

# Efecto del Esquema Oclusal en Protrusiva y Laterotrusiva en la Actividad Electromiográfica de los Músculos Mandibulares y Cervicales

Effect of the Protrusive and Laterotrusive Occlusal Scheme on the Electromyographic Activity of the Mandibular and Cervical Muscles

Aler Fuentes del Campo<sup>1,2</sup> & Rodolfo Miralles<sup>2</sup>

**FUENTES DEL CAMPO, A. & MIRALLES, R.** Efecto del esquema oclusal en protrusiva y laterotrusiva en la actividad electromiográfica de los músculos mandibulares y cervicales. *Int. J. Odontostomat.* 18(4):406-414, 2024.

**RESUMEN:** Existe una estrecha relación entre la actividad electromiográfica (EMG) y la oclusión dentaria. Esta revisión narrativa presenta evidencias con respecto al efecto de la guía oclusal protrusiva y laterotrusiva en la actividad EMG de los músculos mandibulares y cervicales, en sujetos con dientes naturales. Durante el movimiento mandibular con guía protrusiva, la actividad EMG de los músculos temporal anterior, masetero y esternocleidomastoideo fue significativamente menor en apriete y rechinar dentario protrusivo en comparación con la actividad registrada durante máximo apriete dentario en máxima intercuspidadación (MIC). En cambio, la actividad de los músculos pterigoideos mediales fue similar a la registrada en MIC. Sin embargo, la actividad de los músculos pterigoideos laterales y suprahioides fue significativamente mayor en comparación a la actividad registrada en MIC. Durante el movimiento mandibular con guía laterotrusiva, la actividad EMG fue significativamente menor con guía canina (CG) en comparación con función de grupo (GF) en los músculos temporal anterior, temporal posterior y esternocleidomastoideo, siendo similar entre CG y GF en los músculos masetero, suprahioides, infrahioides, diafragma e intercostales externos. Los diferentes patrones EMG observados en protrusiva y en laterotrusiva podrían deberse a una modulación diferencial que ejercen los mecanismos neuromusculares periféricos y centrales en el conjunto de motoneuronas alfa que controlan la actividad de estos músculos que integran la unidad cráneo-cervical-mandibular (UCCM).

**PALABRAS CLAVE:** electromiografía, oclusión dentaria, músculos masticatorios, músculos del cuello.

## INTRODUCCIÓN

La influencia del número y localización de los contactos dentarios en la actividad muscular de la UCCM ha sido reportada previamente (Manns *et al.*, 1989). Por lo tanto, esta revisión narrativa busca señalar los patrones EMG de los músculos mandibulares y cervicales durante esquemas oclusales en protrusiva y laterotrusiva, como describir los mecanismos neuromusculares y biomecánicos implicados, señalando la relevancia clínica de estos patrones EMG en el funcionamiento y la homeostasis de la UCCM.

### Guía anterior en protrusiva

La protrusión es el movimiento de la mandíbula

hacia adelante (Ohrbach *et al.*, 2013). La guía anterior se refiere a la relación de contacto entre los dientes anteriores durante el movimiento protrusivo de la mandíbula (Davies & Gray, 2001; Manns, 2013; Okeson, 2020). La importancia clínica del patrón oclusal en los movimientos de protrusión ha sido señalada en numerosos trabajos. Neff (1981) aboga por la plena función de caninos e incisivos. Dawson (1977) da prioridad a los incisivos centrales inferiores, mientras que Arnold & Frunker (1978) enfatizan la inclusión determinada o guiada por los caninos.

**Evidencia EMG (Tabla I):** Williamson & Lundquist (1983) estudiaron la influencia de una guía anterior en la actividad EMG de los músculos maseteros y

<sup>1</sup> Facultad de Odontología, Instituto de Investigación en Ciencias Odontológicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Universidad Mayor, Santiago, Chile.

temporales mediante un dispositivo oclusal maxilar que producía inoclusión de los dientes posteriores. Todos los participantes mostraron una disminución en la actividad EMG con la guía anterior en comparación con la actividad registrada en la posición céntrica mandibular. En un estudio posterior (Miralles *et al.*, 1987), se utilizó un dispositivo oclusal maxilar que producía inoclusión de los dientes posteriores, con el propósito de cuantificar el efecto en la actividad EMG de los músculos temporal anterior y masetero, de diferentes guías oclusales protrusivas durante el máximo apriete dentario en comparación con la actividad registrada durante el máximo apriete dentario con la férula en la posición céntrica mandibular. La actividad EMG en los músculos temporal anterior y masetero con guía mesioincisal (ángulos

mesioincisales de ambos incisivos centrales inferiores) fue significativamente menor en comparación con la guía incisiva completa (incisivos centrales inferiores y laterales), la guía canina (caninos inferiores izquierdo y derecho) y la guía completa inferior (de canino a canino). En un estudio (Aldana *et al.*, 2011), se registró la actividad EMG del músculo temporal anterior y de los músculos suprahioides durante apriete y rechinar dentario en diferentes posiciones excéntricas en protrusiva. La actividad del temporal anterior durante rechinar excéntrico (desde MIC a vis a vis), apriete en vis a vis, y rechinar concéntrico (desde vis a vis a MIC) fue significativamente menor en comparación a la actividad registrada en MIC. Por el contrario, la actividad de los músculos suprahioides mostró un patrón inverso con

Tabla I. Efecto de la guía oclusal anterior en la actividad EMG.

