
DETERMINACIÓN TOMOGRÁFICA DE LA PREVALENCIA DE FORMA Y TAMAÑO DE LOS REBORDES RESIDUALES EN PACIENTES EDENTADOS

TOMOGRAPHIC DETERMINATION OF RESIDUAL RIDGES SHAPE AND SIZE PREVALENCE IN EDENTATE PATIENTS

AMPARO CONSTANZA VARÓN DE GAITÁN,¹ JUAN CARLOS BUSTAMANTE MESA,² ANA CATALINA HOYOS GALVIS,³

ANDRÉS FELIPE ZAPATA SUÁREZ,⁴ SONIA PATRICIA PLAZA RUÍZ⁵

RESUMEN. Introducción: el objetivo de esta investigación fue determinar tomográficamente la prevalencia de forma y tamaño de los rebordes residuales en pacientes edentados y su asociación con edad, sexo y reborde residual superior e inferior. **Métodos:** se evaluaron 722 tomografías tomadas del centro de diagnóstico de UniCIEO, entre 2010 y 2012, de las cuales se obtuvieron 102 imágenes de rebordes residuales, 70 superiores y 32 inferiores, de 73 pacientes (46 mujeres, 27 hombres) con rangos de edad entre 24,67 y 90,17 años. La evaluación de forma y tamaño del reborde residual fue definido a través de nueve plantillas, generadas por el software Galaxis 3D, del sistema Cone beam GALILEOS (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Germany). **Resultados:** la prevalencia de forma y tamaño del reborde residual superior fue: ovoide grande 48,6%, triangular grande 42,9%, triangular mediano 4,3%, cuadrado grande 2,9%, ovoide mediano 1,4%; en inferior ovoide grande 93,8%, cuadrado grande 6,25%. **Conclusiones:** la mayor prevalencia de forma y tamaño del reborde residual fue la ovoide grande, tanto en el maxilar superior como en el inferior. No se encontró asociación entre forma y tamaño con ninguna de las variables estudiadas.

Palabras clave: prevalencia, arcada edentada, arco dental, procesos alveolares, tomografía computarizada de haz cónico.

Varón AC, Bustamante JC, Hoyos AC, Zapata AF, Plaza SP. Determinación tomográfica de la prevalencia de forma y tamaño de los rebordes residuales en pacientes edentados. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2014; 25(2): 265-282.

ABSTRACT. Introduction: the objective of this tomographic study was to determine residual ridges shape and size prevalence in edentate patients and its association with age, sex, and upper and lower residual ridge. **Methods:** we evaluated 722 scans taken at the UniCIEO diagnostic center between 2010 and 2012, obtaining 102 residual ridges images, 70 of the maxilla and 32 of the mandible, from 73 patients (46 women and 27 men) aged between 24.67 and 90.17 years. The evaluation of residual ridge size and shape was achieved through nine templates generated by the Galaxis 3D computer program, of the Cone beam GALILEOS system (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Germany). **Results:** the prevalent shape and size of upper residual ridge were: large ovoid 48.6%, large triangular 42.9%, medium triangular 4.3%, large square 2.9%, medium ovoid 1.4%; and in the mandible they were: large ovoid 93.8%, and large square 6.25%. **Conclusions:** the most prevalent residual ridge size and shape was large ovoid both in the upper and lower maxilla. We found no association between shape/size and any of the variables under study.

Key words: prevalence, edentate arch, dental arch, alveolar processes, CT cone-beam.

Varón AC, Bustamante JC, Hoyos AC, Zapata AF, Plaza SP. Tomographic determination of residual ridges shape and size prevalence in edentate patients. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2014; 25(2): 265-282.

1 Odontóloga, especialista en Ortodoncia. Vicerrectora Académica UniCIEO, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: sacademica@cio.edu.co.

2 Odontólogo, estudiante especialización en Implantología. UniCIEO, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: juacarbus@hotmail.com.

3 Odontóloga, estudiante especialización en Implantología. UniCIEO, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: pacifich@hotmail.com.

4 Odontólogo, estudiante especialización en Implantología. UniCIEO, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: felione26@hotmail.com.

5 Odontóloga, especialista en Ortodoncia. Estudiante Maestría en Epidemiología. Universidad El Bosque, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: orthoplaza@hotmail.com.

1 Dentist, Orthodontics Specialist. Academic Vice-President, UniCIEO, Bogotá D.C, Colombia. Email: sacademica@cio.edu.co.

2 Dentist, Candidate to Specialization in Implantology. UniCIEO, Bogotá D.C., Colombia. E-mail: juacarbus@hotmail.com.

3 Dentist, Candidate to Specialization in Implantology. UniCIEO, Bogotá D.C., Colombia. E-mail: pacifich@hotmail.com.

4 Dentist, Candidate to Specialization in Implantology. UniCIEO, Bogotá D.C., Colombia. E-mail: felione26@hotmail.com.

5 Dentist, Orthodontics Specialist. Epidemiology Master's Degree candidate. Universidad El Bosque, Bogotá D.C, Colombia. E-mail: orthoplaza@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de los dientes naturales genera una serie de cambios en el sistema estomatognático y en las estructuras cráneo-faciales, estos aspectos deben ser considerados con el propósito de determinar los cambios que acompañan a los maxilares del paciente edentado, para lograr un diagnóstico, pronóstico y un plan de tratamiento protésico correcto. La prevalencia del edentulismo en Colombia, según el Estudio Nacional de Salud Bucal ENSAB III,¹ realizado en 1998, es de 25% en los dos maxilares y de 7% en el maxilar inferior únicamente. En México, en 2006,² afectó a 30% de individuos mayores de 65 años; en Estados Unidos, en 2000,³ a 30%; en España, en 2013, a 33,33%.⁴

Geoméricamente, la definición de arco es considerada como el segmento de una curva. Diversos autores, como Brader, la han definido como una sección de curva cónica, curva catenaria, parábola, elipse, un segmento de circunferencia o una simple esfera.⁵⁻¹⁵ Algunos estudios han llevado a clasificar las diferentes formas de los arcos. Chuck, en 1934, evaluó las variaciones en la forma de las arcadas humanas y las describió como cuadradas, estrechas y ovoides.¹⁶⁻¹⁸

Después de desaparecer la apófisis alveolar tras la extracción de los dientes, el individuo mantiene parte del reborde dental, el cual es llamado reborde residual. Las formas del reborde residual pueden ser: ovoide, cuadrada o triangular.^{19, 20} Misch, en 2009, resaltó la importancia de la forma del arco edentado y del arco a restaurar en la planificación diagnóstica para implantes.²¹ Sagat y colaboradores, en 2010, estudiaron con elementos finitos la influencia de la forma del arco, la posición de los implantes y la distribución del estrés alrededor de estos, concluyendo que estos factores son más importantes que la longitud del extremo libre.²²

La forma y el tamaño del reborde residual pueden estar influenciados por diferentes factores, como los tejidos blandos que cubren el reborde residual, el sexo, la edad y la raza, entre otros.²³⁻²⁷

INTRODUCTION

Losing natural teeth produces several changes in the stomatognathic system and the craniofacial structures, which must be taken into account when determining the changes occurring in the edentate patient's maxilla and to achieve proper diagnosis, prognosis, and prosthetic treatment plan. According to the 1998 Oral Health National Study ENSAB III,¹ the prevalence of edentulism in Colombia is 25% in both maxillae and 7% in the mandible only. In Mexico, in 2006,² it affected 30% of individuals over 65 years; in the United States, in 2000,³ it affected 30% of the same population, and 33.33% in Spain in 2013.⁴

Geometrically, an arch is defined as a segment of a curve. Several authors, like Brader, have defined the arch as a section of a conical curve, a catenary curve, a parabola, an ellipse, a segment of the circumference, or a simple sphere.⁵⁻¹⁵ Some studies have even classified arch shapes. In 1934, Chuck evaluated the various human arch shapes and described them as square, narrow, and ovoid.¹⁶⁻¹⁸

Once the alveolar process disappears after teeth extraction, the patient keeps part of the tooth—the so-called residual ridge—. Residual ridges can be ovoid, square, or triangular.^{19, 20} In 2009, Misch highlighted the importance of the shape of both the edentate arch and the arch to be restored in diagnosing and planning implants.²¹ In 2010, Sagat et al conducted a finite elements study to assess the influence of arch shape, implant position, and stress distribution around it, concluding that these factors are more important than the length of the free end.²²

The shape and size of residual ridges can be influenced by numerous factors, including the soft tissues covering the residual ridge, sex, age, and race, to name just a few.²³⁻²⁷

Los métodos diagnósticos utilizados para estudiar y definir la forma y el tamaño de los rebordes residuales, pueden ser modelos de yeso, calibración clínica, mapeo y recientemente, análisis tomográficos especializados para odontología, como el Cone Beam (CBCT). A partir de estos se desarrolla la tomografía computarizada interactiva (TCI), para crear un puente entre el radiólogo y el clínico, donde normalmente es necesaria una plantilla diagnóstica para aprovechar las ventajas de esta técnica. La plantilla diagnóstica permite al odontólogo incorporar el plan de tratamiento tridimensional, del resultado protésico final, al examen de las imágenes y evaluar la anatomía del paciente para el desarrollo de una planificación de tratamiento en tres dimensiones, que puede ser visualizado antes de la cirugía por miembros del equipo implantológico.²¹

En la literatura se encuentran muchos estudios sobre prevalencia de arcos dentados en diferentes poblaciones y maloclusiones,^{18, 28-32} por el contrario, los estudios de formas de rebordes residuales son escasos.^{33, 34} En la tabla 1 se pueden observar algunos de estos en un análisis comparativo.

