

# Neurofisiología de los mecanorreceptores periodontales humanos.

## Neurophysiology of human periodontal mechanoreceptors.

### Autores

#### Morris Mizraji

*Profesor de Fisiología General y Bucocéfalo-facial, Facultad de Odontología, Universidad Católica del Uruguay.*

*Ex Encargado de la enseñanza de la Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Universidad de la República.*

#### Carmela Ingver

*Asistente de Fisiología General y Bucocéfalo-facial, Facultad de Odontología, Universidad Católica del Uruguay.*

*Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Universidad de la República.*

#### Francisco Kolenc

*Asistente de Fisiología General y Bucocéfalo-facial, Facultad de Odontología, Universidad Católica del Uruguay.*

*Cátedra de Bioquímica y Biofísica, Facultad de Odontología, Universidad de la República.*

### Resumen

Los mecanorreceptores del ligamento periodontal son del tipo SA II, es decir receptores tónicos, de adaptación lenta, que envían potenciales de acción tanto en la fase estática como dinámica durante la aplicación de fuerzas sobre los dientes. En el sector anterior de la arcada dentaria, los receptores involucrados en regular la función de sostener un alimento presentan un comportamiento hiperbólico, con máxima capacidad discriminativa en el rango de fuerzas de 0 a 1,2 N. Los receptores involucrados en la regulación del corte de alimentos presentan un comportamiento lineal, respondiendo efectivamente hasta los 22 N, pero con menor capacidad discriminativa frente a fuerzas de baja intensidad. El sector posterior es la zona de la arcada en la que se ejerce una mayor fuerza masticatoria. Los mecanorreceptores en esta zona son menos sensibles a la aplicación de la carga. Los dientes anteriores están involucrados en el sostén y corte de los alimentos, mientras que los posteriores están adaptados para la trituración. La ausencia de aferencias sensoriales a partir de los mecanorreceptores periodontales resulta en un control distorsionado de los movimientos masticatorios.

**Palabras clave:** ligamento periodontal; mecanorreceptores; receptores ruffiniformes; humanos.

### Abstract

Human periodontal mechanoreceptors are SA II type, tonic or slowly adapting receptors, which fire action potentials during the static and dynamic phases of stimulus application. In the anterior teeth, receptors involved in holding fragments of food, display an hyperbolic stimulus-response curve, with a maximum discriminative capacity in the range of forces between 0 - 1,2 N. The receptors involved in splitting food present a lineal stimulus-response curve up to 22 N, but with less discriminative capacity of low intensity forces. In the posterior teeth, which are loaded with higher forces during masticatory function, mechanoreceptors are less sensitive to forces. Anterior teeth are involved in holding and splitting of food, while posterior teeth are specialized in fragmentation. The loss of sensory afferences from periodontal mechanoreceptors leads to distorted masticatory movements.

**Key words:** periodontal ligament; mechanoreceptors; ruffiniform receptors; human.

Los receptores que responden a estímulos mecánicos se denominan mecanorreceptores. En el área orofacial cumplen dos funciones principales: proveer información táctil sobre la textura de los alimentos y transmitir información sensorial periférica necesaria para el control de las funciones motoras. La primera de éstas funciones es muy importante en la gustación y en la determinación del momento adecuado para la deglución del bolo alimenticio, mientras que la segunda es fundamental en el control de funciones tales como el habla, la masticación y la deglución; por lo tanto, los mecanorreceptores desempeñan un papel esencial en la regulación de los movimientos mandibulares y de las fuerzas masticatorias (Lindhe y Thorkild, 2000). Esto se evidencia cuando se anestesia parcial o totalmente el territorio orofacial dificultándose el control de estas funciones motoras. A pesar de que la supresión de la mecanorrecepción periférica no impide la función motora, ésta se puede ver alterada permitiendo la ocurrencia, entre otras cosas, de mordeduras (Bradley, 1995).

La mayoría de la información disponible sobre la mecanorrecepción periodontal surge de estudios en animales, y muestra marcadas diferencias en los resultados obtenidos entre las distintas especies, resultando muy difícil extrapolar estos resultados a la mecanorrecepción en humanos. La anatomía de las piezas dentarias en los seres humanos y sus relaciones espaciales con los dientes vecinos y antagonistas es muy diferente a la que se observa en los animales estudiados hasta el momento (rata, conejo y gato), lo que se correlaciona con una mecánica masticatoria también diferente (Johnsen y Trulsson, 2003).