Autores (año)	N° participantes, condición	Músculos evaluados	Método de alteración de la oclusión.	Esquema de oclusión protrusivo	Resultados principales
Williamson & Lundquist (1983)	5, 4 con antecedentes de síntomas asociados con TTM y 1 sin síntomas asociados con TTM.	Temporal masetero.	y Férula maxilar de resina acrílica.	No reportado.	Disminución de la actividad EMG durante la protrusión en comparación con la posición céntrica mandibular.
Miralles <i>et al.</i> (1987)	8, sanos.	Temporal masetero.	y Férula maxilar de resina acrílica.	Guía anterior completa, Guía anterior incisiva, Guía mesioincisiva.	Disminución progresiva de la actividad EMG desde la guía anterior completa (más alta) hasta la guía mesioincisiva (más baja).
Aldana <i>et al.</i> (2011)	30, sanos.	Temporal suprahioides.	y Ninguno.	No reportado.	En el temporal anterior la mayor actividad EMG fue durante rechinar concéntrico protrusivo respecto a apriete en vis a vis protrusivo y rechinar excéntrico protrusivo. En los músculos suprahioides la actividad EMG fue menor durante apriete en vis a vis protrusivo que durante el rechinar excéntrico protrusivo.
Venegas <i>et al.</i> (2009)	34, sanos.	Masetero y ECM.	Ninguno.	No reportado.	Las condiciones excéntricas de la mandíbula tienen un mayor efecto en el masetero que en el ECM. No hay diferencias significativas entre el rechinar excéntrico, el rechinar concéntrico y el apriete en vis a vis.
Bhutada <i>et al.</i> (2007)	22, sanos.	Pterigoideo lateral (haz superior e inferior)	Ninguno.	No reportado.	El análisis individual mostró que el 79 % de las unidades motoras mostraron un aumento significativo en la tasa de disparo con el aumento del desplazamiento protrusivo de la mandíbula.
Nozad Mojaver <i>et al.</i> (2019)	15, sanos.	Pterigoideo medial	Férula maxilar y mandibular.	No reportado.	Durante la rampa lenta y rápida no hubo en efecto significativo del movimiento protrusivo sobre las tasas de desarrollo de fuerza.

TTM: trastornos temporomandibulares, ECM: esternocleidomastoideo, EMG: electromiográfica. Todos los estudios fueron transversales.

mayor actividad en las posiciones excéntricas en comparación con la actividad registrada en MIC. En otro estudio (Venegas *et al.*, 2009), se evaluó la actividad EMG de los músculos masetero y esternocleidomastoideo durante máximo apriete en MIC, rechinar dentario excéntrico, concéntrico y máximo apriete dentario en vis a vis. En ambos músculos la actividad fue significativamente menor en todas las posiciones excéntricas en protrusión en comparación con la actividad registrada en MIC.

En varios estudios se ha evaluado la actividad de músculos profundos de la UCCM, como por ejemplo los pterigoideos laterales y mediales. Con respecto a la actividad de los músculos pterigoideos laterales, en un estudio en el cual la actividad EMG fue captada mediante electrodos de aguja intramusculares, la mayoría de las unidades motoras del haz superior del músculo pterigoideo lateral (79 %) mostraron aumentos significativos en las tasas de disparo a medida que aumentaba la cantidad de desplazamiento de la mandíbula en el movimiento protrusivo (Bhutada *et al.*, 2007). Este resultado es similar a los reportados para el haz inferior del músculo pterigoideo lateral (Murray *et al.*, 1999; Phanachet *et al.*, 2002). En el músculo pterigoideo medial, la actividad de sus unidades motoras se estudió durante el movimiento protrusivo en dos ritmos de escalada de fuerza (rampa lenta y rampa rápida). La tasa de desarrollo de fuerza no mostró una relación significativa durante el movimiento protrusivo de la mandíbula (Nozad Mojaver *et al.*, 2019).

**Mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos involucrados:** El patrón de menor actividad EMG observado en los músculos temporal anterior y masetero en apriete y/o rechinar dentario en protrusiva en comparación con máximo apriete dentario en MIC podría explicarse en base a mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos. Desde un punto de vista fisiológico, los dientes anteriores tienen un menor umbral mecanosensitivo a la distensión periodontal en comparación con los dientes posteriores (Manly *et al.*, 1952). Por lo tanto, al apretar o rechinar en posición oclusal protrusiva, los receptores periodontales de los dientes anteriores se activan con menos fuerza oclusal, creando una inhibición más temprana de la actividad muscular elevadora mandibular (Anderson *et al.*, 1970). El menor umbral de los mecanorreceptores periodontales para la distensión de los dientes anteriores se debe a una menor área periodontal involucrada y a una alta densidad de mecanorreceptores periodontales (Manly *et al.*, 1952; Manns, 2013). Además, se ha demostrado

que el umbral mecanosensitivo de los dientes afectados por fuerzas laterales es de dos a cinco veces menor que cuando se ven afectados por fuerzas axiales (Manly *et al.*, 1952). Esto se explica porque el diente al recibir una fuerza oblicua u horizontal gira en torno de su fulcro, la corona en el sentido de la fuerza y el ápice en sentido contrario, provocando una alta distensión en pequeñas zonas del ligamento periodontal a nivel cervical, apical y periapical. Las zonas apical y periapical presentan la mayor densidad de mecanorreceptores periodontales (Maeda *et al.*, 1990). Cuando la fuerza aplicada es en sentido axial, se distribuye en una zona periodontal más amplia, por lo que la distensión del ligamento periodontal es pequeña. En consecuencia, la frecuencia de descarga aferente de los receptores periodontales será baja. Es necesario mencionar que el grado de desplazamiento radicular también depende de la anatomía dental, la presencia o ausencia de dientes adyacentes, la densidad del hueso alveolar y la indemnidad del ligamento periodontal. Por otro lado, al apretar o rechinar los dientes en posición mandibular protrusiva con inoclusión de los dientes posteriores, se produce un aumento de la carga articular, determinando la estimulación de los propioceptores articulares, que también inhiben la actividad muscular (Manns, 2013).

