

# Regulación voluntaria de la actividad contráctil del músculo masetero en individuos sanos y con trastornos temporomandibulares. Un potencial test diagnóstico\*

*Voluntary regulation of the masseter muscle activity in healthy individuals vs. temporomandibular disorders patients. A potential diagnostic test*

Ignacio Fernández<sup>1</sup>, Marcelo Kreiner<sup>2</sup>, Alejandro Francia<sup>3</sup>, Guillermo Zanotta<sup>4</sup>, José Piaggio<sup>5</sup>

DOI: 10.22592/o2017n30a6

## Resumen

El presente trabajo buscó analizar aspectos electrofisiológicos del control voluntario de la actividad contráctil del músculo masetero estudiando una nueva variable, presentada previamente por nuestro grupo. Con este objetivo se realizó un estudio comparativo entre un grupo de voluntarios sanos y otro de pacientes con trastornos temporomandibulares. Se utilizó un sistema experimental que utilizó retroalimentación visual a tiempo real para controlar el esfuerzo contráctil del músculo masetero y se calculó para cada registro electromiográfico, el tiempo que cada individuo necesitó para controlar la trayectoria de la actividad motora. Los coeficientes de variación y los desvíos estándar fueron diferentes entre los grupos analizados ( $p < 0.01$  y  $p = 0.02$  respectivamente). Un coeficiente de variación mayor a 0.936 fue encontrado, determinando de esta manera, una especificidad del 93.7%. Asimismo se verificó una sensibilidad del 60%. Esta nueva variable mostró un potencial diagnóstico prometedor, con alta especificidad. Es posible que la sensibilidad pueda aumentarse si se realizan más repeticiones para cada individuo, de modo de analizar mejor el impacto de la dispersión.

**Palabras clave:** Función mandibular, electromiografía, control muscular.

## Abstract

This study analyzed the electrophysiological aspects of the voluntary control of the contractile activity of the masseter muscle studying a new variable, previously presented by our group. We conducted a comparative study among healthy volunteers and patients with temporomandibular disorders. We used an experimental system that included real time visual feedback to control the contractile effort of the masseter muscle. The time that each individual needed to control the trajectory of motor activity was calculated for each electromyographic record. Coefficients of variation and standard deviations were different in the groups analyzed ( $p < 0.01$  and  $p = 0.02$  respectively). We found a coefficient of variation greater than 0.936, which determines a 93.7% specificity. Additionally, a 60% sensitivity was verified. This new variable showed promising diagnostic potential, with high specificity. Sensitivity can be increased if more repetitions are conducted for each individual, so as to better analyze the impact of dispersion.

**Keywords:** mandibular function; electromyography; muscle control.

\* El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de la Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Universidad de la República.

1 Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Udelar. ORCID: 0000-0003-1622-823X

2 Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Udelar. ORCID: 0000-0001-6463-1280

3 Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Udelar. ORCID: 0000-0002-7942-9189

4 Cátedra de Fisiología General y Bucodental, Facultad de Odontología, Udelar. ORCID: 0000-0003-2696-6391

5 Departamento de Bioestadística, Facultad de Veterinaria, Udelar. ORCID 0000000324602842

## Introducción

Los músculos cráneo-mandibulares participan en la dinámica de la articulación temporomandibular (ATM) durante las diversas funciones del Sistema Estomatognático. Los principales haces involucrados son los pterigoideos medial y lateral, los maseteros y los temporales anteriores, todos estos, de contracción rápida y con gran capacidad de generar fuerza. Estos músculos están asociados a movimientos rápidos, repetitivos y también a contracciones fuertes y sostenidas<sup>(1)</sup>. La comprensión tanto de la fisiología como de la patología de estos músculos ha constituido uno de los focos de investigación más frecuente en el área odontológica.

