



Cambios de la actividad electromiográfica durante las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia: resultados de una prueba piloto

Changes in electromyographical activity during different phases of orthodontic treatment: pilot study results

Claudia Ivonne Rodríguez Castañeda,^{*,§} Luis Pablo Cruz Hervert,^{*,||,¶} Eduardo Llamosas Hernández,[§] David Elías Viñas,^{**} Luis Antonio García Espinosa,^{**} Nicolás Pacheco Guerrero,^{*} Julio Morales González,^{*} Fernando Ángeles Medina^{*}

RESUMEN

La electromiografía es una herramienta útil en la ortodoncia para evaluar y monitorear la actividad muscular. **Objetivo:** Determinar los cambios en la actividad eléctrica muscular durante las diferentes fases del tratamiento ortodóntico. **Material y métodos:** Se realizó un estudio de cohorte y se midió la actividad electromiográfica bilateral (EMG) durante 30 segundos en máxima intercuspidad. Se realizaron 15 mediciones mensuales de la EMG durante cuatro fases en el tratamiento ortodóntico: basal (P0); uso de la férula (P1); nivelación y alineación (P2); cierre de espacios (P3); y la etapa de finalización (P4). Se usó un electromiógrafo (EMG) digital, desarrollado por nuestro grupo (hardware y software) para determinar μV cada 0.002 segundos y el valor medio cuadrático (RMS) fue estimado como un valor medio de EGM. Los pacientes fueron tratados en el Departamento de Ortodoncia y el Laboratorio de Fisiología en la UNAM durante 2014-2016. Se realizó un análisis descriptivo, un modelo de regresión lineal de efectos aleatorios para medidas repetidas ajustadas univariado y otro multivariado ajustado por variables confusoras. **Resultados:** Se incluyó a 10 pacientes, con edad promedio de 20.6 años. La medición basal de EMG fue de 239 μV (RIC 143-561). El modelo multivariado mostró una disminución de la EMG en P1 (coeficiente de regresión [Coef.] -180.97; IC 95% -330.37, -31.56; $p = 0.018$), P3 (Coef. -168; IC 95% -332.36; -3.76; $p = 0.045$) y P4 (Coef. -184.21; IC 95% -326.91, -41.5; $p = 0.011$), en comparación con la basal. **Conclusiones:** Los cambios EMG disminuyeron durante las fases ortodónticas aleatoriamente durante las etapas de tratamiento no de manera constante como generalmente se asume.

ABSTRACT

Electromyography is a useful tool in orthodontics to evaluate and monitor muscle activity for diagnosis and during treatment. **Objectives:** The aim of this study was to determine changes in electric muscular activity during different phases of orthodontic treatment. **Material and methods:** We performed a cohort study and measured bilateral electromyographic activity (EMG) for 30 seconds in maximum intercuspation. EMG activity was measured monthly for 15 months during 4 phases in orthodontic treatment: Pretreatment (P0), Splint wear (P1); leveling and aligning (P2); space closure (P3); and finishing stage (P4). EMG was measured using a digital electromyography developed by our group (Hardware and software) to determine μV every 0.002 seconds. The Root Mean Square (RMS) value was estimated as a mean value of EGM. Patients were treated at the Orthodontics Department and the Physiology Laboratory of UNAM during 2014-2016. We performed a descriptive, bivariate analysis and a random effects linear regression model for repeated measurements adjusted by age, gender, malocclusion and extractions. **Results:** Our pilot study included 10 patients (6 female and 4 male); mean age was 20 years. At baseline, maximum median EMG was recorded (Median 239 μV , IQR 143 μV -561 μV). Multivariate analysis showed that EMG measurements decreased at P1. (Regression coefficient [Coef.] -180.97; 95%CI -330.37, -31.56; $p = 0.018$), P3 (Coef. -168; 95% CI -332.36; -3.76; $p = 0.045$) and P4 (Coef. -184.21; 95%CI -326.91, -41.5; $p = 0.011$). **Conclusions:** EMG changes decreased randomly during orthodontic phases and not constantly as generally believed.

