

Relationship between demographic and cephalometric measures and electromyographic activity of the facial musculature. A preliminary study in children and adolescents

Alejandra Ester Jiménez García¹, Vicent Rosell Clari², Vanessa Paredes Gallardo³

Recibido. 29 de octubre de 2021 / Primera revisión. 2 de diciembre de 2021 / Aceptado 29 de enero de 2022

Abstract. Surface electromyography (EMGS) is used to evaluate the electromyographic activity of the orofacial musculature at rest, or when performing certain activities such as swallowing saliva or water, or tasks of maximum voluntary contraction. Numerous studies have evaluated the relationship between facial morphology and muscle activity, with contradictory results. The aim of this study was to determine whether there are significant differences in the electromyographic activity of the orofacial musculature as a function of the variables: age, height, weight, facial pattern and skeletal class. For this purpose, 81 patients with dental malocclusion were selected (35 males and 46 females, aged 6 to 17 years). Bilateral EMGS activity of the temporalis, masseter, orbicularis oris of the upper and lower lip of the mouth and suprahyoid muscles was measured in the resting position, maximum voluntary contraction and swallowing of saliva 2 ml of water. The results obtained show that the mandibular plane and the ANB angle present significant differences in all the variables of EMGS activity; however, the facial pattern only shows significant differences in the mean deviation of muscle activity. Skeletal class shows no significant effect on any of the EMGS variables recorded. The variables Age, Weight and Height show significant results on all EMGS activity variables. The variable Sex only shows significant results in the mean deviation of muscle activity. This work supports previous studies that found no significant results based on facial pattern and skeletal class. It would be advisable to perform a more exhaustive analysis of the muscles involved and their relationship between the different tasks evaluated, and to increase the sample size of patients with skeletal Class III in order to reach more definitive conclusions.

Key words: demographic variables; facial pattern; masticatory muscles activity; surface electromyography; skeletal class.

[es] Relación entre medidas demográficas y cefalométricas con la actividad electromiográfica de la musculatura facial. Un estudio preliminar en niños y adolescentes

Resumen. La electromiografía de superficie (EMGS), se utiliza para evaluar la actividad electromiográfica de la musculatura orofacial en reposo, o realizando determinadas actividades como deglutir saliva o agua, o tareas de máxima contracción voluntaria. Numerosos estudios han evaluado la relación entre la morfología facial y la actividad muscular, obteniéndose resultados contradictorios. El objetivo de este estudio fue determinar si existen diferencias significativas en la actividad electromiográfica de la musculatura orofacial en función de las variables: edad, estatura, peso, patrón facial y clase esquelética. Se seleccionaron 81 pacientes con maloclusión dental (35 hombres y 46 mujeres, de 6 a 17 años). Se midió la actividad EMGS bilateral de los músculos temporal, masetero, orbicular del labio superior e inferior de la boca y suprahioides, en posición de reposo, máxima contracción voluntaria y deglución de 2ml de agua. En cuanto a los resultados, el plano mandibular y el ángulo ANB muestran diferencias significativas en todas las variables de actividad EMGS; sin embargo, el patrón facial solo muestra diferencias significativas en la desviación media de la actividad muscular. La clase esquelética no muestra un efecto significativo sobre ninguna de las variables EMGS registradas. Las variables Edad, Peso y Altura muestran resultados significativos en todas las variables de actividad EMGS, excepto la variable Sexo, que sólo muestra resultados significativos en la desviación media de la actividad muscular. Los resultados observados apoyan estudios previos que no encontraron resultados significativos basados en el patrón facial y la clase esquelética. Sería recomendable realizar un análisis más exhaustivo de los músculos implicados y su relación entre las diferentes tareas evaluadas, y aumentar el tamaño de la muestra de pacientes con Clase III esquelética.

Palabras clave: actividad de los músculos masticatorios; clase esquelética; electromiografía de superficie; patrón facial; variables demográficas.

Sumario: Introducción. Material y métodos. Plan de análisis estadístico de los datos. Resultados. 1. Análisis correlacional. 1.1. Correlaciones entre variables dependientes. 1.2. Correlaciones entre variables independientes. 1.3. Correlaciones entre variables dependientes e independientes. 2. Análisis factorial univariante (Unianova). 2.1. Efectos de las variables demográficas: Sexo, Edad, Peso y Altura. 2.2. Efectos de los índices cefalométricos: Plano Mandibular y Ángulo ANB. Discusión. Conclusiones. Bibliografía

Cómo citar: Jiménez García A. E., Rosell Clari V. y Paredes Gallardo, V. Relationship between demographic and cephalometric measures and electromyographic activity of the facial musculature. A preliminary study in children and adolescents. *Revista de Investigación en Logopedia* 12(1), e77423. <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.77423>

¹ INVESLOGO. Grupo de Investigación Multidisciplinar en Logopedia. Universitat de València.

² Clínica de Logopèdia de la Fundació Lluís Alcanyís. Dpto de Psicología Básica. INVESLOGO. Grupo de Investigación Mutidisciplinar en Logopedia. Universitat de València.

³ Dpto de Estomatología. INVESLOGO. Grupo de Investigación Mutidisciplinar en Logopedia. Universitat de València.