Desde un punto de vista biomecánico, el sistema estomatognático funciona como una palanca de tercera clase con los dientes anteriores alejados del punto de aplicación de la fuerza y del fulcro condilar. Este hecho también explicaría la disminución de las fuerzas y la disminución de la actividad elevadora mandibular registrada en estos dientes en comparación con los registros en los dientes posteriores. Este concepto ha sido probado en varios estudios que utilizaron transductores de tensión entre pares de dientes para medir la fuerza de mordida (Jenkins, 1966).

Para los músculos profundos, el hallazgo observado en el músculo pterigoideo lateral respalda su papel como principal músculo agonista que impulsa el movimiento protrusivo de la mandíbula, y los resultados obtenidos en el pterigoideo medial sugieren que este músculo puede estar más involucrado en la estabilización de la mandíbula en lugar de generar el vector de fuerza anterior principal (Nozad Mojaver *et al.*, 2021).

El patrón de menor actividad EMG observado en el músculo esternocleidomastoideo durante apriete y/o rechinar dentario en protrusiva, en

comparación con la actividad registrada durante máximo apriete dentario en MIC, es de gran importancia ya que sugiere que el grupo de neuronas motoras que controla este músculo está modulado en una extensión similar al de los músculos elevadores, lo cual está determinado por mecanismos neuromusculares tanto periféricos como centrales (Zuñiga *et al.*, 1995; Iwata & Sessle, 2019; Terrier *et al.*, 2022; Sessle, 2023). El vínculo funcional entre los músculos masticatorios y cervicales es bien conocido y probablemente basado en un mecanismo de coactivación, lo cual concuerda con el concepto de función neuromuscular integrada en la UCCM (Milanov *et al.*, 2001). Desde el punto de vista de los mecanismos neuronales periféricos, este patrón EMG podría explicarse por la influencia de las aferencias del trigémino procedentes de los receptores periodontal, lingual, de la articulación temporomandibular (ATM) y musculares en los grupos de neuronas motoras que controlan la actividad del músculo esternocleidomastoideo. Se deben considerar las aferencias del trigémino debido a su relación con el tracto descendente del nervio trigémino hacia las raíces dorsales superiores. Las neuronas de las tres divisiones del trigémino y los pares craneales VII, IX y X comparten el mismo conjunto de neuronas con las neuronas de los segmentos cervicales superiores (Manni *et al.*, 1975). Es bien sabido que las influencias del trigémino participan en el programa neuromuscular durante la oclusión habitual (De Laat, 1987). Por lo tanto, las aferencias del trigémino provenientes de los receptores periodontales, de la ATM y musculares pueden desempeñar un papel en la modulación de los grupos de neuronas motoras del músculo esternocleidomastoideo cuando la posición de la mandíbula varía de MIC a cualquier posición protrusiva de mandíbula.

**Significado clínico:** Clínicamente, en términos del patrón de guía anterior, se ha observado un contacto anterior predominante con inclusión de los dientes posteriores (Zuñiga *et al.*, 1995; Al-Nimri *et al.*, 2010). En una posición mandibular protrusiva con guía oclusal anterior deben ocurrir los siguientes fenómenos: a) una rápida y eficiente inhibición de los músculos elevadores para evitar la génesis de fuerzas excesivas en posición protrusiva que podrían causar sobrecarga y/o daño a las diferentes estructuras bucales que constituyen la UCCM. Este hecho es de gran relevancia clínica porque los dientes anteriores son más sensibles cuando la fuerza actúa de forma oblicua u horizontal. Por lo tanto, las fuerzas no fisiológicas que tienden a desestabilizar el diente en su alvéolo producen una activación más eficiente de los mecanorreceptores

periodontales para permitir una inhibición de la actividad de elevación de la mandíbula. b) una inclusión de los dientes posteriores, que les impide recibir fuerzas oblicuas que podrían desestabilizar el diente en su alvéolo, produciendo pérdida de hueso alveolar y/o desgaste dentario severo.

En general, es importante señalar que la guía oclusal anterior produce una disminución más significativa en la actividad EMG de los músculos temporal anterior y masetero en posición protrusiva que en el músculo esternocleidomastoideo (Venegas *et al.*, 2009). Esto podría ser importante desde el punto de vista clínico en la génesis de la hiperactividad muscular en los músculos cervicales durante el apriete y/o rechinar dentario, dependiendo de la intensidad, frecuencia y duración de estos episodios.