Palabras clave: Electromiografía, actividad eléctrica muscular, maloclusión, tratamiento de ortodoncia.

Key words: Electromyographic, electric muscular activity, malocclusion, orthodontic treatment.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>

* Laboratorio de Fisiología, DEPEI, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

§ Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM).

|| Instituto Nacional de Salud Pública.

¶ Departamento de Ortodoncia, Universidad Autónoma de Guadalajara.

** Centro de Investigación y Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).

INTRODUCCIÓN

La electromiografía (EMG) es la grabación y estudio de las propiedades eléctricas intrínsecas del músculo esquelético. La actividad electromiográfica del músculo se registra mediante el uso de electrodos que se colocan sobre la piel, uno en el origen y el otro en la inserción del músculo.¹⁻³ A pesar de que Dubois-Raymond desarrolló la electromiografía en 1849, las aplicaciones en ortodoncia son poco frecuentes, aun cuando el componente muscular es de primordial importancia para el diagnóstico, planificación y el tratamiento de las maloclusiones.^{4,5} Una de las primeras aplicaciones puntuales la describe Jenkelson mediante el concepto de posición miocéntrica, el cual a diferencia de los conceptos de máxima oclusión y relación céntrica resalta la importancia de la actividad muscular para lograr una relación adecuada de los componentes oclusal, óseo y muscular.^{6,7} Sin embargo, en comparación con otros temas de estudio en el Área de Ortodoncia son pocos los estudios sobre la electromiografía aplicada. Si bien es cierto que existen algunos índices o clasificaciones para identificar la presencia de trastornos temporomandibulares o la presencia de dolor miofascial, por ejemplo, el índice de Helkimo o el mapa del dolor entre otros.⁸ La mayoría de estos métodos son subjetivos ya que dependen de la capacitación del clínico para evaluar y registrar adecuadamente el grado de la alteración. En consecuencia, estos índices no representan la mejor alternativa para estudiar la actividad muscular y los cambios de la actividad muscular a lo largo de las diferentes fases del tratamiento.⁹ El uso de la electromiografía puede representar un método más objetivo para evaluar el comportamiento de la actividad muscular al momento del diagnóstico, posterior al uso de férulas oclusales previas al tratamiento ortodóncico y al comportamiento de la actividad electromiográfica a través de las diferentes fases del tratamiento ortodóncico.

De manera conjunta, el Laboratorio de Fisiología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el grupo de trabajo del Laboratorio de Bioelectrónica del CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional (IPN) desarrollaron un dispositivo para el registro de la actividad electromiográfica y un software para el análisis e interpretación de la información de la actividad electromiográfica.

En la práctica clínica el ortodoncista asume que existe una adecuación de la actividad de los músculos de la masticación; sin embargo, se desconoce si esto representa un aumento o una disminución de la activi-

dad muscular.¹⁰ El objetivo del presente fue comparar la actividad electromiográfica sincrónica de cada uno de los músculos maseteros en máxima intercuspidadación previa al tratamiento de ortodoncia, posterior al uso de la guarda oclusal y durante las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio piloto utilizando una metodología de estudio de cohorte prospectivo para comparar los cambios en la actividad muscular de los maseteros durante las diferentes fases de tratamiento ortodóncico con relación a la medición basal.

El estudio fue realizado en el Departamento de Ortodoncia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-Iztacala) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y las mediciones electromiográficas fueron realizadas en el Laboratorio de Fisiología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología de la UNAM. El periodo de reclutamiento de los pacientes se realizó entre enero y marzo del 2015, y la evaluación del seguimiento del último paciente se realizó en febrero de 2017.