Este trabajo tiene por objetivo recopilar la información disponible sobre la mecanorrecepción periodontal en seres humanos.

## TERMINACIONES NERVIOSAS DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

Los haces de las fibras nerviosas del ligamento periodontal se encuentran principalmente en la vecindad de los vasos sanguíneos, corren a lo largo del eje mayor de la raíz y forman una red en todo su curso (Fukuda y Tazaki, 1994; Lambrichts et al., 1992). Las fibras amielínicas duplican en número a las fibras mielínicas (Lambrichts et al.,

1992). Las terminaciones de las fibras nerviosas del ligamento periodontal se clasifican en libres y especializadas (Maeda et al., 1999).

### 1. Terminaciones nerviosas libres

Están distribuidas por todo el ligamento periodontal (Fukuda y Tazaki, 1994). Derivan principalmente de fibras amielínicas y tienen una cubierta parcial de células de Schwann con procesos digitiformes que se proyectan lejos en el tejido conjuntivo del ligamento periodontal que las rodea. Algunas fibras mielínicas de 3-6 micrómetros de diámetro pierden su vaina de mielina y forman terminaciones nerviosas libres lanceoladas, que contienen vesículas claras, sin contenido electrodens, de 40 nm de diámetro, y algunas vesículas electrodensas mayores, de 70-80 nm (Lambrichts et al., 1992)

**Los dientes anteriores tienen una sensibilidad mayor que los posteriores, lo que se relaciona con sus diferentes funciones: sostener y cortar en los anteriores y triturar en los posteriores.**

### 2. Terminaciones nerviosas especializadas:

#### A. Receptores Ruffiniformes:

1. *Simples*: Miden 5-10 micrómetros y carecen totalmente de cápsula. Sus terminaciones nerviosas tienen muchas mitocondrias y vesículas pequeñas sin material electrodens, y están unidas por desmosomas a las pequeñas células de Schwann que las rodean.

2. *Compuestos*: Miden 50 micrómetros y derivan de fibras mielínicas de 3-8 micrómetros de diámetro. Dentro del receptor las fibras pierden su vaina de mielina y se ramifican. Las ramificaciones presentan ensanchamientos con algunas vesículas y mitocondrias. Estas terminaciones nerviosas están rodeadas por células con un núcleo reniforme y son altamente endocitóticas. Algunos de estos receptores compuestos presentan una cápsula fibrosa incompleta, en cuya lámina basal se insertan numerosas fibras colágenas.

**B. Corpúsculos lamelados:**  
Son terminaciones no encapsuladas, formadas por 2 a 5 lamelas extremadamente endocitóticas y en estrecho contacto entre sí.

Las relaciones entre la morfología y la función de estos receptores es todavía especulativa. Las terminaciones nerviosas libres, incluyendo a las lanceoladas, serían receptores para el dolor y la temperatura. Los receptores ruffiniformes son mecanorreceptores. Las terminaciones lameladas son similares a las que se observan en la encía humana, y serían equivalentes a corpúsculos de Paccini, aunque más pequeños. Se ha sugerido que podrían ser mecanorreceptores de adaptación rápida (Lambrichts et al., 1992), pero hasta ahora no se ha observado esta respuesta en los receptores periodontales humanos (Trulsson y Johansson, 2002)

### CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LOS MECANORRECEPTORES. GENERALIDADES

Los mecanorreceptores se han clasificado de acuerdo a su respuesta durante las fases dinámica y estática de la aplicación de un estímulo. Se entiende por **fase dinámica** a la etapa durante la cual varía la intensidad del estímulo aplicado sobre el receptor, como por ejemplo al inicio o al final de

## Los mecanorreceptores periodontales desempeñan un papel esencial en la regulación de los movimientos mandibulares y de las fuerzas masticatorias.

la aplicación de una fuerza. La **fase estática** es aquella en la cual la intensidad del estímulo aplicado se mantiene constante (Fig 1).