The diagnostic methods to study and define the shape and size of residual ridge include plaster models, clinical calibration, mapping, and, recently, specialized Cone Beam tomographic analysis (CBCT) for use in dentistry. This led to the development of interactive computerized tomography (ICT) as a bridge between radiologists and clinicians, who usually need a diagnostic template to take advantage of this technique. Diagnostic templates allow dentists to incorporate a three-dimensional treatment plan (from the final prosthetic result) into the image examination phase and to evaluate the patient's anatomy in a three-dimensional treatment plan that can be viewed prior to surgery by members of the team involved in the implant.²¹

There are numerous studies on the prevalence of dentate arches in different populations and malocclusion types,^{18, 28-32} but the studies on residual ridge shape are scarce.^{33, 34} Table 1 shows a comparative analysis of some of these studies.

Tabla 1. Tabla de resultados de diferentes estudios de prevalencia de forma de arcos dentales y rebordes residuales

Estudios de prevalencia de arcadas dentadas y rebordes residuales en diferentes tipos de poblaciones												
Tipo de arco	Investigadores	Año	Tipo de población	Clasificación ósea	Método		Superior			Inferior		
					Objeto de estudio	Instrumento de medición	U	II	V	U	II	V
							%					
Dentado	Abril et al	1993	Mestiza Colombiana	Clases II y III	Modelos	Arcos digitalizados	56,06	19,1	24,24			
	Nojima et al	2001	Caucásica	Clases I	Modelos	13 puntos fotocopias de modelos				45	8,3	46,7
				Clases II					36	4	69	
				Clases III					32	44	24	
				Clases I					38,3	53,3	8,3	
				Clases II					52	24	24	
	Japonesa	Clases III			38	58	4					
Clases II												
Varón et al	2002	Mestiza Andina Colombiana	Clases I ideales	Modelos	Curvas 3m Personalizada Digitalizada	60	6	34	60	6	34	
Kanashiro et al	2005	Brasilera	Clases II/2	Modelos	Curvas 3m	23,8	2,4	73,8	42	25	32,1	
Rai et al	2010	India	Sin clasificar	Modelos	Rata	34	36	30				
Edentado	Pietrokovski et al	2007	Israelíes	Sin clasificar	Cráneos secos	No reportada	65	10	25	77	11	12
	Bustillos et al	2008	Venezolanos	Sin clasificar	Modelos	Plantillas	100			100		

U = oval, II = cuadrado, V = triangular

Table 1. Results of studies on the prevalent shape of dental arches and residual ridges

Studies on the prevalence of toothed arches and residual ridges in different populations												
Type of arch	Researchers	Year	Type of population	Bone classification	Method		Upper			Lower		
					Object of study	Measuring instrument	U	∩	V	U	∩	V
							%					
Toothed	Abril et al	1993	Mixed Colombian	Classes II and III	Models	Digitized arches	56.06	19.1	24.24			
	Nojima et al	2001	Caucasian	Classes I	Models	13 points photocopies of models				45	8.3	46.7
				Classes II						36	4	69
			Classes III						32	44	24	
			Classes I						38.3	53.3	8.3	
	Japanese	Classes II				52	24	24				
		Classes III				38	58	4				
Varón et al	2002	Mix-Andean Colombian	Classes I ideal	Models	Curves 3m Custom Digitized	60	6	34	60	6	34	
Kanashiro et al	2005	Brazilian	Class II/2	Models	Curves 3m	23.8	2.4	73.8	42	25	32.1	
Rai et al	2010	Indian	Unclassified	Models	Rate	34	36	30				
Edentate	Pietrokovski et al	2007	Israeli	Unclassified	Dry skulls	Not reported	65	10	25	77	11	12
	Bustillos et al	2008	Venezuelan	Unclassified	Models	Templates	100			100		

U = oval, ∩ = square, V = triangular

En Colombia no se conocen estudios sobre la prevalencia de la forma y el tamaño del reborde residual. El objetivo de esta investigación fue determinar tomográficamente la prevalencia de la forma y el tamaño de los rebordes residuales de los pacientes edentados que acudieron al Centro de diagnóstico de UniCIEO, en el período comprendido entre 2010 y 2012.

MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo observacional de corte transversal.³⁵ El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de UniCIEO, el 14 de febrero de 2012. Se realizó un censo total de 722 tomografías, de pacientes que habían acudido al Centro de imágenes Diagnósticas de “UniCIEO” en el período comprendido entre 2010 a 2012. Se realizó una selección de 76 pacientes que cumplían con el criterio de inclusión propuesto: pacientes edentados totales en cualquiera de sus arcadas. Del total se excluyeron 3 pacientes por presentar imágenes distorsionadas, que fue el único criterio de exclusión planteado. De estos 73 pacientes, se obtuvieron 70 imágenes

There are no available studies on the shape and size prevalence of residual ridges in Colombia. The objective of this tomographic study was to determine the prevalent shape and size of residual ridges in edentate patients who consulted the UniCIEO Diagnostic Center between 2010 and 2012.

METHODS

This was an observational cross-sectional study.³⁵ The project was evaluated and approved by the UniCIEO Ethics Committee on February 14, 2012. The sample included 722 CT scans of patients who consulted the UniCIEO Diagnostic Imaging Center between 2010 and 2012. We selected 76 patients who met the inclusion criterion: having at least one totally edentate arch. Three patients were excluded because they presented distorted images—this being the only exclusion criterion—. From the remaining 73 patients, we obtained 70 images

de rebordes residuales superiores y 32 imágenes de rebordes residuales inferiores, para un total de 102 imágenes tomográficas, a las cuales se les dio un número consecutivo para identificarlas y guardar la confiabilidad del paciente. De los 73 pacientes sólo 29 eran edentados, tanto en el maxilar superior como en el inferior.

Tres operadores, con entrenamiento teórico y práctico previo, fueron seleccionados para realizar el proceso y determinar la forma y el tamaño de cada reborde residual.

Obtención de las imágenes tomográficas

Las imágenes fueron obtenidas con un tomógrafo Galileos de haz de cono de última generación (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Germany). Este sistema maneja volumen de radiografía de 15x15x15 cm³, resolución de bóxeles de 0,3/0,15 mm, tiempo de exposición de 14/2-6 s, duración de la reconstrucción 4 a 5 min, 85 kV, 5-7ma, dosis efectiva: 29 μ Sv (21 más, 85 kV). Utiliza además un software (Galaxis 3D) para consultas clínicas dentales, que permite realizar reconstrucciones tridimensionales del volumen de la región maxilofacial, con fines tanto de diagnóstico como de planificación, con una exactitud de medida de \pm 0,15 mm. Para la toma de las imágenes se siguieron las instrucciones del fabricante del equipo, donde se tuvo especial cuidado en que el plano oclusal del paciente quedara paralelo al piso.

Orientación de las imágenes tomográficas

Se revisaron las 3 opciones de imágenes en las que se podría definir la forma y el tamaño del reborde residual de cada paciente: cefalometría lateral, antero posterior o panorámica. Se decidió trabajar en la cefalometría lateral, porque permitía orientar mejor la imagen. Se orientó la imagen de tal forma que la rejilla vertical pasara por la mitad de la apófisis odontoides y del agujero nasopalatino, en el reborde residual superior; en el inferior, que horizontalmente pasara por los agujeros mentonianos y verticalmente por la mitad del cuerpo de la vértebra.

of upper residual ridges and 32 images of lower residual ridges, for a total of 102 tomographic images, which were labeled with a consecutive number for identification purposes and to preserve patients' confidentiality. Out of the 73 patients, only 29 were edentate in both maxillae.