Los criterios de inclusión fueron: 1) pacientes en un rango de edad entre 15 y 30 años, 2) paciente aceptado para ser tratado en el Departamento de Ortodoncia de la FES-Iztacala, 3) sin tratamiento previo de ortodoncia u ortopedia, 4) pacientes sin extracciones previas, 5) sin alteraciones sistémicas. Mientras que como criterios de exclusión fueron: 1) presencia de dolor miofascial severo, 2) diagnóstico previo de cualquier trastorno temporomandibular (TTM), 3) presencia de cualquier síndrome craneofacial, y 4) limitación de la apertura, menor a 15 mm. Como criterios de eliminación: 1) pacientes que declinaran su participación en el estudio por cualquier motivo o circunstancia, 2) reporte de dolor miofascial severo, 3) limitación de la apertura menor a 15 mm, y 4) abandono o suspensión del tratamiento de ortodoncia.

La selección de la muestra fue por conveniencia. Las citas de tratamiento y evaluación clínica del tratamiento de ortodoncia se realizaron al menos una vez al mes, mientras que la evaluación electromiográfica se realizó entre uno y tres meses. Para cada individuo se consideraron 15 mediciones a lo largo del tratamiento, una basal y 14 durante el tratamiento.

La variable dependiente fue el valor cuadrático medio o RMS por sus siglas en inglés (*Root Mean Square*), y representa el promedio de los valores cuadrados de la actividad electromiográfica de la actividad electromiográfica. El RMS tiene únicamen-

te valores positivos que oscilan entre cero e infinito, donde cero representa una actividad nula y entre mayor sea el valor de RMS mayor será el promedio de la actividad electromiográfica del masetero. Las características del electromiógrafo han sido previamente descritas, pero brevemente¹¹ describiremos algunas características. El RMS se registra mediante el uso de tres electrodos, uno colocado en el origen muscular, otro en la inserción y finalmente uno en la zona retroauricular como electrodo de tierra o neutro. El registro de la RMS se realiza en máxima intercuspidad y la contracción muscular esquelética se lleva a cabo por un estímulo nervioso que genera un potencial de acción que se expresa en energía que se registra en microvoltios (millonésima parte de un voltio) y se reporta como una relación de microvoltios por segundo ($\mu\text{V/s}$). El RMS representa un valor promedio de la variación entre el punto más alto y más bajo de la onda de la actividad electromiográfica. La medición del RMS se realiza durante un periodo de 30 segundos.

La variables independientes fueron las diferentes etapas de tratamiento de ortodoncia, las cuales fueron clasificadas de la siguiente manera: 1) basal, que es la primera medición previa al uso de guarda o tratamiento de ortodoncia; 2) uso de férula, cualquier medición realizada a los 30 días posteriores al uso de la férula oclusal pero previo al inicio del tratamiento de ortodoncia; 3) fase de alineación y nivelación, cualquier medición realizada posterior al inicio del tratamiento de ortodoncia donde se usan únicamente arcos redondos; 4) cierre de espacios o transición, cualquier medición realizada para el cierre de espacio en los casos en los que se realizaron extracciones o en los casos sin extracciones donde se usaron arcos cuadrados o rectangulares de NiTi o térmicos previos a la colocación de los arcos de rectangulares de acero; 5) etapa de finalización, cualquier medición realizada posterior a la colocación de los primeros arcos rectangulares de acero hasta la finalización del tratamiento.

Como variables confusoras se consideraron: 1) lado de medición, el lado donde se realizó la evaluación del masetero, ya fuera derecho o izquierdo; 2) tratamiento con extracciones, 3) uso de elásticos, durante el periodo de la medición pero no durante la medición; 4) tipo de maloclusión esquelética, clase II o III; y como indicadores de la dimensión vertical, para controlar por una posible elongación muscular, 5) la altura facial posterior, la distancia entre punto silla y punto gonión medida en milímetros; y 6) altura facial anterior, la distancia entre nasión y el punto pogonión medida en milímetros.

