

Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica

Volumen 24
Volume

Número 2
Number

Septiembre 2003
September

Artículo:

Evaluación de la calidad de una sesión de registro simultáneo de la fuerza oclusal y la actividad electromiográfica del músculo masetero

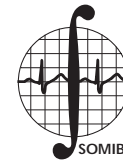
Derechos reservados, Copyright © 2003:
Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica, AC

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



Evaluación de la calidad de una sesión de registro simultáneo de la fuerza oclusal y la actividad electromiográfica del músculo masetero

Alejandro Peláez V.,* Marta E. Álvarez,** María Isabel Gaviria B.,** Gabriel Gallego R.***

- * Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.
- ** Instituto de Ciencias de la Salud, CES.
- *** Grupo de Investigación de Labio y Paladar Hendido. Facultad de Odontología. Instituto de Ciencias de la Salud, CES.

Correspondencia:
Gabriel Gallego R
Carrera 43A # 52 sur-99, Sabaneta-
Antioquia
Tel. [57]-[4]-2881872, Fax. [57]-[4]-
2884072
E-mail: ggallego@ces.edu.co

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar la calidad de una sesión de registros simultáneos de fuerza oclusal y AEMG en un grupo de 19 adultos jóvenes, a partir de registros electromiográficos y de fuerza oclusal obtenidos en una medición con cuatro pruebas funcionales: máxima apertura, máxima intercuspidad, gnatodinómetro posicionado al lado derecho y gnatodinómetro posicionado al lado izquierdo. Se obtuvieron tres registros de cada una de las pruebas funcionales en un día de medición y se realizó un análisis descriptivo, un análisis global y un análisis individual de los datos obtenidos de las pruebas AEMG y fuerza oclusal. Se encontró una alta correlación al evaluar la simetría en los registros EMG de máxima apertura ($r = 0.83$) y fuerza oclusal ($r = 0.92$) y se encontró una buena correlación en los registros EMG de la máxima intercuspidad ($r = 0.46$), ni en el músculo masetero derecho e izquierdo durante una mordida unilateral al lado derecho e izquierdo cuando se analiza la actividad EMG del músculo del lado de trabajo y balance.

Palabras clave:

Actividad electromiográfica (AEMG), fuerza oclusal, reproducibilidad, músculo masetero.

ABSTRACT

The aim of the present investigation was to evaluate the quality of a session of simultaneous registration of bite force and AEMG in a group of 19 young adults, during four functional tasks: maximal opening, maximal cuspsation, bite on the gnatodinometer on the right side and bite on the gnatodinometer on the left side. Three registrations were obtained for each task in one day. A grouped descriptive, a global and an individual analysis of the data was performed. It was found a high correlation when evaluating the symmetry of the AEMG registration in maximal opening ($r = 0.83$) and bite force ($r = 0.92$) and it was not found a good correlation in the EMG registration neither in maximal cuspsation ($r = 0.46$) nor in the right and left masseter muscle during the unilateral bite on each side, when analyzing the EMG of the work and balance side.

Key Words:

Electromyographic activity (AEMG), Bite force, Reproducibility, Masseter muscle.

INTRODUCCIÓN

En los últimos cincuenta años la profesión odontológica ha tratado de responder a la pregunta ¿cuál es la relación entre la forma y la función a nivel craneofacial?, en este sentido para evaluar la actividad ejercida por los músculos masticatorios se han implementado diferentes sistemas de adquisición que permiten estudiar variables eléctricas como la actividad electromiográfica (AEMG) y variables mecánicas como la presión de los tejidos periorales y la lengua, las cargas en la articulación temporomandibular (ATM), la resistencia de la vía aérea superior y la fuerza oclusal (FO).

La AEMG y la FO son las variables funcionales que más han sido correlacionadas con la morfología craneofacial, sin embargo, son pocos los equipos comerciales que han sido construidos para registrar las dos variables simultáneamente y debido a esta limitación algunos grupos de investigación en fisiología oral han tenido que realizar sus propias adaptaciones tecnológicas.

