



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA ESTOMATOLÓGICA**

**ESTADO ACTUAL DE LA MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA EN ANÁLISIS
CEFALOMÉTRICOS ORTODÓNCICOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA
EXPLORATORIA**

Memoria presentada a la Escuela de Odontología de la
Universidad de Talca como parte de los requisitos exigidos
para la obtención del título de Cirujano Dentista.

**ESTUDIANTE: JAVIERA NAIOMI CORREA CANALES
PROFESOR GUÍA: DR. EDGARD LEONARDO PALMA DÍAZ
PROFESORA INFORMANTE: DRA. MAGDA LUCÍA MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

TALCA-CHILE

2019

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2020

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	Error! Bookmark not defined.
3. OBJETIVO	4
3.1. Objetivo general	4
3.2. Objetivos específicos	4
4. MÉTODOS	5
4.1. Fuentes de información	5
4.2. Estrategia de búsqueda	5
4.3. Criterios de selección	6
4.3.1. Criterios de inclusión	6
4.3.2. Criterios de exclusión	7
4.4. Obtención de artículos	7
4.5. Criterios de elegibilidad	7
4.5.1. Análisis de título	8
4.5.2. Análisis de resumen	8
4.5.3. Análisis de texto completo	9
5. RESULTADOS	Error! Bookmark not defined.
5.1. Características de los artículos analizados	10
5.2. Describir la utilidad de la MG en análisis cefalométricos	14
5.3. Describir la efectividad de la MG en análisis cefalométricos ortodóncicos	15
6. DISCUSIÓN	18
7. REFERENCIAS	20

1. RESUMEN

Para tratar las anomalías dentofaciales, se requiere de un diagnóstico oportuno y específico, lo cual es realizado en ortodoncia. Autores como Steiner, Ricketts y McNamara, han establecido protocolos de análisis cefalométricos basados en medidas lineales y/o angulares a partir de radiografías cefálicas. Dichos protocolos se utilizan para el diagnóstico ortodóncico cefalométrico en personas de diversas etnias o razas, pese a que estos poseen un origen anglosajón y/o caucásico. Además, la cefalometría convencional se encuentra inherentemente limitada en su capacidad para capturar una anatomía tridimensional compleja y genera distorsiones espaciales que podrían enmascarar aspectos importantes de la morfología.

Actualmente, en ortodoncia se obtienen datos tridimensionales (3D) desde distintos exámenes complementarios de imágenes y modelos que registran estructuras craneofaciales. Sin embargo, los análisis de estos datos 3D siguen siendo bidimensionales, por lo cual se requiere de herramientas más adecuadas que las provistas por los análisis actualmente utilizados. Así, se incorpora el concepto de morfometría geométrica (MG), correspondiente a un método de análisis estadístico que proporciona toda la información geométrica resultante tras remover los efectos de escala, rotación y traslación de una estructura.

Hoy en día, la aplicación de MG en los análisis cefalométricos es escasa, lo que podría atribuirse principalmente al desconocimiento de su utilidad y efectividad. La presente revisión sistemática exploratoria tiene como propósito revelar el estado actual de la MG en análisis cefalométricos ortodóncicos.

Palabras clave: Geometric morphometrics, orthodontic, cephalometrics, dentofacial anomalies.

2. INTRODUCCIÓN

Durante su crecimiento y desarrollo, el ser humano presenta vulnerabilidad en la formación de alteraciones del componente craneofacial, entre las cuales destacan las anomalías dentofaciales (ADF) (1). Estas anomalías se asocian a factores hereditarios, ambientales, locales y traumáticos, e implican alteraciones óseas y dentarias que repercuten en la forma, función y estética del sistema estomatognático (2). Según la Organización Mundial de la Salud, las ADF representan la tercera enfermedad bucodental más prevalente en el mundo, después de caries y enfermedad periodontal (3). La magnitud de la prevalencia de ADF tiene impacto en la población debido a que estas causan repercusiones a nivel psicológico y conductual en aquellos que las presentan (4).

Dada la alta prevalencia de ADF, se requiere de un diagnóstico ortodóncico temprano y un plan de tratamiento adecuado. El ortodoncista se encarga de la evaluación, supervisión, guía y corrección de las estructuras dentofaciales tanto en crecimiento como en estructuras ya maduras (5). Para comprender claramente los componentes dentoalveolares, faciales y esqueléticos, se utilizan los análisis cefalométricos con el fin de estudiar la forma y características del macizo craneofacial a partir de radiografías cefálicas (6). Autores como Steiner, Ricketts y McNamara, han establecido normas o protocolos de análisis cefalométricos, basados en medidas lineales y/o angulares. Las normas cefalométricas permiten comparar un paciente con un grupo de referencia normal que define las medidas cefalométricas ideales, basadas en factores como edad, sexo y raza (7). Los protocolos de análisis cefalométricos antes mencionados, poseen un origen anglosajón y/o caucásico, lo cual se considera como la referencia normal. Sin embargo, estos son comúnmente utilizados para el diagnóstico cefalométrico ortodóncico en individuos de diversas etnias o razas (7). Así, el uso de normas inapropiadas podría llevar a errores diagnósticos y terapéuticos en la población tratada (7). Además, la cefalometría convencional está inherentemente limitada en su capacidad para capturar una anatomía tridimensional compleja y genera distorsiones espaciales que podrían enmascarar aspectos importantes de la morfología (8, 9, 10, 11, 12).

Actualmente, en ortodoncia se pueden obtener datos precisos para capturar la anatomía tridimensional de las estructuras de interés. Se utilizan datos tridimensionales (3D)

obtenidos desde distintos exámenes complementarios de imágenes y modelos para registrar las estructuras craneofaciales. Por ejemplo, las imágenes desde Cone Beam, fotografías faciales desde cámaras de estereofotogrametría y modelos dentales desde escáner (13). Sin embargo, los análisis de estos datos 3D siguen siendo bidimensionales, por lo cual se requiere de herramientas más adecuadas que las provistas por los análisis actualmente utilizados (13). A partir de esta necesidad, se incorpora el concepto de morfometría geométrica (MG).

La MG se entiende como un método de análisis estadístico que proporciona toda la información geométrica resultante tras remover los efectos de la escala, rotación y traslación de una estructura u objeto (14). Este método se desarrolló tradicionalmente en el campo de la biología para analizar la forma geométrica de estructuras biológicas entre especies (15). El análisis a través de MG, permite describir y visualizar tridimensionalmente las variaciones acerca de la forma de estructuras biológicas de cualquier población (15). Así, la aplicación de este método de análisis ha contribuido en un aumento del conocimiento en estudios taxonómicos, ecológicos, de la definición de especie frente a la dispersión geográfica y en estudios de diferenciación sexual (16). Además, la MG elude las deficiencias propias de la cefalometría convencional, otorgando resultados considerablemente más específicos (17, 18). Diversos autores aplicaron este método en la investigación craneofacial y, particularmente en ortodoncia, con el fin de estudiar el crecimiento craneofacial, los efectos del tratamiento ortodóncico y la variación morfológica (18, 19, 20, 21).

