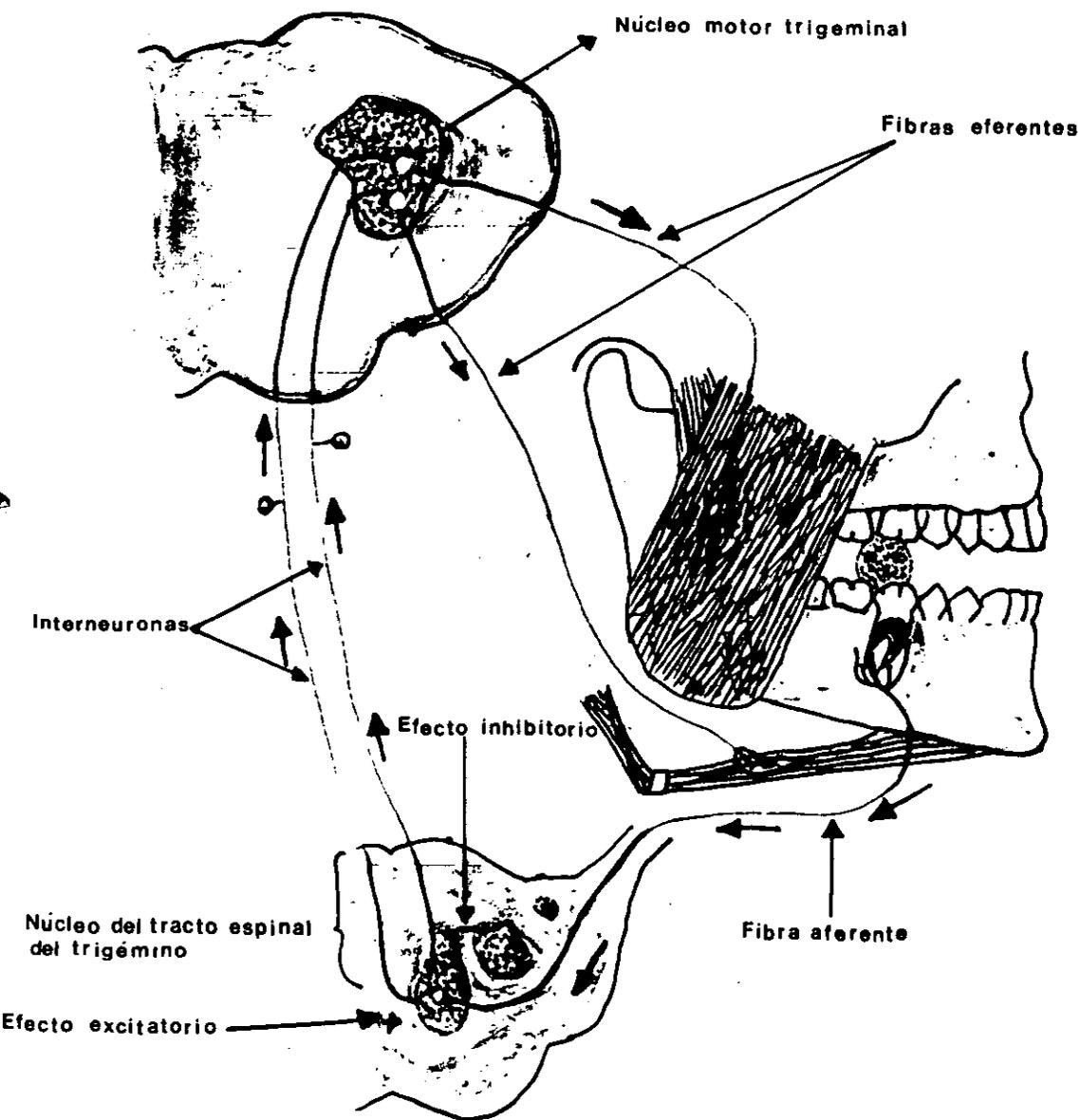


Fig. 4. Reflejo nociceptivo : Es activado cuando se muerde inesperadamente un objeto duro. El estímulo nocivo es iniciado desde el diente y acentuado en el ligamento periodontal. Las fibras aferentes del nervio llevan el impulso a las interneuronas en el núcleo del tracto espinal del trigémino. Las neuronas aferentes estimulan ambas interneuronas excitatorias e inhibitorias. La sinapsis de interneuronas inhibitorias con fibras eferentes llevan a los músculos elevadores. El mensaje llevado es discontinuar la contracción. La sinapsis de interneuronas excitatorias con las neuronas eferentes que inervan a los músculos depresores de la mandíbula. El mensaje enviado es de contracción, lo cual lleva a los dientes lejos del estímulo nocivo. (Okeson J : Management of temporomandibular disorders and occlusion. 4th edition. Edit. Mosby. 1993. chapter 2:28-63).

sobre el objeto duro, sino también los músculos de apertura mandibular deben ser activados para llevar los dientes lejos del daño potencial. El resultado en conjunto es que la mandíbula rápidamente descienda y los dientes sean apartados bruscamente del objeto que causa el estímulo nocivo. (1)

Como lo referimos en un principio el control de la actividad de la mandíbula es de suma importancia y por ello nos ocupamos de la recopilación de información detallada de esta actividad. Ciertamente los músculos mandibulares contienen husos musculares y en consecuencia relacionados con la propiocepción.

Existen dos reflejos principales de origen periodontal que son de suma importancia en el control de la actividad muscular de la mandíbula, el reflejo muscular de apertura mandibular y el también llamado " período silencioso " en los músculos de cierre de la mandíbula.

REFLEJO DE APERTURA MANDIBULAR

La apertura mandibular fue estudiada por SHERRINGTON en el año de 1917 en un gato descerebrado o anestesiado, consecutiva a la presión brusca de estimulación farádica de varias partes de la actividad oral. Las áreas receptoras fueron los dientes de ambas arcadas, encías, paladar anterior y lengua. Además de ellas, otras áreas receptoras fueron reportadas dentro del área trigeminal capaces de provocar este reflejo. Esto confirma que los receptores periodontales pueden iniciar un reflejo de apertura mandibular.

Se postula que este reflejo de apertura mandibular juega un papel importante en los movimientos mandibulares cíclicos, contraponiéndose a los reflejos de estiramiento. (14)

El reflejo de apertura mandibular fué identificado primero, cuando un estímulo mecánico en los receptores de presión intrabucal (encía, dientes o parte frontal del paladar duro), evocaron el reflejo de apertura mandibular. De ellos,

los estímulos de presión o táctiles a la corona del diente evocaron marcadamente el reflejo de apertura mandibular. La remoción de la pulpa no causó disminución del reflejo. Por tanto, se concluyó que los mecanorreceptores de la membrana periodontal, son los mediadores del reflejo de apertura mandibular. (8)

No obstante, otras investigaciones mostraron que la anestesia local de los dientes no suprime la inhibición del músculo masetero, lo cual indicó que otros receptores están envueltos en el tejido periodontal. En efecto, otras tres fuentes han sido mencionadas como origen de inhibición para el cierre mandibular, y así contribuir al período silencioso, estas son :

1. Organos tendinosos de Golgi en músculos masticadores
2. Inhibición recurrente de vías motoras de axones colaterales
3. Deficiencia de motoneuronas de silenciamiento de husos musculares durante el temblor muscular del espasmo mandibular (8)

De tal manera que la explicación aceptada de la membrana periodontal y su papel en el reflejo mandibular es como sigue : En el momento en que la mandíbula se abre, los músculos del cierre mandibular son estirados y el espasmo de los músculos mandibulares sigue al reflejo monosináptico. La mandíbula entonces empieza a cerrar, y la actividad de los músculos de apertura mandibular está inhibida. Una vez que los dientes están ocluidos, los impulsos sensoriales de presión táctil de la membrana periodontal inhiben la actividad de los músculos de cierre mandibular y activan la de los músculos de apertura mandibular. Tal es la relación recíproca que se conoce de los movimientos masticatorios rutinarios de la mandíbula. (fig. 5)

La interacción muscular coordinada, rítmica de la masticación, es realizada por dos reflejos distintos, el reflejo monosináptico de los músculos del cierre mandibular y el reflejo polisináptico de apertura mandibular evocada por los