Introducción

Cada vez son más las investigaciones en las que la electromiografía de superficie se utiliza para evaluar y rehabilitar funciones relacionadas con la musculatura orofacial como la masticación, respiración, voz, deglución y articulación del habla (Stepp, 2012, Rosell-Clari, 2017). La electromiografía de superficie (EMGS) es una herramienta adecuada para el análisis de la función neuromuscular en el ámbito de la logopedia, si se utiliza según las recomendaciones específicas. Conjuntamente con una historia clínica y un examen físico cuidadoso y concienzudo, puede proporcionar datos objetivos, documentables, válidos, y reproducibles sobre el estado funcional de los músculos orofaciales de un paciente (Hugger et al., 2012; Tasakova et al. 2020). Mediante la EMGS se han realizado numerosos estudios para determinar la relación bidireccional entre la forma y la función de la musculatura orofacial, pero con resultados inconsistentes. Se sabe que durante la edad de desarrollo y hasta la edad adulta se producen numerosos cambios en la musculatura esquelética. A medida que el músculo va creciendo en volumen y fuerza se produce un aumento en la longitud y el diámetro de las fibras musculares. En la pubertad, este hecho se produce con especial rapidez hasta que se estabiliza una vez alcanzada la edad adulta (Moreno, 2011). Por lo tanto, es en niños y adolescentes dónde mejor puede observarse la influencia que ejerce la actividad muscular sobre el desarrollo craneofacial por encontrarse en plena expansión de crecimiento; sin embargo, la investigación al respecto es relativamente escasa. Lione et al., (2013) afirmaron que se ha publicado muy poco sobre el desarrollo de los músculos de la masticación y su relación con la morfología facial durante la etapa de crecimiento y que tampoco se ha clarificado la influencia de los músculos masticatorios durante el desarrollo vertical del complejo dentofacial en individuos prepuberales. Basándonos en la mayoría de estudios al respecto en los que la muestra está constituida mayormente por adultos algunos autores han demostrado (Alabdullah et al., 2015; Gomes et al., 2010; Serrao et al., 2003; Takeuchi-Sato et al., 2019) que la actividad EMGS de los músculos masetero y temporal en tareas de máxima contracción voluntaria en personas con un patrón facial vertical disminuido, también conocidas como braquifaciales, es mayor que en personas con un patrón facial vertical aumentado, también conocidas como dolicofaciales. Sin embargo, no todos los autores han obtenido resultados similares. Vianna-Lara et al., (2009) indicaron que los diferentes tipos faciales verticales no determinan diferentes patrones de actividad EMGS para el masetero y la porción anterior de los músculos temporales en reposo y durante la masticación bilateral. En lo referente al comportamiento mecánico, Riddle et al., (2020) y Nickel et al., (2017) concluyeron que también difiere significativamente entre adultos braquifaciales y dolicofaciales, demostrando cargas en la articulación temporomandibular significativamente mayores para los dolicofaciales en comparación con las personas braquifaciales durante la mordida de incisivos y molares.

En cuanto a los escasos trabajos en los que se estudia esta relación en niños y adolescentes García-Morales et al., (2003), utilizando un transductor unidireccional confirmaron que los niños con mayor hiperdivergencia facial tienen una ventaja mecánica más pobre y, por lo tanto, una fuerza de mordida menor. En un estudio similar también con niños, Proffit et al. (1983a) llegaron a la misma conclusión con respecto a la fuerza de mordida y el patrón facial. También Bonakdarchian et al., (2009), Proffit et al., (1983b) y Vijeta & Sangamesh, (2019) llegaron a la misma conclusión en sus estudios en los que la muestra estaba basada en adultos. Por el contrario, Nakakawaji et al., (2002) no hallaron diferencias claramente significativas en el músculo masetero en las tareas de contracción isométrica entre los grupos de niñas dolicofaciales y braquifaciales.

En niños clasificados por cefalometría, Lowe & Takada, (1984) no encontraron correlaciones canónicas significativas entre los datos cefalométricos (se seleccionaron 27 puntos anatómicos) para las diferentes clases esqueléticas faciales y las tareas de apretamiento, deglución y apertura mandibular. Cha et al., (2007) tampoco hallaron diferencias significativas en adultos en tareas de reposo y apretamiento entre las clases esqueléticas clasificadas mediante el ángulo ANB y SN-GoMe.

Otros autores, como Miralles et al., (1991) sí encontraron diferencias significativas en adultos clasificados esqueléticamente por el ángulo ANB, concluyendo que había mayor actividad EMGS postural y deglutoria en pacientes de clase III esquelética que en las clases I y II. Sin embargo, en las tareas de máxima contracción voluntaria, la actividad no difirió entre las distintas clases.

Se ha observado que una reducción o mal funcionamiento de la actividad masticatoria es capaz de alterar la forma craneal y mandibular. Sin embargo, algunos estudios, como el de Toro-Ibacache et al., (2019), concluyeron que la variabilidad en la morfología mandibular podría estar relacionada con otros factores que cobran mayor fuerza ante cargas masticatorias relativamente bajas, como la genética, la dieta o el metabolismo basal.

Finalmente, pocos estudios han considerado variables demográficas, como el género, la edad, peso y altura, y su influencia en la actividad de los músculos orofaciales. De los pocos resultados encontrados, Cecilio et al., (2010) evaluaron la influencia de la edad sobre la actividad EMGS de los músculos masticatorios en diferentes tareas, hallando diferencias significativas entre los diferentes grupos de edad. Takarada et al., (1990) estudiaron el cambio funcional de los músculos masticatorios durante el crecimiento y el desarrollo. Los resultados mostraron que las frecuencias en cada porcentaje de la potencia acumulada dependían de la edad y que los patrones de espectros de potencia EMG en los músculos adultos eran frecuencias significativamente más bajas que las de los músculos infantiles. Esto probablemente se debe a diferencias en la proporción del tipo y tamaño de fibra entre los músculos de niños y adultos.

Con respecto al género, Jensen & Fuglsang-Frederiksen, (1994) encontraron niveles reducidos de actividad muscular en las mujeres en tareas que implican una contracción voluntaria máxima en el músculo temporal.

Campillo et al., (2017) concluyeron que la actividad del músculo masetero derecho durante la masticación y el apretamiento voluntario fue mayor en los hombres que en las mujeres. Sin embargo, no encontraron diferencias de sexo en la cinemática mandibular.

Teniendo en cuenta estudios anteriores, se puede concluir que existen resultados discrepantes o no concluyentes al evaluar la relación entre las diferentes dimensiones faciales, clases esqueléticas y la actividad eléctrica muscular. Además, son pocos los estudios que han considerado variables demográficas en la medición de la actividad EMGS. Con la edad, aumenta la altura, el peso y, por tanto, la longitud y masa de las fibras musculares, lo cual debería reflejarse en la actividad electromiográfica. Si esto es así, sería importante tener en cuenta estas variables a la hora de interpretar dicha actividad.