Hoy en día, la aplicación de MG en los análisis cefalométricos es escasa, lo que se podría atribuir principalmente al desconocimiento de su utilidad y efectividad. La presente revisión sistemática exploratoria tiene como propósito analizar el estado actual de la MG en análisis cefalométricos ortodóncicos.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Analizar el estado actual de la morfometría geométrica (MG) en análisis cefalométricos ortodóncicos.

3.2. Objetivos específicos

1. Describir la utilidad de la MG en análisis cefalométricos.
2. Describir la efectividad de la MG en análisis cefalométricos ortodóncicos.

4. MÉTODOS

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática exploratoria. Se realizó una revisión de artículos científicos asociados al estudio de los cambios morfológicos craneofaciales bajo la aplicación de MG. Los artículos seleccionados para este estudio, se sometieron a variables que aceptan una respuesta “sí”, “no” o “no informa”. Dichas variables asociadas al objetivo al cual responden, se detallan a continuación:

Responden al objetivo n° 1:

1. MG describe e ilustra tridimensionalmente las variaciones morfológicas dentro de una población y entre poblaciones.

Responden al objetivo n°2

2. MG identifica y clasifica los patrones de variación morfológica.
3. MG aporta datos nuevos y más específicos acerca de la variación morfológica.
4. Los resultados del análisis mediante MG son coherentes con observaciones reportadas previamente en estudios que usaron otros métodos de análisis.

4.1. Fuentes de información

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de artículos fueron PubMed y Web of Science, la cual se llevó a cabo el 04 de mayo del 2019.

4.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó utilizando términos MeSH (Medical Subject Headings) (22) y sus combinaciones por medio de operadores booleanos para complementar y precisar los resultados, se aplicó el filtro de “últimos 5 años” para acotar la información y obtener las investigaciones más recientes. La fórmula de texto para la investigación fue la siguiente: “geometric morphometrics AND (orthodontic OR cephalometrics)”.

A continuación, se señalan los términos MeSH utilizados junto a su definición en inglés extraída desde PubMed y su traducción al español en la **Tabla 1**.

Término MeSH	Definición en inglés	Traducción al español
Geometric morphometrics	Method of statistical analysis that provides all the resulting geometric information from a structure after removing the effects of the scale, rotation and translation of a structure/object (14).	Método de análisis estadístico que proporciona toda la información geométrica resultante tras remover los efectos de la escala, rotación y traslación de una estructura/objeto.
	A collection of approaches for the multivariate statistical analysis and visualization of Cartesian coordinate data (23).	Un conjunto de enfoques para el análisis estadístico multivariado y visualización de datos en coordenadas cartesianas.
Orthodontic	It is the dental specialty responsible for the evaluation, supervision, guidance and correction of dentofacial structures both in growth and in mature structures (5).	Es la especialidad odontológica encargada de la evaluación, supervisión, guía y corrección de las estructuras dentofaciales tanto en crecimiento como en estructuras ya maduras.
Cephalometrics	The measurement and analysis of the craniofacial area, especially as an aid to dental or orthodontic procedures (24).	La medición y análisis del área craneofacial, especialmente como ayuda para procedimientos dentales u ortodoncia.

Tabla 1. Definición de Términos MeSH.

4.3. Criterios de selección

Los criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos, se aplicaron en las etapas de análisis de título y análisis de resumen. Dichos criterios, se detallan a continuación.

4.3.1. Criterios de inclusión

Los criterios que debían estar presentes en los artículos seleccionados son los siguientes:

- Artículos de estudios que utilizan métodos de MG.
- Artículos de estudios acerca de humanos.
- Artículos de estudios acerca de análisis cefalométricos y/o estructuras craneofaciales.
- Artículos de estudios acerca de ortodoncia.

Los diseños de estudio de los artículos seleccionados debían corresponder a los siguientes:

- Artículos con diseño de estudio de cohorte.
- Artículos con diseño de estudio de casos y controles.
- Artículos con diseño de estudio de ensayo clínico.

4.3.2. Criterios de exclusión

- Artículos de estudios acerca de humanos provenientes de períodos evolutivos históricos (desde el siglo I hasta mitad del siglo XX).
- Artículos de estudios acerca de pacientes sindrómicos.
- Artículos con diseño de estudio de revisión narrativa.

4.4. Obtención de artículos

La obtención de los artículos se realizó desde las bases de datos utilizadas, a través de la interfaz Primo© del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Talca.

4.5. Criterios de elegibilidad

La selección de artículos se realizó en las siguientes tres etapas:

- Análisis de título.
- Análisis de resumen.
- Análisis de texto completo.

La selección de artículos en análisis de título se realizó de forma independiente por dos revisores (autora y profesor guía del área de Pediatría Estomatológica, especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilar y Magíster en Fisiopatología Craneocervicomandibular y Dolor Orofacial). Las etapas de análisis de resumen y de texto

completo se realizaron sólo por la autora y se registraron en planillas elaboradas en el programa Excel 2013 (Microsoft, Washington, Estados Unidos).

4.5.1. Análisis de título

En primer lugar, se registraron los artículos resultantes de la estrategia de búsqueda, con los siguientes datos: número del artículo (que corresponde al orden de aparición en la búsqueda bibliográfica antecedido por la inicial de la base de datos proveniente, ej: p1, p2, w1, w2), título, autor (es) y DOI. Estos datos se agruparon según la procedencia del artículo con respecto a las bases de datos utilizadas (P=PubMed, W=Web of Science). Luego, se identificaron los artículos duplicados, se agruparon (PyW=PubMed y Web of Science) y se les asignó un número de artículo combinado que expone la procedencia de ambas bases de datos (ej: p2w1, p4w3). Finalmente, los artículos se clasificaron en los grupos “sí” y “no”, para lo cual, se utilizó la siguiente norma: Si el artículo responde positivamente a cualquier criterio de exclusión o solamente al criterio de inclusión n° 2, se clasifica en el grupo “no”. Si el artículo responde positivamente al menos a dos criterios de inclusión y negativamente a los criterios de exclusión, se clasifica en el grupo “sí”.

4.5.2. Análisis de resumen

Se registraron los datos más relevantes de los artículos seleccionados: objetivo, materiales y métodos, resultados y conclusiones. Posteriormente, se clasificaron en los grupos “sí” y “no”. El esquema de flujo para la selección de artículos en las etapas de análisis de título y análisis de resumen, se muestra en la **Figura 1**.