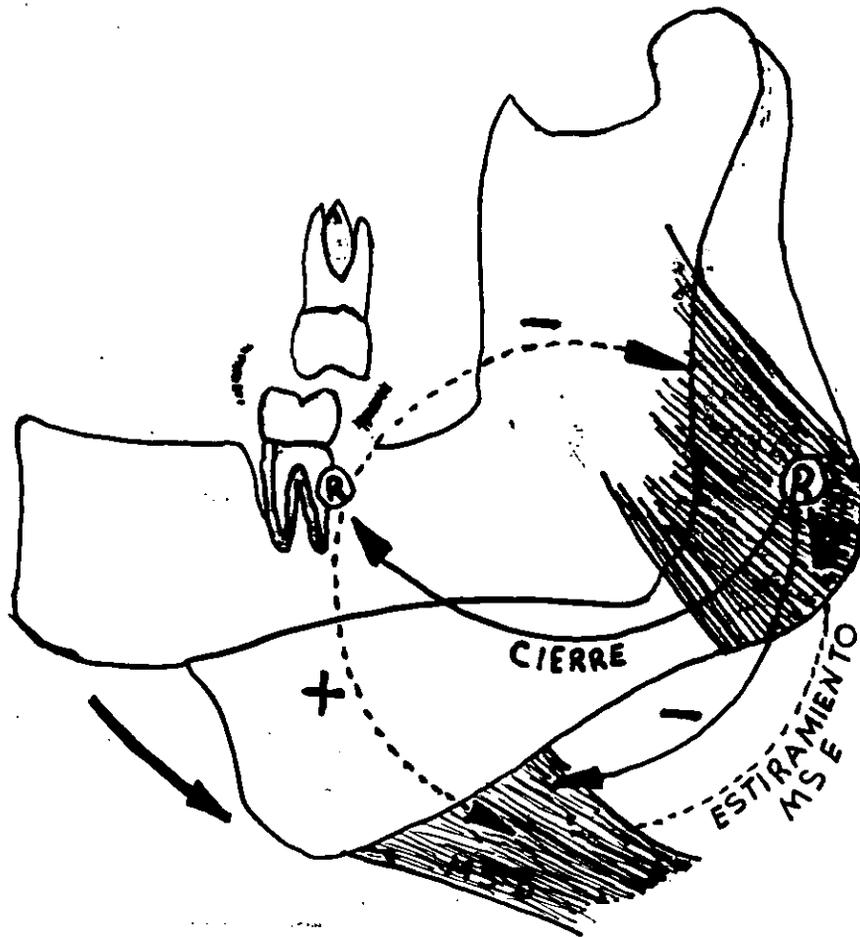


Fig. 5. **Control de la musculatura mandibular** : El receptor periodontal R detecta el estímulo de la oclusión y se desencadena el reflejo de apertura, estimulándose los músculos depresores o de apertura (ms.d) e inhibiéndose los músculos elevadores o de cierre (ms.e). La apertura mandibular creará tensión en la musculatura de cierre y el estímulo actúa sobre su receptor propioceptor R desencadenándose el reflejo de estiramiento. El reflejo de cierre que sigue inhibe los músculos depresores y permite la elevación de la mandíbula. (Okeson J : Management of temporomandibular disorders and occlusion. 3th edition. Edit. Mosby. 1993. chapter 2:28-63).

receptores de presión intrabucal, especialmente los nervios de presión sensitiva periodontales.

El papel de los receptores periodontales en el control de la actividad muscular mandibular ha sido exagerado según algunos autores, pero para otros, las implicaciones clínicas de esos reflejos musculares periodontales-mandibulares permanecen en duda o bien que ellos podrían jugar un papel importante en algunos síndromes de disfunción. No obstante es evidente que los receptores periodontales no sólo influyen en la actividad muscular de la mandíbula a través de mecanismos reflejos, sino también realizan el control motor muscular de la mandíbula a través de la interacción con otras aferencias. Tal vez a través de esas interacciones, los receptores periodontales regulen las fuerzas de máximo apretamiento. (14)

III. TRAYECTO DE LAS FIBRAS NERVIOSAS DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

La fisiología del sistema masticatorio depende principalmente de la integración de la retroalimentación sensorial con la respuesta motora neuronal. La percepción y propiocepción son los procesos sensoriales que actúan para programar y monitorear las respuestas motoras. RUCH y PATTON establecieron que los actos motores más simples son iniciados a través de órganos sensoriales, y las actividades motoras más complejas son controladas por medio de esos órganos. La sensibilidad pura ocurre probablemente sólo una vez después de las primeras experiencias en la infancia de una sensación específica. Después de éstas experiencias pasadas y la comparación de una sensación con otra, transforman la percepción.

La función del sistema masticatorio es muy dependiente del suministro del sistema nervioso a través de la propiocepción y percepción. Un defecto o una no integración del suministro propioceptivo o perceptivo pueden resultar en una pobre función o en cambios patológicos en partes del sistema.

El ligamento periodontal posee numerosas fibras nerviosas sensoriales capaces de transmitir las sensaciones de tacto, presión y dolor, esto a través de las vías del trigémino. Los haces nerviosos pasan hacia el ligamento periodontal desde el área periapical y a través de conductos en el hueso alveolar.

El nervio trigémino es un nervio mixto que transmite la sensibilidad de la cara, órbita y fosas nasales, y lleva las órdenes motoras a los músculos masticadores.

El sistema trigeminal del tronco encefálico puede ser dividido en componentes sensoriales y motores. Los núcleos sensoriales se extienden desde el

mesencéfalo hasta la región cervical superior de la médula espinal, habiendo sido subdivididos en tres masas nucleares principales que son : el espinal, el sensorial principal (pontino o protuberancial) y el mesencefálico. Por el contrario, el núcleo motor es de mucho menor tamaño. Las fibras aferentes del trigémino, cuyos cuerpos celulares se encuentran en el ganglio semilunar (o trigeminal), se bifurcan luego de penetrar en el tronco encefálico. Una porción de ellas asciende entonces para terminar en el núcleo sensorial principal, mientras que otra desciende, formando el tracto descendente, para terminar en el núcleo espinal. Este núcleo está dividido en tres, el núcleo oral, el interpolar y el caudal. En contraste con las fibras que terminan en los núcleos espinal y sensorial principal, el grupo de fibras aferentes que se dirigen hacia el núcleo mesencefálico no poseen sus cuerpos celulares en el ganglio semilunar. Los somas de tales fibras aferentes se ubican en el núcleo mesencefálico, que se extiende desde el cerebro medio hasta el nivel del núcleo motor del V par en el puente, que está formado por neuronas grandes que originan a las fibras motoras del nervio.(13)

Sin embargo se han realizado investigaciones del porqué cuando el núcleo mesencefálico del trigémino es activado por estímulos de presión sobre los dientes, se atribuye a los receptores táctiles y de presión del ligamento periodontal de los dientes. La representación dual de nervios aferentes inervando el ligamento periodontal de dientes de los núcleos mesencefálicos y el ganglio trigeminal sugieren que una población neuronal está más implicada en reflejos motores mientras que otras están más implicadas en sensaciones.(8)

Los cuerpos celulares de los nervios aferentes de las estructuras periodontales se encuentran en dicho ganglio y los núcleos mesencefálicos. Las neuronas primarias aferentes en el ganglio trigeminal son pseudounipolares. De ellas sus procesos centrales pasan a los núcleos sensoriales principales (NSP), mientras que otras pasan al tracto espinal trigeminal (TrET). (14) (fig. 6)

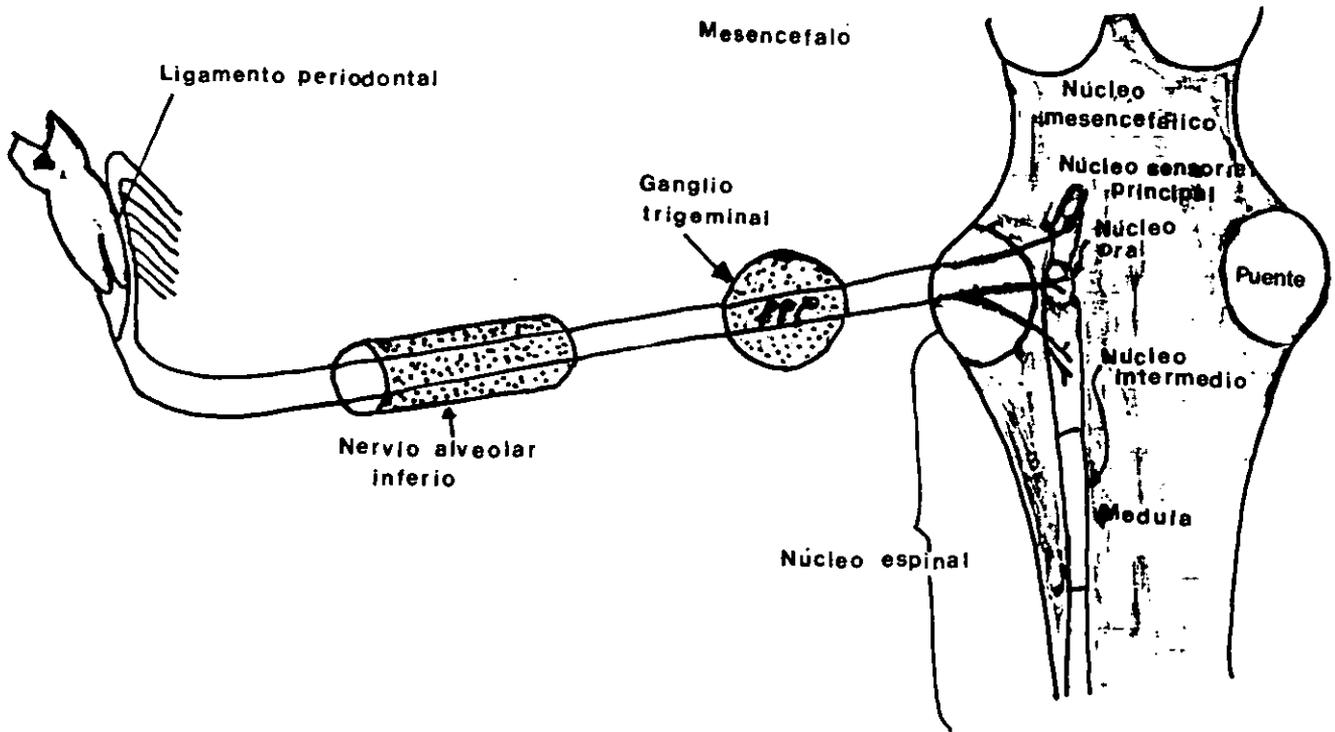


Fig. 6. Terminación de fibras aferentes primarias periodontales en el núcleo sensorial trigeminal. (Bradley R : Essentials of Oral Physiology, Edit. Mosby, U.S.A. 1995).