Los mecanorreceptores que sólo responden generando potenciales de acción en la fase dinámica se conocen como receptores de adaptación rápida (RA, *rapidly adapting receptors*), o receptores fásicos. Aquellos que responden en ambas fases son llamados receptores de adaptación lenta (SA, *slowly adapting receptors*), o receptores tónicos. En la piel lampiña humana, que se ha utilizado como modelo para el estudio de los mecanorreceptores, a estos dos tipos básicos (RA y SA) se los ha subdividido a su vez según las características de su campo receptivo. Los receptores de tipo I tienen campos receptivos pequeños (3 a 5 mm de diámetro), bien circunscriptos, y los de tipo II presentan campos receptivos más extensos (media palma de la mano o un dedo) y de límites mal definidos.

Esta clasificación funcional se correlaciona con la clasificación morfológica. Los corpúsculos de Meissner son receptores RA I, los discos de Merckel son de tipo SA I, los corpúsculos de Ruffini son SA II y los corpúsculos de Paccini son de tipo RA II. Los receptores SA II generan potenciales de acción en forma **espontánea**, en ausencia de estímulos, y responden principalmente a tensiones ejercidas en una dirección determinada, es decir presentan **sensibilidad direccional** (Bradley, 1995).

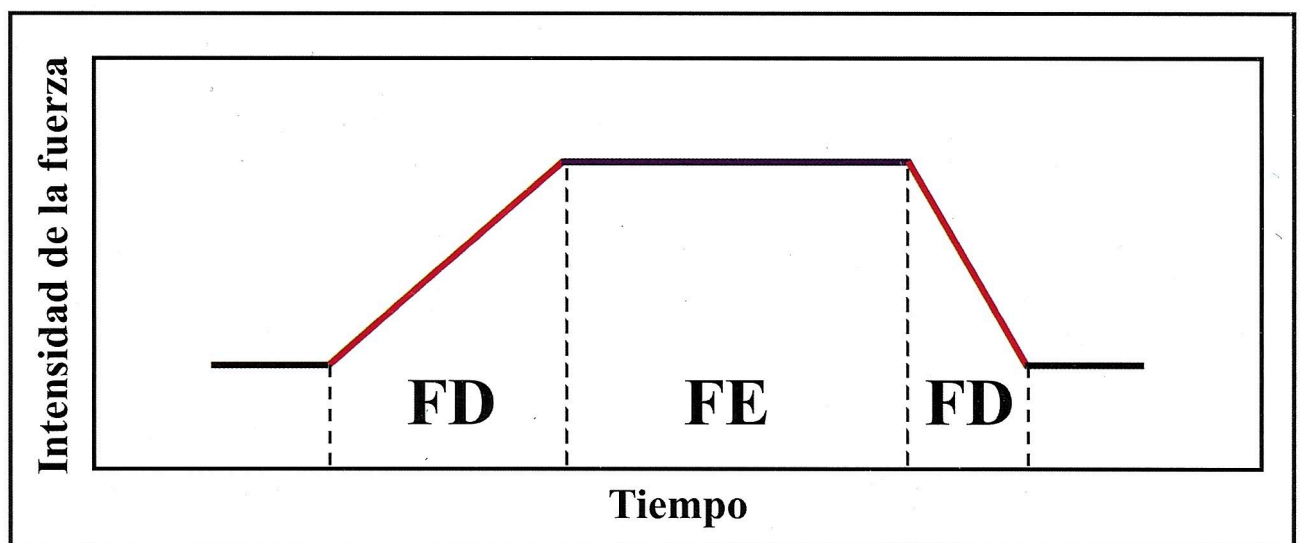


Fig. 1. Representación esquemática de las distintas fases de aplicación de un estímulo. FD = fase dinámica (rojo). FE = fase estática (azul).

## MECANORRECEPTORES PERIODONTALES

Los mecanorreceptores ubicados en el ligamento periodontal se estimulan ante la aplicación de fuerzas sobre los dientes, lo que ocurre cuando los dientes entran en contacto, cuando se interpone alimento entre ellos o cuando se los presiona con la lengua o los labios durante la masticación, deglución y fonación.