Asimismo se conoce que los trastornos temporomandibulares presentan una alta prevalencia en nuestro país. Es así que un estudio epidemiológico a nivel nacional demostró que un 55% de la población relevada presentó al menos un síntoma del trastorno y en un 44% se constató al menos un signo clínico de la disfunción, concluyendo que estas patologías involucran una serie de variables que impactan sobre la salud del sistema estomatognático y la calidad de vida de los individuos que las padecen<sup>(2)</sup>. Estos resultados generan la necesidad de destinar recursos de investigación para la mejor comprensión tanto de los mecanismos diagnósticos como de las posibilidades terapéuticas de estas patologías. Para profundizar el estudio de la fisiología muscular, la electromiografía (EMG) se ha consolidado como la prueba más difundida entre los investigadores<sup>(2)</sup>. La misma consiste en el estudio de la función muscular a través del análisis de las señales eléctricas producidas durante su contracción<sup>(3-4)</sup>. Por su fácil acceso para la colocación de electrodos, la electromiografía superficial (EMGs) se ha empleado frecuentemente en el músculo masetero y en el temporal con el fin de evaluar su actividad eléctrica, consolidándose como una herramienta de gran utilidad en esta área de estudio<sup>(4-5)</sup>.

Los registros electrofisiológicos que utilizan electrodos de superficie también permiten estu-

diar algunos reflejos cráneo-mandibulares. Esta técnica se denomina refleximetría (RFXM) y aporta valiosa información acerca de la fisiología del sistema neuromuscular<sup>(6-8)</sup>.

Utilizando esta técnica, García Moreira y colaboradores analizaron la trayectoria de la actividad motora del músculo masetero estudiando el reflejo de descarga inhibitoria en voluntarios sanos<sup>(9)</sup>, encontrando trayectorias con alta reproducibilidad intraindividual en los registros analizados.

Con el objetivo de analizar el control muscular en este tipo de registros, nuestro grupo, presentó una nueva variable que estudia la habilidad de las personas para controlar la fuerza muscular generada en el músculo masetero. Dicho esfuerzo contráctil voluntario, es guiado mediante retroalimentación visual a tiempo real<sup>(10)</sup>. Asimismo dicha variable se puede cuantificar, registrando los segundos que le insume al voluntario alcanzar un nivel de contracción preestablecida, condición esta necesaria, para desencadenar un estímulo neumático, automático y estandarizado.

En este sentido varios trabajos han descrito características particulares en la función muscular en pacientes con TTM al compararlos con individuos sanos<sup>(6,11)</sup>. Algunos autores concluyeron que los pacientes con TTM presentan una hipertonicidad muscular<sup>(12-13)</sup> y una menor resistencia a la fatiga en los músculos masticatorios<sup>(14-15)</sup>.

De igual modo, se ha relacionado el dolor presente en algunos de los trastornos temporomandibulares con alteraciones de la función motora mandibular<sup>(13,16)</sup>, ya que aquel influye en la actividad contráctil isotónica e isométrica de los músculos masticatorios por la alteración del sistema sensoriomotor<sup>(17,18)</sup>.

Teniendo en cuenta que hasta el momento ninguna de las variables electromiográficas estudiadas ha demostrado tener una sensibilidad adecuada para ser utilizada como herramienta diagnóstica<sup>(11)</sup>, el objetivo de nuestro trabajo fue profundizar el estudio del control motor, anali-

zando esta nueva variable que refleja la habilidad del individuo para controlar la trayectoria de una contracción muscular durante un esfuerzo isométrico controlado en base a retroalimentación visual a tiempo real. La hipótesis de trabajo fue que habría diferencias entre pacientes sanos y enfermos con respecto a esta variable.

## Material y método

El presente estudio se realizó sobre una muestra de 31 voluntarios (13 hombres y 18 mujeres con un promedio de edad 31 años), de los cuales 16 eran voluntarios sanos y los restantes 15 presentaban trastornos temporomandibulares (TTM).