### Guía oclusal laterotrusiva

El contacto de los dientes durante los movimientos laterales voluntarios varía según su ubicación y número (Manns, 2013), dependiendo del tipo de guía laterotrusiva: guía canina (GC), es decir, contacto sólo entre el canino superior e inferior en el lado de trabajo, y función de grupo (FG), es decir, contacto entre dos o más pares de dientes antagonistas en el lado de trabajo (Woda *et al.*, 1979; Leiva *et al.*, 2003). Ambos tipos de guía laterotrusiva ocurren en la dentición natural (D'Amico, 1961). Actualmente, GC y FG sin contactos dentarios en el lado de no trabajo se aceptan como oclusión terapéutica en la dentición natural (Belser & Hannam, 1985).

**Evidencia EMG (Tabla II):** Numerosos estudios han permitido aportar una visión más amplia con respecto al patrón EMG de los músculos mandibulares y cervicales, durante el apriete y rechinar dentario en posiciones mandibulares excéntricas laterales, en comparación con el máximo apriete dentario en MIC, en sujetos sanos con dentición natural o en sujetos que utilizan dispositivos interoclusales. Se ha observado una disminución significativa de la actividad EMG en los músculos mandibulares y cervicales con ambos esquemas laterotrusivos con respecto a la actividad EMG registrada en MIC (Leiva *et al.*, 2003; Campillo *et al.*, 2008; Gutierrez *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2011). Por otro lado, al comparar la actividad EMG registrada en los músculos mandibulares, cervicales e inspiratorios entre sujetos con GC y FG, se ha observado una gran diversidad en los resultados durante diferentes condiciones funcionales en dentición natural o utilizando overlays metálicos.

Tabla II. Efecto de la guía oclusal lateral en la actividad EMG.

Autores (año)	N° participantes. Condición	Movimientos evaluados	Músculos evaluados	Método de alteración de la oclusión	Esquema de oclusión lateral	Resultados principales
Belser & Hannam (1985)	12. FG natural	Masticación. Máximo apriete y rechinariento excéntrico.	Temporal anterior. Temporal posterior. Masetero.	Overlays metálicos. Sin incremento DVO	GC. FG.	GC: redujo significativamente la actividad EMG durante el apriete, pero no durante la masticación.
Akören & Karaagaçlıoğlu (1995)	30. sin tratamiento previo. 15 GC. 15 FG. 20. GC natural.	Masticación. Rechinariento excéntrico.	Temporal anterior. Masetero.	Ninguno.	GC. FG.	No hay diferencias significativas entre los esquemas oclusales durante la masticación.
Okano <i>et al.</i> (2002)	20. GC natural.	Máximo apriete en vis a vis.	Temporal anterior. Temporal posterior. Masetero.	Overlays metálicos. Sin incremento DVO.	GC. FG. sFG. OBB.	Durante el apriete excéntrico, FG aumentó la actividad EMG del temporal anterior, pero sin efecto sobre el masetero. Con GC se mostró menor actividad EMG en el lado de trabajo y de no trabajo. El aumento de los contactos de los dientes posteriores provocó un aumento de la actividad EMG total. El esquema de OBB mostró una mayor actividad EMG que los otros esquemas oclusales.
Valenzuela <i>et al.</i> (2006)	40. sin tratamiento previo. 20 GC. 20 FG.	Rechinariento excéntrico. Apriete en vis a vis. Rechinariento concéntrico.	Suprahioides. Infrahioides.	Ninguno.	GC. FG.	No hubo diferencias significativas en la actividad EMG con FG. La ubicación de la mandíbula y su función influyen más en la actividad EMG que el esquema oclusal.
Miralles <i>et al.</i> (2007)	40. sin tratamiento previo. 20 GC. 20 FG.	Apriete en vis a vis. Rechinariento concéntrico. Rechinariento excéntrico.	Suprahioides. Infrahioides.	Ninguno.	GC. FG.	Se observó mayor actividad EMG en apriete que durante rechinariento.
Okano <i>et al.</i> (2007)	20. GC natural.	Máximo apriete en vis a vis.	Temporal anterior. Temporal posterior. Masetero.	Overlays metálicos. Sin incremento DVO.	GC. FG. sFG. OBB.	No hubo diferencias significativas En la actividad EMG con FG. La ubicación de la mandíbula y su función influyen más en la actividad EMG que el esquema oclusal. Se observó mayor actividad EMG en apriete que durante rechinariento. Existen diferencias significativas entre los diferentes esquemas oclusales.
Campillo <i>et al.</i> (2008)	30. sin tratamiento previo. 15 GC. 15 FG.	Apriete en máxima intercuspidad. Rechinariento excéntrico. Máximo apriete en vis a vis.	Masetero.	Ninguno.	GC. FG.	La actividad del masetero no se modificó. El aumento de los contactos de los dientes posteriores provocó un aumento de la actividad EMG total con FG y OBB.
Gutiérrez <i>et al.</i> (2010)	30. sin tratamiento previo. 15 GC. 15 FG.	Rechinariento concéntrico. Máximo apriete en vis a vis.	Temporal anterior. Temporal posterior. Masetero.	Ninguno.	GC. FG.	No hay diferencias significativas entre los esquemas oclusales. La ubicación de la mandíbula y su función influyen más en la actividad EMG que el esquema oclusal. Se observó mayor actividad EMG en apriete que durante rechinariento.
Rodríguez <i>et al.</i> (2011)	28. sin tratamiento previo. 14 GC. 14 FG.	Rechinariento concéntrico. Máximo apriete en vis a vis.	Esternoideomastoideo.	Ninguno.	GC. FG.	Se observó una menor actividad EMG con GC que con FG.
Valenzuela <i>et al.</i> (2012)	30. sin tratamiento previo. 15 GC. 15 FG.	Rechinariento excéntrico. Máximo apriete en vis a vis.	Suprahioides. Infrahioides.	Ninguno.	GC. FG.	No se observaron diferencias significativas entre los esquemas oclusales.
Valenzuela <i>et al.</i> (2020)	50. sin tratamiento previo. 25 GC. 25 FG.	Rechinariento concéntrico. Rechinariento excéntrico.	Diaphragma.	Ninguno.	GC. FG.	No se observaron diferencias significativas entre los esquemas oclusales.
Miralles <i>et al.</i> (2022)	50. sin tratamiento previo. 25 GC. 25 FG.	Rechinariento concéntrico.	Intercostales externos.	Ninguno.	GC. FG.	No se observaron diferencias significativas entre los esquemas oclusales.