Three operators with previous theoretical and practical training were selected to conduct the analysis and to determine the shape and size of each residual ridge.

Tomographic imaging

Images were obtained with a Galileos CT cone beam scanner (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Germany). This system has a 15 x 15 x 15 cm³ x-ray volume, voxels of 0.3/0.15 mm resolution, time of exposure of 14/2-6 s, duration of reconstruction of 4 to 5 min, 85 kV, 5-7 ma, and an effective dose: 29 μ Sv (21 more, 85 kV). It also uses a software for dental clinical consultation (Galaxis 3D), which provides three-dimensional volume reconstructions of the maxillofacial region, useful for both diagnosis and planning, with an accuracy of \pm 0.15 mm. The manufacturer's instructions for imaging were carefully followed, making sure that the patient's occlusal plane remained parallel to the floor.

Orientation of tomographic images

After considering the three available methods to determine the shape and size of each patient's residual ridges: lateral, antero-posterior, and panoramic cephalometric imaging, we chose lateral cephalometric radiography because it allows better image orientation. Images were oriented in such a way that the vertical grid would go through the middle odontoid process and the nasopalatine foramen in the upper residual ridge; and in the lower residual ridge it would go horizontally through the menton orifice and vertically through the middle of the vertebra.

Determinación del sitio del corte

En la imagen panorámica, en una vista axial para el reborde residual superior, se ubicaron las estructuras anatómicas de referencia escogidas, que se pueden observar en la figura 1.

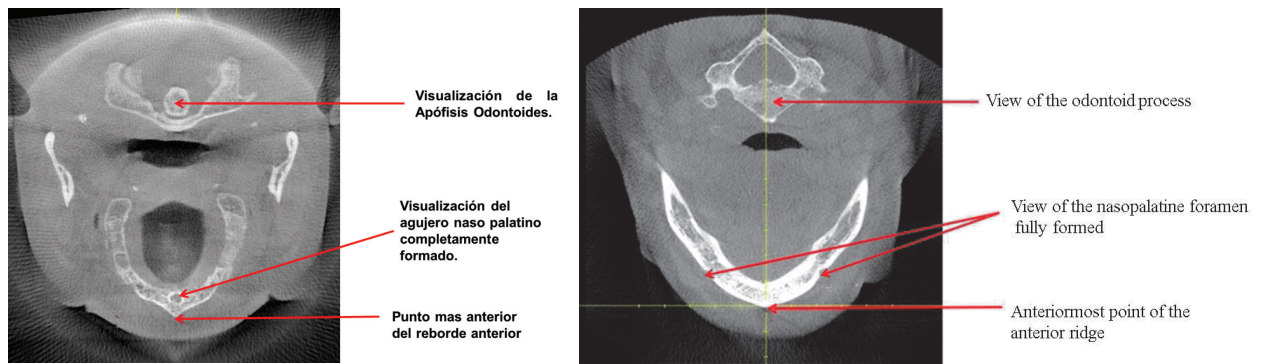


Figura 1. Estructuras anatómicas de referencia del corte del reborde residual superior observadas con el sistema Galileos Cone Beam

Defining the cutting site

In the panoramic image, the anatomical structures of reference were located in an axial view of the upper residual ridge, as shown in figure 1.

Figure 1. Anatomical structures of reference of the upper residual ridge slice observed with the Galileos Cone Beam system

Se ubicó la guía vertical, pasando por la mitad de la apófisis odontoides, y la horizontal, por la pared posterior del agujero nasopalatino, confrontando esta ubicación en la sección trasversal donde la línea guía horizontal estaba presente. Se determinó el sitio del corte a nivel de la cortical anterior de la pared posterior más inferior del agujero nasopalatino. La distancia de la espina nasal anterior al plano guía fue medido por cada operador con la regleta de medidas proporcionada por el software, y después se compararon, hasta obtener en los tres operadores una concordancia inferior o igual a 1,4 mm de altura, con el fin de analizar la misma imagen. Este rango fue determinado al calcular el error del método.

Para el reborde residual inferior, se ubicaron en la opción de cefalometría lateral en la vista axial las estructuras anatómicas de referencia escogidas (figura 2).

The vertical guide was positioned in such a way that it went through the middle of the odontoid process and the horizontal guide through the posterior wall of the nasopalatine foramen; this site was intersected at the transverse section where the horizontal guide was positioned. We decided that the cutting site would be located at the level of the anterior cortical of the lowest posterior wall of the nasopalatine foramen. The distance from the anterior nasal spine to the guide plane was measured by each operator with the ruler included in the software and then these measures were compared until obtaining a concordance no greater than or equal to 1.4 mm in height among the three operators, in order to have the same image for the analysis. This range was determined by calculating the method's error.

For the lower residual ridge, the chosen anatomical structures of reference were placed at the axial view of the lateral cephalometric radiography (figure 2).

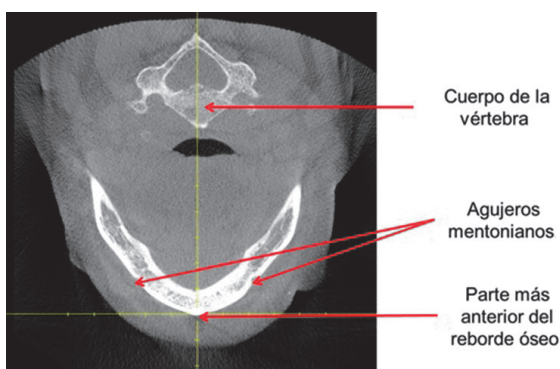


Figura 2. Estructuras anatómicas de referencia del corte del reborde residual superior

Se ubicó la guía vertical de forma que pasara por todo el centro de la vértebra, y la horizontal por el punto más anterior del reborde óseo inferior.

Definición de forma y tamaño

En la opción panorámica en la imagen obtenida, se encontraron las 9 opciones de combinaciones de forma y tamaño que ofrece el software Galaxis 3D: ovoide pequeña (UP), cuadrada pequeña (IP), triangular pequeña (VP), ovoide mediana (UM), cuadrada mediana (IM), triangular mediana (VM), ovoide grande (UG), cuadrada grande (IG) y triangular grande (VG). Luego, se ubicó el corte comprobando las estructuras anatómicas de referencia específicas, tanto para la arcada superior (figura 3), como para la inferior (figura 4).

Cada operador por separado, determinó la plantilla que consideraba que mejor se ajustaba a cada uno de los rebordes residuales, y consignó el hallazgo en un formato elaborado para tal efecto. Posteriormente, un cuarto operador reunió los datos en una sola plantilla, encontrando que en 20 de los 70 rebordes residuales superiores y en 6 de los 32 rebordes residuales inferiores, no había concordancia de por lo menos uno de los tres operadores. Asimismo identificó que el error estaba en la ubicación de la curva en la parte anterior, por lo que se aclararon los parámetros de ubicación de la curva y se procedió a repetir la evaluación. En esta se logró una concordancia del 100%.

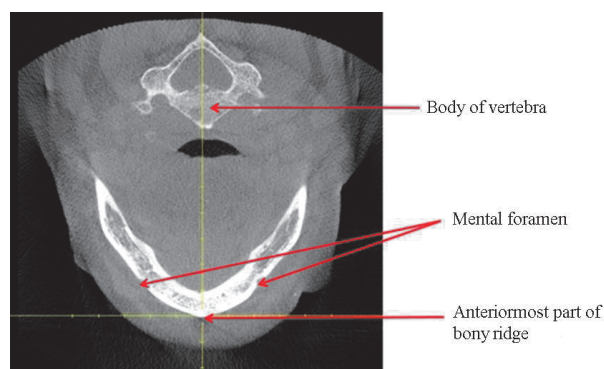


Figure 2. Anatomical structures of reference of the upper residual ridge slice

The vertical guide was positioned in such a way that it went through the center of the vertebra, and the horizontal through the anterior-most point of the lower bone ridge.

Defining shape and size

The obtained panoramic image showed the nine shape and size combinations offered by Galaxis 3D: small ovoid (UP), small square (IP), small triangular (VP), medium ovoid (UM), medium square (IM), medium triangular (VM), large ovoid (UG), large square (IG), and large triangular (VG). The cutting site was then located by checking the specific anatomical structures of reference for both upper arch (figure 3) and lower arch (figure 4).