Criterios de inclusión grupo control:

- Edad comprendida entre 18 y 40 años
- Presencia de un mínimo de seis piezas por cuadrante
- Ausencia de dolor muscular y/o articular.
- Ausencia de limitaciones funcionales.
- Ausencia de trastornos discales

Criterios inclusión grupo TTM

- Edad comprendida entre 18 y 40 años
- Presencia de un mínimo de seis piezas por cuadrante.
- Presentar alteraciones musculares y/o articulares del sistema estomatognático

Criterios de exclusión para ambos grupos:

- Mujeres embarazadas.
- Presencia tratamiento ortodóncico.
- Enfermedades neurológicas o alteraciones psiquiátricas.
- Dolor de origen distinto al musculoesquelético.
- Pacientes que consuman relajantes musculares, antiinflamatorios en forma habitual y que no puedan suspender su administración por lo menos 48 horas antes de los registros electromiográficos.
- Pacientes que consuman antidepresivos en forma habitual y/o como parte de un tratamiento médico.

Los pacientes que conformaron el grupo TTM fueron reclutados de manera consecutiva derivados del Departamento de diagnóstico y tratamiento de los trastornos temporomandibulares de la Facultad de Odontología (UdelaR). El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de la República. Todos los participantes firmaron un consentimiento escrito previo al ingreso al estudio.

Se realizó el examen clínico general, regional y local de los voluntarios con la finalidad de corroborar los criterios de inclusión/exclusión. Una vez incluido en el estudio, se procedió a explicarle al voluntario la metodología de trabajo. En primera instancia se realizó la conexión del voluntario al reflexímetro, lo cual permitió al individuo, controlar la trayectoria de la fuerza muscular en tiempo real a través de biofeedback visual. En la figura 1 se observa el set experimental y se simulan tres situaciones de contracción muscular, ilustrando el nivel de contracción estandarizado y preestablecido para el desencadenamiento automático y computarizado del sistema de estimulación.

Para todos los casos se colocó un tercer electrodo de referencia en el músculo trapecio. La señal se amplificó por diez mil sobre banda pasante plana desde 0,1 a 1.000 Hz. La conversión A/D se efectuó a 3.300 (m.p.s.) y 1/256 (8 bits).

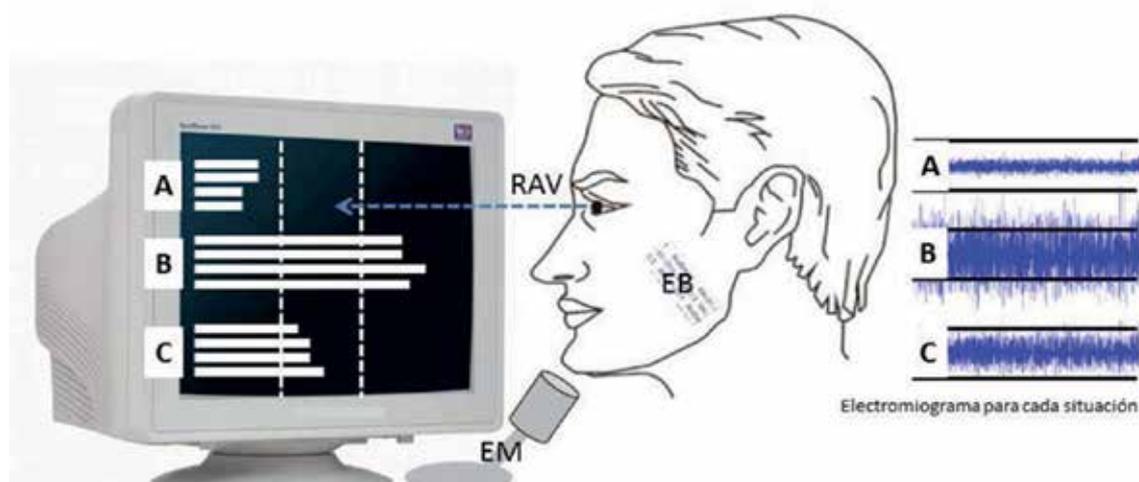
Para la retroalimentación visual, el EMG rectificado e integrado se presentó bajo forma de barras coloreadas en un monitor. El reflejo inhibitorio se obtuvo por la aplicación de un estímulo neumático estandarizado en el mentón. Para esto se utilizó un reflexímetro construido sobre la base de un microprocesador asociado en paralelo a un computador personal y cuya respuesta mecánica (martillo) es controlada por retroalimentación visual.