GC: guía canina. FG: función de grupo. sFG: semi función de grupo, OBB: oclusión balanceada bilateral, DVO: oclusión vertical oclusal, EMG: electromiográfica. Todos los estudios fueron transversales. Participantes de todos los estudios presentaban dentición intacta, sin disfunción masticatoria.

Se ha registrado la actividad EMG de los músculos masticatorios, cervicales e inspiratorios en la actividad muscular durante rechinar excéntrico laterotrusivo desde MIC a vis a vis, máximo apriete dentario en vis a vis, y rechinar concéntrico laterotrusivo desde vis a vis a MIC, utilizando la actividad EMG durante el máximo apriete dentario en MIC para la normalización. Los músculos evaluados fueron temporal anterior, temporal posterior, masetero, suprahioideos, infrahioideos, esternocleidomastoideo, diafragma e intercostal externo (ICE), observándose los siguientes patrones EMG: menor actividad EMG con GC en comparación con FG en los músculos temporal anterior (Belser & Hannam, 1985; Akören & Akören, A. C. & Karaagaçlıoğlu, 1995; Okano *et al.*, 2002, 2007; Gutierrez *et al.*, 2010), temporal posterior (Okano *et al.*, 2002) y esternocleidomastoideo (Rodríguez *et al.*, 2011) y actividad EMG similar entre GC y FG en los músculos masetero (Akören & Karaagaçlıoğlu, 1995; Okano *et al.*, 2007; Campillo *et al.*, 2008), supra e infrahioideos (Valenzuela *et al.*, 2006; Miralles *et al.*, 2007; Valenzuela *et al.*, 2012), diafragma (Valenzuela *et al.*, 2020) e ICE (Miralles *et al.*, 2022).

**Mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos implicados:** El patrón EMG de menor actividad muscular con GC en comparación con FG observado en los músculos temporal anterior (Gutierrez *et al.*, 2010) y esternocleidomastoideo (Rodríguez *et al.*, 2011) podría explicarse en función de mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos.

Desde un punto de vista fisiológico, el umbral mecanosensitivo a la distensión periodontal es menor en los caninos en comparación con los dientes posteriores (Manly *et al.*, 1952). Esto implica que al apretar o rechinar los dientes en posiciones mandibulares laterotrusivas, los mecanorreceptores periodontales de los caninos se activan con menos fuerza oclusal, creando una inhibición más temprana de la actividad de las motoneuronas alfa que inervan estos músculos (Anderson *et al.*, 1970). El menor umbral a la distensión de los mecanorreceptores periodontales en los caninos en comparación con los premolares y los primeros molares se debe principalmente a que los caninos presentan una mayor densidad de mecanorreceptores periodontales y una menor área periodontal involucrada (excepto el primer premolar cuando tiene una sola raíz) (Manly *et al.*, 1952; Manns, 2013). Además, también se ha demostrado que el umbral mecanosensitivo de los caninos, premolares y primeros molares ante fuerzas

oblicuas es menor en comparación con fuerzas axiales (Manly *et al.*, 1952). Por otro lado, al apretar o rechinar los dientes con caninos en posición lateral con inclusión de los dientes posteriores, se produce principalmente un aumento de la carga articular contralateral, determinando la estimulación de los propioceptores de dicha ATM, que también inhiben la actividad muscular (Manns, 2013).

Desde el punto de vista biomecánico, el sistema estomatognático funciona como una palanca de tercera clase con los dientes anteriores alejados del punto de aplicación de la fuerza y ??del fulcro condilar, determinando una mayor extensión del brazo de resistencia. Este hecho también explicaría la disminución de la fuerza y de la actividad EMG elevadora registrada con GC en comparación con FG (Manns, 2013). El patrón de menor actividad EMG observado con GC en comparación con FG tanto en los músculos mandibulares (temporal anterior, temporal posterior) como cervicales (esternocleidomastoideo) es de gran importancia, porque sugiere que el conjunto de las motoneuronas alfa que controlan las fibras musculares de estos músculos es modulado en forma similar por los diferentes mecanismos neuromusculares periféricos y centrales (Zuñiga *et al.*, 1995; Okano *et al.*, 2002). Este vínculo funcional entre los músculos masticatorios y cervicales, tiene su base en un mecanismo de coactivación de acuerdo con el concepto de función neuromuscular integrada en la UCCM (Milanov *et al.*, 2001).