Para una descripción de las vías anatómicas de conexiones sinápticas motoras inhibitorias y excitatorias del ganglio del trigémino y del núcleo mesencefálico es necesario la comprensión del trayecto que siguen para llegar a la corteza. (fig. 7)

NÚCLEOS SENSORIALES PRINCIPALES DEL TRIGÉMINO

Los núcleos sensoriales principales del trigémino (NSP) consisten en un grupo de neuronas pequeñas sobre la superficie lateral del puente, las cuales se continúan caudalmente con los núcleos espinales del trigémino (NET) y rostralmente con los núcleos mesencefálicos.

Las fibras maxilares y mandibulares terminan sucesivamente en posiciones más dorsales del núcleo. Sus fibras recorren el sitio heterolateral del puente (lemnisco mesial) junto con los núcleos ventrales posteromediales del tálamo. Otros se unen a la formación reticular o al núcleo motor craneal.(14)

TRACTO ESPINAL DE LOS NÚCLEOS DEL TRIGÉMINO

El TrET está dividido en pares bucales, pares interpolares y unos caudales. Se extiende desde C3. Como ha sido demostrada para los NSP una distribución dorsoventral topográfica de las tres ramas del nervio trigémino. Los TrET se continúan con la columna dorsal espinal.

Los receptores nerviosos periodontales están también presentes en los núcleos bucales, junto con los mecanorreceptores que provienen desde la encía, la piel y otros tegumentos. El 85% de las células neuronales en el ganglio trigeminal se proyectan a el TrET.

Las fibras de los núcleos espinales del trigémino pueden ser divididas dentro de cuatro grupos :

1. Fibras bilaterales, predominantemente cruzadas ascienden hacia el núcleo del mesencéfalo y tálamo.
2. Fibras para los núcleos motores de los nervios craneales.
3. Fibras para el cerebelo.
4. Fibras para los núcleos de la formación reticular de la médula.

Las fibras de los TrET viajan al tálamo a través de la vía del lemnisco mesial heterolateral, o a través del tracto dorsal del trigémino. (14)

TÁLAMO

Como ha sido establecido previamente, las fibras de las NSP y el TrET van al núcleo posteroventral del tálamo, desde ahí, la información sensitiva viaja a la corteza. (14)

CORTEZA

En el hombre, está aceptado que la vía talámico-cortical del sistema trigeminal termina por encima de las estructuras somestésicas del giro parietal ascendente. Las estructuras del trigémino están localizadas en la parte inferior. (14)

NÚCLEOS MESENCEFÁLICOS

El núcleo mesencefálico del trigémino consiste de una banda estrecha que se extiende desde la comisura posterior del tallo cerebral a los núcleos motores del trigémino, en él están las células del primer orden que son generalmente unipolares.

Alguna información proveniente de los mecanorreceptores periodontales se relaciona directamente con los núcleos motores del tronco encefálico, existiendo una proyección hacia centros cerebrales superiores. Se han observado registros de estimulación dentaria en el tálamo en la proyección de otros mecanorreceptores orofaciales.

Las neuronas corticales no son activadas exclusivamente por la estimulación periodontal, sino que reciben también señales del tejido blando adyacente, hecho que indica convergencia de la información sensorial ya que las vías aferentes periodontales poseen sus cuerpos neurales a nivel del ganglio trigeminal o en el núcleo mesencefálico del trigémino. Los mecanorreceptores han sido estudiados en detalle, no así los nociceptores periodontales.

Como se mencionó anteriormente los mecanorreceptores periodontales están inervados por fibras aferentes con sus cuerpos celulares en el ganglio del trigémino o en el núcleo mesencefálico del trigémino. Sin embargo, tanto mecanorreceptores periodontales del ganglio del trigémino como del núcleo mesencefálico del trigémino se distribuyen por todas partes en diferentes áreas del ligamento periodontal. Los mecanorreceptores del núcleo mesencefálico se concentran cerca del ápice de la raíz mientras que mecanorreceptores del ganglio del trigémino se encuentran alrededor del tercio medio de la raíz.

Además de las aferentes periodontales, los núcleos mesencefálicos del trigémino también reciben numerosas aferencias desde los husos musculares de los músculos masticadores.

Las células de origen periodontal están situadas en la mitad caudal del núcleo, como ha sido demostrado a través de la inyección de peroxidasa del rábano en el ligamento periodontal (Taylor 1976). (14)

IV. IMPORTANCIA DE LA PROPIOCEPCION EN LA MASTICACION

La función del sistema masticatorio es compleja. Son necesarias contracciones de los diversos músculos de la cabeza y cuello para mover la mandíbula con precisión y permitir un funcionamiento eficaz.

Un sistema de control neurológico muy refinado regula y coordina las actividades de todo el sistema masticatorio. Principalmente consiste de nervios y músculos, un entendimiento básico de la anatomía y de la función del sistema neuromuscular es esencial para comprender la influencia de contactos dentarios, así como otras condiciones sobre el movimiento mandibular.

Las actividades motoras orales son de naturaleza ampliamente rítmicas. Ellos están compuestos de una continuación de actividades musculares básicas (independientemente de la retroalimentación periférica), las cuales están ininterrumpidamente modulados por información sensorial.

Los movimientos vinculados a estas funciones motoras son establecidos por el sistema de músculos de los cuales los masticatorios, los suprahioides y los infrahioides son los principales grupos que mueven la mandíbula y el complejo lengua - hioides. Estos músculos difieren fuertemente en cuanto a fibras y en el contenido de sus husos. Los músculos masticadores, excepto el digástrico y el pterigoideo lateral, están ricamente nutridos con husos, mientras que los suprahioides carecen de esas estructuras.

Existen tres funciones principales del sistema masticatorio :

- Masticación
- Deglución
- Lenguaje

La **MASTICACIÓN** se puede definir como el proceso de mascar el alimento, preparándolo para su deglución y digestión; consiste en la incisión y disminución del tamaño de las partículas grandes y trituración del alimento antes de su deglución. Es un acto agradable que utiliza el sentido del sabor, tacto y olfato. Cuando una persona tiene hambre, la masticación es un acto agradable y satisfactorio; cuando el estómago está lleno, la retroalimentación positiva inhibe esta sensación.

La masticación puede realizarse de una forma voluntaria, aunque es más frecuente que se trate de un comportamiento reflejo. La masticación lubrica la comida mezclándola con la saliva, mezcla los alimentos y desmenuza la comida de forma que pueda mezclarse más rápidamente con las secreciones digestivas del estómago y duodeno.

Es una función compleja que utiliza no sólo los músculos, dientes y estructuras de soporte periodontal, sino también los labios, carrillos, lengua, paladar y glándulas salivales.

Es una actividad funcional que es generalmente automática y prácticamente involuntaria; aún todavía cuando es deseada, puede ser llevada rápidamente bajo el control voluntario.

Sin embargo, la entrada sensorial de las estructuras del sistema masticatorio (dientes, ligamento periodontal , labios, lengua, carrillos, paladar, etc.) es recibida e integrada en el generador de configuración central con acciones reflejas existentes y la memoria muscular, en las cuales existen patrones de movimientos motores aprendidos para realizar una actividad funcional deseada.

(1,8) Desde la oclusión de los dientes juegan un papel principal en la función del sistema masticatorio, y una comprensión legítima del dinamismo de ésta actividad funcional mayor es esencial.

Como se mencionó anteriormente, esta actividad está bajo el control del generador de configuración central localizado en el tallo cerebral. Cada movimiento de apertura y cierre de la mandíbula representa un golpe de masticación. Puede por tanto ser dividida en una fase de apertura y una fase de cierre.