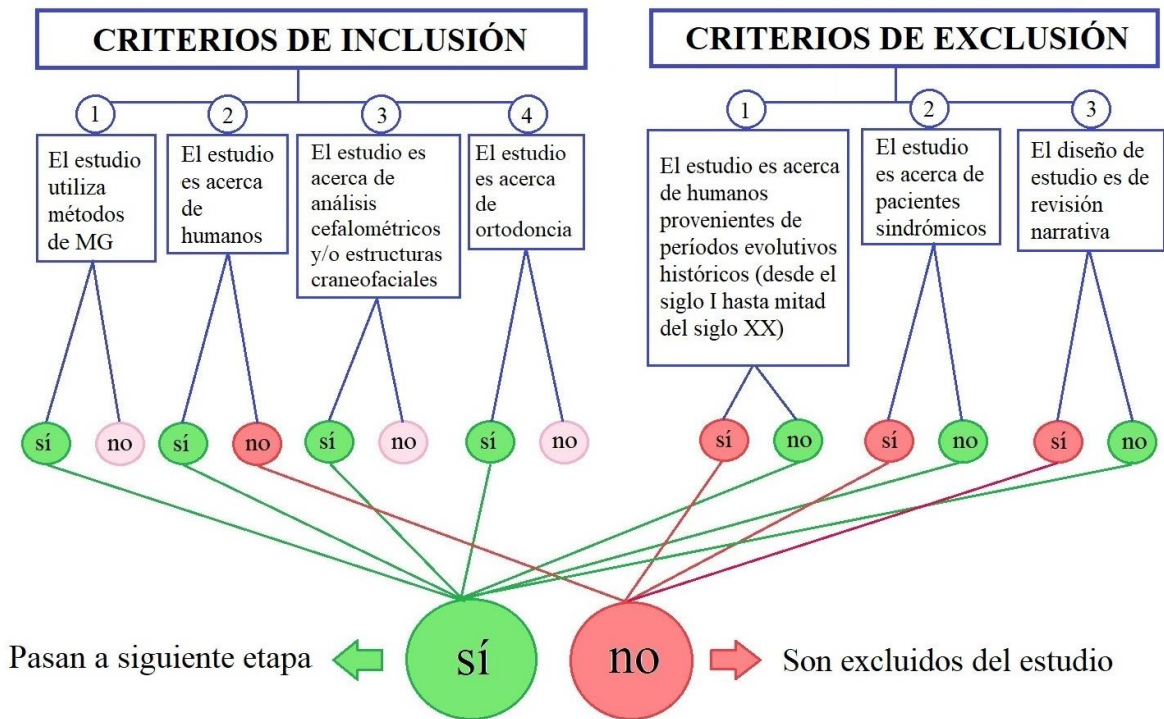


Figura 1. Esquema de flujo para la selección de artículos. Criterios de inclusión y exclusión con respuestas dicotómicas para la clasificación de los artículos en los grupos “sí” y “no”. Este esquema se aplicó en etapa de análisis de título y en análisis de resumen.

4.5.3. Análisis de texto completo

Los artículos seleccionados se analizaron exhaustivamente a través de cada una de sus secciones (introducción, materiales y métodos, resultados, discusión y conclusión). Para caracterizar la muestra de artículos, se registraron datos tales como: diseño del estudio, tema de interés odontológico asociado al estudio, estructura anatómica evaluada y fuente de obtención de datos. Posteriormente, para responder a los objetivos planteados, los artículos se sometieron a las variables mencionadas de forma previa.

Los análisis se realizaron usando el programa estadístico SPSS v15, a través de estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes), para las variables cualitativas utilizadas en este estudio.

Los autores consideran con certeza que, por la naturaleza bibliográfica del presente estudio, no fue necesaria la aprobación del Comité de Ética Científico de la Universidad de Talca.

5. RESULTADOS

La **Figura 2** está basada en la declaración del Diagrama PRISMA (25) y en esta se puede observar el proceso de selección de artículos desde la etapa inicial (búsqueda bibliográfica) hasta la etapa final (análisis de texto completo).

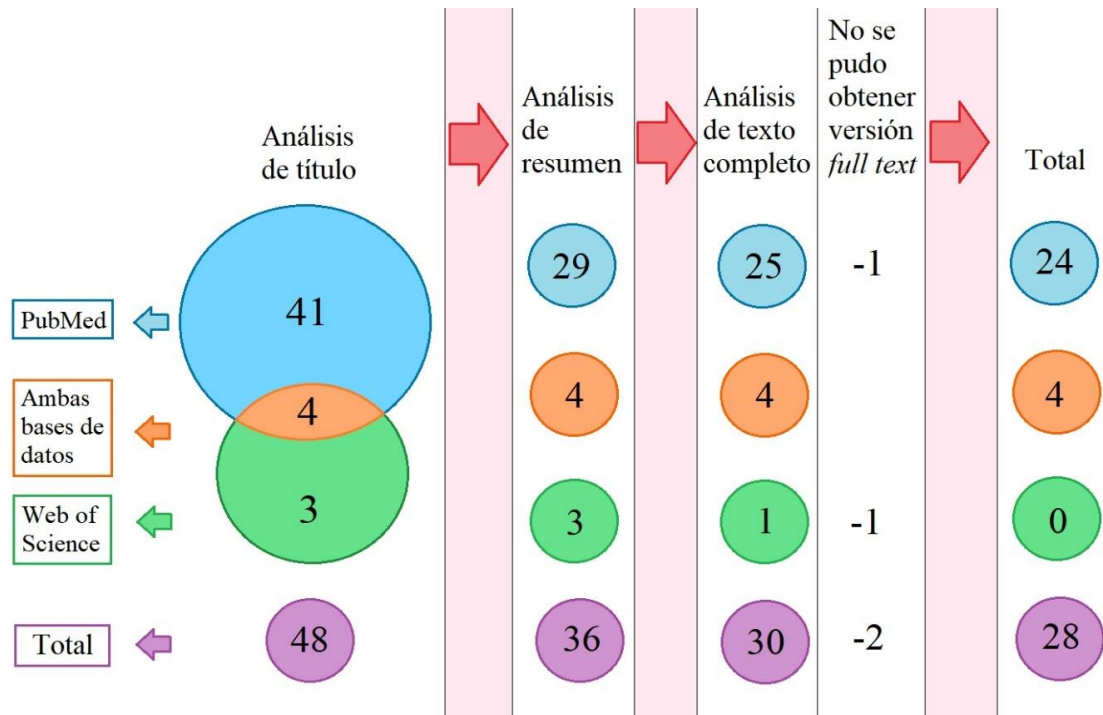


Figura 2. Proceso de selección de artículos. Procedencia y cantidad de artículos científicos durante el estudio.

5.1. Características de los artículos analizados

En la **Figura 3**, se observa la frecuencia de los distintos tipos de diseños de estudio que presentaron los artículos seleccionados (26).