Each operator individually chose the template that in their opinion best fitted each residual ridge and recorded the findings in a form developed for this purpose. Later, a fourth operator brought the data in a single template, finding out lack of concordance in at least one of the three operators in 20 of the 70 upper residual ridges and in 6 of the 32 lower residual ridges. He also noticed that the error came from the curve location at the anterior area, so parameters of curve location were clarified and the evaluation was conducted once again. A 100% concordance was achieved.

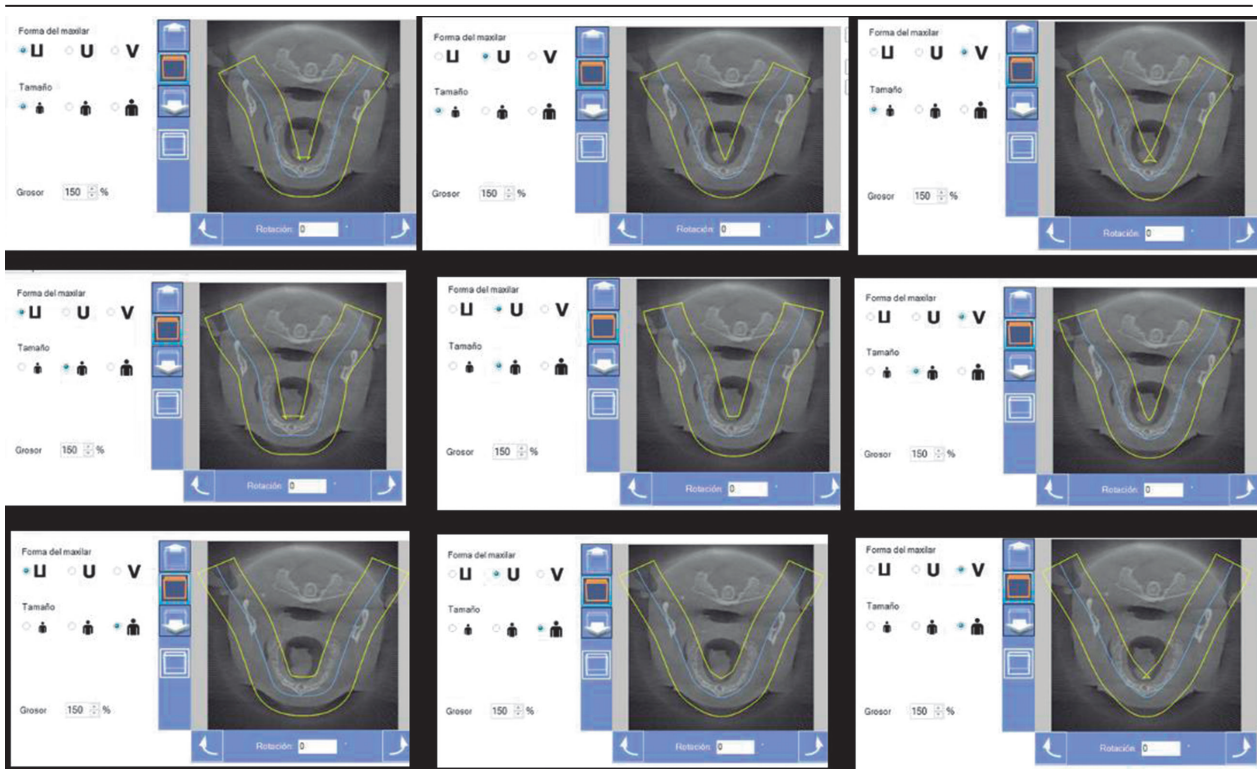


Figura 3. Plantillas para definir forma y tamaño de la arcada superior

Figure 3. Templates to define shape and size of the upper arch

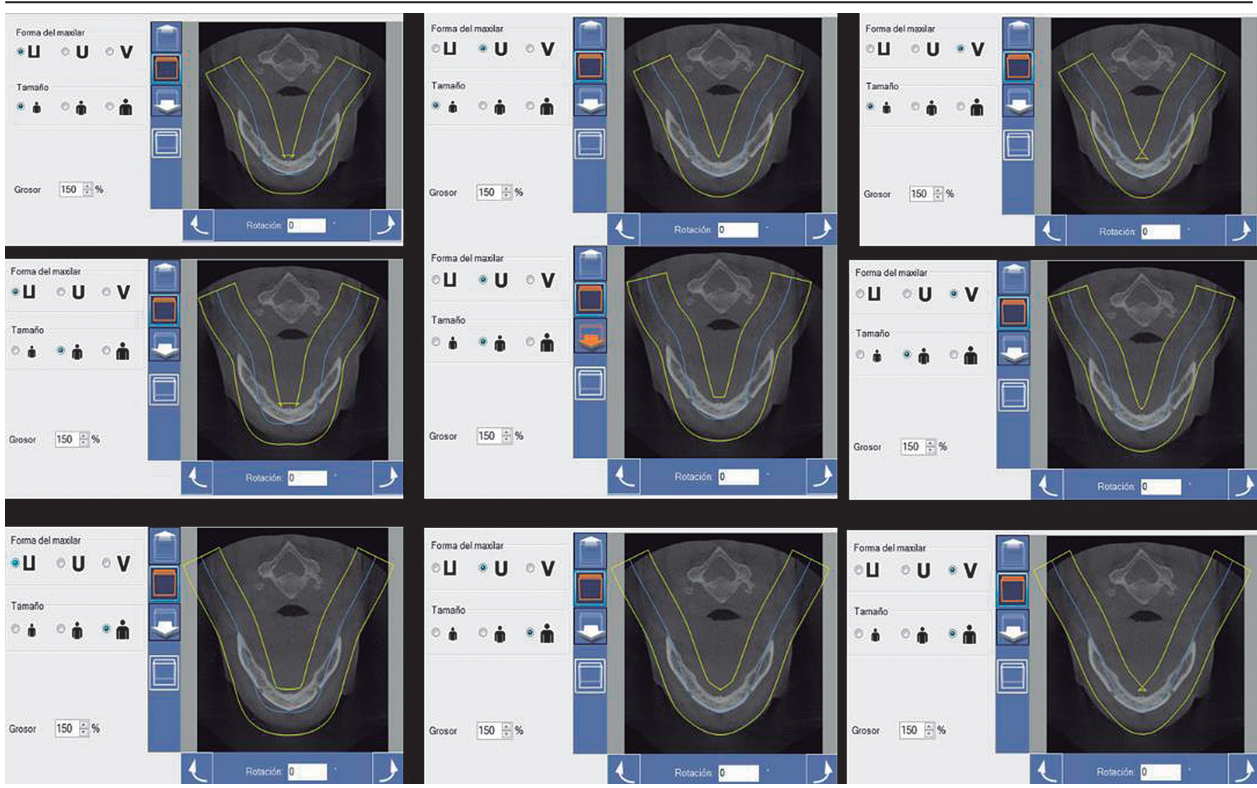


Figura 4. Plantillas para definir forma y tamaño de la arcada inferior

Figure 4. Templates to define shape and size of the lower arch

Análisis estadístico

Error del método

Para la estandarización de la altura del corte en el reborde superior, cada operador tomó dos veces la medida en 25 tomografías, a estos datos se les aplicó la prueba t de student, como fue sugerido por Houston para determinar el error sistemático,³⁶ con un nivel de significancia de 0.05. Para determinar el error aleatorio, se aplicó el coeficiente de Dahlberg³⁷ (tabla 2). Como las diferencias fueron estadísticamente significativas, se determinó que la altura del corte no fuera mayor a 1,4 mm, repitiéndose la medida tantas veces fuera necesario para conseguirlo.

Tabla 2. Error sistémico y aleatorio de los 3 operadores

Operador	Error sistemático	Error aleatorio
1	$p = 0,009$	1,936 mm
2	$p = 0,005$	1,399 mm
3	$p = 0,099$	0,769 mm

Diferencia significativa: $p \leq 0,05$.

Para la evaluación de forma y el tamaño solo se aceptó una concordancia del 100 % entre los tres operadores.

Método estadístico

Los datos fueron digitados en una base de datos de Microsoft Excel, versión 2010, y procesados en el programa estadístico R Versión 12.2 Stat plus, versión 2, 2008.

Se describieron las variables cualitativas mediante distribuciones de frecuencias y porcentuales, las variables cuantitativas con medidas de tendencia central, como el promedio, y medidas de dispersión, como la desviación estándar. Para el análisis bivariado se utilizó la prueba de correlación de Pearson, y el test exacto de Fisher para las frecuencias menores de 5. En todas las pruebas se utilizó un nivel de significancia de 0,05.