El patrón de similar actividad EMG en sujetos con GC o FG observado en los músculos masetero y supra e infrahioideo sugiere que el tipo de esquema oclusal laterotrusivo no modifica significativamente la actividad EMG de estos músculos, posiblemente por su papel predominantemente estabilizador de la mandíbula y del hueso hioides. Por lo tanto, las aferencias periféricas de los receptores periodontales, musculares y articulares en el conjunto de las motoneuronas alfa que controlan estos músculos podrían modularse con influencias centrales de los circuitos nerviosos corticales y subcorticales durante el apriete y rechinar voluntario de los dientes (Hellsing, 1980), indicando el predominio de los comandos centrales sobre las aferencias periféricas del masetero, suprahioideos e infrahioideos, dentro de un rango fisiológico.

El patrón de similar actividad EMG en sujetos con GC o FG observado en los músculos diafragma y

ICE demuestra que el tipo de esquema oclusal laterotrusivo no modifica significativamente la actividad de estos músculos (Valenzuela *et al.*, 2020; Miralles *et al.*, 2022), sugiriendo que las influencias del tronco encefálico y las áreas corticales relacionadas con la respiración predominan por sobre las influencias de los receptores periféricos de la UCCM sobre el conjunto de motoneuronas alfa que controlan la actividad de diafragma y los músculos ICE.

**Significado clínico:** La elección del esquema oclusal laterotrusivo dependerá del objetivo terapéutico. La menor actividad EMG registrada en los músculos temporal anterior, temporal posterior y esternocleidomastoideo con GC en comparación con FG sugiere la elección de la GC como esquema oclusal laterotrusivo para procedimientos de rehabilitación oral o tratamientos de ortodoncia en dientes naturales. Esto evitaría la génesis de fuerzas excesivas en posición mandibular laterotrusiva que podrían causar sobrecarga y/o daño a las diferentes estructuras bucales que constituyen la UCCM. Es importante señalar que los patrones EMG descritos entre sujetos con GC y FG se observaron en sujetos con inoclusión en el lado no trabajo (Campillo *et al.*, 2008; Gutierrez *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2011; Valenzuela *et al.*, 2012).

En cuanto a la carga articular, se ha señalado que con FG por presentar los contactos más posteriores en el lado de trabajo permiten reducir la carga articular, lo que podría ser importante de considerar desde el punto de vista clínico, en pacientes que presentan trastorno de la ATM (Abduo & Tennant, 2015).

En general, la GC se considera la guía lateral ideal en dientes naturales, debido a su ubicación estratégica, anatomía y propiedades propioceptivas (Manns, 2013). Por su parte, se ha afirmado que la FG facilita una amplia distribución de las fuerzas oclusales sobre muchos dientes en lugar de sobre un solo diente; por lo tanto, se puede establecer una oclusión lateral más cómoda, eficiente y funcional (Thornton, 1990).

De acuerdo con lo señalado, la GC y la FG son igualmente aceptables como esquemas oclusales laterotrusivos, dependiendo de las necesidades terapéuticas. La evidencia apoya un principio flexible en lugar de una teoría de oclusión preconcebida (Abduo & Tennant, 2015; Miralles, 2016).

## CONCLUSIÓN

Los patrones EMG observados durante la guía oclusal anterior y lateral son consecuencia de diferentes mecanismos periféricos y centrales que regulan la actividad de los músculos mandibulares y cervicales durante su rol funcional, protegiendo eficientemente las diferentes estructuras de la unidad cráneo-cérvico-mandibular.

**FUENTES DEL CAMPO, A. & MIRALLES, R.** Effect of the protrusive and laterotrusive occlusal scheme on the electromyographic activity of the mandibular and cervical muscles. *Int. J. Odontostomat.*, 18(4):406-414, 2024.

**ABSTRACT:** There is a close relationship between electromyographic activity (EMG) and dental occlusion. This narrative review presents evidence regarding to the effect of protrusive and laterotrusive occlusal guidance on the EMG activity of the mandibular and cervical muscles, in subjects with natural dentition. During mandibular movement with protrusive guidance, the EMG activity of the anterior temporal, masseter, and sternocleidomastoid muscles was significantly lower in protrusive tooth clenching and grinding compared to the activity recorded during maximum tooth clenching in maximum intercuspation (MIC). In contrast, the activity of the medial pterygoid muscles was similar to that recorded in MIC. However, the activity of the lateral pterygoid and suprahyoid muscles was significantly higher compared to the activity recorded in MIC. During mandibular movement with laterotrusive guidance, EMG activity was significantly lower with canine guidance (CG) compared to group function (GF) in the anterior temporal, posterior temporal and sternocleidomastoid muscles, being similar between CG and GF in the masseter muscles, suprahyoid, infrahyoid, diaphragm and external intercostals. The different EMG patterns observed in protrusive and laterotrusive could be due to a differential modulation exerted by peripheral and central neuromuscular mechanisms in the group of alpha motoneurons that control the activity of these muscles that integrate the craniocervical-mandibular unit.

**KEY WORDS:** electromyography, dental occlusion, masticatory muscles, neck muscles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abduo, J. & Tennant, M. Impact of lateral occlusion schemes: A systematic review. *J. Prosthet. Dent.*, 114(2):193-204, 2015.
- Akören, A. C. & Karaagaçlıoğlu, L. Comparison of the electromyographic activity of individuals with canine guidance and group function occlusion. *J. Oral. Rehabil.*, 22(1):73-7, 1995.
- Al-Nimri, K. S.; Bataneh, A. B. & Abo-Farha, S. Functional occlusal patterns and their relationship to static occlusion. *Angle. Orthod.*, 80(1):65-71, 2010.
- Aldana, K.; Miralles, R.; Fuentes, A.; Valenzuela, S.; Fresno, M. J.; Santander, H. & Felipe Gutiérrez, M. Anterior temporalis and Suprahyoid EMG activity during jaw clenching and tooth grinding. *Cranio*, 29(4):261-9, 2011.