Por tanto, este estudio tuvo un objetivo fundamental: conocer si se observan diferencias significativas en la actividad EMGS de la musculatura orofacial en función de las variables demográficas de edad, sexo, altura y peso, y de las variables cefalométricas de patrón facial y clase esquelética en una muestra de niños/as y adolescentes en edad de desarrollo.

Material y métodos

La muestra de este estudio está formada por un total de 81 pacientes con maloclusión dental que acuden a la Clínica de Odontología de la Fundació Lluís Alcanyís - Universitat de València. De ellos, 35 hombres y 46 mujeres, con edades comprendidas entre los 6 y los 17 años. En todos los casos se realizó una telerradiografía de cráneo y una cefalometría. El plano mandibular y el ángulo ANB de la clase esquelética se obtuvieron a partir de la cefalometría. Se trata de un estudio prospectivo, descriptivo y transversal, aprobado el 6 de junio de 2016 por el Comité de Ética de la Universitat de València (Número de referencia: H1462442923380).

Todos los padres y / o tutores, incluidos los niños mayores de 12 años, firmaron un formulario de consentimiento en el que se les informó sobre todo el procedimiento y la seguridad de la prueba.

Todos los participantes fueron sometidos a una cefalometría lateral de cráneo como pretratamiento diagnóstico de ortodoncia. Las medidas se trazaron utilizando el software Dolphin®.

Se utilizó el plano mandibular de Ricketts, (1981) para determinar el patrón facial: el ángulo formado entre el plano mandibular (Ag-Me) y el plano horizontal de Frankfort (Po-Or) (Imagen 1). Se eligió el plano mandibular como herramienta diagnóstica porque se ha demostrado que es un indicador fiable en la determinación del patrón facial (Ahmed et al., 2016).

La clase esquelética sagital se determinó utilizando el ángulo ANB (Steiner, 1960) formado por los planos NA y NB (Imagen 2). Se eligió el ángulo ANB porque ha demostrado ser un indicador válido y fiable en la evaluación del patrón esquelético sagital (Ahmed et al., 2018; Castro Arenas et al., 2013).

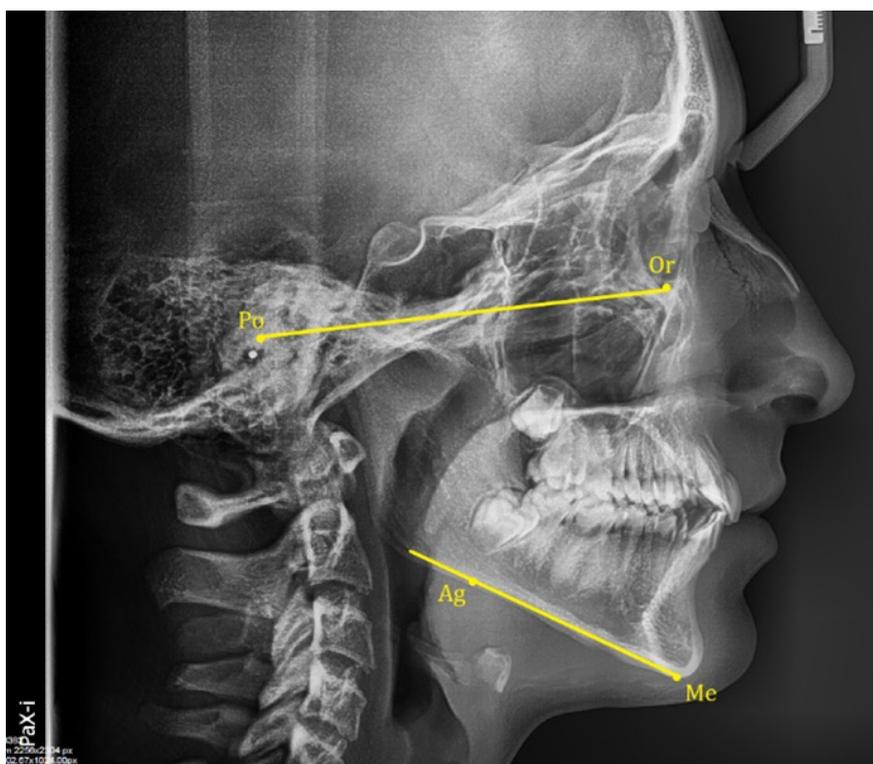


Imagen 1. Plano mandibular de Ricketts (Imágenes trazadas por los autores).

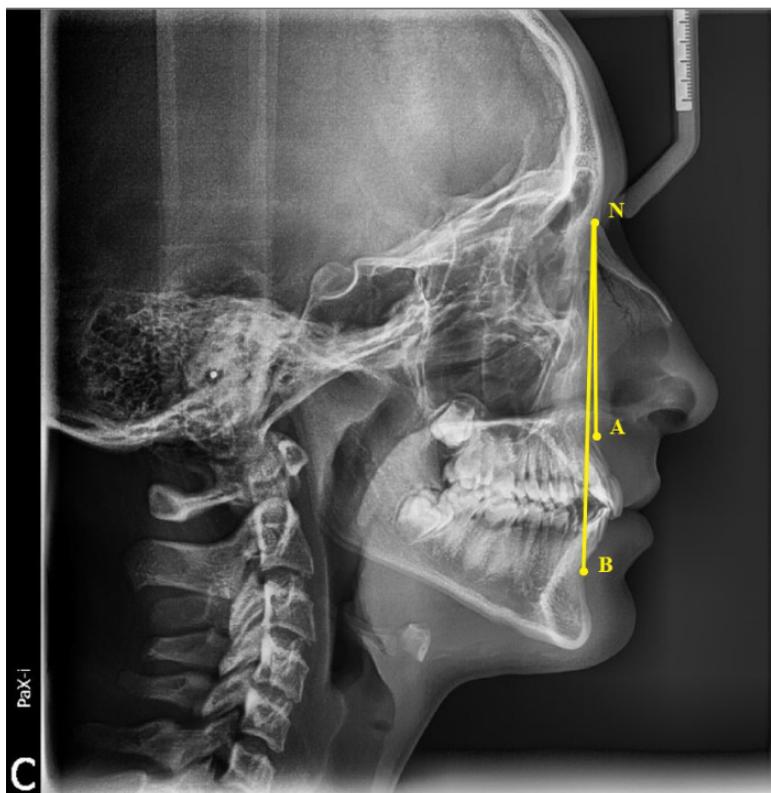


Imagen 2. Ángulo ANB (Imágenes trazadas por los autores).