Medición de la actividad electromiográfica del masetero superficial

En cada cita de evaluación se obtuvieron los registros de la actividad electromiográfica en posición de máxima intercuspidad (MI) simultáneamente para cada uno de los músculos maseteros superficiales. Para la evaluación de la electromiografía se utilizó un dispositivo diseñado, evaluado y patentado por investigadores de la CU-UNAM y del CINVSTAV-IPN previamente descrito.¹¹

Cada registro electromiográfico realiza simultáneamente una medición para cada lado cada 0.0002 segundos durante 30 segundos, lo cual representa 150,000 mediciones por registro en máxima intercuspidad o sin contactos oclusales posteriores. En total, para este estudio, se analizaron más de 33 millones de datos con relación a la actividad electromiográfica.

Registro de la información clínica

Toda la información clínica desde la primera cita hasta la última revisión clínica fue registrada de manera detallada en la historia clínica y posteriormente fue registrada en una base de datos para su posterior análisis. De igual forma los análisis cefalométricos necesarios para determinar la clasificación de la maloclusión y la dimensión vertical fue trazada a mano por el investigador principal (RCCI) y la información fue integrada en la base de datos para integrar una base única. El trazado cefalométrico fue revisado por un tutor ortodoncista con la finalidad de garantizar la correcta identificación de los puntos para la obtención de las mediciones correspondientes.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las principales características clínicas de la población estudiada, se reportó la media y la desviación estándar o la mediana y su rango intercuartil de acuerdo a si tiene o no una distribución normal. Mediante un análisis de regresión de efectos aleatorios para medidas repetidas, primero únicamente de forma univariado y posteriormente el modelo multivariado, mediante los cuales se evaluaron los cambios en la actividad electromiográfica a lo largo de las diferentes fases de tratamiento comparadas con la medición basal, considerando el efecto confusor del lado de la medición, el tratamiento con extracciones, el uso de elásticos, el tipo de maloclusión y las mediciones de la dimensión vertical. Ambos modelos tanto el univariado como el multivariado con-

sideró como conglomerado el individuo para controlar por la covarianza entre la actividad electromiográfica de masetero derecho e izquierdo de cada persona.

Consideraciones éticas

Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado previo a su participación en el estudio, la atención de los pacientes no fue condicionada a la aceptación y participación en el estudio. Dado que es un estudio prospectivo pero observacional, no se realizó ninguna intervención por indicaciones del estudio, y de acuerdo con el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud la investigación se considera como investigación con riesgo mínimo. El protocolo fue aceptado y evaluado por las autoridades y comités correspondientes de la FES Iztacala.

RESULTADOS

La muestra total fue de 10 pacientes, de los cuales seis fueron del sexo masculino. La edad promedio fue de 17 años (\pm 3.5 años) con edades entre los 15 y 30 años. Con relación al diagnóstico de la clasificación esquelética, seis pacientes fueron diagnosticados como clase II y cuatro como clase III. Con relación al tratamiento de ortodoncia se observó que en el 58.5% de los casos se observaron algún tipo de trastorno temporomandibular no severo, así mismo se observó que en el 60.0% de los casos se realizaron extracciones de premolares, mientras que el 41.5% de los tratamientos se utilizaron elásticos intermaxilares en alguna fase del tratamiento. Con relación a la prescripción del bracket utilizado, tres casos fueron tratados con cada una de las siguientes prescripciones *edgewise*, bioprogresiva de Ricketts y Protorque, mientras que dos casos fueron tratados con técnica de MBT, dos con Alexander y tres con Roth.

El 6.9% de las muestras correspondieron a la medición basal, 20.6% al uso de guarda fisiológica, 26.7%

a la fase de nivelación y alineación, el 32.2% a la fase de cierre de espacios y transición y el 13.7% a la fase de finalización.

Los resultados de la actividad electromiográfica, la altura facial posterior y anterior se describen a detalle en el *cuadro I*. Con relación a la actividad electromiográfica de los músculos maseteros superficiales, se observó que las mediciones no tenían una distribución normal, y se reportó un valor de la mediana de la actividad electromiográfica de 125 μ V con valores del cuartil 25 y 75 de 74.8 μ V y 173.8 μ V, respectivamente. Con relación a la altura facial anterior se observó una media de 44.9 mm con una desviación estándar (D.E.) de 8.3 mm, mientras que la altura facial posterior tuvo una media de 53.7 mm con una D.E. de 4.5 mm.