A cada paciente se le realizaron 6 capturas por músculo, las cuales fueron promediadas por el procesador, obteniendo así un único registro representativo de cada paciente. Se

midió en cada registro, el tiempo que cada individuo necesitó para controlar la trayectoria de la fuerza hasta que una serie de condiciones estandarizadas se cumplieron. El nivel de contracción preestablecido fue aproximadamente el 40% de la fuerza máxima contráctil

y fue establecida para todos los voluntarios incluidos <sup>(9)</sup>.

Los tiempos necesarios para desencadenar el estímulo en cada una de las seis capturas fueron registrados en una planilla diseñada para cada paciente, para su posterior análisis estadístico.



**Fig. 1. Set experimental y niveles de contracción:** **A:** Contracción subumbral, **B:** Contracción supraumbral, **C:** Contracción preestablecida necesaria para desencadenar el estímulo, **RAV:** Retroalimentación visual a tiempo real, **EM:** Estímulo mecánico estandarizado, **EB:** Electrodo bipolar

### Análisis estadístico

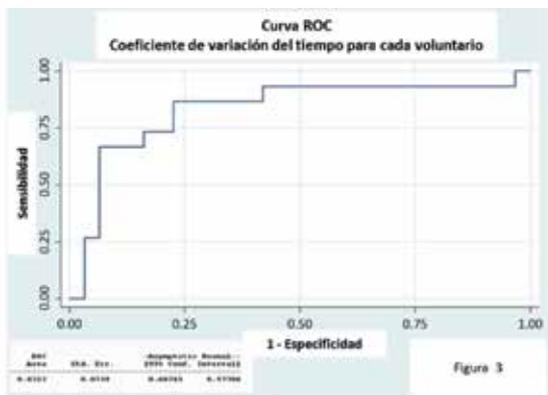
Se calcularon los desvíos estándar y los coeficientes de variación para todas las capturas. Estudios no paramétricos fueron utilizados para la comparación entre grupos. Para determinar el potencial diagnóstico de este test se realizó un análisis discriminativo mediante curvas ROC.

### Aspectos éticos

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de la República. Todos los participantes firmaron un consentimiento escrito previo al ingreso al estudio.

### Resultados

Los coeficientes de variación y los desvíos estándar fueron diferentes entre los grupos analizados ( $p < 0.01$  y  $p = 0.02$  respectivamente). Un coeficiente de variación mayor a 0.936 fue encontrado, determinando de esta manera, una especificidad del 93.7% y una sensibilidad del 60%. (Figura 2). La curva ROC se ilustra en la Figura 3.



## Discusión

El fundamento teórico para el empleo de la electromiografía como herramienta diagnóstica en las disfunciones cráneo-mandibulares se basa en posibles alteraciones de la función muscular en pacientes con TTM, al compararlas con individuos sanos <sup>(19-20)</sup>.

Es así que desde el advenimiento de la electromiografía, los investigadores del área odontológica han realizado un enorme esfuerzo para validar diversas técnicas de registro electromiográfico como herramienta diagnóstica. Sin embargo dificultades metodológicas relativas a la estandarización de la técnica han resultado difíciles de superar y varios métodos han sido impracticables desde el punto de vista clínico <sup>(21)</sup>. La validez, la sensibilidad y la especificidad de registros con las variables analizadas hasta el momento (latencia, morfología y silencio elec-

tromiográfico), han sido puestas en duda en base a la evidencia científica actual <sup>(22-26)</sup>.