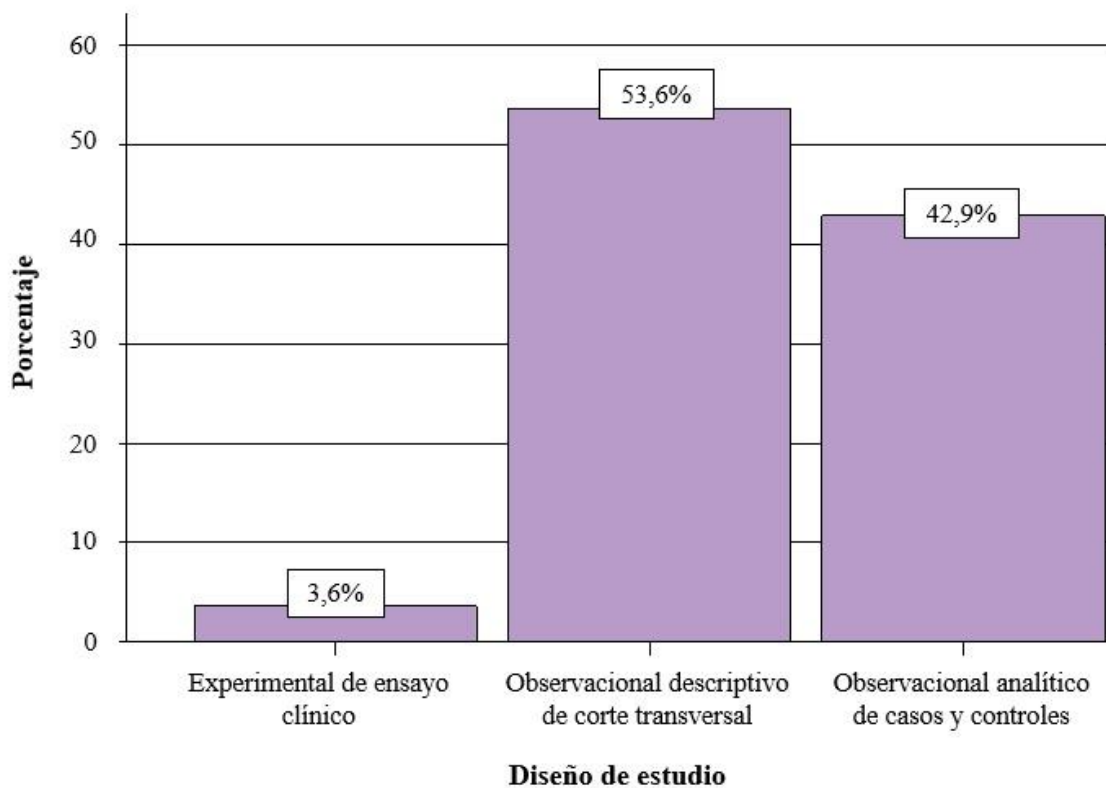


Figura 3. Frecuencia de los diseños de estudio que presentan los artículos.

En la **Tabla 2**, se puede observar la frecuencia de los temas de interés odontológico a los cuales se encuentran asociados los artículos, ordenados de forma decreciente.

Temas de interés odontológico	Frecuencia	Porcentaje
Patrones esqueléticos	5	17,9%
Fisura labiopalatina	4	14,3%
Tratamiento ortodóncico		
Mordida abierta	3	10,7%
Agenesia dental	2	7,1%
Asimetrías faciales	1	3,6%
Crecimiento		
Crecimiento y dimorfismo sexual		
Displasia canina		
Esqueleto nasofacial		
Exodoncia		
Otitis media		
Post accidente cardiovascular		
Primer molar		
Respiradores orales		
Total		

Tabla 2. Frecuencia de los temas de interés odontológico a los cuales se encuentran asociados los artículos.

En la **Figura 4**, se observa la frecuencia de las distintas estructuras anatómicas evaluadas en los artículos.

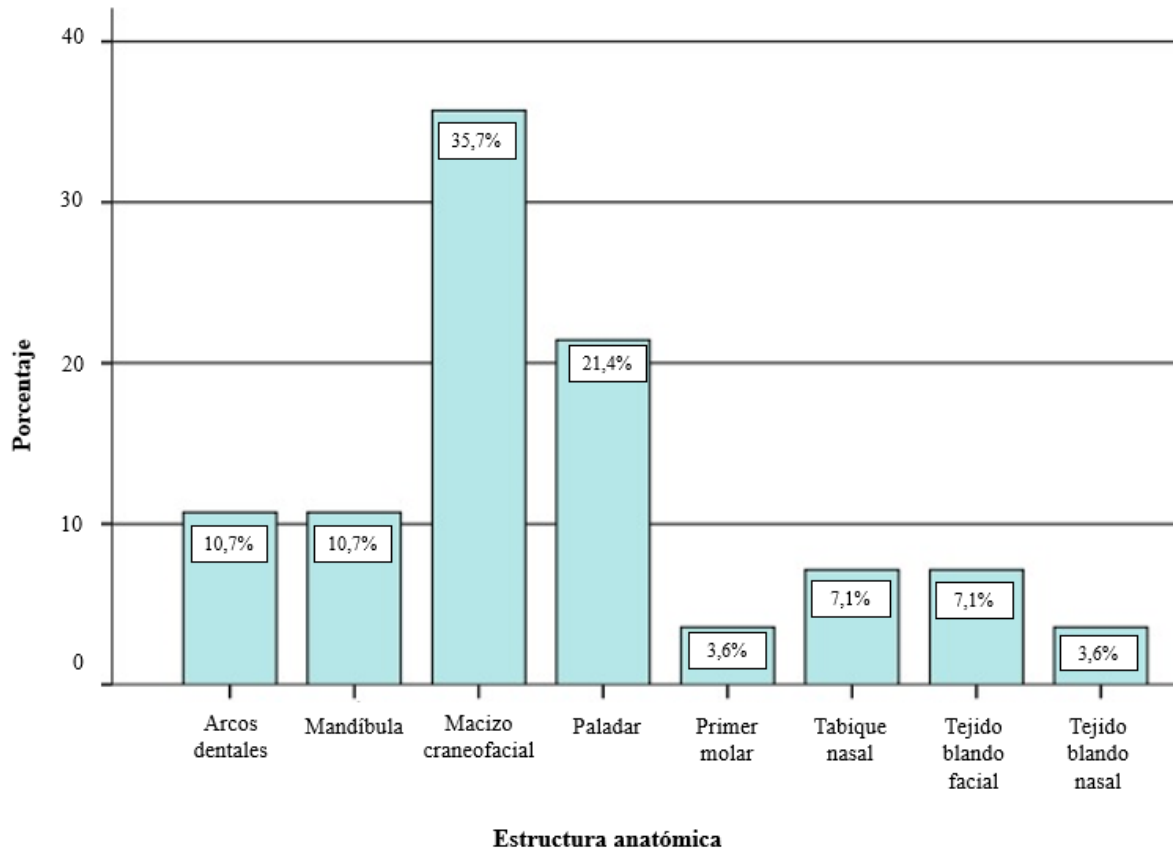


Figura 4. Frecuencia de estructuras anatómicas evaluadas en los artículos.