En la literatura se han reportado previamente estudios que validan el registro de la AEMG y la FO en forma independiente^{1,2}, pero no existen reportes de la validación del protocolo de evaluación simultánea de las dos variables.

Desde el punto de vista biológico los registros de la AEMG y la FO están influenciados por variables como el sexo, la edad, la integridad dental, la salud del sistema masticatorio³, el estrés y la posición dentro del arco donde se ubica el sensor de FO⁴⁻⁶ y de factores instrumentales como el tipo de transductor utilizado⁴, el diseño electrónico, el tamaño⁷ y la composición de los materiales con que se construyen los sensores.

El presente estudio hace parte de una línea de investigación enfocada a aplicar conceptos de la fisiología cuantitativa a nivel craneofacial a partir de la sinergia del trabajo multidisciplinario. El propósito del estudio fue evaluar la reproducibilidad de los registros simultáneos de la AEMG y la FO durante diferentes pruebas funcionales, aplicadas a un grupo de adultos jóvenes durante una sesión de registro, utilizando un sistema de adquisición desarrollado previamente en nuestro laboratorio⁸.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Se realizó un estudio descriptivo en un grupo voluntario de 19 adultos jóvenes saludables (10 mujeres y 9 hombres) con edades comprendidas

entre los 18 y 25 años. Se utilizaron los siguientes criterios de exclusión: que los sujetos presentaran tratamiento de ortodoncia activo, espacios por pérdida de dientes, apiñamiento dental, maloclusiones dentales o esqueléticas clase II y III, asimetrías faciales notorias ni problemas en la ATM, previo a la evaluación se obtuvo de cada uno de los sujetos su consentimiento informado.

Los sujetos fueron evaluados durante una sesión de registros simultáneos de la AEMG y la FO en cuatro maniobras funcionales que incluían la máxima apertura mandibular (MAM), la máxima contracción voluntaria (MCV) en la posición de máxima intercuspidad (MI) y durante el posicionamiento unilateral del sensor de fuerza oclusal (SFO) en el primer molar permanente del lado derecho e izquierdo secuencialmente. Cada maniobra fue repetida tres veces por cinco segundos con un periodo de reposo de 90 segundos entre las mediciones.

Equipos y registros

Los sujetos fueron sentados dentro de una Jaula de Faraday, en una posición cómoda con la espalda erguida y mirando al frente con el plano de Frankfort paralelo al piso. Después de una apropiada preparación y limpieza de la piel con alcohol (impedancia de la piel < **), se utilizaron electrodos activos autoadhesivos pregelificados de plata/cloruro (Ag/AgCl; Camina, It), de 1 cm de diámetro.

Los electrodos de registro fueron localizados en el músculo masetero bilateralmente con una distancia interelectrodo de 20 mm siguiendo una técnica descrita previamente⁶, el electrodo de referencia fue localizado en la apófisis radial del cúbito. Se utilizó un electromiógrafo (Narco Biosystem, Tx: ancho de banda = 0.05-10 kHz, impedancia de entrada = 10 M Ω , rechazo de modo común > a 10,000:1, ganancia = 100), la señal cruda fue monitoreada utilizando un osciloscopio.

El dispositivo utilizado para medir la FO consistió de un sensor metálico en forma de viga doble empotrada unilateralmente, a la cual estaban conectados sensores de microdeformación (tipo Strain Gauge, Vishay Measurements Group, Rd), las cúspides de los molares del sujeto indentaban toques de poliestireno para una mayor comodidad del sujeto, el dispositivo ocasiona un aumento total de la dimensión vertical de 14 mm, la señal eléctrica de salida del sensor fue acondicionada y amplificada antes de la conversión A/D. Las señales de la AEMG bilateral y la FO fueron digitali-

zadas inmediatamente con una tarjeta de adquisición (LabPC -1200, National Instruments, Tx, USA) a una resolución de 12 bit con una frecuencia por canal de 10 kHz.