Por tal motivo el presente estudio analizó en profundidad una nueva variable con potencial diagnóstico presentada por nuestro grupo en un estudio previo <sup>(10)</sup> demostrando su viabilidad metodológica y algunos resultados promisorios. La alta especificidad determinada en el presente trabajo, indica la capacidad de nuestro test para clasificar como casos negativos los voluntarios realmente sanos. Es decir la proporción de sanos correctamente identificados. Sin embargo, la sensibilidad obtenida (60%), es decir la capacidad de la prueba para detectar la enfermedad en sujetos enfermos, necesita ser mejorada, para mejorar la validez interna de la prueba. Para mejorar la sensibilidad de la técnica se plantea aumentar la muestra y la cantidad de repeticiones incluidas en el set experimental. De este modo, la presentación de estos resultados preliminares incluyendo pacientes disfuncionales, promete nuevos horizontes para el empleo de esta técnica de registros como apoyo a la clínica. Las diferencias encontradas en este estudio pueden tener repercusiones fisiológicas y clínicas que deberán ser confirmadas en futuros estudios experimentales que potencien las debilidades del mismo.

## Conclusiones

Esta nueva variable se muestra promisoriosa en cuanto al potencial diagnóstico, evidenciando una alta especificidad. Es posible que la sensibilidad pueda mejorarse al aumentar el número de repeticiones en el set experimental, de manera tal que la dispersión tenga un mayor impacto. Futuros trabajos probarán esta hipótesis.

## Agradecimientos

Al Departamento de diagnóstico y tratamiento de los trastornos temporomandibulares de la Facultad de Odontología (UdelaR).

Trabajo financiado por la CSIC y por la facultad de Odontología, UdelaR.

## Referencias

1. Sciote J, Horton M, Rowleson AM, Ferri J, Close JM, Raoul G. Human masseter muscle fiber type properties, skeletal malocclusions, and musclegrowth factor expression. *Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 2012; 70 (2): 440-448.
2. Riva R, Sanguinetti M, Rodríguez A, Guzzetti L, Lorenzo S, Álvarez R, Massa F. Prevalencia de trastornos témporo mandibulares y bruxismo en Uruguay. Parte I. *Odontoestomatología*. 2011; 13 (17): 54-71.
3. De Luca, C. The use of surface electromyography in biomechanics, *Journal of Applied Biomechanics*. 1997, 13 (2): 135-163.
4. Kümbüloğlu B, Saraçoğlu A, Bingöl P, Hatipoğlu A, Özcan M. Clinical study on the comparison of masticatory efficiency and jaw movement before and after temporomandibular disorder treatment. *The Journal of Cranio-mandibular and Sleep practice*. 2013; 31 (3): 190-200.
5. De Felício CM, Mapelli A, Sidequersky FV, Tartaglia GM, Sforza C. Mandibular kinematics and masticatory muscles EMG in patients with short lasting TMD of mild-moderate severity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013; 23 (3): 627-633.
6. García Moreira C, Angeles Medina F, Gónzalez Gómez H, Nuño Licon A, García Ruiz J, Galicia Arias A, Rodríguez Espinoza M. Improved automatized recording of masticatory reflexes through analysis of effort trajectory during biofeedback. *Medical Progress through technology*. 1994; 20 (1-2): 63-73.
7. Fernández LI, Zanotta G, Kreiner M. Estudio comparativo del complejo electromiográfico post-estímulo del músculo masetero en pacientes rehabilitados con prótesis completa bimaxilar mediante técnica piezográfica y técnica convencional. *Odontoestomatología* 2010; 7 (14): 45-53.
8. Kreiner M, Fernández LI, Zanotta G, Barrios JA, Radke J. Nuevo método para el registro simultáneo de reflejos inhibitorios cráneo-faciales de tres pares craneanos, utilizando retroalimentación visual a tiempo real. *Cúspide* 2012; 26: 14-17.
9. García Moreira C, Angeles F, et al. Trayectoria de la actividad masetérica durante un esfuerzo isométrico asistido por retroalimentación visual electromiográfica en pacientes jóvenes normales. *Rev Mex Ing Biomed*, 1994; 15 (2): 259-272.
10. Zanotta G, Fernández LI, Barrios J, Kreiner M. *Odontoestomatología*. 2013; 15 (22): 40-45.
11. Santana Mora U, Cudeiro J, MoraBermúdez MJ, Rilo Pousa B, Ferreira Pinho JC, Otero Cepada JL, Santana Penin U. Changes in EMG activity during clenching in chronic pain patients with unilateral temporomandibular disorders. *J Electromyography Kinesiology*. 2009; 19 (6): 543-549.
12. Tecco S, Tetè S, D'Attilio M, Perilloet L, Festa Fal. Surface electromyographic patterns of masticatory, neck and trunk muscles in temporomandibular joint dysfunction patients undergoing anterior repositioning splint therapy. *European Journal of orthodontics*. 2008; 30 (6): 592-597.
13. Amorim, C; Vasconcelos, F et al. Electromyographic analysis of masseter and anterior temporalis muscle in sleep bruxers after occlusal splint wearing. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2012; 16 (2): 199-203.
14. Ferrario V, Sforza C, D'Addona A, Barbini E. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal Young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *Journal of Oral rehabilitation*. 1993; 20 (3): 271-280.
15. Tartaglia G, Lodetti G, Paiva G, De Felício CM, Sforza C. Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain. 2011; 21 (4): 659-664.
16. Peck CC, Murray GM, Gerniza TM, Tartaglia GM, Dellavia C. How does pain affect jaw muscle activity? The integrated pain adaptation model. *Australian Dental Journal*. 2008; 53 (3): 201-207.
17. Ferrario V, Sforza G, Tartaglia GM, Dellavia C. Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. *Journal of Oral rehabilitation*. 2002; 29 (9): 810-815.
18. Koutris M, Lobezoo F, Naeije M, Wang K, Svensson P, Arendt Nielsen L, Fariana D. Effects of intense chewing exercises on the mas-