En el *cuadro II* se muestran los resultados de análisis univariante, es decir, de la relación únicamente entre la actividad electromiográfica y cada una de las variables consideradas en el estudio. De acuerdo con los resultados del análisis, se observó una disminución de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros superficiales durante las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia de uso de férula fisiológica de -175.99 μ V (IC 95% -329.73, -22.25; $p = 0.025$), durante el cierre de espacios o transición de -178.25 μ V (IC 95% -347.25, -9.24, 0.039 y finalización de -185.9 μ V (IC 95% -346.89, -24.92; $p = 0.024$) en comparación con la medición de la actividad muscular basal. Por otro lado sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la actividad de los pacientes clase III quienes tuvieron una mayor actividad electromiográfica de 84.92 μ V (IC 95% 4.06, 165.79; $p = 0.040$) en comparación con los pacientes clase II; y en las variables de la dimensión vertical donde se observó que por cada mm que aumenta la altura facial posterior o anterior, la actividad electromiográfica disminuye en -7.8 μ V (IC 95% -14.5, -1.1; $p = 0.022$) y -5.59 μ V (IC 95% -9.7, -1.48; $p = 0.008$).

Como resultado del modelo multivariado (*Cuadro III*) fue posible identificar una disminución de la actividad muscular asociado a la fase del uso de la guarda fisio-

Cuadro I. Descripción de los valores de actividad electromiográfica, tiempo de medición y valores de dimensión vertical.

Variable	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango intercuartilar	Mínimo	Máximo
RMS μ V	142.9	107.7	125.4	74.8-173.9	0.0	1079.3
Tiempo (seg.)	15.0	8.7	15.0	7.5-22.5	0.0	30.0
Altura facial anterior	44.9	8.4	49.0	39.0-51.0	30.0	57.0
Altura facial posterior	53.7	4.5	54.0	51.0-56.0	45.0	62.0

μ V = microvolts; rango intercuartilar = cuartil 25 y cuartil 75.
Fuente: Directa.

lógica de $-180.97 \mu\text{V}$ (IC 95% -330.3 , -31.56 ; $p = 0.018$), una disminución promedio de $-168.0697 \mu\text{V}$ (IC 95% -332.36 , -3.76 ; $p = 0.045$) en la fase de cierre de espacios o transición y en la fase de finalización $-184.21 \mu\text{V}$ (IC 95% -326.91 , -41.5 ; $p = 0.011$) comparada con la actividad muscular registrada en la medición basal. De igual forma fue posible identificar que los pacientes clase III tuvieron una actividad electromiográfica promedio de $63.87 \mu\text{V}$ (IC 95% 38.11 , 89.64 ; $p < 0.001$) más en comparación con los pacientes clase II. Con relación a la dimensión vertical se observó que por cada milímetro que aumentaba la altura facial posterior o anterior la actividad electromiográfica de los maseteros superficiales disminuía en promedio $-4.49 \mu\text{V}$ (IC 95% -5.89 , -3.08 ; $p < 0.001$) y $-6.75 \mu\text{V}$ (IC 95% -9.21 , -4.29 ; $p < 0.001$). En contraste no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa entre la medición derecha e izquierda, entre el tratamiento con extracciones y sin extracciones, y si usaron o no elásticos intermaxilares durante el tratamiento.

DISCUSIÓN

Con base en los resultados del estudio fue posible identificar un comportamiento diferencial a lo largo de

las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia con relación a la actividad registrada previa al inicio del tratamiento. Por ejemplo, se observó una disminución de la actividad electromiográfica asociada al uso de férula fisiológica, cierre de espacios o transición y en la etapa de finalización del caso.