- Anderson, D. J.; Hannam, A. G. & Mathews, B. Sensory mechanisms in mammalian teeth and their supporting structures. *Physiol. Rev.*, 50(2):171-95, 1970.
- Arnold, N. R. & Frunker, S. C. *Tratamiento Oclusal*. Ciudad de México, Interamericana, 1978.
- Belser, U. C. & Hannam, A. G. The influence of altered working-side occlusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement. *J. Prosthet. Dent.*, 53(3):406-13, 1985.
- Bhutada, M. K.; Phanachet, I.; Whittle, T.; Peck, C. C. & Murray, G. M. Activity of superior head of human lateral pterygoid increases with increases in contralateral and protrusive jaw displacement. *Eur. J. Oral. Sci.*, 115(4):257-64, 2007.
- Campillo, M. J.; Miralles, R.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Fresno, M. J.; Fuentes, A. & Zúñiga, C. Influence of laterotrúsviva occlusal scheme on bilateral masseter EMG activity during clenching and grinding. *Cranio*, 26(4):263-73, 2008.
- D'Amico, A. Functional occlusion of the natural teeth of man. *J. Prosthet. Dent.*, 11(5):899-915, 1961.
- Davies, S. & Gray, R. M. What is occlusion? *Br. Dent. J.*, 191(5):235-8, 41-5, 2001.
- Dawson, P. E. *Evaluación, Diagnóstico y Tratamiento de Problemas Oclusales*. Buenos Aires, Mundi, 1977.
- De Laat, A. Reflexes elicitable in jaw muscles and their role during jaw function and dysfunction: a review of the literature. Part I: Receptors associated with the masticatory system. *Cranio*, 5(2):139-51, 1987.
- Gutiérrez, M. F.; Miralles, R.; Fuentes, A.; Cavada, G.; Valenzuela, S.; Santander, H. & Fresno, M. J. The effect of tooth clenching and grinding on anterior temporalis electromyographic activity in healthy subjects. *Cranio*, 28(1):43-9, 2010.
- Helsing, G. On the regulation of interincisor bite force in man. *J. Oral. Rehabil.*, 7(5):403-11, 1980.
- Iwata, K. & Sessle, B. J. The evolution of neuroscience as a research field relevant to dentistry. *J. Dent. Res.*, 98(13):1407-17, 2019.
- Jenkins, G. N. *The Physiology of the Mouth*. 3rd ed. Hoboken, Blackwell Science Ltd., 1966.
- Leiva, M.; Miralles, R.; Palazzi, C.; Marulanda, H.; Ormeño, G.; Valenzuela, S. & Santander, H. Effects of laterotrúsviva occlusal scheme and body position on bilateral sternocleidomastoid EMG activity. *Cranio*, 21(2):99-109, 2003.
- Maeda, T.; Kannari, K.; Sato, O. & Iwanaga, T. Nerve terminals in human periodontal ligament as demonstrated by immunohistochemistry for neurofilament protein (NFP) and S-100 protein. *Arch. Histol. Cytol.*, 53(3):259-65, 1990.
- Manly, R. S.; Pffaffman, C.; Lathrop, D. D. & Keyser, J. Oral sensory thresholds of persons with natural and artificial dentitions. *J. Dent. Res.*, 31(3):305-12, 1952.
- Manni, E.; Palmieri, G.; Marini, R. & Pettorossi, V. E. Trigeminal influences on extensor muscles of the neck. *Exp. Neurol.*, 47(2):330-42, 1975.
- Manns, A. *Sistema Estomatognático. Fundamentos Clínicos de Fisiología y Patología Funcional*. Caracas, Amolca, 2013.
- Manns, A.; Miralles, R.; Valdivia, J. & Bull, R. Influence of variation in anteroposterior occlusal contacts on electromyographic activity. *J. Prosthet. Dent.*, 61(5):617-23, 1989.
- Milanov, I.; Bogdanova, D. & Ishpekova, B. The trigemino-cervical reflex in normal subjects. *Funct. Neurol.*, 16(2):129-34, 2001.
- Miralles, R. Canine-guide occlusion and group function occlusion are equally acceptable when restoring the dentition. *J. Evid. Based Dent. Pract.*, 16(1):41-3, 2016.
- Miralles, R.; Gallardo, F.; Baeza, M.; Valenzuela, S.; Ravera, M. J.; Ormeño, G. & Cavada, G. Laterotrúsviva occlusal schemes and jaw posture tasks effects on supra- and infrahyoid EMG activity in the lateral decubitus position. *Cranio*, 25(2):106-13, 2007.
- Miralles, R.; Manns, A.; Nass, X.; Pasini, C. & Rocabado, M. Influence of protrusive functions on electromyographic activity of elevator muscles. *Cranio*, 5(4):324-32, 1987.
- Miralles, R.; Valenzuela, S.; Marambio, C.; Gamboa, N. A.; Fuentes, A. D.; Santander, H.; Gutiérrez, M. F.; Zúñiga, C. & Bull, R. Effect of laterotrúsviva occlusal scheme on chewing duration, external intercostal muscular activity, heart rate, and oxygen saturation. *Cranio*, 40(5):401-8, 2022.