Cuando es introducida la comida inicialmente en la boca, la cantidad de movimiento lateral es grande y varía según la consistencia de la comida; cuando la comida es más dura, llega a ser más lateral el golpe de cierre. La dureza de la comida también tiene un efecto en el número de golpes de masticación necesariamente antes de ser iniciada la deglución.

Aunque la masticación puede ocurrir bilateralmente, aproximadamente 78% de los sujetos observados tiene un lado preferido donde ocurre la mayoría de la masticación. (28)

Esto es normalmente el lado con el más grande número de contactos dentales durante el deslizamiento lateral. Personas quienes parecen no tener lado preferencial alternan simplemente su masticación de un lado a otro.

Estudios iniciales sugieren que los dientes no hacían contacto dental durante la masticación. La comida entre los dientes, a lo largo de la respuesta aguda del sistema neuromuscular, evita el contacto dental. Otros estudios, han revelado que sí ocurren contactos dentales durante la masticación. Cuando se introduce comida inicialmente en la boca, se producen pocos contactos. Conforme se descompone el bolo, la frecuencia de los contactos dentales aumenta en las fases finales de la masticación.

Durante la masticación la cantidad y calidad de contactos dentales constantemente transmiten el regreso de la información sensorial al sistema nervioso central con respecto al carácter del golpe de la masticación.

Este mecanismo de retroalimentación permite que la modificación en el golpe de masticación sea de acuerdo a las partículas de comida masticada. (29)

En otro estudio, el rango de fuerza máxima aplicada al primer molar fué de 91 a 198 libras (41.3 a 89,8 kg), considerando que la fuerza máxima aplicada a el incisivo central fué de 29 a 51 libras (13.2 a 23.1 kg).

Se ha demostrado que existen individuos que pueden aumentar su fuerza de mordida máxima con práctica y ejercicio. Por tanto, una persona cuya dieta contiene un porcentaje alto de comida dura, desarrollará una fuerza de mordida más fuerte predominantemente en el área del primer molar y del segundo premolar. (30)

Durante la masticación, la información sensorial modifica el ciclo y la contribución de receptores sensoriales dentro del ligamento periodontal, la articulación temporomandibular, la mucosa bucal y los músculos en la modificación del acto masticatorio es variable. Durante la masticación normal, las inhibiciones musculares han sido reportadas después de una súbita desaceleración de la mandíbula debido al contacto de la comida o de los dientes en respuesta a una súbita liberación de tensión y acortamiento del músculo. Lo último ocurre durante la fractura de los alimentos y se cree que es un reflejo sin carga. (31)

1. MOVIMIENTOS MANDIBULARES DURANTE LA MASTICACION

Uno de los objetivos de la restauración de la forma de la cara oclusal es asegurar que el contacto dentario este integrado con los patrones de movimiento mandibular. Por lo tanto, ha sido de interés describir el camino que sigue la mandíbula durante la masticación, así como definir la posición de la mandíbula en reposo.

El movimiento más importante durante la masticación consiste en la separación y aposición rítmica de la mandíbula con el maxilar. Existen también pequeños movimientos hacia adelante, hacia atrás y laterales que ocurren antes, durante y después del contacto dentario. Los movimientos normales involucran un movimiento de bisagra simultáneo con un deslizamiento de los cóndilos. Como las articulaciones temporomandibulares de ambos lados están conectadas entre sí por la mandíbula, la acción de una de ellas será influenciada por la otra.

Movimiento en el plano frontal

Existe considerable variabilidad en el patrón y duración del ciclo masticatorio entre diferentes individuos y para un mismo individuo, en dependencia con el tipo de alimento y grado de desmenuzamiento del mismo, cuando se analiza el movimiento en el plano frontal. La retroalimentación sensorial vía sistema nervioso central modifica cada ciclo masticatorio en respuesta al grado de desmenuzamiento del alimento. La mordida inicial, cuando el alimento es colocado en la boca, requiere fuerzas distintas de las que precisa la mordida final, cuando el alimento está ya desmenuzado. Así, si se cambia la consistencia del alimento, el ciclo masticatorio también lo hace.

Durante el ciclo, la mandíbula no se mueve a una velocidad constante alcanzando la velocidad máxima al comienzo de los movimientos de apertura y de cierre.

Movimientos en el plano sagital

Los movimientos de la mandíbula en el plano sagital no muestran patrones individuales como se observa en el plano frontal. Tales movimientos no difieren en grado alguno entre los individuos ni guardan relación con el tipo de alimento masticado. El movimiento de apertura frecuentemente comienza con una fase protusiva que es concurrente con el movimiento contralateral de la mandíbula

que se observa en el plano frontal. El área circunscripta por la curva registrada es menor que la que se obtiene en el plano frontal, ya que los caminos de apertura y cierre son casi superpuestos.

Movimientos de borde

Los movimientos de la mandíbula durante la masticación no representan los movimientos límites que pueda realizar. Si deliberadamente se coloca la mandíbula en la posición más retruida, más protuida o más lateral durante su descenso y ascenso, es posible trazar un borde alrededor de los movimientos usuales. Aunque estas posiciones de borde son raramente usadas en sentido fisiológico, la mandíbula puede ser ubicada en esas posiciones extremas sin daño alguno.

2. ACTIVIDAD MUSCULAR DURANTE EL CICLO MASTICATORIO

Los músculos de la masticación son similares en estructura a otros músculos estriados del organismo. Cuando se mide la tensión desarrollada por una contracción simple (ocurre en respuesta a una estimulación breve del nervio motor; la actividad se caracteriza por un acortamiento rápido con un retorno relativamente lento a la longitud de reposo), se observa que ella es máxima cuando los maxilares están separados por varios milímetros a partir de la posición de cierre. La tensión muscular posee dos componentes: Uno de ellos es pasivo debido al componente elástico provisto de tendones, ligamentos y tejido conectivo muscular, mientras que el otro es activo y producido por la contracción misma del músculo. Cuando estos dos componentes son medidos en forma independiente, la fuerza contráctil activa aumenta progresivamente a medida que la longitud inicial del músculo es incrementada entre 0 y 5mm.

Las fuerzas pasivas comienzan a aumentar en forma marcada cuando la longitud muscular ha sido incrementada entre 5 y 12 mm. Las fuerzas pasivas pueden ser importantes en la determinación de reposo mandibular debido a que, en ausencia de contracción, los componentes pasivos podrían balancear y mantener alguna posición del hueso. Sin embargo, como la mandíbula tiende a caer durante el sueño y luego del bloqueo neuromuscular, es mucho más probable que la posición de reposo mandibular sea mantenida por la actividad tónica de los músculos.

Coordinación de la actividad muscular

La mandíbula se mueve por acción de los músculos masticatorios. Un grupo de ellos produce descenso del hueso (depresores de la mandíbula), mientras que un segundo grupo eleva la mandíbula y es responsable del acto de morder (elevadores mandibulares). Como la mandíbula se mueve al mismo tiempo en los tres planos del espacio, los músculos realizan también movimientos de lateralidad, anterior y posterior. Como varias acciones de los músculos mandibulares son antagónicas entre sí, se hace necesaria la existencia de un patrón de actividad específico para que los movimientos masticatorios sean suaves y precisos.

La actividad muscular se inicia durante el cierre de la boca, en el pterigoideo medial seguida por actividad en el temporal del lado de trabajo. Entre 50 y 100 mseg después se registra actividad en el temporal contralateral y en ambos maseteros. El pico y la desaparición de la actividad en los músculos elevadores ocurre al mismo tiempo. Al producirse el contacto dentario, aparece un período de silencio. Terminado el período de silencio, la actividad eléctrica de los elevadores retorna brevemente, siendo entonces inhibida durante el período de actividad de los depresores.

Los músculos depresores de la mandíbula no comienzan su actividad al mismo tiempo. La actividad inicial se observa en el milohioideo, seguida por actividad en el digástrico y luego en el pterigoideo lateral. Para que la actividad de estos músculos sea efectiva, debe ser estabilizado el hueso hioides con respecto a la base del cráneo, efecto que se logra mediante contracción de los músculos infrahioides y estilohioides.

Los músculos pterigoideos laterales no sólo están activos durante la apertura de la boca, sino que controlan el movimiento de la cabeza del cóndilo. Pueden mover la cabeza del cóndilo hacia adelante y lateralmente, siendo activos durante los movimientos de cierre, apertura y protusión.

Los músculos buccinador y orbicular de los labios son también importantes músculos masticatorios, ya que son responsables, junto con los músculos linguales, de mantener el alimento entre las superficies oclusales así como de la formación del bolo. Estos músculos están activados principalmente durante el descenso mandibular; sin embargo, muestran actividad irregular e intermitente durante las otras fases del ciclo masticatorio.