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Niños/as y adolescentes de entre 6 y 17 años.
- Pacientes que acudieron a la clínica odontológica de la Universitat de València para recibir tratamiento odontológico.
- Pacientes a los que se les realizó una telerradiografía lateral de cráneo como parte de sus registros diagnósticos (no se realizó específicamente para este estudio).

Se utilizaron los siguientes criterios de exclusión:

- Pacientes que habían utilizado aparatos de ortodoncia antes de la realización del estudio.
- Personas diagnosticadas con una enfermedad neuromuscular o trastorno maxilofacial que afecte al rendimiento neuromuscular.
- Personas diagnosticadas con anomalías craneofaciales.
- Pacientes mayores de 17 años.

Después de verificar que los participantes no cumplían con ninguno de los criterios de exclusión, y después de haber firmado el consentimiento informado, se registró la respuesta EMGS medida en microvoltios (μV) de la musculatura orofacial en reposo (10 segundos), deglución de 2 ml de agua (5 segundos) y máxima contracción voluntaria de la mordida (5 segundos). En esta última tarea se pide al paciente que apriete con las muelas realizando el máximo esfuerzo posible, volviendo a la posición de reposo muscular entre cada uno de los registros para evitar la fatiga muscular.

Para registrar la actividad EMGS se utilizó el electromiógrafo de superficie bipolar de ocho canales MioTool Face, de Miotec Suite 1.0, conectado a través de un puerto USB a una computadora portátil Lenovo M30-70 con el sistema operativo Windows 8.1. Se utilizaron electrodos (Meditrace). Los resultados obtenidos se visualizaron y midieron mediante el programa Miograph incorporado en el electromiógrafo. Antes de la colocación de los electrodos, se limpió la piel con alcohol de 96°. La posición correcta de los electrodos se determinó mediante palpación digital. Los electrodos se colocaron en la región ventral de cada músculo y en la misma dirección de las fibras musculares, colocados de la siguiente manera (imagen 3):

1. electrodo de referencia: cara interna de la muñeca.
2. electrodos por canal: 1 temporal derecho, 2 temporal izquierdo, 3 masetero derecho, 4 masetero izquierdo, 5 orbicular superior labial, 6 orbicular inferior labial, 7 suprahiideo derecho, 8 suprahiideo izquierdo.

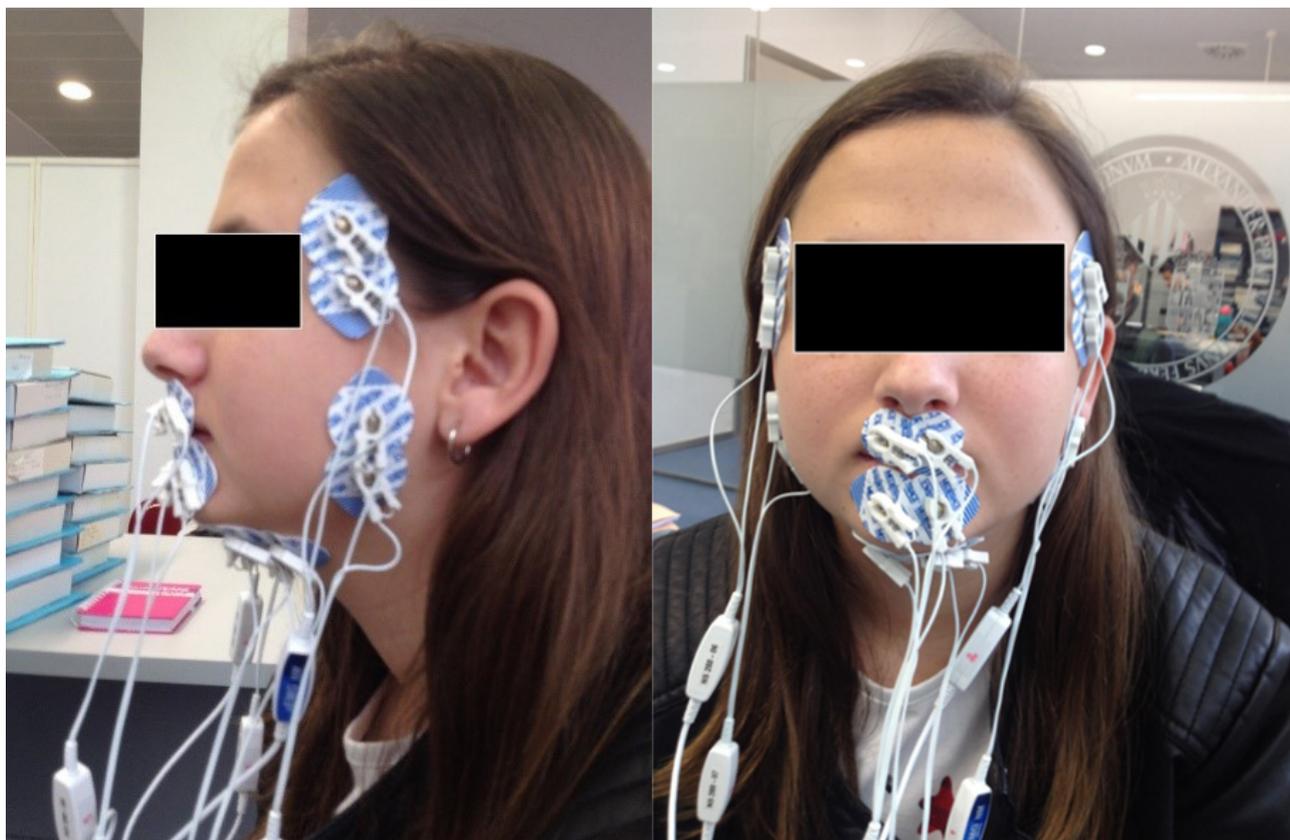


Imagen 3. Colocación de electrodos.