**Los mecanorreceptores del ligamento periodontal en el ser humano son del tipo SA II, es decir, son receptores tónicos de adaptación lenta, que envían potenciales de acción durante la aplicación de la carga tanto en la fase dinámica como en la estática, y presentan campos receptivos amplios. Una población de estos receptores se caracteriza por ser de descarga espontánea, es decir, que generan potenciales de acción en ausencia de estímulos. Se los homologa a los corpúsculos de Ruffini ubicados en la piel (receptores ruffiniformes).**

La mayoría de los que se observan en el ligamento periodontal carecen de todo tipo de cápsula, lo que indicaría que la interacción del receptor con las fibras colágenas no precisaría de una cápsula interpuesta. En el mecanismo de transducción de las fuerzas actuantes, colaborarían las proyecciones que presentan las terminaciones nerviosas que abrazan a los haces de fibras colágenas. (Lambrichts et al., 1992).

Los mecanorreceptores periodontales están asociados a fibras nerviosas mielínicas gruesas, de 1 a 15 micrómetros de diámetro y velocidad de conducción de 50 a 70 m/s, que corresponden mayoritariamente al grupo A-beta, relacionadas a la transmisión de la sensibilidad táctil y de presión (Guyton, 1997).

Por los estudios realizados en animales se sabe que los cuerpos neuronales de las fibras nerviosas provenientes de los mecanorreceptores periodontales se encuentran en el núcleo mesencefálico y en el

**La ausencia de información proveniente de los mecanorreceptores periodontales resulta en un control distorsionado de los movimientos masticatorios.**

ganglio de Gasser. En los caninos de los gatos, los mecanorreceptores en los que se origina información que llega al núcleo mesencefálico se distribuyen del fulcrum hacia el ápice, estando más concentrados alrededor de este último. En cambio, los receptores que transmiten información al ganglio de Gasser se distribuyen a lo largo del ligamento periodontal, concentrándose en la mitad de la longitud radicular (Bradley, 1995; Byers y Dong, 1989). No se han realizado estudios que confirmen estos datos en el ligamento periodontal de los seres humanos, pero esta característica parece estar conservada entre los mamíferos (Lazarov, 2002).

Una misma fibra nerviosa se ramifica en el ligamento periodontal para dar origen a numerosos receptores. Estos receptores se asocian a fibras colágenas que pueden tener distinta orientación en el ligamento periodontal. La tensión generada en este último puede afectar en forma diferente a cada uno de estos receptores, los cuales codifican la información que finalmente se integra en dicha fibra nerviosa. Esta información integrada y codificada es la que viaja al sistema nervioso central. Se puede considerar, entonces, a una **unidad sensitiva periodontal (USP)** como el conjunto de receptores periodontales que transmiten información por una misma fibra nerviosa aferente (basándose en el concepto de unidad sensitiva, Livingston, 1993).

El registro de la actividad eléctrica de los mecanorreceptores periodontales se realiza insertando microelectrodos en un nervio aferente al sistema nervioso central, por ejemplo, el nervio alveolar inferior, hasta tener la certeza de obtener el registro de una sola fibra nerviosa. Este registro corresponde a una unidad sensitiva periodontal (Trulsson y Johansson, 2002).

Los mecanorreceptores periodontales en humanos codifican los aspectos espaciales, temporales y de intensidad de las fuerzas que actúan sobre los dientes.

**A pesar de que la supresión de la mecanorrecepción periférica no impide la función motora, ésta se puede ver alterada permitiendo la ocurrencia de mordeduras.**

## ASPECTOS ESPACIALES DE LA CARGA DENTARIA

### Dientes anteriores


Las USPs tienen una amplia sensibilidad direccional. Responden a fuerzas aplicadas al diente receptor en dos a cuatro de las seis direcciones ortogonales: lingual, ves-tibular, mesial, distal, intrusión y extrusión (Fig. 2). Debido a esto una USP aporta información ambigua sobre la dirección en que está siendo cargado un diente. La información sobre la dirección de la carga surge de la integración de la información aportada por una población de USPs. Alrededor de la mitad de las USPs responden a la carga de un grupo de dientes adyacentes (de 2 a 4 dientes), con máxima respuesta frente a la carga de uno de ellos. Esto se debería más que nada al acoplamiento mecánico entre dientes vecinos, dado por los puntos de contacto interdental y las fibras colágenas transeptales más que a la ramificación de un aferente nervioso a varios dientes (Trulsson y Johansson, 2002). Otros autores, en cambio, destacan que las terminaciones cervicales de las fibras nerviosas del ligamento periodontal se incorporan al grupo de fibras colágenas circulares de la en-