El postproceso se realizó con una rutina escrita por uno de los autores (Matlab 5.3, The Mathworks Inc., Natick, MA), la cual removía los niveles de DC a las señales de la AEMG y FO adquiridas, restando el valor promedio de los primeros cien datos de registro de cada señal. Las señales de AEMG luego se escalaron en voltaje, dividiendo la señal por el valor del pico de calibración, posteriormente se realizó una rectificación de onda completa y una integración para obtener la energía promedio en μV durante la prueba, a las señales de la FO se les tomó el valor máximo, estos últimos dos valores fueron almacenados para el análisis posterior (Figura 1).

Para el análisis estadístico se utilizó un análisis descriptivo, un análisis individual entre los tres registros realizados unilateralmente y un análisis de la simetría contralateral con la prueba de correlación de Pearson, un análisis global con la prueba *t*-Student considerando a los valores de $p = 0.05$, como diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS

Los resultados se presentan divididos en análisis descriptivo, análisis global, análisis individual y si-

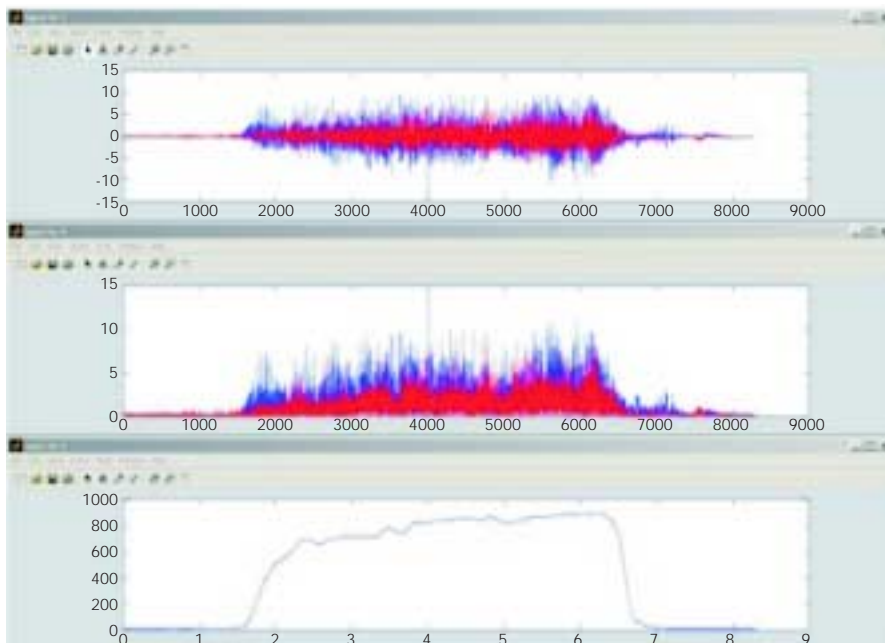
metría contralateral para los registros de la AEMG y la FO.

En el Cuadro 1 se observan los promedios, los máximos y los mínimos, y la desviación estándar de los registros de la AEMG y la FO. Para los registros de la AEMG en máxima apertura no se encontraron importantes diferencias entre los promedios contralaterales para 14 sujetos evaluados, se excluyeron 5 sujetos que manifestaron incomodidad durante la maniobra. No se observaron importantes diferencias al comparar el promedio de la AEMG del músculo masetero bilateral, en las maniobras de máxima contracción voluntaria (MCV) en la posición de máxima intercuspidadación (MI) y durante el posicionamiento del sensor unilateralmente.

Al comparar los valores mínimos y máximos de la AEMG y FO en las diferentes maniobras se observó la gran dispersión de los datos, los que se pueden interpretar como una gran variabilidad interindividual dentro del grupo evaluado.

Los resultados de los promedios de la FO no mostraron diferencias al analizarlas contralateralmente.