Plan de análisis estadístico de los datos

Se realizará un análisis descriptivo de las variables independientes de este estudio para determinar las medidas más importantes de la tendencia central, el número total de participantes para cada variable y el rango de datos. Se realizarán correlaciones de Pearson para comprobar las relaciones entre las distintas variables (independientes y dependientes).

Para conocer si existen diferencias significativas en la actividad electromiográfica, en su conjunto, es decir, sin considerar las distintas tareas y músculos, se realizará un análisis factorial univariante para cada una de las variables independientes.

Resultados

A partir del plano mandibular, los pacientes se clasificaron en tres grupos diferentes según su patrón facial (mesofacial (n = 44), dolicofacial (n = 16) y braquifacial (n = 21). Partiendo del ángulo ANB, los pacientes fueron clasificados en tres grupos según su clase esquelética (Clase I (n = 34), Clase II (n = 38) y Clase III (n = 9). La Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos para cada una de las variables.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos.

	Edad	Peso	Altura	Plano Mandibular	Patrón facial	Ángulo ANB	Clase esquelética
Media	11,02	42,85	1,48	24,44	,72	3,09	1,05
Desviación estándar	2,67	15,27	,15	6,39	,85	2,59	,942
Mínimo	6	20	1,12	5,8	0	-4,1	0
Máximo	17	83	1,83	35,3	2	9,3	2
N Total	81	81	81	81	81	81	81

1. Análisis correlacional

1.1. Correlaciones entre variables dependientes

Se han analizado las correlaciones entre las variables dependientes observándose correlaciones positivas muy altas en la mayoría de los casos y moderadas para la variable Actividad Muscular Desviación Media (AMDM) (Tabla 2). En todos los casos, las correlaciones son estadísticamente significativas en el nivel 0,01 bilateral. Es decir, cuando se obtiene una puntuación alta (P.e. Actividad Muscular Máxima (AMM)), también se obtiene una puntuación alta en las demás variables (Actividad Muscular Mínima (AMMN), Actividad Muscular Media (AMMD) o Actividad Muscular Desviación Media (AMDM)) y, al contrario, cuando se obtiene una puntuación baja en una variable también se obtienen puntuaciones bajas en las demás variables.

Tabla 2. Correlaciones de Pearson. Variables dependientes.

	AMM	AMMN	AMMD	AMDM
AMM	1	$r_{xy} = ,889$ $p = ,001$	$r_{xy} = ,969$ $p = ,001$	$r_{xy} = ,791$ $p = ,001$
AMMN	$r_{xy} = ,889$ $p = ,001$	1	$r_{xy} = ,957$ $p = ,001$	$r_{xy} = ,438$ $p = ,001$
AMMD	$r_{xy} = ,969$ $p = ,000$	$r_{xy} = ,957$ $p = ,0001$	1	$r_{xy} = ,643$ $p = ,001$
AMDM	$r_{xy} = ,791$ $p = ,000$	$r_{xy} = ,438$ $p = ,0001$	$r_{xy} = ,643$ $p = ,001$	1

1.2. Correlaciones entre variables independientes

Las correlaciones entre las variables Edad, Peso y Altura, tal como cabría esperar, son positivas, altas y significativas en el nivel 0,01 bilateral (Tabla 3). Es decir, a mayor Edad, mayor Peso y Altura, y, al contrario, a menor Edad, menor Peso y Altura.

Las correlaciones entre el Plano Mandibular y el Ángulo ANB, aunque positivas y significativas al nivel 0,01 bilateral, son bajas ($r_{xy} = ,140$; $p = ,0001$).

Tabla 3. Correlaciones de Pearson. Variables independientes.

	Edad	Peso	Altura	Plano Mandibular	Ángulo ANB
Edad	1	$r_{xy} = ,718$ $p = ,000$	$r_{xy} = ,836$ $p = ,000$	$r_{xy} = -,072$ $p = ,000$	$r_{xy} = -,032$ $p = ,067$
Peso	$r_{xy} = ,718$ $p = ,000$	1	$r_{xy} = ,854$ $p = ,000$	$r_{xy} = -,034$ $p = ,054$	$r_{xy} = -,074$ $p = ,000$
Altura	$r_{xy} = ,836$ $p = ,000$	$r_{xy} = ,854$ $p = ,000$	1	$r_{xy} = -,114$ $p = ,01$	$r_{xy} = -,035$ $p = ,046$
Plano Mandibular	$r_{xy} = -,072$ $p = ,0001$	$r_{xy} = -,034$ $p = ,054$	$r_{xy} = -,114$ $p = ,000$	1	$r_{xy} = ,140$ $p = ,000$
Ángulo ANB	$r_{xy} = -,032$ $p = ,067$	$r_{xy} = -,074$ $p = ,000$	$r_{xy} = -,035$ $p = ,046$	$r_{xy} = ,140$ $p = ,000$	1

Las correlaciones entre las variables demográficas y las medidas cefalométricas son en todos los casos negativas y muy bajas, y en algunos casos no son significativas estadísticamente. El Plano Mandibular presenta correlaciones significativas con la Edad y la Altura ($r_{xy} = -,072$; $p = ,0001$ y $r_{xy} = -,114$; $p = ,0001$; respectivamente). El Ángulo ANB presenta correlaciones significativas con el Peso y la Altura ($r_{xy} = -,074$; $p = ,0001$ y $r_{xy} = -,035$; $p = ,046$; respectivamente).