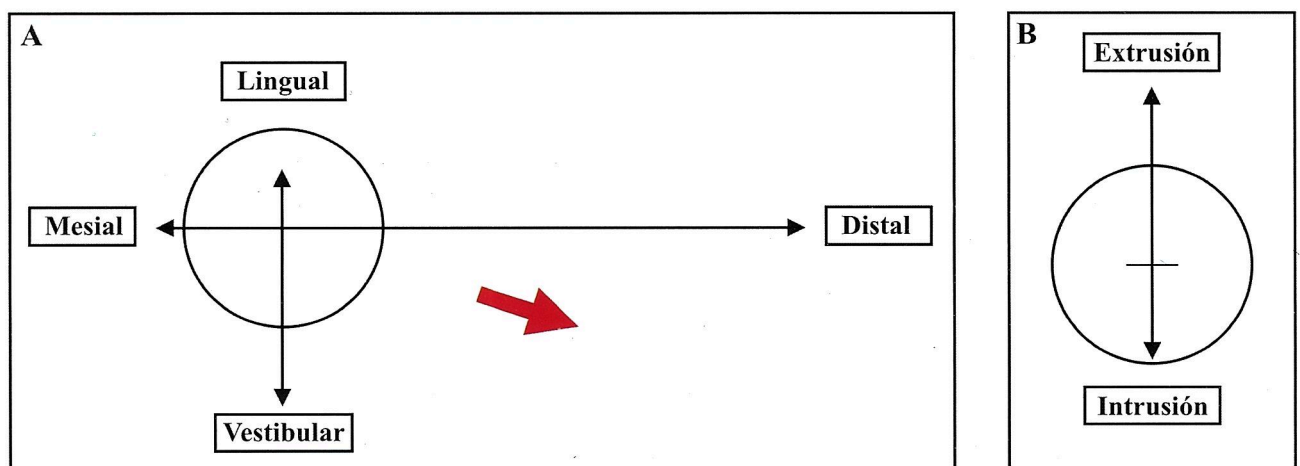
cía, en donde se anastomosan con las fibras nerviosas de dientes adyacentes, a fin de contribuir a la inervación del diente y sus adyacencias (Terranova et al., 1993). Es decir, que el acoplamiento de dientes adyacentes sería primordialmente mecánico y también a través de fibras nerviosas.

El hecho de que los campos receptivos abarquen varios dientes no necesariamente disminuye la capacidad del sistema nervioso central para localizar un estímulo único ejercido sobre un diente en particular. Los campos receptivos periféricos superpuestos son una característica de todos los sistemas sensitivos y pueden mejorar la agudeza de las representaciones espaciales (Trulsson y Johansson, 2002).

### Dientes posteriores

En el sector posterior de la arcada, el número de USP disminuye hacia distal, a pesar de la mayor área periodontal en los dientes posteriores, siendo el diente más sensible el primer premolar, luego el segundo y por último el primer molar (no hay datos sobre segundo y tercer molar). Todas las USPs registradas son de adaptación lenta y la mayoría de ellas presentan actividad espontánea. La

  
**Los receptores SAII  
responden principalmente  
a tensiones ejercidas en una  
dirección determinada,  
es decir presentan  
sensibilidad direccional.**  

**Fig. 2.-** Representación vectorial de las respuestas de una unidad sensitiva periodontal en un incisivo, durante la fase estática de aplicación de fuerzas de igual intensidad, en seis direcciones ortogonales: mesial, distal, vestibular, lingual, extrusivas e intrusivas. La longitud del vector es proporcional a la frecuencia de los potenciales de acción registrados en la fibra nerviosa aferente. El radio del círculo representa la frecuencia de descarga espontánea. La flecha en rojo representa la dirección más eficiente del estímulo excitatorio en el plano horizontal. A: plano horizontal. B: plano vertical (Modificado de Trulsson y Johansson, 2002).

proporción de USPs con descarga espontánea decrece hacia distal de la arcada. Aproximadamente la mitad de las USPs en el sector posterior transmiten información de varios dientes.