En el Cuadro 2 se muestran los valores de p obtenidos al comparar los tres registros secuenciales realizados (Primero = 1, Segundo = 2, Tercero = 3) para la AEMG y la FO en cada lado (D = Derecho, I = Izquierdo) durante la sesión de evaluación, los resultados no mostraron diferencias es-



Superior. Señal cruda AEMG [μV] del músculo masetero derecho (rojo) e izquierdo (azul). Medio. Señal rectificada AEMG [μV] del músculo masetero derecho (rojo) e izquierdo (azul). Inferior. Registro de la fuerza oclusal en Newton [N].

Figura 1. Registro simultáneo de la AEMG del músculo masetero y la fuerza oclusal.

Cuadro 1. Análisis descriptivo de la AEMG del músculo masetero bilateral y la FO durante cuatro maniobras funcionales.

Registro	Maniobra	n	Lado	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
AEMG [μ V]	MA	14	I	46	35	9	136
			D	43	32	4	104
	MCV en MI	19	I	107	72	41	315
			D	91	58	24	256
	MCV con SFO localizado en los molares derechos	19	I	86	47	25	187
			D	74	38	34	174
	MCV con SFO localizado en los molares izquierdos	19	I	87	49	29	198
			D	84	40	26	185
Fuerza oclusal [N]	MCV	19	I	638.16	154.84	440.54	1,044.25
	MCV	19	D	641.80	165.83	409.19	1,101.16

AEMG = Actividad electromiográfica, MA = Máxima apertura, MCV = Máxima contracción voluntaria, MI = Máxima intercuspidadación dental, [N] = Newton, SFO = Sensor fuerza oclusal, [μ V] = Microvoltios, n = Número de sujetos, D = Lado derecho, I = Lado izquierdo

Cuadro 2. Análisis global comparativo de la AEMG del músculo masetero bilateral y la fuerza oclusal durante tres repeticiones.

Prueba	AEMG				Fuerza oclusal
	MA (<i>p</i>)	MCV en MI (<i>p</i>)	MCV con SFO localizado en los molares derechos (<i>p</i>)	MCV con SFO localizado en los molares izquierdos (<i>p</i>)	MCV (<i>p</i>)
D1_D2	0.22	0.33	1.10	0.99	1.09
D1_D3	0.33	0.88	0.40	0.17	0.35
D2_D3	1.24	0.60	0.46	0.07	1.82
I1_I2	0.24	1.03	0.34	0.24	0.71
I1_I3	0.13	0.50	0.36	1.30	1.19
I2_I3	0.35	0.61	0.21	2.01	1.53

AEMG = Actividad electromiográfica, MA = Máxima apertura, MCV = Máxima contracción voluntaria, MI = Máxima intercuspidadación dental, SFO = Sensor fuerza oclusal, D = Lado derecho, I = Lado izquierdo (1, 2, 3) primero, segundo y tercer registro
* Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

tadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los tres registros del lado derecho ni del lado izquierdo durante las diferentes maniobras evaluadas.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de r al comparar individualmente los registros de la AEMG y la FO para cada sujeto durante los tres registros secuenciales realizados (Primero = 1, Segundo = 2, Tercero = 3) en cada lado (D = Derecho, I = izquierdo) durante la sesión de evaluación, en general se observó una alta correlación ($r = 0.80$) entre los registros secuenciales unilaterales para la AEMG en la máxima contracción voluntaria

(MCV) en máxima intercuspidadación (MI) y para la FO, no se encontraron altas correlaciones entre el primer registro y el tercero de la AEMG para la máxima apertura y para la MCV con el SFO localizado al lado izquierdo.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la simetría contralateral para los promedios de la AEMG y la FO en las diferentes maniobras, se encontró una alta correlación ($r = 0.80$) entre los registros contralaterales de la AEMG para la MA y para la FO en MCV, las otras maniobras presentaron una actividad asimétrica.

Cuadro 3. Análisis de la correlación de la AEMG del músculo masetero bilateral y la fuerza oclusal durante tres repeticiones.