Los resultados del estudio sugieren que la actividad electromiográfica de los músculos maseteros superficiales, no tienen un proceso de adaptación y normalización continuo a lo largo de las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia, como es común asumir entre los especialistas. Consideramos que la disminución de la actividad muscular puede estar asociada a un aumento en el número de contactos oclusales en una posición muscular simétrica, la cual se observa durante el uso de férula fisiológica, la fase de cierres de espacios o de transición y finalización. Esta disminución de la actividad electromiográfica no se observa durante la etapa de alineación y nivelación, durante la cual se sabe que aumenta clínicamente la inestabilidad oclusal y por consiguiente y en congruencia con nuestros resultados la actividad muscular de los músculos superficiales aumenta como antes de iniciar el tratamiento. Lo anterior va en el mismo sentido a lo reportado en otras investigaciones con relación al uso de la férula fisioló-

Cuadro II. Resultados del modelo de regresión simple de efectos aleatorios.

Variables	Coeficiente de regresión	Intervalo de confianza al 95%		Valor de p
		Límite inferior	Límite superior	
Lado evaluado				
Derecho		Categoría de referencia		
Izquierdo	-8.16	-36.67	20.34	0.574
Fase de tratamiento				
Diagnóstico		Categoría de referencia		
Férula	-175.99	-329.73	-22.25	0.025
Alineación y nivelación	-158.68	-330.11	12.74	0.070
Cierre de espacios o transición	-178.25	-347.25	-9.24	0.039
Finalización	-185.9	-346.89	-24.92	0.024
Tratamiento con extracciones				
Sí		Categoría de referencia		
No	-31.57	-115.94	52.8	0.463
Uso de elásticos				
Sí		Categoría de referencia		
No	-5.54	-58.42	47.33	0.837
Tipo de maloclusión				
Clase II		Categoría de referencia		
Clase III	84.92	4.06	165.79	0.040
Dimensión vertical				
Altura facial posterior	-7.8	-14.5	-1.1	0.022
Altura facial anterior	-5.59	-9.7	-1.48	0.008

Fuente: Directa.

Cuadro III. Resultados del modelo de regresión de efectos aleatorios multivariante.

Variables	Coeficiente de regresión	Intervalo de confianza al 95%		Valor de p
		Límite inferior	Límite superior	
Lado evaluado				
Derecho		Categoría de referencia		
Izquierdo	-9.27	-39.15	20.6	0.543
Fase de tratamiento				
Diagnóstico		Categoría de referencia		
Férula	-180.97	-330.37	-31.56	0.018
Alineación y nivelación	-155.76	-321.36	9.83	0.065
Cierre de espacios o transición	-168.06	-332.36	-3.76	0.045
Finalización	-184.21	-326.91	-41.5	0.011
Tratamiento con extracciones				
Sí		Categoría de referencia		
No	-24.07	-52.61	4.46	0.098
Uso de elásticos				
Sí		Categoría de referencia		
No	-25.88	-61.15	9.39	0.151
Tipo de maloclusión				
Clase II		Categoría de referencia		
Clase III	63.87	38.11	89.64	< 0.001
Dimensión vertical				
Altura facial posterior	-4.49	-5.89	-3.08	< 0.001
Altura facial anterior	-6.75	-9.21	-4.29	< 0.001

Fuente: Directa.

gica o de la estabilidad oclusal posterior al tratamiento de ortodoncia. No existen muchos estudios disponibles que estudien los cambios de la actividad muscular posteriores al tratamiento de ortodoncia y hasta donde conocemos no existe ningún estudio que reporte más de cinco mediciones de la actividad electromiográfica a lo largo de las diferentes fases del tratamiento de ortodoncia. De igual forma es importante señalar que en este estudio fue posible ajustar por otras características clínicas de los pacientes como lo es la clase esquelética, la dimensión vertical, el tratamiento con extracciones y el uso de elásticos.