Contacto dentario durante la masticación

El contacto dentario durante los movimientos masticatorios ha sido investigado mediante el uso de radiotransmisores miniatura que interfieren en forma mínima con los movimientos normales. El principal valor de estos estudios ha sido determinar hasta qué grado las cúspides dentarias guían a los movimientos mandibulares en la etapa final de cierre y establecer si los movimientos de cierre siempre tienden a terminar en una relación intercuspídea particular. Los resultados de estos estudios indican que los movimientos de cierre durante la masticación producen un contacto intercuspídeo máximo y que el contacto en esa posición puede ocurrir hasta en el 100% de los ciclos durante una secuencia masticatoria. El número de contactos varía de acuerdo con el tipo de

alimento y tiende a aumentar durante la secuencia masticatoria. Existe a menudo un movimiento de deslizamiento entre las cúspides de los dientes opuestos hacia y desde la porción de máxima relación intercuspídea, detectándose contactos excéntricos durante este tipo de movimientos.

Frecuentemente, sin embargo, no existen contactos de deslizamiento y los movimientos masticatorios se reducen a movimientos de corte en los que no existe una guía mecánica en el tramo final del movimiento de cierre.

El contacto entre los molares comienza y finaliza antes que entre los incisivos. El contacto dentario, por lo tanto, inicia a nivel de molares en las áreas oclusales y finaliza entre los incisivos únicamente.

El lado de balance procede al sitio de trabajo en alrededor de 30 mseg. Las discrepancias entre los contactos en términos de molares versus incisivos y lados de la boca están relacionados con los movimientos de deslizamiento e inclinación de la mandíbula.

Los movimientos masticatorios pueden ser inducidos mediante la estimulación de varios sitios del cerebro, entre los que se encuentran la corteza cerebral, los ganglios basales, el hipotálamo, el cerebelo y algunas áreas del tronco encefálico.

Para explicar el control de los movimientos cíclicos de la mandíbula durante la masticación han sido enunciadas dos teorías :

a) TEORÍA REFLEJA DE LOS MOVIMIENTOS MASTICATORIOS

Una vez iniciados los movimientos mandibulares cíclicos constituyen un fenómeno reflejo. La estimulación de encías, paladar duro o receptores periodontales en animales descerebrados induce apertura de la boca, que es seguida por el reflejo de cierre. Este hallazgo condujo a la teoría refleja de los movimientos masticatorios. (Fig. 8) Básicamente, esta teoría considera que la

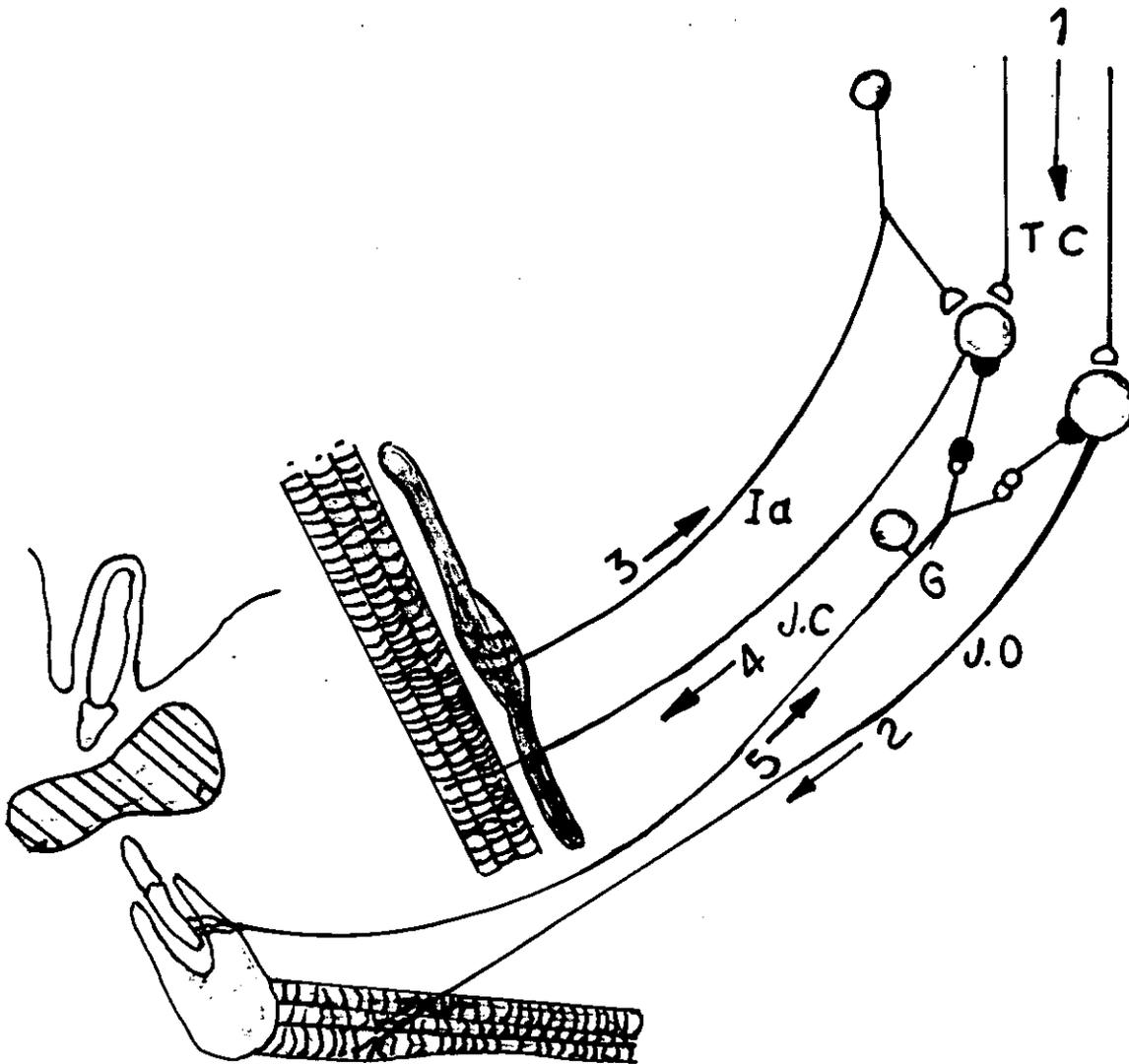


Fig. 8. Diagrama de la teoría refleja del control masticatorio : T.C: tracto corticobulbares; J.O: motoneuronas de músculos depresores; J.C: motoneuronas de músculos elevadores; G: aferentes periodontales o mucosos; Ia: aferentes de los husos musculares de los músculos elevadores. La secuencia y la dirección de los eventos están indicadas por las flechas enumeradas. (Bradley R : Fisiología Oral. Edit. Médica panamericana. 1984. Buenos Aires).

masticación es iniciada cuando la actividad cortical produce estimulación de las motoneuronas que brindan inervación a los músculos depresores mandibulares e inhibición de las motoneuronas que inervan a los elevadores. El descenso de la mandíbula como resultado de tal actividad, al producir estiramiento de los husos musculares de los músculos elevadores, inicia una actividad refleja en ellos cuyo resultado es el cierre de la boca. Tan pronto como la mandíbula asciende, desaparece el estiramiento de los husos musculares de los músculos elevadores y, al finalizar el movimiento, se produce estimulación de mecanorreceptores orales y receptores periodontales, iniciándose la apertura de la boca. El ciclo se repite una y otra vez para producir los movimientos rítmicos que caracterizan a la masticación.

Esta teoría, que ha permanecido en la literatura durante varios años, ha sido recientemente cuestionada. Se piensa ahora que los movimientos cíclicos de la masticación son el resultado de la actividad de un centro generador de ritmo localizado en el tronco cerebral.

El centro generador (Fig. 9) funciona en forma independiente de toda información proveniente de la periferia o de otros centros, aunque puede ser modulado por ella. Este centro rítmico estimula vía motoneuronas correspondiente a los músculos elevadores y depresores, pudiendo alterar su frecuencia oscilatoria de acuerdo con ciertas condiciones intraorales. Tal vez el centro generador sea un componente de un hipotético centro masticatorio, siendo responsable únicamente del ritmo masticatorio.

b) CONTROL SERVOASISTIDO DE LA MASTICACIÓN

Varias evidencias llevan a la conclusión de que la información sensorial es importante para el control de los movimientos masticatorios. Tales movimientos varían durante series de ciclo, dependiendo del grado de demenzamiento del alimento. Estos hallazgos implican la existencia de un mecanismo de