Todas las piezas posteriores muestran campos receptivos amplios con capacidad de responder a fuerzas en dos a cuatro de las seis direcciones ortogonales. En el plano horizontal los premolares no muestran una dirección preferida, pero los primeros molares muestran una fuerte sensibilidad direccional con respecto a las fuerzas de **dirección distolingual**. En el plano vertical la sensibilidad por las **fuerzas intrusivas** es mayor que para las extrusivas pero decrece marcadamente hacia distal. Esto se debe a que existe un menor número de USPs que inervan cada diente, a que se activan una proporción menor de las mismas frente a las cargas intrusivas, y a que aquellas que se activan descargan con menor frecuencia (Johnsen y Trulsson, 2003)

## ASPECTOS RELACIONADOS A LA INTENSIDAD DE LA CARGA DENTARIA

### Dientes anteriores

Cuando se grafica la respuesta de las USPs (frecuencia de los potenciales de acción) en la fase estática en función de la fuerza aplicada se observan dos comportamientos (Trulsson y Johansson,

2002; Fig. 3).

1) **Hiperbólico**: siendo directamente proporcional hasta que el estímulo alcanza una intensidad aproximada de 1,2 N, y luego por encima de este valor la sensibilidad decrece paulatinamente. Estos receptores tienen una sensibilidad óptima por debajo de 1,2N y son aproximadamente el 75% de los mecanorreceptores periodontales. No informan de cambios en la intensidad del estímulo por encima de este valor.

2) **Lineal**: con una relación estímulo-respuesta directamente proporcional, con menor pendiente que los del grupo anterior, siguen codificando eficientemente fuerzas que alcanzan hasta los 22N.

Si analizamos la función de los dientes anteriores durante la masticación, podemos considerar dos situaciones con fines diferentes: sostener el alimento y cortarlo. Las fuerzas necesarias para sostener el alimento entre los dientes son generalmente menores a 1,2 N (para sostener un maní es de 0,6 N) mientras que para cortarlo se necesitan fuerzas mayores (9 N para partir una galleta y 18 N para un maní). Los receptores involucrados en la regulación de la función de sostener un alimento entre los dientes durante el ciclo masticatorio son los de comportamiento hiperbólico, con máxima capacidad discriminativa en el rango de fuerzas de 0 a 1,2 N. Por otro lado los receptores involucrados en regular la función de cortar el alimento son los que presentan un comportamiento lineal respondiendo efectivamente hasta los 22 N, pero con menor capacidad discriminativa frente a fuerzas

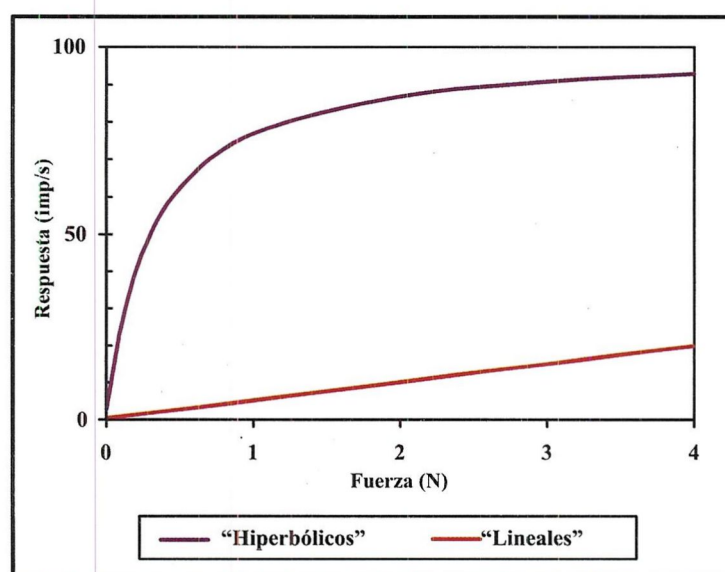


Fig. 3. Relación estímulo (fuerza aplicada sobre los dientes) – respuesta (potenciales de acción en impulsos por segundo) durante la fase estática de aplicación de una fuerza. Se observan los dos tipos de comportamiento de las unidades sensoriales periodontales: hiperbólico (azul) y lineal (rojo) (Modificado de Trulsson y Johansson, 2002).

de baja intensidad. La información que llega al sistema nervioso central a partir de estas USPs es esencial para regular la fuerza con la cual sostenemos o cortamos un alimento (Trulsson y Johansson, 2002).