Statistical analysis

Method Error

In order to standardize the cut's height at the upper ridge, each operator took the measurement two times in 25 scans; the obtained data were analyzed with the Student's t test as suggested by Houston to determine systematic errors,³⁶ with a significance level of 0.05. To determine random error, Dahlberg coefficient³⁷ was used (table 2). As the differences were statistically significant, we decided to have a cut's height no greater than 1.4 mm, repeating as many times as necessary to achieve it.

Table 2. Systemic and random error of the three operators

Operator	Systematic error	Random error
1	$p = 0.009$	1.936 mm
2	$p = 0.005$	1.399 mm
3	$p = 0.099$	0.769 mm

Significant difference: $p \leq 0.05$.

For shape and size evaluation, we only accepted a 100% concordance among the three operators.

Statistical method

The data were entered in a Microsoft Excel 2010 database, and processed in the R statistical program, version 12.2 Stat plus, version 2, 2008.

The qualitative variables were described by frequency and percentage distribution, and the quantitative variables with measures of central tendency (like average) and measures of dispersion (like standard deviation). For the bivariate analysis we used Pearson's correlation test and Fisher's exact test for frequencies below 5. A significance level of 0.05 was used in all the tests.

RESULTADOS

Se examinaron en total 70 imágenes de rebordes residuales superiores y 32 imágenes de rebordes residuales inferiores, para un total de 102 imágenes tomográficas, provenientes de 73 pacientes. La edad promedio fue de 61,31 años, con una DS de $\pm 11,34$, la edad mínima fue de 24,67 años y la máxima, de 90,17 años. De las imágenes de la arcada superior, 46 (65,71%) correspondían a pacientes femeninos y 24 (34,29%) a pacientes masculinos. De las imágenes de la arcada inferior, 18 (56,3%) correspondían a pacientes femeninos y 14 (43,8%) a pacientes masculinos (tabla 3).

Tabla 3. Distribución de la muestra según sexo

Sexo	Pacientes #	Imágenes arcadas				
		Superiores		Inferiores		%
		%	#	%	#	
Femenino	46	63	46	65,7	18	56,3
Masculino	27	36	24	34,3	14	43,7
Total	73	100	70	100	32	100

Se agrupó en cuatro rangos de edad: < 49,83 años, con un total de 9 pacientes (12,3%), de 50 a 59 años, con 28 pacientes (38,4%), de 60 a 69 años, con 20 pacientes (27,40%) y > 70 años, con 16 pacientes (21,9%). La mayor proporción (40%) de imágenes del maxilar superior estuvo en el rango de 50 a 59 años, seguido por 60 a 69 años (27,1%); para el maxilar inferior, 37,5% de la muestra corresponde a pacientes entre 60 a 69 años, seguido de 31,3% en el grupo de mayores de 70 años (tabla 4).

Tabla 4. Distribución de la muestra según rangos de edad

Rangos de edad	Pacientes #	Imágenes arcadas				
		Superiores		Inferiores		%
		%	#	%	#	
< 49,83	9	12,3	9	12,9	1	3,1
50 a 59	28	38,4	28	40	9	28,1
60 a 69	20	27,4	19	27,1	12	37,5
> 70	16	21,9	14	20	10	31,3
Total	73	100,0	70	100	32	100

La prevalencia de forma y tamaño de la arcada superior fue para UG (48,6%), seguido de VG (42,9%). No se observó ninguna imagen con forma y tamaño IIP, UP, VP

RESULTS

We examined 70 images of upper residual ridges and 32 images of lower residual ridges, for a total of 102 tomographic images from 73 patients. The average age was 61.31 years, with SD of ± 11.34 . The minimum age was 24.67 years and the maximum was 90.17 years. Concerning the upper arch, 46 (65.71%) were female patients and 24 (34.29%) were male patients. In terms of the lower arch, 18 (56.3%) were female and 14 (43.8%) were male patients (table 3).

Table 3. Sample distribution according to sex

Sex	Patients #	Arch images				
		Upper		Lower		%
		%	#	%	#	
Female	46	63	46	65.7	18	56.3
Male	27	36	24	34.3	14	43.7
Total	73	100	70	100	32	100.0

Patients were grouped in four age ranges: < 49,83 years, 9 patients (12.3%), from 50 to 59 years, 28 patients (38,4%), from 60 to 69 years, 20 patients (27.40%) and > 70 years, 16 patients (21.9%). The highest proportion (40%) of upper maxilla images was found in the range of 50 to 59 years, followed by 60 to 69 years (27.1%); concerning the lower maxilla, 37.5% of the sample were patients 60 to 69 years old, followed by 31.3% in the group of patients older than 70 years (table 4).

Table 4. Sample distribution according to age

Age ranges	Patients #	Arch images				
		Upper		Lower		%
		%	#	%	#	
< 49.83	9	12.3	9	12.9	1	3.1
50-59	28	38.4	28	40	9	28.1
60-69	20	27.4	19	27.1	12	37.5
> 70	16	21.9	14	20	10	31.3
Total	73	100.0	70	100	32	100

The prevalent shape and size of the upper maxilla was UG (48.6%), followed by VG (42.9%). No image presented these shape and size: IIP, UP, VP,

y Π M. Para el maxilar inferior, la prevalencia de tamaño y forma fue UG (93,8%), Π G (6,25). No se presentaron imágenes con tamaño y forma Π P, UP, VP, Π M, VM y VG, como se puede observar en la figura 5.

VP and Π M. For the lower maxilla, the prevalent size and shape were UG (93.8%) and Π G (6.25). No images presented this size and shape: Π P, UP, VP, Π M, VM, and VG, as shown in figure 5.

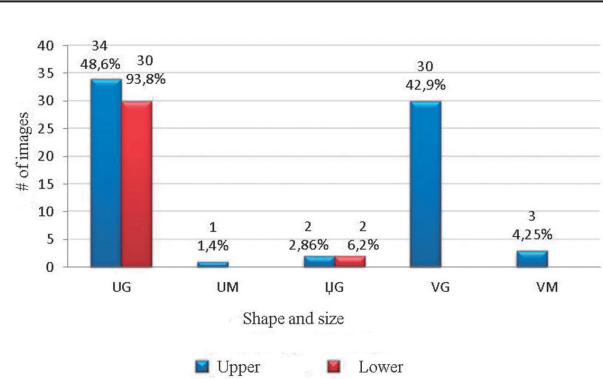
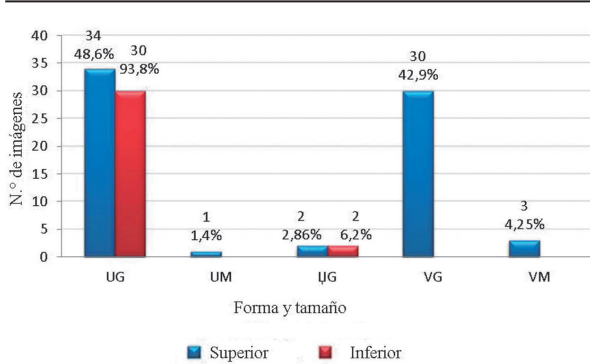


Figura 5. Prevalencia de forma y tamaño de las arcadas

Figure 5. Prevalent shape and size of the arches

No se encontró asociación estadísticamente significativa entre forma y tamaño de los rebordes residuales superior e inferior y las variables sexo y edad, tampoco se observó asociación entre forma y tamaño de la arcada superior e inferior ($p > 0,05$) (tablas 5, 6 y 7).

No statistically significant association was found between shape and size of upper and lower residual ridges and the variables sex and age, and no association was observed between shape and size of the upper and lower arch ($p > 0.05$) (tables 5, 6, and 7).

Tabla 5. Asociación de forma y tamaño de las arcadas según sexo

ARCADA	Tamaño Forma Sexo	UM	UG	Π G	VM	VG	P
		#					
Superior	Hombre	1	19	2	3	21	0,99
	Mujer		15			9	
Total	70	1	34	2	3	39	
Inferior	Hombre		17	1			0,40
	Mujer		13	1			
Total	32		30	2			

$p \leq 0,05$: diferencia significativa.

Table 5. Association of shape and size of the arches according to sex

ARCH	Size Shape Sex	UM	UG	Π G	VM	VG	P
		#					
Upper	Man	1	19	2	3	21	0.99
	Woman		15			9	
Total	70	1	34	2	3	39	
Lower	Man		17	1			0.40
	Woman		13	1			
Total	32		30	2			

$p \leq 0.05$: significant difference.