En la **Figura 5**, se puede observar la frecuencia de la fuente de obtención de los datos para la muestra de cada artículo.

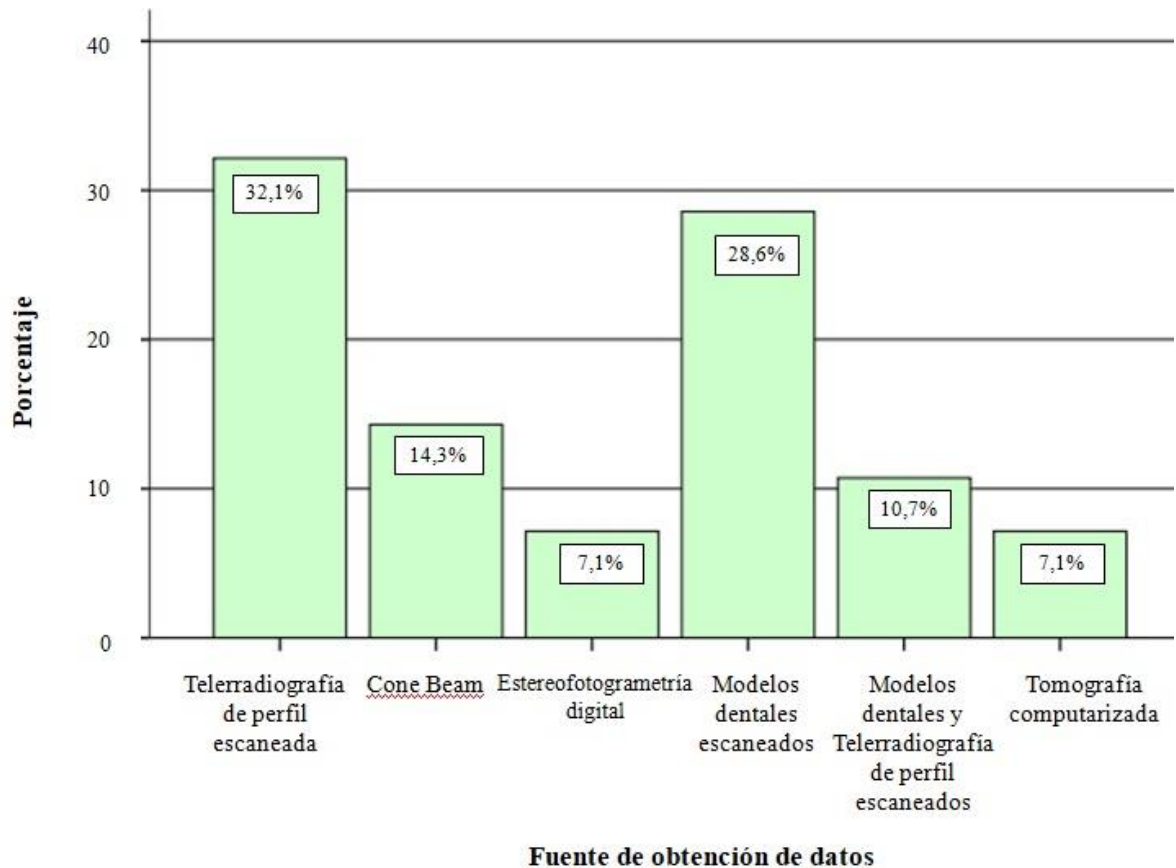


Figura 5. Frecuencia de la fuente de obtención de datos de los artículos.

5.2. Describir la utilidad de la MG en análisis cefalométricos

Para la variable asociada al primer objetivo (variable n° 1), el 100% de los artículos obtuvo respuesta “sí”. Se muestran ejemplos de lo expuesto a continuación:

- En su estudio, Huanca Ghislanzoni, L. y cols, analizaron la forma palatina asociada a respiradores e informaron que el paladar es más estrecho y alto para respiradores orales y más largo y bajo para respiradores normales (13).
- Freudenthaler, J. y cols. estudiaron la variación morfológica del macizo craneofacial asociada a mordida abierta. Informaron que la forma promedio de la mandíbula difiere entre los cuatro grupos de maloclusión con los que se trabajó en dicho estudio (Angle I, Angle II, Angle III y mordida abierta). El grupo de distoclusión presentó un ángulo gonial más agudo y cara inferior sagital y verticalmente más corta; el grupo de mesiooclusión mostró el patrón

opuesto, además de experimentar el mayor grado de cambio de forma entre todos los grupos (27).

- Lagana, G. y cols., estudiaron la forma palatina asociada a mordida abierta esquelética e informaron que existen cambios morfológicos en la dimensión transversal y vertical en el grupo de mordida abierta, mostrando paladares más altos y más estrechos en comparación con un grupo control (28).

5.3. Describir la efectividad de la MG en análisis cefalométricos ortodóncicos

En la **Figura 6**, se puede observar la frecuencia de las respuestas obtenidas para cada una de las tres variables asociadas al segundo objetivo planteado en el estudio.