Prueba	AEMG			Fuerza oclusal	
	MA (<i>r</i>)	MCV en MI (<i>r</i>)	MCV con SFO localizado en los molares derechos (<i>r</i>)	MCV con SFO localizado en los molares izquierdos (<i>r</i>)	MCV (<i>r</i>)
D1_D2	* 0.91	* 0.94	* 0.88	* 0.84	* 0.84
D1_D3	* 0.89	* 0.95	0.62	0.79	* 0.88
D2_D3	* 0.98	* 0.98	* 0.82	* 0.83	* 0.88
I1_I2	0.66	* 0.96	* 0.90	0.79	* 0.95
I1_I3	0.71	* 0.96	0.75	* 0.82	* 0.90
I2_I3	* 0.84	* 0.97	* 0.87	* 0.90	* 0.89

AEMG = Actividad electromiográfica, MA = Máxima apertura, MCV = Máxima contracción voluntaria, MI = Máxima intercuspidad dental, SFO = Sensor fuerza oclusal, D = Lado derecho, I = Lado izquierdo (1, 2, 3) primero, segundo y tercer registro
* Se considera alta correlación $r > 0.80$

Cuadro 4. Simetría de la fuerza oclusal y AEMG del músculo masetero bilateral durante cuatro maniobras funcionales.

	Maniobra	Promedio de registros	Simetría (<i>r</i>)
AEMG	MA	I vs D	* 0.83
	MCV en MI	I vs D	0.46
	MCV con SFO localizado en los molares derechos	I vs D	0.53
	MCV con SFO localizado en los molares derechos	I vs D	0.50
Fuerza oclusal	MCV	I vs D	* 0.92

AEMG = Actividad electromiográfica, MA = Máxima apertura, MCV = Máxima contracción voluntaria, MI = Máxima intercuspidad dental, SFO = Sensor fuerza oclusal, D=Lado derecho, I= Lado izquierdo (1, 2, 3) primero, segundo y tercer registro
* Se considera alta correlación $r > 0.80$

DISCUSIÓN

La FO está relacionada con diferentes factores como sexo, edad, estado de dentición, estado funcional del sistema masticatorio y funcionamiento muscular¹¹.

Previamente se ha mostrado como en los molares se presenta una mayor fuerza oclusal, debido a su estructura radicular⁵ y a la posición central dentro del vector de fuerza del músculo masetero⁶, resultados apoyados por Tortopidis y col.⁴, quienes evaluaron la variabilidad de las fuerzas oclusales en tres diferentes posiciones en el arco dental: anterior, unilateral y bilateral, ellos reportaron que el promedio fue de 286 N, 428 N y 579 N respectivamente para cada una de las posiciones. Esta dependencia de la fuerza oclusal y la posición dental, no fue encontrada al compa-

rar adultos con una morfología facial normal y adultos con cara larga¹¹. Otros factores asociados a la fuerza oclusal como los hábitos parafuncionales aparentemente aumentan la fuerza de oclusal³ y desórdenes temporomandibulares ocasionan una disminución^{12,13}.

Reportes previos muestran que la dimensión óptima para obtener una máxima eficiencia del masetero se logra con una distancia interoclusal de 10 mm¹⁴ pero los sensores para fuerza oclusal alteran la dimensión vertical desde 6 mm hasta 40 mm^{9,14}.

La principal limitación que presenta la evaluación de la FO durante máximo apretamiento voluntario es la experiencia de dolor que puede reportar el sujeto evaluado, el estudio de Throckmorton y col.¹⁵, reportó que los pacientes que presentaron una experiencia de dolor en el

sistema masticatorio al momento de realizar la prueba se rehusaron a continuar la evaluación, en este estudio los pacientes que reportaron dolor durante la máxima apertura fueron eliminados del análisis final.

En el presente estudio se ejerció una máxima fuerza de mordida a intervalos de 3 y 4 segundos respectivamente, donde el promedio de la fuerza fue de 638.16 N para el lado derecho y de 641.80 N para el lado izquierdo, mientras que para el de Throckmorton y col.¹⁵, fue de 400 y 600 N. En ambos estudios cuando el sujeto no estaba mordiendo debía estar relajado. Esto puede explicarse porque el recubrimiento del dispositivo de mordida de Throckmorton y col.¹⁵, estaba basado en teflón y el aditamento utilizado en este estudio fue de poliestireno, un material que se deja indentar disminuyendo la experiencia de dolor y aumentando la seguridad a los pacientes.