Tabla 6. Asociación de forma y tamaño de las arcadas según rangos de edad

Arcada	Tamaño y forma	UM	UG	Π G	VM	VG	P
Superior	< 49,8	1	3	1		4	0,6
	50 a 59		15	1	1	11	
	60 a 69		9		2	8	
	< 70		7			7	
Total	70		34	2	3	30	
Inferior	< 49,8		1				0,23
	50 a 59		9				
	60 a 69		12				
	< 70		8	2			
Total	32		30	2			

$p \leq 0,05$: diferencia significativa.

Table 6. Association of size and shape of the arches according to age

Arch	Size and shape	UM	UG	Π G	VM	VG	P
Upper	< 49.8	1	3	1		4	0.6
	50-59		15	1	1	11	
	60 to 69		9		2	8	
	< 70		7			7	
Total	70		34	2	3	30	
Lower	< 49.8		1				0.23
	50-59		9				
	60 to 69		12				
	< 70		8	2			
Total	32		30	2			

$p \leq 0.05$: significant difference.

Tabla 7. Asociación de forma y tamaño entre arcada superior e inferior

Arcada	Tamaño y forma	UM	UG	∩G	VM	VG	P
Superiores	70	1	34	2	3	30	0,56
Inferiores	32		30	2			

$p \leq 0,05$: diferencia significativa.

DISCUSIÓN

Con la pérdida dentaria el proceso alveolar desaparece, los alvéolos que contenían las raíces de los dientes se llenan con hueso nuevo, este proceso alveolar se convierte en el reborde residual,³⁸ el cual continúa remodelándose durante la vida edéntula del paciente, sosteniendo cambios progresivos debido a la reabsorción que puede afectar la forma y tamaño de los arcos.³² El presente estudio observacional de corte transversal,³⁵ fue realizado para conocer la prevalencia de forma y tamaño de los arcos edentados de los pacientes que asistieron al Centro de Imágenes Diagnósticas de UniCIEO, en el período comprendido entre 2010 y 2012.

Se evaluaron 722 pacientes con imágenes tomográficas de los arcos maxilares, de los cuales 73 (10,1%) cumplieron los criterios de inclusión con al menos una arcada edéntula. La edad promedio fue de $60,8 \pm 11,3$ años y se observaron 102 imágenes tomográficas, 70 de rebordes residuales superiores y 32 de rebordes residuales inferiores. Es importante tener en cuenta que los sujetos de este estudio fueron específicamente para evaluación de tratamiento implantológico, por lo tanto, la proporción de sujetos edentados puede variar respecto al de la población general.

En el presente estudio se encontró que la mayor prevalencia de forma y tamaño de la arcada superior fue UG (48,6%), seguido VG (42,9%). Para el maxilar inferior la mayor prevalencia de tamaño y forma fue UG (93,8%), seguida por ∩G (6,25%). Muy similar a la encontrada por Pietrokovski³³ en su estudio hecho en cráneos secos en población israelí, donde la mayor prevalencia de forma de arcos fue la ovoide (superior 65% , inferior 77%), seguida por la triangular (superior 25%, inferior 12%) y,

Table 7. Association of size and shape between lower and upper arches

Arch	Size and shape	UM	UG	∩G	VM	VG	P
Upper	70	1	34	2	3	30	0.56
Lower	32		30	2			

$p \leq 0.05$: significant difference.

DISCUSSION

With tooth loss, the alveolar process disappears, the alveoli containing teeth roots are filled with new bone, and this alveolar process becomes residual ridge,³⁸ which evolves during the edentulous life of patient, with constant changes due to resorption that can affect the shape and size of the arches.³² This observational cross-sectional study³⁵ was conducted to evaluate the prevalent size and shape of the arches of edentate patients who consulted UniCIEO Diagnostic Image Center between 2010 and 2012.

We evaluated 722 patients with tomographic images of the maxillary arches, of which 73 (10.1%) met the inclusion criteria with at least one edentulous arch. The average age of patients was 60.8 ± 11.3 years and 102 tomographic images were observed, 70 residual ridges in the upper maxilla and 32 residual ridges in the lower maxilla. It is important to note that the subjects of this study were specifically undergoing evaluation for implant treatment, therefore, the proportion of edentate subjects may vary with respect to the general population.

In the present study we found out that the most prevalent upper arch shape and size was UG (48.6%), followed by VG (42.9%). For the mandible, the highest size and shape prevalence was UG (93.8%), followed by ∩G (6.25%). These are similar to the findings by Pietrokovski³³ in a study on dry skulls in Israeli population, where the most prevalent arch shape was the ovoid (upper 65%, lower 77%), followed by the triangular (upper 25%, lower 12%)

por último, la cuadrada (superior 10%, inferior 11%). Por el contrario, los resultados del presente estudio no concuerdan con el estudio de Bustillos,³⁴ quien reporta una prevalencia del 100% de forma de arco ovoide, tanto superior como inferior. Posiblemente sus resultados pudieran estar afectados porque la evaluación de forma de arco fue en modelos de yeso, donde el tejido conectivo podría afectar dicha observación, como fue sugerido por Krajicek.²³ Misch,¹⁹ en 1993, también menciona que, entre las formas de arco del reborde residual, la ovoide es la más común, seguida por la forma cuadrada; sin embargo no refiere sus porcentajes ni reporta ningún estudio de prevalencia que sustente esta información.

En cuanto a la comparación de los hallazgos de este estudio con estudios de arcos dentados, Kanashiro³² observó en individuos brasileiros clases II división 1 en arcada superior, mayor prevalencia de forma triangular (73,8%). Podría entonces pensarse en la posibilidad de que este resultado fuera afectado por las alteraciones de hábitos parafuncionales, frecuentemente concomitantes con clases II, que tienden a resultar en arcos triangulares. Nojima,³⁰ en su estudio en población caucásica, clase I y clase II, reporta una prevalencia de forma triangular en la arcada inferior de 46,7% y 69,8% respectivamente. En japoneses clase I, la mayor prevalencia de la forma de arco inferior fue la cuadrada, dicho hallazgo podría relacionarse con características propias de la raza. En clase III, tanto para la población caucásica como japonesa, reporta mayor prevalencia de forma cuadrada. Según lo investigado por Varón y colaboradores³¹ en una muestra de pacientes ideales mestizos andinos, se obtuvo un 6% de prevalencia en la forma de arco inferior cuadrada, mientras en el estudio de Abril²⁸ se reporta una prevalencia mayor en pacientes clase III, con forma de arco inferior cuadrada (19%). Según Rai,¹⁸ la forma del reborde residual puede no siempre representar a la forma de arco dentado, pero permanece bastante constante en ausencia de intervenciones quirúrgicas. Posiblemente las diferencias de forma de arco dentado y edentado también puedan deberse a que el método de medición en arcos dentados es más definido, y la posición de los dientes es la que determina la forma de este arco.

and the square (upper 10%, lower 11%). On the other hand, the results of the present study disagree with those of Bustillos,³⁴ who reported a prevalence of 100% ovoid arch shape both upper and lower. His results could have been affected because arch shape was evaluated in plaster models, where connective tissue may affect the observations, as suggested by Krajicek.²³ In 1993, Misch¹⁹ also mentioned that the ovoid is the most common residual ridge arch shape, followed by the square shape; however, he does not mention percentages neither prevalence reports to support this information.

As for the comparison of our findings with studies on dentated arches, Kanashiro³² observed higher prevalence of upper arch triangular shape (73.8%) among class II division 1 Brazilian individuals. One may think then that this result was affected by alterations in parafunctional habits, often concomitant with class II, which tend to result in triangular arches. In his study in class I and class II Caucasian population, Nojima,³⁰ reported a prevalence of lower arch triangular shape of 46.7% and 69.8% respectively. Among class I Japanese population, the most prevalent lower arch shape was the square—a finding that may be associated to race characteristics—. Among Caucasian and Japanese population, class III presents a higher prevalence of the square shape. According to the study by Varón et al³¹ in a sample of ideal Andean mestizo patients, there is a 6% prevalence of lower arch square shape, while the study by April²⁸ reports a higher prevalence of lower arch square shape in class III patients (19%). According to Rai,¹⁸ residual ridge shape may not always reflect the shape of the toothed arch, but it remains fairly steady in the absence of surgical interventions. The shape differences between dentate arch and edentulous arch may also arise from the fact that the method of measuring dentate arches is more defined and the position of the teeth determines arch shape.