- ticatory sensory-motor system. *Journal Dental Research*. 2009; 88 (7): 658-662.
19. De Felicio C, Ferreira CL, Medeiros AP, Rodríguez Da Silva MA, Tartaglia GM, Sforza C. Electromyographic indices, orofacial myofunctional status and temporomandibular disorders severity. A correlation study. *J Electromyographic Kinesiology*. 2012; 22 (2): 266-272.
  20. Santana Mora U, López Ratón M, Mora MJ, Cadarso Suárez C. Surface electromyography has a moderate discriminatory capacity for differentiating between healthy individuals and those with TMD: A diagnostic study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014; 24 (3): 332-340.
  21. Jensen R, Fuglsang Frederiksen A, Olesen J. Quantitative surface EMG of pericranial muscles: reproducibility and variability. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 89 (1): 1-9.
  22. Klasser GD, Okeson JP. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc* 2006; 137 (6): 763-771.
  23. Al-Saleh MA, Armijo Olivo S, Flores Mir C, Thie NM. Electromyography in diagnosing temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc*. 2012; 143 (6): 351-362.
  24. Politti F, Casellato C, Kalytczak MM; García MB, Biasotto Gonzalez DA. Characteristics of EMG frequency bands in temporomandibular disorders patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016; 31: 119-125.
  25. Choi KH, Kwon OS, Jerng UM, Lee SM, Kim LH, Jung J. Development of electromyographic indicators for the diagnosis of temporomandibular disorders: a protocol for an assessor-blinded cross-sectional study. *Integr Med Res*. 2017; 6 (1): 97-104.
  26. Ferreira CL, Machado BC, Borges CG, Rodríguez Da Silva MA, Sforza C, De Felicio CM. Impaired orofacial motor functions in chronic temporomandibular disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014; 24 (4): 565-571.

Luis Ignacio Fernández: nachofernandez81@gmail.com

Fecha de recibido: 12.09.2017 – Fecha de aceptado 16.10.2017