Los resultados de este estudio muestran similitud con los promedios encontrados por Helkimo y col.³, el cual no encontró diferencia significativa entre los valores de fuerza oclusal al morder al lado izquierdo y al lado derecho.

Aunque en este estudio la población tenía un promedio de edad de 22 años y tenían un estado dental sano, es importante describir que el valor de fuerza oclusal está también relacionado con la salud de los sujetos que participan en la prueba y con la calidad de vida de los mismos como lo describió Miura y col.¹⁶, cuando comparó la máxima fuerza de mordida en personas que presentaban un estado dental saludable (hombres 408.0 N y mujeres 243.5 N) y un estado dental débil (hombres 196.0 N y mujeres 130.5 N), presentando mayor FO los hombres con un estado dental saludable que las mujeres.

Los hallazgos de este estudio, demuestran que si existe reproducibilidad de la FO y de la AEMG del músculo masetero de cada individuo al comparar los tres registros de cada lado y al comparar lado derecho con el lado izquierdo.

Al comparar la AEMG del músculo masetero en cada lado, se observó en general un valor similar para ambos lados, aunque se ha hablado de que existen factores que pueden hacer que un individuo desarrolle mayor AEMG en uno de los lados debido a las diferencias fisiológicas normales entre cada músculo y a que los pacientes realizan su función masticatoria por un lado dominante.¹⁷

Se ha reportado que los registros de la actividad EMG al realizarse en diversas repeticiones,

también se ven influenciadas por el cambio entre los operadores que aplican la prueba y la experiencia de los mismos¹, para este estudio un solo operador se encargó de realizar la prueba y del posicionamiento de los electrodos, lo que permitió tener una adecuada estandarización para unos resultados más confiables y por esto sólo se realizó una sola sesión de registro.

En el presente estudio se registró la actividad EMG durante diferentes maniobras y se encontró un valor promedio mayor para la actividad EMG en la máxima intercuspidadación y menor para la actividad EMG en la máxima apertura contrario a lo descrito por Manns y col.⁷, donde la actividad EMG disminuye durante la oclusión dental y la actividad EMG aumenta en máxima apertura.

Lema¹⁸ al estudiar la relación que existe entre la forma y la función a nivel craneofacial en sujetos normales y con exceso vertical del tercio inferior de la cara y mordida abierta anterior, encontró que los músculos más activos durante la apertura son los suprahioides mientras que en el apretamiento se presenta mayor actividad en el temporal y el masetero, esto afirma que dependiendo del tipo de función que realice el sistema estomatognático será el tipo de respuesta eléctrica muscular¹⁹.

Uno de los parámetros de inclusión en este estudio fue que los sujetos evaluados tuvieran una relación dental y esquelética clase I de Angle, lo que permitió compararlos a todos entre sí, sin embargo es importante mencionar los datos encontrados por Miralles y col.²⁰, en sujetos con diferente tipo facial esquelético observaron que el paciente clase III presenta una actividad EMG del músculo masetero mayor que la presentada por los clase I y clase II.