1.3. Correlaciones entre variables dependientes e independientes

Las correlaciones de las variables independientes con las dependientes son todas ellas muy bajas, algunas son positivas y otras negativas, muy pocas son estadísticamente significativas, las cuáles se comentan a continuación.

Con respecto a la correlación de las variables demográficas con las variables dependientes, la Edad presenta una correlación significativa, muy baja y negativa con la AMDM ($r_{xy} = - ,034$; $p = ,050$). El Peso correlaciona significativamente, pero con correlaciones muy bajas y negativas con la AMM y la AMDM ($r_{xy} = - ,041$; $p = ,021$ y $r_{xy} = - ,055$; $p = ,002$; respectivamente). La Altura correlaciona de forma significativa con la AMM ($r_{xy} = - ,038$; $p = ,029$) y la AMDM ($r_{xy} = - ,058$; $p = ,001$), con correlaciones muy bajas y negativas.

Con respecto a las correlaciones de las variables cefalométricas y las variables dependientes, sólo se obtiene una correlación significativa en el nivel 0,05, la del Plano Mandibular con la AMDM ($r_{xy} = ,041$; $p = ,019$). Esta correlación es positiva pero muy baja.

2. Análisis factorial univariante (Unianova)

2.1. Efectos de las variables demográficas: Sexo, Edad, Peso y Altura

Para comprobar si existen diferencias significativas en los resultados obtenidos en las variables dependientes a partir de las variables demográficas (Sexo, Edad, Peso y Altura) se han realizado Unianovas o Anovas de un factor. La variable Sexo sólo obtiene resultados significativos en la variable AMDM ($F_1 = 12,517$; $p = ,0001$). Por el contrario, las variables Edad, Peso y Altura muestran resultados significativos en todas las variables dependientes (véase Tabla 4).

Tabla 4. Resultados Unianova según Edad, Peso y Altura, Plano Mandibular y Ángulo ANB.

	Edad		Peso		Altura		Plano Mandibular		Ángulo ANB	
	F ₁₁	Sig.	F ₄₀	Sig.	F ₄₅	Sig.	F ₆₅	Sig.	F ₄₈	Sig.
AMM	3,113	,001	2,545	,001	2,487	,001	1,683	,001	2,223	,001
AMMN	1,998	,025	1,850	,001	1,856	,001	1,544	,004	1,646	,003
AMMD	2,581	,003	2,122	,001	2,078	,001	1,543	,004	1,912	,00°
AMDM	4,73	,001	3,474	,001	3,428	,001	2,407	,000	3,155	,00°

2.2. Efectos de los índices cefalométricos: Plano Mandibular y Ángulo ANB

De los diversos índices cefalométricos se han elegido el Plano Mandibular y el Ángulo ANB porque a partir de ellos se puede clasificar a los pacientes según su patrón facial y su clase esquelética, respectivamente. Tanto el Plano Mandibular como el Ángulo ANB presentan diferencias significativas con respecto a todas las variables dependientes (véase Tabla 4), sin embargo, el patrón facial sólo presenta diferencias significativas en la AMDM ($F_2 = 4,642$; $p = ,010$) y la Clase esquelética no presenta efectos significativos en ninguna de las variables dependientes. Estos resultados se analizarán con más detalle en la discusión.

Discusión

En este estudio, las variables demográficas de Edad, Peso y Altura explican parte de las diferencias observadas en la actividad EMGS de la musculatura orofacial. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cecilio et al. (2010) al estudiar los efectos de la edad sobre la actividad electromiográfica de la musculatura masticatoria. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas con respecto al Sexo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Campillo et al., (2017) al estudiar la cinemática mandibular, pero contradicen los resultados obtenidos por los mismos autores en la evaluación de la actividad del músculo masetero derecho durante la masticación, así como los resultados obtenidos por Jensen et al. (1994) sobre tareas de máxima contracción voluntaria en el músculo temporal.

Al analizar los resultados obtenidos en este estudio hay que tener en cuenta que, a diferencia de otros estudios realizados con adultos, la muestra está formada por niños y adolescentes en edad de desarrollo, y es bastante probable que la variable Sexo esté mediada e interactúe de forma conjunta con la Edad, el Peso y la Altura. Las altas correlaciones obtenidas entre estas variables así lo confirman. Señalar pues, la importancia de tener en cuenta los efectos de esta variable en la actividad electromiográfica en adultos, y no tanto en personas en edad del desarrollo.

Además, las variables cefalométricas, Plano Mandibular y Ángulo ANB, también explican algunas de las diferencias observadas en la medida de la actividad eléctrica de la musculatura orofacial, tomada en su conjunto. Sin embargo, no se obtienen diferencias significativas a partir del Patrón Facial y la Clase Esquelética. Hay que destacar la importancia de este resultado y lo contradictorio del mismo. En nuestro estudio tanto el Patrón Facial como la

Clase Esquelética se obtienen a partir de la cefalometría, del Plano Mandibular y del Ángulo ANB, respectivamente, y como ya se ha indicado, las medidas cefalométricas sí explican diferencias significativas, pero no las clasificaciones que a partir de ellas se realizan. En ortodoncia y en logopedia se busca una clasificación objetiva y científica del patrón facial y de la clase molar o esquelética, y en muchos casos, para la mayoría de los logopedas, la cefalometría no es accesible por lo que se suelen utilizar fotografías del paciente, tanto de cabeza (frontal y sagitales) como de las arcadas dentarias (frontal y sagitales). Cuando se utiliza la fotografía como método de análisis y evaluación clínica, dado que no hay un consenso y unos criterios claros preestablecidos es necesario que esta evaluación se realice por más de un juez y conocer el grado de acuerdo interjueces.