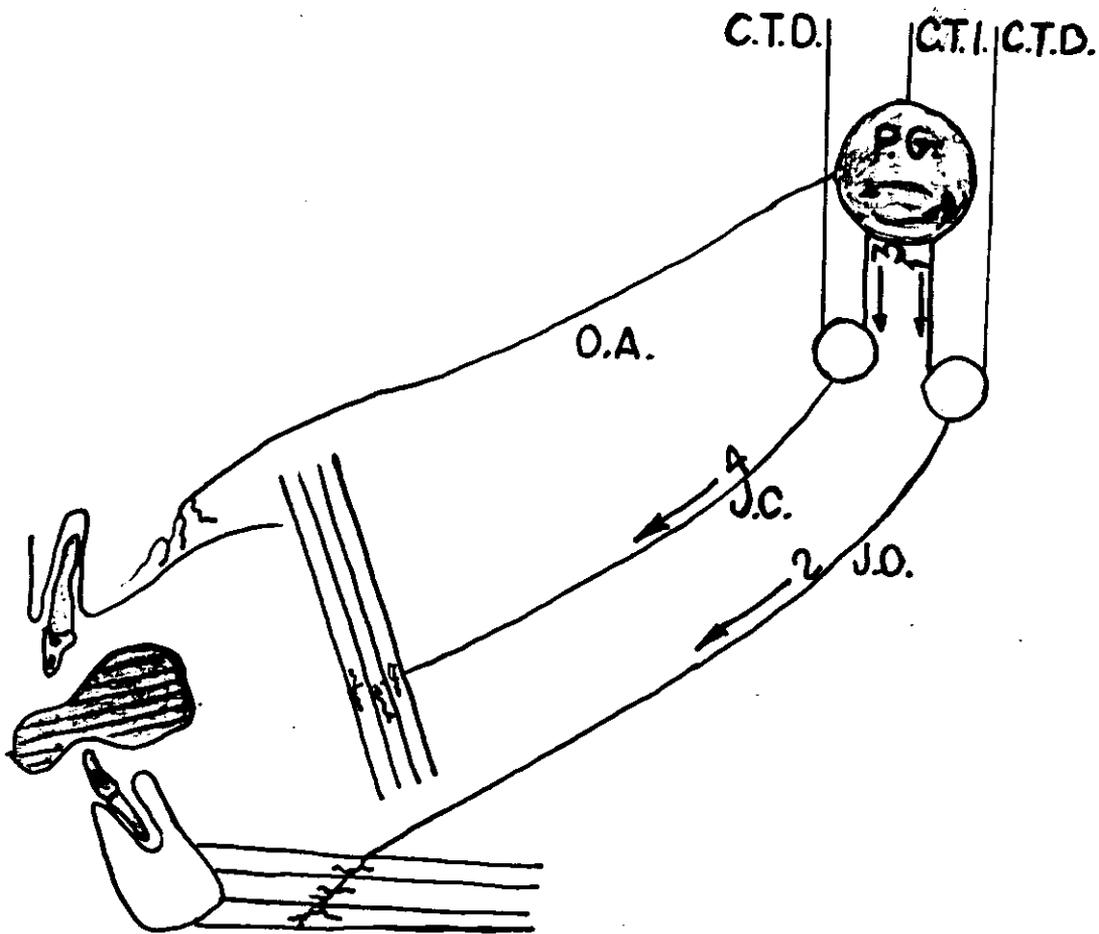


Fig. 9. Diagrama del sistema de control masticatorio basado en un centro generador nervioso (P.G.) : C.T.I: influencia corticobulbar indirecta a motoneuronas bulbares vía P.G.; C.T.D: influencia corticobulbar directa (monosináptica o vía interneuronas); J.O: motoneuronas de músculos depresores; J.C: motoneuronas de músculos elevadores; O.A: aferentes orales capaces de activar a P.G. Las influencias sobre las motoneuronas son excitatorias e inhibitorias. Es probable que la influencia de P.G. sea inhibitoria durante la activación del grupo de músculos antagonistas. Tanto el marcapasos como las motoneuronas son probablemente susceptibles de recibir influencias periféricas. (Bradley R : Fisiología Oral. Edit. Médica panamericana. 1984. Buenos Aires).

retroalimentación desde los receptores orales (periodontales, de la articulación temporomandibular, táctiles, husos musculares) durante la masticación. Los receptores orales deben informar sobre las modificaciones de las condiciones intraorales, induciendo cambios en el patrón de la actividad muscular. La información provista por estos receptores es importante para la ubicación del bolo alimenticio. Labios, lengua y mandíbula deben adoptar una posición coordinada para asegurar la posición del bolo entre los dientes superiores e inferiores. Por último, la fuerza de la mordida no es constante, siendo regulada de acuerdo con la consistencia del alimento al ser masticado.

Los receptores periodontales deben desempeñar un papel esencial en la detección de las fuerzas aplicadas sobre los dientes, aunque indudablemente otros receptores también estarán involucrados. La cavidad oral posee un gran número y variedad de información sensorial, por lo que la remoción de una de sus modalidades deja otras capaces de proveer información adecuada para mantener la continuidad de la masticación.

Puede concluirse, que existe una retroalimentación sensorial múltiple desde la cavidad oral hacia el centro masticatorio, que es importante en el control y la coordinación de la masticación. La remoción de una modalidad sensorial no produce un deterioro serio de la función masticatoria, ya que otros receptores orales aseguran una información adecuada para que continúe.

3. PAPEL DE LOS TEJIDOS BLANDOS EN LA MASTICACION

La masticación no puede ser ejecutada sin la ayuda de los tejidos blandos adyacentes a las estructuras. Los labios son especialmente necesarios debido a que guían y controlan la succión cuando se introducen líquidos en la boca. La lengua juega un papel más importante no sólo en sabor sino también en

maniobrar la comida dentro de la cavidad oral para permitir una mejor masticación. Cuando es introducida la comida, la lengua a menudo comienza el proceso de disolver por presión contra el paladar duro y empuja la comida hacia las superficies oclusales de los dientes, donde es triturada por el golpe de masticación reponiéndola constantemente del lado lingual, el músculo buccinador logra la misma tarea del lado vestibular. La comida es así continuamente reemplazada sobre las superficies oclusales de los dientes hasta que el tamaño de la partícula sea lo bastante pequeña para ser deglutida eficazmente. Después de comer, la lengua barre los dientes para quitar cualquier residuo de comida que ha sido atrapado en la cavidad oral. (1)

V. ASPECTOS CLINICOS

Los receptores del ligamento periodontal son estimulados cuando se aplica presión sobre los dientes. Esto ocurre no solo cuando las piezas dentarias entran en oclusión, sino también cuando se muerde un alimento durante la masticación o durante el lenguaje cuando la lengua toca los dientes. El dolor no constituye una sensación ordinaria del ligamento periodontal, sin embargo, aparece cuando la sobrecarga dentaria es excesiva o cuando un elemento punzante, se introduce en él.

La inervación del ligamento periodontal proporciona sensibilidad propioceptiva y táctil. Las funciones físicas de la membrana periodontal incluyen la transmisión de fuerzas oclusales al hueso, resistencia contra el impacto de las fuerzas oclusales y provisión de un forro de tejido blando para proteger a los vasos y nervios contra lesiones de las fuerzas mecánicas.

En Odontología, es de gran interés el conocimiento de los patrones de movimiento mandibular, particularmente en las áreas de Ortodoncia, Prótesis y Oclusión.

En un examen bucal se hace una minuciosa observación de los dientes anteriores y posteriores en su relación intercuspídea habitual. En las relaciones oclusales debe observarse la trayectoria de oclusión de la mandíbula desde su posición de descanso hasta la oclusión céntrica. Cuando una cúspide hace contacto con un antagonista inclinado se desliza hasta encontrar una fosa o vertiente; las cúspides en contacto con planos inclinados impulsan a los músculos elevadores que ejercen presiones en dirección horizontal sobre los dientes, dañando así al periodonto.

El ligamento periodontal suele engrosarse cuando ha estado expuesto a presiones mayores de las normales; lesionando a los receptores que se encuentran en él.

El desgaste oclusal reduce las cúspides y su inclinación, aumentando así el área de masticación y perdiéndose a la vez los vertederos para el alimento. El grado de atricción es afectado por la musculatura, consistencia de los alimentos, dureza de los dientes, factores ocupacionales y hábitos tales como el bruxismo y la bricomanía.

Pueden aparecer disturbios en la masticación a partir de causas locales, como un dolor dentario, que resulta en la desviación de la mandíbula para evitar el dolor.

Otro desorden del sistema masticatorio, es el BRUXISMO, el cual es una disfunción neuromuscular común en la que los individuos realizan movimientos masticatorios no funcionales. Esta condición se realiza en varias formas, que incluyen rechinamiento (bruxismo excéntrico) así como presión sobre los dientes en una posición intercuspídea (bruxismo céntrico). El bruxismo desencadena a menudo síntomas de fatiga muscular y produce tensión o cansancio en los músculos elevadores, cefaleas o dolor referido a otras áreas, como articulaciones temporomandibulares, cuello y espalda.

Mucho es lo que se ha escrito sobre el bruxismo, aunque esta condición probablemente esté relacionada con disfunción de la articulación temporomandibular. En muchos individuos, el bruxismo esta asociado con factores psíquicos, como la ansiedad, la frustración y la agresividad. Muchos investigadores asocian el bruxismo con una oclusión anormal, en la que las interferencias oclusales desencadenan la actividad, habiéndose comprobado que la corrección de la anormalidad dentaria mejora la condición.