LA AEMG del músculo masetero en las maniobras realizadas al morder el gnatodinamómetro en el lado derecho e izquierdo mostró resultados similares del lado de balance que de trabajo, estos datos se correlacionan con los hallazgos de Escobar y col.²¹, y Throckmorton y col.²², quienes no encontraron diferencias grandes entre actividad EMG de los maseteros ante un apretamiento unilateral. Van Eijden²³ afirmó que ante una mordida vertical unilateral no se encuentran diferencias significativas entre músculos derechos e izquierdos, lo anterior no coincide con los hallazgos de McDonald⁶, para el cual el músculo masetero mostró mayor actividad EMG del lado de balance que de trabajo al igual que los hallazgos de Castaño y col.²⁴.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio de Fisiología Oral del Grupo CES-LPH, y a Colciencias y la Fundación Bancolombia por su financiamiento en los últimos años para el desarrollo de la infraestructura que soportó el presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Ferrario VF, Sforza C, Daddona A, Miani A. Reproducibility of electromyographic measures: a statistical analysis. *J Oral Rehab* 1991; 18: 513-521.
- Floystrand F, Kleven E, Oilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand* 1982; 40(4): 209-14.
- Helkimo E, Ingervall B. Bite force and functional state of the masticatory system in young men. *Swedish Dental Journal* 1978; 2: 167-75.
- Tortopidis D, Lions MF, Baaxendale RH, Gilmour WH. The variability of bite force measurement between sessions, in different positions with the dental arch. *J Oral Rehab* 1998; 25: 681-686.
- Bakke M, Michler L, Moller E. Occlusal control of mandibular elevator muscles. *Scand J Dent Rest* 1992; 100: 284-91.
- McDonald JW, Hannam AG. Relationship between occlusal contacts and jaw closing muscles activity during tooth clenching: Part 1. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 718-28.
- Manns A, Miralles R, Palazzi C. EMG, bite force, and elongation of the masseter muscle under isometric voluntary contractions and variations in vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 674-82.
- Peláez A, Baena V, Bermúdez J, Restrepo C. Development and Implementation of a System to Evaluate the Bite Force and Electromyographic Activity with NI. *Proceeding Best Applications of Measurement and Automation Contest. NI Week. 2001. Austin, Tx. USA. (Versión digital).*
- Cadauid AL, Correa ID, Peláez A, Álvarez E, Jiménez ID. Electroestimulación del músculo masetero y desarrollo facial en individuos con crecimiento vertical. *Rev Lat Ortod* 2000; 2: 54-62.
- Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite Force and state of dentition. *Acta Odont Scand* 1977: 235-303.
- Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 1983; 62: 566-571.
- Molin C. Vertical isometric muscle forces of the mandible: A comparative study of subjects with and without manifest mandibular pain dysfunction syndrome. *Acta Odontol Scand* 1972; 30: 485-99.
- Kroon GW, Naeije M. Electromyographic evidence of local muscle fatigue in a subgroup of patients with myogenous craniomandibular disorders. *Archs Oral Biol* 1992; 37: 215-218.
- Mans A, Miralles R, Guerrero F. The changes in electrical activity of the postural muscles of the mandible upon varying the vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 438-45.
- Throckmorton GS, Finn RA, Bell WH. Biomechanics of differences in lower facial height. *Am J Orthod* 1980; 77(4): 410-20.
- Miura H, Watanabe S, Isogai E, Miura K. Comparison of maximum bite force and dentate status between healthy and frail elderly persons. *J Oral Rehab* 2001; 28: 592-595.
- Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehab* 2000; 27: 33-40.
- Lema MC. Relación entre forma y función a nivel craneofacial evaluada electromiográficamente. *Rev CES Odont* 1997; 10: 1-6 (Versión Digital).
- Vitti M, Basmajian J. Integrated actions of masticatory muscles: simultaneous EMG from eight intramuscles electrodes. *J Anat Rec* 1997; 187: 173-190.
- Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 1991; 61: 277-83.
- Escobar G, Restrepo JG, Mesa JA, Jiménez ID. Actividad muscular del temporal y del masetero con una interferencia oclusal experimental. *Rev CES Odont* 1993; 6: 59-66.
- Throckmorton GS, Groshan GJ, Boyd SV. Muscle activity patterns and control of temporomandibular joint loads. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 685-95.
- Van Eijden TMG. Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of bite force. *J Dent Res* 1990; 69: 901-5.
- Castaño, Pedroza. Análisis comparativo por medio del método de elementos finitos de los esfuerzos generados en la articulación temporomandibular durante tres condiciones de mordida - Reporte de un caso. (Tesis de Postgrado) CES, 1999.