En trabajos cuya población de estudio estaba constituida por niños los resultados de esta investigación coinciden con los obtenidos por Nakakawaji et al., (2002) para el patrón facial y contradicen los obtenidos por García Morales, (2003). También contradicen los resultados basados en adultos de Alabdullah et al., (2015), Gomes et al., (2010), Serrao et al., (2003) y Takeuchi-Sato et al., (2019). Vianna-Lara et al., (2009) concluyeron que los diferentes tipos faciales verticales en adultos no determinan diferentes patrones de actividad EMGS, los resultados de este estudio basados en una amplia muestra de niños y adolescentes concuerdan también con estos resultados para esta franja de edad.

Con respecto a la Clase Esquelética, nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Lowe et al., (1984) y Cha et al., (2007) aunque en este último trabajo la población de estudio fuesen adultos.

La disparidad en los criterios utilizados para la clasificación de la morfología craneofacial en los estudios revisados podría explicar los resultados inconsistentes encontrados en los estudios electromiográficos, dado que no existe una clasificación consensuada y adecuada que cumpla con todos los requisitos para determinar con precisión a qué patrón facial y clase oclusal esquelética pertenece una persona.

En cualquier caso, coincidimos con autores como Toro-Ibacache et al. (2019), quienes proponen que la actividad electromiográfica de la musculatura orofacial depende de múltiples variables, algunas de las cuales tienen un fuerte componente congénito (por ejemplo: desarrollo óseo o metabolismo basal), mientras que muchas otras son ambientales y socioculturales (por ejemplo: nutrición o actividad físico-deportiva).

Conclusiones

La EMGS se muestra como una herramienta útil para medir la actividad muscular en niños y adultos, en edades del desarrollo. Las variables demográficas de edad, peso y altura muestran diferencias significativas en todas las variables dependientes, es decir, en todas las medidas electromiográficas realizadas. Tal como se esperaba, se confirma la hipótesis de que, durante el desarrollo craneofacial, las fibras musculares van aumentando de tamaño y masa, y estos cambios se recogen y se observan en la actividad eléctrica muscular.

La variable demográfica Sexo, no obtiene prácticamente diferencias significativas, excepto en una de las medidas, probablemente porque esta variable esté mediada durante el desarrollo por las demás variables demográficas. Hay que destacar la necesidad de tener en cuenta esta variable en estudios con adultos.

Respecto a las variables cefalométricas, hay que indicar que tanto el Plano Mandibular, como el Ángulo ANB, tal como son medidos, explican parte de las diferencias obtenidas en las medidas electromiográficas. Llama la atención que no se obtengan diferencias significativas en cuanto al Patrón Facial y Clase Esquelética, medidas muy utilizadas en el diagnóstico y clasificación clínica desde la ortodoncia. Se deberá de realizar un análisis más profundo para intentar explicar estos resultados.

Este trabajo, según los autores, presenta algunos puntos fuertes que pasamos a detallar:

1. La muestra está formada por un número amplio de sujetos, adecuado a los objetivos del estudio (N = 80).
2. Se estudia la actividad electromiográfica en varios músculos, no sólo en uno, y en varias tareas, teniendo así una visión más completa de la actividad electromiográfica orofacial.
3. Se obtienen varias medidas de la actividad electromiográfica, no sólo una única medida, estudiándose dicha actividad con mayor profundidad.

Teniendo en cuenta que este trabajo es un estudio preliminar, se podría decir que como puntos débiles o como propuestas de mejora se encuentran las siguientes:

1. Analizar la actividad electromiográfica por tarea (reposo, máxima contracción voluntaria de la mordida, y deglución de saliva y agua) y en cada uno de los músculos.
2. Incluir el estudio de variables como la respiración oral, la deglución atípica o disfuncional y otras parafunciones, sobre la actividad electromiográfica. Buscar patrones patológicos y de normalidad.
3. Ampliar el número de participantes, incluyendo un grupo control.

Todas estas propuestas de mejora se tendrán en cuenta en futuras investigaciones.