### Dientes posteriores

En general los dientes posteriores son menos sensibles a las cargas que los dientes anteriores. Durante cada ciclo masticatorio, las USPs pueden proveer información sobre las propiedades mecánicas de los alimentos, poco después del contacto con los dientes, la que puede usarse para graduar el aumento de la fuerza muscular en la siguiente fase de potencia. (Johnsen y Trulsson, 2004). Estos conceptos parecen lógicos debido a que en el sector posterior se ejerce una mayor fuerza masticatoria y se requiere una menor sensibilidad.

Al igual que en el sector anterior, en el sector posterior, la amplia mayoría de las USPs muestran un comportamiento **hiperbólico** en la relación entre frecuencia de descarga e intensidad de la fuerza aplicada sobre los dientes, con una marcada tendencia a la saturación (adaptación del receptor). Una minoría de las USPs muestran un **comportamiento lineal**, esto indica que las frecuencias de descarga de la mayoría de las USPs se incrementan rápidamente al contacto inicial con los alimentos y continúan descargando mientras el diente recibe fuerzas. Sin embargo debido a una marcada tendencia a la saturación, la mayoría de las USPs que presentan un comportamiento hiperbólico codifican pobremente la magnitud de las intensas fuerzas de la masticación. Esto último sí lo pueden hacer la minoría de fibras con comportamiento lineal.

## CONCLUSIONES

De lo expuesto en este trabajo se puede deducir que hay una correlación entre el perfil de sensibilidad de los dientes anteriores y posteriores y las funciones particulares que realizan cada uno de estos grupos dentarios. Los dientes anteriores están involucrados en el sostén y corte del alimento, por lo que requieren una mayor sensibilidad, mientras que los posteriores, adaptados a la trituración,

## La mecanorrecepción periodontal tendría un papel predictivo en la progresión de los movimientos masticatorios.

realizan una mayor fuerza durante su función. La ausencia de aferencias sensoriales a partir de los mecanorreceptores periodontales resulta en un control distorsionado de los movimientos masticatorios. Es así que se plantea un papel predictivo de la mecanorrecepción periodontal en la progresión de los movimientos masticatorios.

Es necesario considerar a la mecanorrecepción periodontal como parte de un aparato sensitivo más amplio que incluye también la inervación del complejo dentinopulpar, gingival, de labios, mejillas y músculos (Byers y Nöhri, 1999).

Los cuerpos de las primeras neuronas que reciben la información de los husos musculares de los músculos mandibulares y de parte de los mecanorreceptores periodontales se encuentran en el núcleo mesencefálico trigeminal, donde se observaron interacciones de tipo sináptico (sinapsis químicas y eléctricas), lo que explicaría que en dicho núcleo se produciría cierta integración de la información que sería relevante para regular las funciones motoras (Lazarov, 2002). Las neuronas ubicadas en el núcleo mesencefálico se relacionan con la corteza cerebelosa a través de proyecciones directas. Esta conexión directa podría transmitir la información acerca del contacto dentario y este podría ser utilizado como un calibrador de las descargas de los aferentes de los husos musculares. Los husos musculares de los músculos mandibulares informan muy detalladamente respecto al movimiento mandibular pero no pueden transmitir información confiable respecto a la posición mandibular durante un largo período de tiempo, porque las propiedades de los husos y la actividad fusimotora cambia continuamente durante la masticación. Para mantener la postura mandibular normal se necesita la información de la **posición absoluta**, la que requiere de la continua corrección entre las descargas de los husos musculares y el momento exacto del contacto dentario. Esta corrección se podría realizar en el cerebelo al comparar la información recibida desde los husos musculares y de los mecanorreceptores periodontales. Esta comparación le permite al cerebelo alterar la actividad fusimotora apropiadamente y regular la descarga de los husos musculares (Türker, 2002).