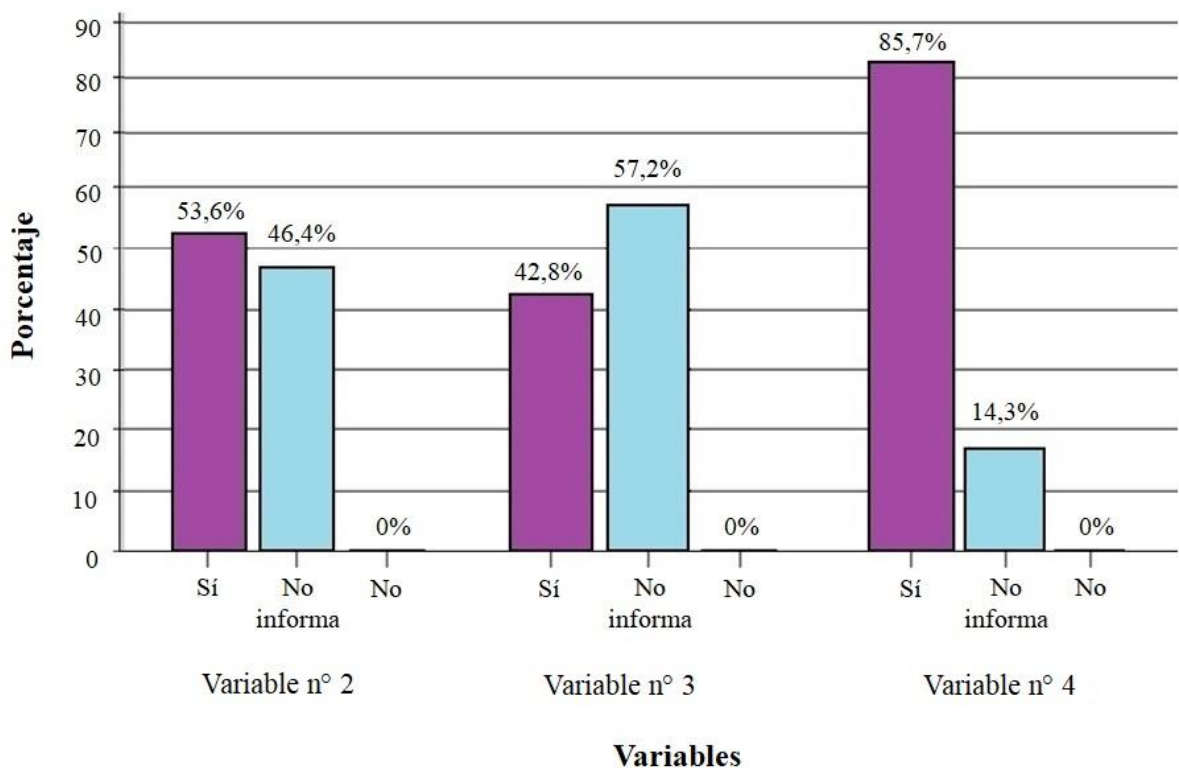


Figura 6. Frecuencia de respuestas de las variables asociadas al segundo objetivo.

A continuación, se muestran ejemplos de artículos que obtuvieron respuesta “sí” para cada una de las variables:

- Variable n° 2:
 - Paoloni, V. y cols., estudiaron la forma palatina en pacientes clase esquelética II y encontraron correlación entre un patrón esquelético

hiperdivergente con un arco maxilar estrecho; y un patrón esquelético hipodivergente con un paladar ancho (29).

- Krey, K. F. y cols., estudiaron la morfología del macizo craneofacial asociada a mordida abierta. Plantearon que los sujetos con mordida abierta y clase esquelética III, se pueden considerar como una categoría separada con verdadero sobre desarrollo de la mandíbula. El patrón morfológico desviado en pacientes clase esquelética III caracterizados por un desarrollo vertical reducido del complejo nasomaxilar, sugiere que estos casos son claramente distintos de todos los otros grupos de mordida abierta. Los autores refirieron que “la MG permite identificar y ubicar los diferentes patrones morfológicos en los diversos grupos de estudio” (30).
- Variable n°3:
 - Alarcón, J. A. y cols, estudiaron el dimorfismo sexual mandibular a través de los distintos patrones morfológicos faciales. Informaron acerca de un hallazgo que no había sido descrito previamente en la literatura: la flexión del borde posterior de la rama mandibular en el grupo de pacientes clase esquelética II (31).
 - En el estudio previamente mencionado, Freudenthaler, J. y cols. concluyeron que “el análisis mediante MG permitió nuevas ideas acerca de la variación de la forma craneofacial en los grupos de neutroclusión y maloclusión” (27).
 - Huanca Ghislanzoni, L. y cols., estudiaron acerca de la morfología palatina en pacientes post accidente cardiovascular e informaron que la MG permite identificar zonas de cambios menores que no se observan normalmente con medidas estándares lineales. Por ejemplo, los cambios verticales en el área superior de la bóveda palatina, acoplados con cambios buco-linguales transversales en el sector lateral de la bóveda palatina de pacientes luego de un año de padecer accidente cardiovascular (32).
- Variable n° 4:

- Kesterke y cols., estudiaron el dimorfismo sexual craneofacial en niños, adolescentes y adultos. Informaron que los hombres tenían órbitas menos prominentes, narices más amplias y prominentes, y prognatismo mandibular, en comparación con las mujeres. Esto es coherente con observaciones reportadas en estudios previos que utilizaron métodos de análisis convencionales (33).
- Mucedero y cols., estudiaron acerca de la morfología palatina y dimensiones de arcos dentales en sujetos con displasia canina palatina. Concluyeron que los pacientes con displasia canina palatina unilateral o bilateral, no presentaron variación o constricción transversal maxilar en la bóveda palatina en comparación con un grupo control, lo cual es coherente con observaciones reportadas en estudios previos (34).

6. DISCUSIÓN

A través de esta revisión sistemática exploratoria, se analizaron los artículos publicados en PubMed y Web of Science durante los últimos 5 años, acerca de la aplicación de la MG para el estudio de las estructuras del componente craneofacial. Se plantea que la MG es útil en análisis cefalométricos y efectiva en análisis cefalométricos ortodóncicos. Las bases de datos utilizadas y la metodología sistemática empleada para la selección de artículos, denotan la calidad de los artículos y de los resultados obtenidos en este estudio.

La relevancia de estudiar acerca de la variación morfológica craneofacial, radica en la alta prevalencia de ADF y en la variabilidad morfológica exponencial de las poblaciones multiculturales del mundo. En Latinoamérica, el 85% de la población presenta ADF y, específicamente en Chile, se alcanza una cifra del 60% en adolescentes y 32,4% en niños (4). Por otro lado, aproximadamente el 7,0% de la población chilena corresponde a inmigrantes (22), los cuales proceden de países tales como Perú, Colombia, Venezuela, Bolivia, Argentina y Haití (en orden decreciente) (35). Por lo tanto, es necesario contar con datos consistentes y detallados acerca de las variaciones morfológicas craneofaciales de las poblaciones, junto con las herramientas adecuadas para el análisis de dichos datos.

De acuerdo a los resultados de este estudio, los artículos analizados correspondieron, con mayor frecuencia, al diseño de estudio observacional descriptivo de corte transversal. Principalmente, los artículos estudiaron acerca de patrones esqueléticos y evaluaron el macizo craneofacial con datos obtenidos desde telerradiografías de perfil escaneadas. En base a esto, se expone la disponibilidad de datos 3D para el estudio del componente craneofacial, a partir del examen menos nocivo para la salud de las personas, comparado con el resto de los exámenes utilizados (36).

La MG constituye una herramienta útil en análisis cefalométricos, con el fin de comprender la variación morfológica del componente craneofacial. La totalidad de los artículos analizados en este estudio, expusieron que la MG describió e ilustró tridimensionalmente las principales variaciones morfológicas craneofaciales dentro de una población y entre poblaciones. Esto genera un cuestionamiento en cuanto al poco uso dado actualmente a esta herramienta de análisis. Surgen preguntas acerca del costo económico para la aplicación de MG, así como la modalidad de su ejecución. Se sugiere

investigar acerca de los programas computacionales (en inglés: “*software*”) utilizados para el análisis mediante MG.

MG se establece como una herramienta efectiva en análisis cefalométricos ortodóncicos, sin embargo, su aplicación aún no se ha desarrollado de acuerdo al amplio potencial que esta herramienta presenta. Según los resultados obtenidos en este estudio, más de la mitad de los artículos analizados, mostró que la MG fue capaz de identificar y clasificar los patrones de variación morfológica craneofacial. De igual forma, poco menos de la mitad de los artículos, manifestó que el análisis mediante MG entregó nuevos y más específicos datos de variación morfológica. Respecto a lo anterior, se mencionaron nuevos hallazgos e ideas acerca de la variación morfológica del componente craneofacial, lo cual había sido ignorado en estudios previos bajo análisis convencionales (18, 27, 32). También, una predominante mayoría de artículos, expuso que los resultados mediante MG fueron coherentes con observaciones reportadas previamente en estudios que usaron otros métodos de análisis.