Sin embargo, en pacientes con bruxismo, oclusión traumática o disfunción del sistema masticatorio, la sensación táctil del ligamento periodontal juega un papel importante, debido a que el umbral de sensación es más alto que en pacientes con ninguna enfermedad clínica periodontal.

Los impulsos sensoriales de los mecanorreceptores del ligamento periodontal transmiten un contacto oclusal modificado a través de núcleos sensitivos del nervio trigémino.

Por lo tanto, en sujetos con bruxismo causado por cambios de supresión oclusal, es incrementado su diseño de choque oclusal y el umbral de sensación dental.

Es posible que los movimientos anormales sean capaces de inducir estrés sobre las estructuras dentales.

Uno de los objetivos de la restauración de la forma de la cara oclusal es asegurar que el contacto dentario esté integrado con los patrones de movimiento mandibular.

El suministro sensorial por medio de la propiocepción y percepción es uno de los más importantes factores en el éxito o fracaso de una prótesis. Sin embargo, se han encontrado que estímulos aplicados a la cavidad oral producen respuestas corticales más grandes que las respuestas producidas por estímulos similares en otras partes del cuerpo. Se determinó que todos los sistemas sensoriales periféricos, incluyendo aferencias olfatorias, visuales, acústicas, vestibulares y vagales, en donde el sistema sensorial trigeminal fué el más efectivo en producir actividad reticular y cortical.

Otro aspecto clínico importante en la Odontología es la frecuencia de enfermedades periodontales en la población, debido a que las enfermedades

inflamatorias del periodonto son las principales causas de pérdida dental en los adultos.

Tanto el traumatismo de la oclusión como la atrofia del periodonto, son fenómenos que alteran el funcionamiento de los receptores periodontales. Como es sabido, la inflamación del ligamento periodontal contribuye a la movilidad dentaria y al dolor.

La propiocepción dental es estudiada con estímulos vibratorios y midiendo los umbrales de percepción sensorial.

La sensación táctil del periodonto juega un papel esencial en la regulación del reflejo mandibular y control de fuerzas oclusales. La posible importancia de la relación entre la sensación dental, bruxismo y oclusión traumática ha conducido a considerar los problemas en la propiocepción oral.

Existe correlación aparente entre el cambio en el sistema de propiocepción dental y enfermedad periodontal. Se ha establecido que la destrucción progresiva del ligamento periodontal lleva a la disminución de la actividad unitaria de las neuronas que emergen del ligamento periodontal. En los sujetos que sufren periodontitis crónica, la extensión de la bolsa ha destruido parte del ligamento periodontal y el hueso alveolar y, correspondientemente, algunos de los receptores periodontales.

En otras palabras, existe una posible conexión entre el fenómeno inflamatorio y la capacidad para transferir información desde estos receptores; debido a que muchas enfermedades del sistema masticatorio parecen ser influenciadas por sensación periodontal y la capacidad de esos receptores para percibir sensación puede ser alterada ya que ellos están en un medio ambiente biológico modificado.

Como se mencionó anteriormente un daño periodontal avanzado se asocia con un nivel de umbral más alto, esto podría ser debido a una movilidad incrementada o una pérdida parcial de receptores. En la mandíbula edéntula, la detección es aún inferior, aunque pacientes edéntulos aún mantienen mecanorreceptores en la encía y periostio de la mandíbula. Estos receptores sólo difieren de los mecanorreceptores del ligamento periodontal en su campo receptivo. De éste modo, la retroalimentación periodontal y esta función exteroceptiva no se pierde completamente en los edéntulos. Cuando los pacientes son rehabilitados con implantes edoóseos, el nivel umbral absoluto activo está incrementado cuando se compara con una dentición natural, pero permanece por debajo del umbral notado en portadores de dentaduras protésicas. Cuando se compararon con pacientes con dientes naturales, el RL pasivo es alrededor de 10 a 100 veces más grande para pacientes edéntulos con prótesis soportada por implantes y 50 a 100 veces más grande para portadores de dentadura.

La rápida deformación elástica del hueso durante la carga del implante puede disparar receptores periostales, los cuales sin embargo permanecen menos sensibles que los receptores del ligamento periodontal. (16)

Las publicaciones sobre la sensibilidad direccional de los receptores en el ligamento periodontal tiene un efecto directo sobre prostodoncia. Los receptores de dientes individuales tienen sitios específicos de percepción en el núcleo trigeminal, y cualquier fuerza sobre un diente individual ocasiona una respuesta nerviosa específica en el núcleo trigeminal.

La extracción de todos los dientes naturales resulta en la pérdida completa de propiocepción dental, la cual coadyuva a programar al sistema masticatorio durante una gran parte de la vida del paciente. También resulta en la pérdida de discriminación discreta que poseen los dientes naturales respecto a la

sensibilidad direccional, propiocepción dimensional y sensibilidad táctil a la carga.

Las áreas de soporte dentario y otras superficies de la cavidad oral que llegan a estar en contacto con la dentadura, difunden sensaciones perceptivas a los centros más elevados, pero no son tan moderadas como los receptores en el ligamento periodontal. Muchas áreas de la boca que se unen con la dentadura no son muy sensibles. Este hecho es esclarecido en diferentes estudios cuando se afirma que las partes posteriores de la boca y lengua tuvieron muy pocas terminaciones nerviosas sensoriales y fueron menos sensibles.

La capacidad para la estereognosis y localización de igual forma disminuye significativamente en la parte posterior de la boca y la habilidad de la estereognosis se altera con la edad.

Varias condiciones del sistema masticatorio influyen grandemente en la función y movimiento mandibular, los receptores sensoriales en el ligamento periodontal, periostio, articulaciones temporomandibulares, lengua y otros tejidos blandos de la boca, continuamente retroalimentan información, la cual es procesada y usada directamente en la actividad muscular.

La pérdida de dientes naturales resulta en una pérdida completa del suministro sensorial del ligamento periodontal. El mismo mecanismo sensorial que mantiene la postura mandibular en el niño, es nuevamente llamada para mantenerla en el adulto cuando los dientes naturales se pierden. Esto puede también tener el suministro adicional de receptores localizados en los tejidos alrededor de las dentaduras. Por otra parte se ha encontrado que pacientes con dentaduras completas experimentan una disminución significativa en la sensación siguiendo la aplicación de anestesia superficial a los tejidos de soporte. Se piensa que los músculos de los carrillos, labios y lengua estuvieron impedidos para estabilizar las dentaduras, debido a que el suministro sensorial desde los receptores en los tejidos de soporte estaba impedido. Igualmente se

creo que la pérdida de propiocepción dental natural es compensada por las señales sensoriales desde las articulaciones y receptores en la base de la dentadura.

Sin embargo, en pacientes edéntulos la limitación de la capacidad oclusal máxima de sobredentaduras usadas es multifactorial y no depende de la presencia de un ligamento periodontal.

Las raíces mantenidas debajo de dentaduras completas podría limitar enseguida la resorción del proceso residual, lo cual ocurre cuando los dientes son extraídos. La estabilidad mejorada de la sobredentadura es suministrada por un área de soporte dentario amplio y soporte dentario aumentado, particularmente en la mandíbula edéntula. Las raíces residuales también proporcionan retroalimentación sensorial debido a que los receptores de el ligamento periodontal son mantenidos.

Los receptores del ligamento periodontal en sujetos dentados contribuyen a la coordinación de la actividad motora, cuando se mastica y son detectados objetos desde un mínimo grosor (menor de 20 micras). La función protectora es también suministrada por receptores en el ligamento periodontal, debido a su reflejo inhibitorio en caso de una sobrecarga.

Pese a que una sensación subjetiva de dientes naturales es reportada por pacientes restaurados con implantes, es factible que los mecanismos de percepción y aspectos funcionales de carga de implantes anquilóticos son diferentes de los dientes naturales con un ligamento periodontal.

Algunos estudios muestran fuerzas masticatorias y oclusales incrementadas acompañadas por función mejorada, cuando los pacientes edéntulos fueron restaurados con sobredentaduras soportadas por implantes en la mandíbula. Se reportó que para los pacientes edéntulos, las fuerzas oclusales fueron 6 veces menores que en sujetos con dientes naturales.

La comparación de implantes y raíces naturales soportando sobredentaduras notificaron diferencias significativas estadísticamente, respecto a la sensibilidad perceptiva pasiva, pero a un limitado alcance solamente relacionado con aspectos funcionales tales como fuerza oclusal máxima. Aunque la presencia de un ligamento periodontal contribuye a mejorar la sensibilidad perceptiva, la retroalimentación sensorial oral suministrada por receptores periodontales parece ser modificada cuando son gastadas las sobredentaduras. Por eso, esto podría ser asumido que la función oral - masticación y mordida del uso de sobredentaduras es similar a cualquiera con soporte de implantes o raíces naturales.