Una de las fortalezas del estudio es que es un estudio prospectivo, y la principal limitación es la poca cantidad de muestra analizada, sin embargo, aunque la cantidad de pacientes es poca, la unidad de análisis es la actividad electromiográfica registrada cada 0.002 segundos, por lo que las mediciones representan más de tres millones de valores analizados con lo que se aumenta el poder estadístico para identificar diferencias entre las etapas o fases de tratamiento. Otra fortaleza es que la mayoría de los estudios previos únicamente reportan correlaciones de Pearson o Spearman y ninguno ha reportado un análisis de medidas repetidas utilizando como unidad de con-

glomerado al individuo que ajusta por la covarianza de la medición inter-e intraindividuo a lo largo de las mediciones repetidas, lo que en otras palabras, representa que se considera que las mediciones derechas e izquierdas provienen de un mismo individuo, y de varias mediciones de ese individuo, lo que disminuye un posible error reportar resultados atribuidos más a la actividad electromiográfica asociada a la fase de tratamiento cuando en realidad representen un sesgo por una actividad inusual en ciertos individuos que ocasionen reportar resultados sesgados y a partir de ellos obtener conclusiones erróneas.

Una de las principales limitaciones del estudio es la diversidad de los planes de tratamiento, la utilización de diversas filosofías de tratamiento ortodóncico, lo que aumenta la variabilidad y no permite determinar el efecto de las diferentes filosofías de tratamiento en la estabilidad, normalización o los cambios de la actividad electromiográfica de los músculos maseteros superficiales a lo largo del tratamiento. Por otro lado, a pesar de las fortalezas del estudio, es necesario realizar un estudio con una mayor cantidad de muestra con la finalidad de evaluar si los resultados del estudio son reproducibles y consistentes en otras poblaciones.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados del estudio, es posible identificar que existen cambios de la actividad muscular asociados a diferentes fases de tratamiento, lo cual contrasta con la creencia popular de una adaptación de la actividad muscular a lo largo del tratamiento. Los resultados del estudio derivan de un estudio piloto, por lo que es necesario realizar más estudios en gran escala con la finalidad de generar más evidencia sobre el tema.

Financiamiento

Este proyecto es financiado por el Proyecto PAPIIT: IT201817, UNAM.

REFERENCIAS

1. Moyers RE. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions; an electromyographic analysis. *Am J Orthod.* 1949; 35 (11): 837-857, illust.
2. Ahlgren J. Early and late electromyographic response to treatment with activators. *Am J Orthod.* 1978; 74 (1): 88-93.
3. Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod.* 1980; 77 (6): 679-688.
4. Cram JR, Durie MD. The history of muscle dysfunction and SEMG. *Journal of Applied Psychophysiology and Biofeedback.* Retrieved February 28, 2004 from www.semg.org.
5. Licht S. *History of electrodiagnosis.* In: Licht S. *Electrodiagnosis and electromyography.* New Haven, CT: Elizabeth Licht, Publisher; 1971.
6. Jankelson B. Letter: A comparison of articulator mountings made with centric relation and myocentric position records. *J Prosthet Dent.* 1974; 31 (1): 104-105.
7. Jankelson B, Swain CW, Crane PF, Radke JC. Kinesiometric instrumentation: a new technology. *J Am Dent Assoc.* 1975; 90 (4): 834-840.
8. Rani S, Pawah S, Gola S, Bakshi M. Analysis of Helkimo index for temporomandibular disorder diagnosis in the dental students of Faridabad city: A cross-sectional study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2017; 17 (1): 48-52.
9. Du X, Hägg U. Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. *Angle Orthod.* 2003; 73 (5): 525-531.
10. Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP, Sforza C. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2006; 33 (5): 341-348.
11. García-Espinosa L. Diseño y construcción de electromiógrafo para el registro de emg superficial de músculos maseteros e implementación de análisis multifractal por DFA. CINVESTAV, Noviembre 2011.

Dirección para correspondencia:
Dr. Luis Pablo Cruz Hervet
 E-mail: aeorto@gmail.com