La MG es útil en análisis cefalométricos y efectiva en análisis cefalométricos ortodóncicos. Se sugiere incorporar el concepto de MG en odontología, con el fin de aprovechar la naturaleza tridimensional de los datos actualmente utilizados, obtenidos a partir de exámenes complementarios para el diagnóstico ortodóncico. De esta forma, se podría generar una red de datos detallada y accesible acerca de la morfología craneofacial de las poblaciones humanas. La MG podría insinuar un enfoque “universal”, dado que permite un análisis morfológico independientemente del origen racial o étnico de las personas evaluadas, y no un análisis generalizado o estandarizado. Así, el análisis cefalométrico ortodóncico mediante la aplicación de MG, abriría paso a un diagnóstico más específico para un plan de tratamiento óptimo y acorde con la naturaleza del propio ser humano.

7. REFERENCIAS

1. Goncalves-Filho AJ, Moda LB, Oliveira RP, Ribeiro AL, Pinheiro JJ, AlverJunior SR. Prevalence of dental anomalies on panoramic radiographs in a population of the state of Para, Brazil. *Indian J Dent Res.* 2014;25(5):648-52. DOI: 10.4103/0970-9290.147115.
2. Majid ZSA, Abidia RF. Effects of malocclusion on oral health related quality of life (OHRQoL): A critical review. *E. S. J. Eur. Sci. J.*, 11(21):386-400, 2015. ISSN: 1857-7431
3. Pino Román IM, Véliz Concepción OL, García Vega PA. Maloclusiones, según el índice de estética dental, en estudiantes de séptimo grado de Santa Clara. *J Medicentro Electrónica.* 2014; 18:177-9. ISSN 1029-3043.
4. Cueto A, Skog F, Muñoz M, Espinoza S, Muñoz D, Martínez D. Prevalencia de anomalías dentomaxilares y necesidad de tratamiento en adolescentes. *Int. J. Odontostomat.* [Internet]. 2017, Sept. [citado 2019 Oct 13]; 11(3): 333-338. DOI: 10.4067/S0718-381X2017000300333.
5. Cruz Estupiñán D, Soto Cantero LA, Fernández Maderos I, Díaz Rondón B, Ugarte Moreno D, Soto Rodríguez PL. Prevalencia de anomalías dentomaxilofaciales y sus factores de riesgo en una población adulta cubana. *Investigaciones Medicoquirúrgicas* [Internet]. 2018 [citado 2019 Oct 13];10(1):[aprox. 0 p.]. ISSN: 1995-9427.
6. Guerrero M, Ocampo J, Olate S. Comparación entre las técnicas de Ricketts y McNamara para la determinación de la posición del maxilar y la mandíbula en jóvenes del Ecuador. *Int J Morphol.* 2018;36:169-74. DOI: 10.4067/S0717-95022018000100169.
7. Montt Rodriguez J, Miquel Valdés MP, Oyonarte Weldt R. Características cefalométricas en jóvenes con oclusión normal y perfil armónico en población chilena. *Int J Morphol.* 2015;33:237-44. DOI: 10.4067/S0717-95022015000100037.
8. Gremba AP, Weinberg SM, Swarts JD, Casselbrant ML. Craniofacial shape in children with and without a positive otitis media history. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;84:110-5. DOI: 10.1016/J.IJPORL.2016.02.029
9. Solem RC. Utilizing three-dimensional data in orthodontic practice and research. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20 Suppl 1:114-8. DOI: 10.1111/OCR.12163.

10. Hartman C, Holton N, Miller S, Yokley T, Marshall S, Srinivasan S, et al. Nasal septal deviation and facial skeletal asymmetries. *anatomical record* (Hoboken, NJ: 2007). 2016;299(3):295-306. *Morphometrics. J Oral Rehabil.* 2017;44(3):172-7. DOI: 10.1002/AR.23303.
11. Katsadouris A, Halazonetis DJ. Geometric morphometric analysis of craniofacial growth between the ages of 12 and 14 in normal humans. *Eur J Orthodont.* 2017;39(4):386-94. DOI: 10.1093/EJO/CJW070.
12. Miller SF, Vela KC, Levy SM, Southard TE, Gratton DG, Moreno Uribe LM. Patterns of morphological integration in the dental arches of individuals with malocclusion. *Am J Hum Biol.* 2016;28(6):879-89. DOI: 10.1002/AJHB.22880.
13. Huanca Ghislazoni L, Lione R, Cozza P, Franchi L. Measuring 3D shape in orthodontics through geometric morphometrics. *Prog Orthod.* 2017;18(1):38.
14. Klingenberg CPJDG, *Evolution. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. Dev Genes Evol.* 2016;226(3):113-37. DOI: 10.1007/S00427-016-0539-2.
15. Oh H, Knigge R, Hardin A, Sherwood R, Duren D, Valiathan M, et al. Predicting adult facial type from mandibular landmark data at young ages. *Orthod Craniofac Res.* 2019;22 Suppl 1:154-62. DOI: 10.1111/OCR.12296.
16. Benítez HA, Püschel TA. Modelando la varianza de la forma: morfometría geométrica aplicaciones en biología evolutiva. *Int J Morphol.* 2014;32:998-1008. DOI: 10.4067/S0717-95022014000300041.
17. Kouli A, Papagiannis A, Konstantoni N, Halazonetis DJ, Konstantonis D. A geometric morphometric evaluation of hard and soft tissue profile changes in borderline extraction versus non-extraction patients. *Eur J Orthodont.* 2019;41(3):264-72. DOI: 10.1093/EJO/CJY056.
18. Echtermeyer S, Metelmann PH, Hemprich A, Dannhauer KH, Krey KF. Three-dimensional morphology of first molars in relation to ethnicity and the occurrence of cleft lip and palate. *PloS one.* 2017;12(10):e0185472. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0185472.