Bibliografía

- Ahmed, M., Shaikh, A., & Fida, M. (2018). Diagnostic validity of different cephalometric analyses for assessment of the sagittal skeletal pattern. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(5), 75-81. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.5.075-081.oar>
- Ahmed, M., Shaikh, A., Fida, M., Ahmed, M., Shaikh, A., & Fida, M. (2016). Diagnostic performance of various cephalometric parameters for the assessment of vertical growth pattern. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 21(4), 41-49. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.21.4.041-049.oar>
- Alabdullah, M., Saltaji, H., Abou-Hamed, H., & Youssef, M. (2015). Association between facial growth pattern and facial muscle activity: A prospective cross-sectional study. *International Orthodontics*, 13(2), 181-194. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2015.03.011>
- Bonakdarchian, M., Askari, N., & Askari, M. (2009). Effect of face form on maximal molar bite force with natural dentition. *Archives of Oral Biology*, 54(3), 201-204. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2008.11.009>
- Campillo, B., Martín, C., Palma, J.-C., Fuentes, A.-D., & Alarcón, J.-A. (2017). Electromyographic activity of the jaw muscles and mandibular kinematics in young adults with theoretically ideal dental occlusion: Reference values. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 22(3), e383-e391. <https://doi.org/10.4317/medoral.21631>
- Castro Arenas, M. V., Hurtado Peralta, M., & Oyonarte Weldt, R. (2013). Rendimiento de la evaluación cefalométrica para el diagnóstico sagital intermaxilar: Revisión narrativa. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 6(2), 99-104. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072013000200010>
- Cecilio, F. A., Regalo, S. C. H., Palinkas, M., Issa, J. P. M., Siessere, S., Hallak, J. E. C., Machado-de-Sousa, J. P., & Semprini, M. (2010). Ageing and surface EMG activity patterns of masticatory muscles. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(4), 248-255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02051.x>
- Cha, B. K., Kim, C.-H., & Baek, S.-H. (2007). Skeletal Sagittal and Vertical Facial Types and Electromyographic Activity of the Masticatory Muscle. *The Angle Orthodontist*, 77(3), 463-470. [https://doi.org/10.2319/0003-3219\(2007\)077\[0463:SSAVFT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2319/0003-3219(2007)077[0463:SSAVFT]2.0.CO;2)
- García-Morales, P., Buschang, P. H., Throckmorton, G. S., & English, J. D. (2003). Maximum bite force, muscle efficiency and mechanical advantage in children with vertical growth patterns. *The European Journal of Orthodontics*, 25(3), 265-272. <https://doi.org/10.1093/ejo/25.3.265>
- Gomes, S. G. F., Custodio, W., Faot, F., Del Bel Cury, A. A., & Garcia, R. C. M. R. (2010). Masticatory features, EMG activity and muscle effort of subjects with different facial patterns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(11), 813-819. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02075.x>
- Hugger, S., Schindler, H. J., Kordass, B., & Hugger, A. (2012). Clinical relevance of surface EMG of the masticatory muscles. (Part 1): Resting activity, maximal and submaximal voluntary contraction, symmetry of EMG activity. *International Journal of Computerized Dentistry*, 15(4), 297-314.
- Jensen, R., & Fuglsang-Frederiksen, A. (1994). Quantitative surface EMG of pericranial muscles. Relation to age and sex in a general population. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 93(3), 175-183.
- Lione, R., Franchi, L., Noviello, A., Bollero, P., Fanucci, E., & Cozza, P. (2013). Three-dimensional evaluation of masseter muscle in different vertical facial patterns: A cross-sectional study in growing children. *Ultrasonic Imaging*, 35(4), 307-317. <https://doi.org/10.1177/0161734613502468>
- Lowe, A. A., & Takada, K. (1984). Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children. *American Journal of Orthodontics*, 86(4), 319-330. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90143-X](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90143-X)
- Miralles, R., Hevia, R., Contreras, L., Carvajal, R., Bull, R., & Manns, A. (1991). Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *The Angle Orthodontist*, 61(4), 277-284. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1991\)061<0277:POEAI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1991)061<0277:POEAI>2.0.CO;2)
- Moreno, I. (2011). Estudio electromiográfico de los patrones musculares en sujetos con mordida abierta anterior [Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional de la UCM.
- Nakakawaji, K., Kodachi, K., Sakamoto, T., Harazaki, M., & Isshiki, Y. (2002). Correlation between facial patterns and function of the masticatory muscles in girls and women. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 43(2), 51-59.
- Nickel, J. C., Weber, A. L., Covington Riddle, P., Liu, Y., Liu, H., & Iwasaki, L. R. (2017). Mechanobehaviour in dolichofacial and brachyfacial adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 20(S1), 139-144. <https://doi.org/10.1111/ocr.12148>
- Proffit, W. R., & Fields, H. W. (1983a). Occlusal forces in normal- and long-face children. *Journal of Dental Research*, 62(5), 571-574.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Nixon, W. L. (1983b). Occlusal forces in normal- and long-face adults. *Journal of Dental Research*, 62(5), 566-570.
- Ricketts, R. M. (1981). Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *The Angle Orthodontist*, 51(2), 115-150. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1981\)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1981)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2)
- Riddle, P. C., Nickel, J. C., Liu, Y., Gonzalez, Y. M., Gallo, L. M., Conley, R. S., Dunford, R., Liu, H., & Iwasaki, L. R. (2020). Mechanobehavior and mandibular ramus length in different facial phenotypes. *The Angle Orthodontist*, 90(6), 866-872. <https://doi.org/10.2319/032420-217.1>
- Rosell-Clari, V. (2017). Alteraciones orofaciales y electromiografía de superficie en trastornos del neurodesarrollo. *Revista de Neurología*, 64(supl.1): s85-s88. <https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017012>
- Serrao, G., Sforza, C., Dellavia, C., Antinori, M., & Ferrario, V. F. (2003). Relation between vertical facial morphology and jaw muscle activity in healthy young men. *Progress in Orthodontics*, 4, 45-51.
- Steiner, C. C. (1960). The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment: Report of a case. *American Journal of Orthodontics*, 46(10), 721-735. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(60\)90145-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90145-7)
- Stepp, C. E. (2012). Surface Electromyography for Speech and Swallowing Systems: Measurement, Analysis, and Interpretation. *Journal of Speech, Language and Hearing Research (Online)*; Rockville, 55(4), 1232-1246A.

- Takarada, T., Larrinaga, G. A., Nishida, F., & Nishino, M. (1990). Frequency analyses of EMG power spectra of anterior temporal and masseter muscles in children and adults. *Dentistry in Japan*, 27(1), 119-125.
- Takeuchi-Sato, T., Arima, T., Mew, M., & Svensson, P. (2019). Relationships between craniofacial morphology and masticatory muscle activity during isometric contraction at different interocclusal distances. *Archives of Oral Biology*, 98, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.10.030>
- Tasakova, D., Bogdanov, V., Kolev, D., Popov, G., Genov, K. (2020). Surface electromyography as a tool for evaluating the association between m.Masseter and m.Temporalis activity and variables of craniofacial morphology. *European Journal of Neurology* 27(1), 830
- Toro-Ibacache, V., Ugarte, F., Morales, C., Eyquem, A., Aguilera, J., & Astudillo, W. (2019). Dental malocclusions are not just about small and weak bones: Assessing the morphology of the mandible with cross-section analysis and geometric morphometrics. *Clinical Oral Investigations; Heidelberg*, 23(9), 3479-3490. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-018-2766-6>
- Vianna-Lara, M. S., Caria, P. H. F., Tosello, D. O., Lara, F., & Amorim, M. M. (2009). Electromyographic Activity of Masseter and Temporal Muscles with Different Facial Types. *The Angle Orthodontist*, 79(3), 515-520. <https://doi.org/10.2319/012308-41.1>
- Vijeta, R., & Sangamesh, B. (2019). Correlation between masseter muscle activity and maximum bite force among various facial divergence pattern. *Journal of Oral Research*, 8(1), 59-65. Scopus. <https://doi.org/10.17126/jor.v0i0.724>