## BIBLIOGRAFÍA

- Bradley RM.** 1995. Essentials of Oral Physiology. Ed. Mosby, St. Louis.
- Byers MR y Dong WK.** 1989. Comparison of trigeminal receptor location and structure in the periodontal ligament of different types of teeth from the rat, cat, and monkey. *J Comp Neurol.* 279(1):117-27
- Byers MR y Närhi MVO.** 1999. Dental injury models: experimental tools for understanding neuroinflammatory interactions and polymodal nociceptor functions. *Crit Rev Oral Biol Med,* 10(1):4-39.
- Fukuda M y Tazaki M.** 1994. Distribution of organized sensory nerve endings in the human periodontal ligament. *Bull Tokyo Dent Coll* 35(3):133-137.
- Guyton AC y Hall JE.** 1997. Tratado de Fisiología Médica. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México.
- Johnsen SE y Trulsson M.** 2003. Receptive field properties of human periodontal afferents responding to loading of premolar and molar teeth. *J Neurophysiol* 89: 1478-1487.
- Johnsen SE y Trulsson M.** 2004. Encoding of amplitude and rate of tooth loads by human periodontal afferents from premolar and molar teeth. *J Neurophysiol* (en prensa)
- Lambrichts I, Creemers J, van Steenberghe D.** 1992. Morphology of neural endings in the human periodontal ligament: An electron microscopic study. *J Period Res* 27:191-196.
- Lazarov NE.** 2002. Comparative análisis of the chemical neuroanatomy of the mammalian trigeminal ganglion and mesencephalic trigeminal nucleus. *Prog Neurobiol* 66(1):19-59.
- Lindhe J y Thorkild K.** 2000. Anatomía del periodonto. En: Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica. Ed. Panamericana, Madrid.
- Livingston RB.** 1993. Neurofisiología. En: West JB. Bases Fisiológicas de la Práctica Médica. Ed. Médica Panamericana. México.
- Maeda T, Ochi K, Nakakura-Ohshima K, Youn SH, Wakisaka S.** 1999. The Ruffini ending as the primary mechanoreceptor in the periodontal ligament: its morphology, cytochemical features, regeneration, and development. *Crit Rev Oral Biol Med* 10(3):307-327.
- Terranova VM, Goldman HM, Listgarten MA.** El aparato de inserción periodontal. En: Genco RJ, Goldman HM, Cohen DW. 1993. Periodoncia. Ed. Nueva Editorial Americana. México.
- Trulsson M y Johansson RS.** 2002. Orofacial mechanoreceptors in humans: encoding characteristics and responses during natural orofacial behaviors. *Behavioural Brain Research* 135:27-33.
- Turker KS.** 2002. Reflex control of human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med* 13(1):85-104.

*Dr. Morris Mizraji*

*Javier Barrios Amorín 1578, CP 11200  
Montevideo, Uruguay  
mmizraji@internet.com.uy*

## Obituarios

**Dr. Ronald Roth D.D.S.**  
MS, F.A.C.D., F.I.C.D

El 14 de enero de 2005 se produjo el fallecimiento del Dr. Ronald Roth.

Reconocida figura de la ortodoncia mundial, dedicó su vida a enseñar su Filosofía de Trabajo con excelencia, en infinidad de países, tratando de formar profesionales comprometidos con el futuro de la salud de la población.

El *Roth/Williams Center Funcional Oclusionion Uruguay*, junto a la Facultad de Odontología de la Universidad Católica del Uruguay, tuvieron el honor de recibirlo en distintas oportunidades y compartir sus enseñanzas a través del dictado de cursos de postgrado de larga duración, que permitieron el egreso de un distinguido grupo de profesionales, los que asumen el compromiso de continuar las enseñanzas que con tanta generosidad el Dr. Roth les entregara.

**Dr. Bernardo Levit**  
F.P.F.A

El deceso del Dr. Bernardo Levit, ocurrido el 23 de febrero p.p., ha afectado profundamente a quienes integramos la Facultad de Odontología de la Universidad Católica del Uruguay.

Fue proverbial su cariño hacia nuestro país y su afecto por nuestro Instituto de enseñanza. El *leiv motiv* de sus esfuerzos y esperanzas fue la solución del problema de la halitosis y en este campo, brindó a nuestra Facultad su enciclopédico conocimiento sobre el tema, los materiales necesarios y, a la vez, un formidable impulso para su investigación, conectándose a ese efecto con las Cátedras de Bioquímica, Patología y Semiología en un ambiente de camaradería y fecundo intercambio científico.

Honró a la Odontología argentina a la que hacemos llegar, lo mismo que a su familia, nuestro pesar por la pérdida.