19. Katsadouris A, Halazonetis DJ. Geometric morphometric analysis of craniofacial growth between the ages of 12 and 14 in normal humans. *Eur J Orthodont.* 2017;39(4):386-94.
20. Urbanova W, Klimova I, Brudnicki A, Polackova P, Kroupova D, Dubovska I, et al. The Slav-cleft: A three-center study of the outcome of treatment of cleft lip and palate. Part 1: Craniofacial morphology. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44(11):1767-76. DOI: 10.1016/J.JCMS.2016.06.010.
21. Celar AG, Onodera K, Bertl MH, Astl E, Bantleon HP, Sato S, et al. Geometric morphometric evaluations of a randomized prospective split-mouth study on modes of ligation and reverse-curve mechanics. *Orthod Craniofac Res.* 2014;17(3):158-69. DOI: 10.1111/OCR.12042.
22. Kim S, Yeganova L, Wilbur WJ. Meshable: searching PubMed abstracts by utilizing MeSH and MeSH-derived topical terms. *Bioinformatics.* 2016;32(19):3044-6. DOI: 10.1093/BIOINFORMATICS/BTW331.
23. Cooke SB, Terhune CE. Form, Function, and Geometric Morphometrics. *Anat Rec.* 2015;298(1):5-28. DOI: 10.1002/AR.23065.
24. Bookstein FL. Reconsidering "The inappropriateness of conventional cephalometrics". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(6):784-97. DOI: 10.1016/J.AJODO.2015.12.011.
25. Urrutia G, Bonfill X. PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin.* 2010;135(11):507-511. DOI: 10.1016/J.MEDCLI.2010.01.015.
26. Manterola C, Otzen T. Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *Int J Morphol.* 2014;32:634-45. DOI: 10.4067/S0717-95022014000200042.
27. Freudenthaler J, Celar A, Ritt C, Mitterocker P. Geometric morphometrics of different malocclusions in lateral skull radiographs. *J Orofac Orthop.* 2017;78(1):11-20. DOI: 10.1007/S00056-016-0057-X.
28. Lagana G, Di Fazio V, Paoloni V, Franchi L, Cozza P, Lione R. Geometric morphometric analysis of the palatal morphology in growing subjects with skeletal open bite. *Eur J Orthodont.* 2019;41(3):258-63. DOI: 10.1093/EJO/CJY055.

29. Paoloni V, Lione R, Farisco F, Halazonetis DJ, Franchi L, Cozza P. Morphometric covariation between palatal shape and skeletal pattern in Class II growing subjects. *Eur J Orthodont.* 2017;39(4):371-6. DOI: 10.1093/EJO/CJX014.
30. Krey KF, Dannhauer KH, Hierl T. Morphology of open bite. *J Orofac Ortho.* 2015;76(3):213-24. DOI: 10.1007/S00056-015-0290-8.
31. Alarcon JA, Bastir M, Rosas A. Variation of mandibular sexual dimorphism across human facial patterns. *Homo.* 2016;67(3):188-202. DOI: 10.1016/J.JCHB.2015.11.004.
32. Huanca Ghislazoni L, Leemann B, Christou P, Muller F, Schimmel M, Kiliaridis S. Palatal morphology changes in post-stroke patients measured by geometric morphometrics. *J Oral Rehabil.* 2017;44(3):172-7. DOI: 10.1111/JOOR.12484.
33. Kesterke MJ, Raffensperger ZD, Heike CL, Cunningham ML, Hecht JT, Kau CH, et al. Using the 3D Facial Norms Database to investigate craniofacial sexual dimorphism in healthy children, adolescents, and adults. *Biol Sex Differ.* 2016;7:23. DOI: 10.1186/S13293-016-0076-8.
34. Mucedero M, Rozzi M, Milazzo A, Cozza P. Morphometric analysis of the palatal shape and arch dimension in subjects with palatally displaced canine. *Eur J Orthodont.* 2019;41(5):460-7. DOI: 10.1093/EJO/CJY080.
35. Stefoni C, Stang F. Educación e interculturalidad en Chile: Un marco para el análisis. *Estud Int.* 2016;48:153-82. DOI: 10.5354/0719-3769.2016.44534.
36. Instituto Nacional de Estadísticas. Características sociodemográficas la Inmigración Internacional en Chile. Censo 2017.
37. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en radiología. *Rev Argent Radiol.* 2014;78(2):114-117. ISSN: 0048-7619.
38. Bertl MH, Bertl K, Wagner M, Gahleitner A, Stavropoulos A, Ulm C, et al. Second premolar agenesis is associated with mandibular form: a geometric morphometric analysis of mandibular cross-sections. *Int J Oral Sci.* 2016;8(4):254-60. DOI: 10.1038/IJOS.2016.41.
39. Cocos A, Halazonetis DJ. Craniofacial shape differs in patients with tooth agenesis: geometric morphometric analysis. *Eur J Orthodont.* 2017;39(4):345-51. DOI: 10.1093/EJO/CJW049.

40. Farooq MU, Khan MA, Imran S, Sameera A, Qureshi A, Ahmed SA, et al. Assessing the Reliability of Digitalized Cephalometric Analysis in Comparison with Manual Cephalometric Analysis. *J ClinDiagn Res.* 2016;10(10):ZC20-ZC3. DOI: 10.7860/JCDR/2016/17735.8636.
41. Ferros I, Mora MJ, Obeso IF, Jimenez P, Martinez-Insua A. The nasomaxillary complex and the cranial base in artificial cranial deformation: relationships from a geometric morphometric study. *Eur J Orthodont.* 2015;37(4):403-11. DOI: 10.1111/OCR.12128.
42. Goergen MJ, Holton NE, Grunheid T. Morphological interaction between the nasal septum and nasofacial skeleton during human ontogeny. *J Anat.* 2017;230(5):689-700. DOI: 10.1111/JOA.12596.
43. Hutchinson EF, Farella M, Kramer B. Importance of teeth in maintaining the morphology of the adult mandible in humans. *Eur J Oral Sci.* 2015;123(5):341-9. DOI: 10.1111/EOS.12203.
44. Papagiannis A, Halazonetis DJ. Shape variation and covariation of upper and lower dental arches of an orthodontic population. *Eur J Orthodont.* 2016;38(2):202-11. DOI: 10.1093/EJO/CJV019.
45. Polychronis G, Halazonetis DJ. Shape covariation between the craniofacial complex and first molars in humans. *J Anat.* 2014;225(2):220-31. DOI: 10.1111/JOA.12202.
46. Starbuck JM, Ghoneima A, Kula K. Bilateral cleft lip and palate: A morphometric analysis of facial skeletal form using cone beam computed tomography. *Clin Anat.* 2015;28(5):584-92. DOI: 10.1002/CA.22530.
47. Trefny P, Krajicek V, Velemínska J. Three-dimensional analysis of palatal shape in patients treated with SARME using traditional and geometric morphometrics. *Orthod Craniofac Res.* 2016;19(1):18-27. DOI: 10.1111/OCR.12105.
48. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Rev Esp Salud Pública.* 2008;22:144-50. ISSN: 1135-5727.

49. Young NM, Sherathiya K, Gutierrez L, Nguyen E, Bekmezian S, Huang JC, et al. Facial surface morphology predicts variation in internal skeletal shape. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(4):501-8. DOI: 10.1016/J.AJODO.2015.09.028.
50. Zhang C, Miller SF, Roosenboom J, Wehby GL, Moreno Uribe LM, Hecht JT, et al. Soft tissue nasal asymmetry as an indicator of orofacial cleft predisposition. *Am J Med Genet A.* 2018;176(6):1296-303. DOI: 10.1002/AJMG.A.38688.