- Murray, G. M.; Orfanos, T.; Chan, J. Y.; Wanigaratne, K. & Klineberg, I. J. Electromyographic activity of the human lateral pterygoid muscle during contralateral and protrusive jaw movements. *Arch. Oral Biol.*, 44(3):269-85, 1999.
- Neff, P. A. *Occlusion and Function*. Washington DC, Department of Occlusion, Georgetown University, School of Dentistry, 1981.
- Nozad Mojaver, Y.; Tawadros, P. B.; Moura Ferreira, P.; Whittle, T. & Murray, G. M. Single motor units from the medial pterygoid muscle can be active during isometric horizontal and vertical forces. *J. Oral. Rehabil.*, 46(11):998-1008, 2019.
- Nozad Mojaver, Y.; Tawadros, P.; Moura Ferreira, P.; Whittle, T. & Murray, G. M. Threshold variations of medial pterygoid single motor units during vertical or horizontal force tasks. *J. Oral Rehabil.*, 48(12):1314-26, 2021.
- Ohrbach, R.; Gonzalez, Y.; List, T.; Michelotti, A. & Schiffman, E. *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) Clinical Examination Protocol: Version 02June2013, 2013*. Available from: [https://ubwp.buffalo.edu/rdc-tmdinternational/wp-content/uploads/sites/58/2017/01/DC-TMD-Protocol-2013\\_06\\_02.pdf](https://ubwp.buffalo.edu/rdc-tmdinternational/wp-content/uploads/sites/58/2017/01/DC-TMD-Protocol-2013_06_02.pdf)
- Okano, N.; Baba, K. & Igarashi, Y. Influence of altered occlusal guidance on masticatory muscle activity during clenching. *J. Oral. Rehabil.*, 34(9):679-84, 2007.
- Okano, N.; Baba, K.; Akishige, S. & Ohyama, T. The influence of altered occlusal guidance on condylar displacement. *J. Oral. Rehabil.*, 29(11):1091-8, 2002.
- Okeson, J. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 8th ed. Lexington, Elsevier, 2020.
- Phanachet, I.; Whittle, T.; Wanigaratne, K. & Murray, G. M. Functional properties of single motor units in the inferior head of human lateral pterygoid muscle: task firing rates. *J. Neurophysiol.*, 88(2):751-60, 2002.
- Rodríguez, K.; Miralles, R.; Gutiérrez, M. F.; Santander, H.; Fuentes, A.; Fresno, M. J. & Valenzuela, S. Influence of jaw clenching and tooth grinding on bilateral sternocleidomastoid EMG activity. *Cranio*, 29(1):14-22, 2011.
- Sessle, B. J. Fifty years of development of neuroscientific insights into oro-facial pain and its control. *J. Oral. Rehabil.*, 50(9):860-76, 2023.
- Terrier, L. M.; Hadjikhani, N. & Destrieux, C. The trigeminal pathways. *J. Neurol.*, 269(7):3443-60, 2022.
- Thornton, L. J. Anterior guidance: group function/canine guidance. A literature review. *J. Prosthet. Dent.*, 64(4):479-82, 1990.
- Valenzuela, S.; Baeza, M.; Miralles, R.; Cavada, G.; Zúñiga, C. & Santander, H. Laterotrúsviva occlusal schemes and their effect on supra- and infrahyoid electromyographic activity. *Angle Orthod.*, 76(4):585-90, 2006.
- Valenzuela, S.; Miralles, R.; Muñoz, M. I.; Santander, H.; Zúñiga, C.; Cavada, G.; Bull, R.; Gamboa, N. A. & Fuentes, A. D. Awake teeth grinding in participants with canine guidance or group function: Effect on diaphragm EMG activity, heart rate, and oxygen saturation. *Cranio*, 38(6):412-8, 2020.
- Valenzuela, S.; Portus, C.; Miralles, R.; Campillo, M. J.; Santander, H.; Fresno, M. J. & Gutiérrez, M. F. Bilateral supra- and infrahyoid EMG activity during eccentric jaw clenching and tooth grinding tasks in subjects with canine guidance or group function. *Cranio*, 30(3):209-17, 2012.



- Venegas, M.; Valdivia, J.; Fresno, M. J.; Miralles, R.; Gutiérrez, M. F.; Valenzuela, S. & Fuentes, A. Clenching and grinding: Effect on masseter and sternocleidomastoid electromyographic activity in healthy subjects. *Cranio*, 27(3):159-66, 2009.
- Williamson, E. H. & Lundquist, D. O. Anterior guidance: its effect on electromyographic activity of the temporal and masseter muscles. *J. Prosthet. Dent.*, 49(6):816-23, 1983.
- Woda, A.; Vigneron, P. & Kay, D. Nonfunctional and functional occlusal contacts: a review of the literature. *J. Prosthet. Dent.*, 42(3):335-41, 1979.
- Zuñiga, C.; Miralles, R.; Mena, B.; Montt, R.; Moran, D.; Santander, H. & Moya, H. Influence of variation in jaw posture on sternocleidomastoid and trapezius electromyographic activity. *Cranio*, 13(3):157-62, 1995.

Dirección para correspondencia:  
Prof. Dr. Aler Fuentes del Campo  
Olivos 943  
Independencia  
Santiago  
CHILE

E-mail: [aler.fuentes@odontologia.uchile.cl](mailto:aler.fuentes@odontologia.uchile.cl)