Una de las dificultades de este estudio fue la estandarización del corte coronal del maxilar superior en las imágenes tomográficas, ya que se encontró una gran diferencia de altura a la que se encontraba el agujero nasopalatino, que fue la estructura anatómica de referencia para la imagen del reborde residual superior (rango de 1mm a 13,52mm). Debido a esto se creó un método de calibración entre los observadores para que la imagen del reborde residual que se clasificara fuera la misma entre los tres, dando un margen de error máximo de 1,4mm; sin embargo, según este estudio, al realizar cortes a diferentes alturas en el mismo paciente, no se encontraron cambios en la clasificación de la forma y tamaño de los arcos.

Una de las mayores fortalezas de este estudio, fue que la clasificación de la forma y tamaño de los rebordes residuales fue realizada sobre imágenes tomográficas, permitiéndonos obtener la imagen del reborde residual por medio de 9 plantillas predeterminadas, suministradas por el software Galaxis 3D, donde la ubicación de la imagen pudo ser objetiva, reproducible y precisa.³⁹ Adicionalmente, el reborde residual observado correspondió al tejido óseo, contrario a otros estudios realizados, en su gran mayoría con modelos en yeso, donde lo observado involucra los tejidos blandos del reborde residual, pudiendo tener una forma y estructura diferente,²³ siendo esta una variable importante a tener en cuenta. Podría pensarse que una tomografía para clasificar la forma de los rebordes residuales es un análisis muy costoso y sofisticado, pero hoy en día, en implantología, es de rutina el uso de estas imágenes para el diagnóstico y pronóstico adecuado de los pacientes edentados a ser rehabilitados.

Según Atwood,³⁸ la reabsorción de reborde residual es crónica y localizada, y la remodelación depende de muchos factores, incluyendo la viabilidad celular ósea, factores biomecánicos (locales y sistémicos) y patrones individuales de reabsorción. Debido a que en la presente investigación no se tuvo acceso a las historias clínicas de los sujetos, no se pudieron tener en cuenta muchos factores que pueden contribuir a remodelar los rebordes residuales,

One of the difficulties of this study was the standardization of the coronal section of the maxilla in tomographic images, since we found a great difference in nasopalatine foramen which height, since that was the anatomical structure of reference for the image of the upper residual ridge (ranging from 1 mm to 13.52 mm). Because of this we created a method of observer calibration so that the residual ridge to be classified were the same among the three of them, with a margin of maximum error of 1.4 mm; however, according to this study, making cuts at different heights in the same patient did not produce changes in arch shape and size classification.

One of the greatest strengths of this study was that the classification of the shape and size of residual ridges was performed on tomographic images, obtaining residual ridge images through 9 default templates supplied by the Galaxis 3D software that facilitated objective, reproducible and accurate image location.³⁹ Additionally, residual ridges were observed on bone tissue, contrary to other studies, most of which use plaster models to observe residual ridge soft tissue, which may have different shape and structure,²³ and this is an important variable to take into account. One may think that using tomography to classify residual ridge shape is a very expensive and sophisticated analysis, but nowadays this type of images are common in implantology for accurate diagnosis and prognosis of edentate patients to be rehabilitated.

According to Atwood,³⁸ the resorption of residual ridge is chronic and localized, and remodeling depends on many factors, including the bone cell viability, biomechanical (local and systemic) factors, and individual resorption patterns. Since the present study did not include the patients' medical records, it did not take into account many factors that can contribute to residual ridges remodeling,

como la realización de las exodoncias, si hubo procedimientos quirúrgicos como osteotomías para este fin, trauma durante la luxación de los dientes que pudieran causar fracturas en las paredes alveolares, estatus periodontal y endodoncias por lesiones que afecten el hueso previas a la pérdida de los dientes, tiempo de edentulismo, tipo y tiempo de rehabilitación protésica. Por lo tanto, estas variables no fueron controladas, lo que pudo tener influencia en los hallazgos del presente estudio, convirtiéndose en una de sus limitaciones.

En el presente estudio no se encontró asociación estadísticamente significativa entre edad y sexo con forma y tamaño de los rebordes residuales, contrario a lo encontrado por Pietrokovski y colaboradores,²⁶ quienes concluyen que, con el tiempo y el uso de prótesis, las estructuras edéntulas pueden sufrir cambios por reabsorción progresiva lenta. O lo encontrado por Suresh⁴⁰ y Gur,⁴¹ quienes sugieren que los cambios hormonales sufridos por las mujeres durante la menopausia, pueden causar una mayor remodelación de los rebordes óseos residuales y producir formas diferentes de arco a las de los hombres. Se debe tener en cuenta, además, que el tamaño de muestra de este estudio no alcanza niveles de significancia para asociaciones.

De los 73 pacientes de este estudio, 29 (39,7%) fueron totalmente edéntulos, de los cuales en 15 coincidió la forma de la arcada superior con la inferior (51,7%), sin encontrar asociación estadísticamente significativa entre estas variables. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Misch,¹⁹ al mencionar que es frecuente que la forma de los arcos edéntulos maxilo-mandibulares no sea la misma. Esto puede deberse a los diferentes patrones de reabsorción ósea que pueden ocurrir entre ellos.

Misch²¹ define la distancia desde el centro del implante más anterior a una línea que une la cara distal de los dos implantes más distales como la distancia A-P, que provee una indicación de la cantidad de extremo libre, que puede ser planeado razonablemente, y resalta que la forma de arco edentado es un elemento crítico cuando los implantes anteriores se unen junto a un extremo libre

such as tooth extractions, surgical procedures such as osteotomies for this purpose, trauma during teeth dislocation that may have caused fractures in alveolar walls, periodontal status and root canal treatment due to lesions that affect the bone prior to teeth loss, time of edentulism, or type and time of prosthetic rehabilitation. Therefore, these variables were not controlled, which might have influenced the findings of the present study, thus becoming one of its limitations.

The present study did not show statistically significant associations between age and sex and residual ridge shape and size, contrary to the findings by Pietrokovski et al,²⁶ who concluded that, over time and with prosthesis use, edentulous structures may suffer changes by slow progressive resorption, or to the findings by Suresh⁴⁰ and Gur,⁴¹ who suggested that hormonal changes that women undergo during menopause may cause greater residual ridge changes and different arch shapes in comparison to men. It must also be taken into account that the sample size of this study does not reach levels of significance for associations.

Out of the 73 patients of this study, 29 (39.7%) were totally edentulous, and in 15 of them (51.7%) the upper and lower maxilla shape coincided, without statistically significant association between these variables. These results agree with the study by Misch,¹⁹ who pointed out that it is frequent that the edentulous maxillo-mandibular arches shape is not the same. This may be due to different bone resorption patterns that occur among them.

Misch²¹ defines the distance from the center of the anterior-most implant to a line joining the distal side of the two distal-most implants as the A-P distance, which indicates the amount of free end that can be reasonably planned, and emphasizes that the shape of dentate arches is a critical element when anterior implants are connector to a free end

de la restauración a las regiones posteriores. Una forma de arco cuadrado, provee un pronóstico más pobre que una forma de arco triangular por tener una menor distancia A-P.

En la práctica clínica el tamaño y la forma de los arcos condiciona la localización de los implantes, siendo fundamental en el momento de rehabilitar, así como la relación intermaxilar y el tipo de oclusión que podrían simularse sobre estudios con elementos finitos sobre estas nueve formas y tamaños de arco, proporcionadas por el software Galaxis 3D.

Los fracasos de las rehabilitaciones con implantes de pacientes edentados, podrían ser analizados con esta nueva herramienta diagnóstica, pues sería posible dilucidar posibles variables que afecten el pronóstico de las restauraciones a largo y mediano plazo.

CONCLUSIONES

1. La prevalencia de la forma del reborde residual superior fue ovoide grande (UG), con 48,6%, seguida de la triangular grande (VG), con 42,9%, triangular mediana (VM), con 4,29%, cuadrada grande (IIG), con 2,86% y ovoide mediana (UM), con 1,43%. En el maxilar inferior solo se observaron ovoide grande (UG), con una prevalencia de 93,75% y cuadrada grande (IIG), con 6,25%.
2. No se encontró asociación entre tamaño y forma del arco residual con sexo ni edad, tanto en maxilar superior como en el inferior.
3. No se encontró asociación estadísticamente significativa entre la forma y el tamaño del reborde residual superior e inferior.

Declaración de conflicto de interés: los autores declaran que no tienen conflicto de interés. El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de UniCIEO el 14 de febrero de 2012.

of the restoration in posterior areas. A square arch shape provides a poorer prognosis than a triangular one by having a shorter A-P distance.