VI. DISCUSION

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Durante muchos años se investigó cual era el origen de la propiocepción y se encontraron diferentes tipos de receptores sensoriales, los cuales cada uno tenía una función específica y que en conjunto ayudan a los movimientos masticatorios y para la detección de algún daño. Por tanto, se investigó cual era el origen, el trayecto e importancia de los receptores sensoriales para especificar que papel juegan durante la masticación. Ahora bien, es de nuestro conocimiento que existen receptores que detectan dolor, presión y ubicación de un diente y que se encuentran en diferentes partes de la boca ayudando a localizar cuando existe un daño, cuando se toca un diente o para saber que diente es el que se está tocando; gracias a estos receptores nosotros podemos detectar y saber qué tipo de alimento estamos comiendo y aplicar la fuerza necesaria para triturarlo y poderlo deglutir con facilidad.

Con este trabajo pretendemos revisar el conocimiento actual sobre algunos aspectos básicos de la propiocepción de la cavidad oral: la anatomía microscópica de sus receptores y sus implicaciones neurofisiológicas en el control muscular mandibular.

Dos tipos de receptores periodontales : mecanorreceptores y nociceptores han sido descritos en el ligamento periodontal. Terminaciones nerviosas libres se relacionan con nocicepción, mientras terminaciones más organizadas son responsables de la detección de estímulos como tacto, presión y desplazamiento dentario. Por otro lado, no existe evidencia histológica que permita concluir la presencia de propioceptores específicos en el ligamento periodontal y que la sensibilidad propioceptiva surge de la participación conjuntiva de los nociceptores y de los mecanorreceptores.

Los cuerpos celulares de las neuronas aferentes del ligamento periodontal se localizan en el ganglio trigeminal y el núcleo mesencefálico, existiendo dos tipos de receptores en el ligamento : los receptores trigeminales, más relacionados con la sensación táctil, nociceptiva, etc y los receptores mesencefálicos, posiblemente asociados a la producción de reflejos neuromusculares a nivel mandibular. Los primeros se consideran nociceptores y mecanorreceptores, mientras que los segundos únicamente mecanorreceptores.

Los reflejos donde participan los receptores periodontales son el de apertura y el periodo silencioso electromiográfico, estímulos sobre los dientes tales como presión y desplazamiento evocan estas respuestas.

El reflejo de estiramiento y el de cierre dependen de receptores localizados en los músculos masticatorios, articulación temporomandibular, etc. Receptores tales como el órgano tendinoso de Golgi y husos musculares son abundantes en los músculos de cierre y escasos en los músculos de apertura. Terminaciones propioceptivas en la articulación temporomandibular y músculos circundantes han sido relacionadas con el reflejo de cierre, también provocado al estimular la punta de la lengua con un instrumento.

El estudio de la ultraestructura y neurofisiología de los receptores periodontales tienen algunas dificultades; tanto la técnica histológica como la obtención de material de estudio. Pocos autores han utilizado muestras de autopsias humanas y la mayoría de los investigadores han desarrollado sus trabajos sobre animales de experimentación.

El papel de la inervación periodontal es de suma importancia en el control muscular mandibular. Estos receptores son responsables de reflejos a este nivel y forman las bases neurofisiológicas de los movimientos mandibulares de rutina.

VII. CONCLUSION

Después de revisar la información obtenida, podemos determinar y concluir la presencia de terminaciones nerviosas propioceptivas en el ligamento periodontal que tienen un papel esencial en el proceso masticatorio; y que además detectan dolor, presión y la ubicación de un diente dentro de la cavidad oral, ayudándonos a descubrir el lugar cuando existe daño, además, gracias a estos órganos sensitivos logramos determinar y conocer que tipo de alimento estamos masticando y que fuerza debemos aplicar para desmenuzar la comida y prepararla para su fácil deglución.

La revisión bibliográfica nos hace ver también la importancia de la conservación de las piezas dentales naturales, ya que de otra forma se pierde una fuente natural de propiocepción mandibular, puesto que la pérdida de dientes la disminuye.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Okeson J : Management of temporomandibular disorders and occlusion. 3th edition. Edit. Mosby. 1993. 2: 28-63.
2. Shore N.A : Temporomandibular joint dysfunction and occlusal equilibrium. 2th ed. Edit Lippin-cott Company. Philadelphia 1976. pp 46-61.
3. Crum R, Loisel R : Oral perception and proprioception: A review of the literature and its significance to prosthodontics. J Prosthet Dent 1972. 28: 215-230.
4. Guichet N.F : Biologic laws governing functions of muscles that move the mandibles. Part II. Condylar position. J Prosthet Dent 1977. 38: 35.
5. Loisells R.J, Crum R.J, Rooney G.E, Stuver C.H : The physiologic basis for the overlay denture. J Prosthet Dent 1972. 28: 4.
6. Jerge C.R : Comments on the innervation of the teeth. Dent Clin North Am 1965. 9: 118.
7. Susi F.R : Sensory receptors in teeth and their supporting tissues. Dent Clin North Am 1978. 22: 1.
8. Willis R.D, DiCosimo C.J : The absence of proprioceptive nerve endings in the human periodontal ligament: The role of periodontal mechanoreceptors in the reflex control of mastication. Oral Surg. 1979: 48: 108-115.
9. Pfaffman C : Afferent impulses from the teeth due to pressure and noxious stimulation. J Physiol 1939. 97: 207-219.
10. Hannam A.G : Spontaneous activity in dental mechanoreceptor units. J Dent Res 1968. 6: 969.
11. Loewenstein W.R, Rathkamp R : A study of the pressoreceptive sensibility of the tooth. J Dent Res 1955. 34: 287-294.

12. Adler P : Sensibility of teeth to loads applied in different directions. J Dent Res 1947. 26: 279-289.
13. Bradley R : Fisiología Oral. Edit. Médica Panamericana. 1984. Buenos Aires
14. Van Steenberghe D : The structure and function of periodontal innervation. J.Perio.Res. 1979: 14: 185-203.
15. Harris R, Griffin C.J : Inervation of the human periodontium IV. Fine estructure of the complex mechanoreceptors and the free endings. Aust. Dental J 1974. 19: 326-331.
16. Jacobs R, Van Steenberghe D : Role of periodontal ligament receptors in the tactile function of teeth: a review. J Periodont Res 1994. 29: 153-167.
17. Bradley R : Essentials of Oral Physiology. Edit. Mosby. 1995. U.S.A.
18. Van Steenberghe D, De Vries JH : Psychophysical threshold level of periodontal mechanoreceptors. Archs Oral Biol 1978. 23: 1041-1049.
19. Cathelineau G, Yardin M : The relationship between tooth vibratory sensation and periodontal disease. J Periodont 1982. 53: 704-710.
20. Jacobs R, Schotte A, Van Steenberghe D : Influence of temperature and foil hardness on interoclusal tactile threshold. J Periodont Res 1992. 27: 581-587.
21. Manly R.S, Pfaffman C, Lathrop D.D, Keyser J : Oral sensory thresholds of persons with natural and artificial dentitions. J Dent Res 1952. 31: 305-312.
22. Cooper S, Daniel P.M, Whitteridge D : Nerve impulses in the brainstem of the goat. Short latency responses obtained by stretching the extrinsic eyes muscles and the jaw muscles. J Physiol 1953. 120: 471-490.
23. Matthews P.B.C : Muscle spindles and their motor control. Physiol Rev 1964. 44: 219-288.
24. Beaudreau D.E, Daugherty W.F, Masland W.S : Two types of motor pause in masticatory muscles. Am J Physiol 1969. 216: 16-21.

25. Yemm R, Hannam A.G, Matthews B : Changes in the activity of the masseter muscle following tooth contact. J Dent Res 1969. 48: 1131.
26. Caffesse R, Carraro J, Albano E : Influence of temporomandibular joint receptors on tactile occlusal perception. J Periodont Res 1973. 8: 400-403.
27. Storey A.T : Sensory functions of the temporomandibular joint. J Can Dent Assoc 1968. 34: 294-300.
28. Pond L.H, Barghi N, Barnwell G.M : Occlusion and chewing side preference. J Prosthet Dent 1985. 55: 498-500.
29. Anderson D.J, Picton D.C.A : Tooth contact during chewing. J Dent Res 1957. 36: 21-26.
30. Horio T , Kawamura Y : Effects of texture of food on chewing patterns in the human subject. J Oral Rehabil 1989. 16: 177-183.
31. Muller F, Heath M.R, Kazazoglu E, Hector M.P : Contribution of periodontal receptors and food qualities to masseter muscle inhibition in man. J Oral Rehabilitation. 1993. 20: 281-290.
32. Calhoun, K. : Age-Related changes in oral sensation. Laryngoscope. 1992. 109-116.
33. Gibbs C.H, Mahan P.E, Lundeen H.C, Brehnan K, Walsh E.K, et al : Occlusal forces during chewing: influence on biting strength and food consistency. J Prosthet Dent 1981. 46: 561-567.
34. Michael C.G, Javid N.S, Colaizzi F.A, Gibbs C.H : Biting strength and chewing forces in complete denture wears. J Prosthet Dent 1990. 63: 54.