In clinical practice, the size and shape of the arches determines the location of implants, being fundamental when rehabilitating, as well as the intermaxillary relationship and the type of occlusion which could be simulated in finite elements studies on these nine arch shapes and sizes provided by the Galaxis 3D software.

The failures of restorations with implants in edentate patients could be analyzed with this new diagnostic tool, as it would be possible to elucidate potential variables that affect the prognosis of restorations in the long and medium term.

CONCLUSIONS

1. The prevalent upper residual ridge shape was large ovoid (UG), with 48.6%, followed by large triangular (VG), with 42.9%, medium triangular (VM), with 4.29%, large square (IIG), with 2.86% and medium ovoid (UM), with 1.43%. In the lower maxilla we only observed large ovoid (UG), with a prevalence of 93.75% and large square (IIG), with 6.25%.
2. We did not find associations between size and shape of the residual arch and sex or age, both in the upper and lower maxilla.
3. We did not find statistically significant associations between the shape and size of upper and lower residual ridges.

Conflict of interest statement: the authors declare that they have no conflict of interest. The study was evaluated and approved by UniCIEO Ethics Committee on February 14, 2012.

CORRESPONDENCIA

Sonia Patricia Plaza
 Universidad El Bosque
 Bogotá D.C, Colombia
 Correo electrónico: orthoplaza@hotmail.com

CORRESPONDING AUTHOR

Sonia Patricia Plaza
 Universidad El Bosque
 Bogotá D.C., Colombia
 Email: orthoplaza@hotmail.com

REFERENCIAS / REFERENCES

- Colombia. Ministerio de Salud, Centro Nacional de Consultoría. III Estudio Nacional de Salud Bucal-ENSAB III. Bogotá: Ministerio de Salud; 1999.
- Medina-Solis CE, Pérez-Núñez R, Maupomé G, Casanova-Rosado JF. Edentulism among Mexican adults aged 35 years and older and associated factors. *Am J Public Health* 2006; 96(9):1578-1581.
- Estados Unidos. Departamento de Salud y Servicios Humanos. La salud oral en los Estados Unidos: informe del cirujano general. Resumen ejecutivo. Rockville: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, Instituto Nacional de Investigación Dental y Craneofacial, Institutos Nacionales de la Salud; 2000.
- Raga MVE, Silla JMA. Factores asociados con el edentulismo en población anciana de Valencia (España). *Gac Sanit* 2013; 27(2): 123-127.
- Brader AC. Dental arch form related with intraoral forces: PR=C. *Am J Orthod* 1972; 61: 541-561.
- Bonwill WGA. Geometrical and mechanical laws of articulation. *Trans Odont Soc Penn* 1884-1885;119-133.
- Bromwell N. Anatomy and histology of the mouth and teeth, 2.^a ed. Philadelphia: P Blakiston's; 1902.
- Stanton FL. Arch predetermination and a method of relating the predetermined arch to the malocclusion, to show the minimum tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography* 1922; 8(12): 757-778.
- Izard G. New method for the determination of the normal arch by the function of the face. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography* 1927; 13(7): 582-595.
- MacConaill MA, Scher EA. The ideal form of the human dental arcade, with some prosthetic application. *Dent Rec (London)* 1949; 69(11): 285-302.
- Scott JH. The shape of the dental arches. *J Dent Res* 1957; 36(6): 996-1003.
- Currier JH. A computerized geometric analysis of human dental arch form. *Am J Orthod* 1969; 56(2): 164-179.
- White LW. Accurate arch-discrepancy measurements. *Am J Orthod* 1977; 72(3): 303-308.
- Steyn CL, Harris AM, du Preez RJ. Anterior arch circumference adjustment--how much?. *Angle Orthod* 1996; 66(6): 457-462.
- Braun S, Hnat WP, Fender DE, Legan HL. The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998; 68(1): 29-36.
- Chuck GC. Ideal arch form. *Angle Orthod* 1934; 4(4): 312-327.
- White LW. Individualized ideal arches. *J Clin Orthod* 1978; 12(11): 779-787.
- Rai R. Correlation of nasal width to inter-canine distance in various arch forms. *J Indian Prosthodont Soc* 2010; 10(2): 123-127.
- Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. Michigan: Mosby; 1993.
- Jivraj S, Chee W, Corrado P. Treatment planning of the edentulous maxilla. *Br Dent J* 2006; 201(5): 261-279.
- Misch CE. *Implantología contemporánea*, 3.^aed. Michigan: Mosby; 2009.
- Sagat G, Yalcin S, Gultekin BA, Mijiritsky E. Influence of arch shape and implant position on stress distribution around implants supporting fixed full-arch prosthesis in edentulous maxilla. *Implant Dent* 2010; 19(6): 498-508.

23. Krajicek DD, Dooner J, Porter K. Observations on the histologic features of the human edentulous ridge. Part I: Mucosal epithelium. *J Prosthet Dent* 1984; 52(4): 526-531.
24. Baat C, Kalk W, van't Hof M. Factors connected with alveolar bone resorption among institutionalized elderly people. *Community Dent Oral Epidemiol* 1993; 21(5): 317-320.
25. Andrés-Veiga M, Barona-Dorado C, Martínez-González MJ, López-Quiles-Martínez J, Martínez-González JM. Influence of the patients' sex, type of dental prosthesis and antagonist on residual bone resorption at the level of the premaxilla. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012; 17(1): e178-e182.
26. Pietrokovski J, Starinsky R, Arensburg B, Kaffè I. Morphologic characteristics of bony edentulous jaws. *J Prosthodont* 2007; 16(2): 141-147.
27. Koffi JN, Koffi SG, Assi DK. Maxillary tuberosities size and shape in African Blacks total edentulous. *Odontostomatol Trop* 2004; 27(108):11-14.
28. Abril P, Rodríguez J, Zárate F. Relación de la morfología craneofacial con la forma y dimensión de los arcos dentales en la población mestiza colombiana. [Trabajo de Grado Especialista en Ortodoncia]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO; 1993.
29. Guzmán MS, Páez J. Dimensiones y formas de los arcos dentales en la población mestiza colombiana con oclusión normal. [Trabajo de Grado Especialista en Ortodoncia]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO; 1994.
30. Nojima K, McLaughlin RP, Isshiki Y, Sinclair PM. A comparative study of Caucasian and Japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod* 2001; 71(3): 195-200.
31. Varón A, Mejía E, García P, Gómez M. Valoración de la forma del arco dentario respecto a su forma individualizada y la curva MBT correspondiente en el grupo poblacional colombiano con el cual se determinaran los rangos de referencia para la cefalometría Optava. [Trabajo de Grado Especialista en Ortodoncia]. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada-Fundación CIEO. Posgrado de Ortodoncia; 2002.
32. Kanashiro LK, Vigorito JW, Domínguez GC, Tortamano A. Estudo da prevalência das formas de arcos preconizadas pela filosofia MBT, em indivíduos com má-oclusão de classe II, divisão 1ª e diferentes tipos faciais. *Ortodontia* 2005; 38(3): 229-235.
33. Pietrokovski J, Harfin J, Levy F. The influence of age and denture wear on the size of edentulous structures. *Gerodontology* 2003; 20(2): 100-105.
34. Bustillos L, Terán AA, Arellano L. Estudio de la forma y tamaño de maxilares edéntulos de pacientes de la ciudad de Mérida, Venezuela. *Revista Odontológica de Los Andes* 2008; 3(1): 20-25.
35. Levin KA. Study design I. *Evid Based Dent* 2005; 6(3):78-79.
36. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 1983; 83(5): 382-390.
37. Harris EF, Smith RN. Accounting for measurement error: a critical but often overlooked process. *Arch Oral Biol* 2009; 54 Supl 1:S107-S117.
38. Atwood DA. Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. 1962. *J Prosthet Dent* 2001; 86(2):119-125.
39. Sheikhi M, Ghorbanizadeh S, Abdinian M, Goroohi H, Badrian H. Accuracy of linear measurements of Galileo cone beam computed tomography in normal and different head positions. *Int J Dent* 2012; 2012: ID 214954.
40. Suresh S, Sumathy G, Banu MR, Kamakshi K, Prakash S. Morphological analysis of the maxillary arch and hard palate in edentulous maxilla of South Indian dry skulls. *Surg Radiol Anat* 2012; 34(7):609-617.
41. Gur A, Nas K, Kayhan O, Atay MB, Akyuz G, Sindal D, et al. The relation between tooth loss and bone mass in postmenopausal osteoporotic women in Turkey: a multicenter study. *J Bone Miner Metab* 2003; 21(1):43-47.