

Variación en la forma del arco durante el recambio dental: análisis por morfometría geométrica

Juan Esteban Henao¹, Alejandro Peláez V.²

Resumen

El propósito de este estudio fue evaluar los cambios de la morfometría euclidiana adimensional como área, perímetro, factor de forma y redondez del arco dental durante la transición entre dentición mixta y permanente en el estudio longitudinal de desarrollo dentóalveolar de Damasco (Antioquia). Se tomaron 30 modelos dentales de sujetos del seguimiento longitudinal de desarrollo dentóalveolar de Damasco a quienes se les había tomado modelos entre los 6 y 7 años de edad durante la dentición mixta y durante la dentición permanente. Todos los modelos fueron escaneados y almacenados en un software convencional, posteriormente se realizó un procesamiento de las variables de área, perímetro, factor de forma y redondez de cada modelo. Finalmente se compararon los datos morfométricos respecto al análisis de Moyers en los modelos de la dentición mixta. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con una $p < 0.05$ en la comparación entre los modelos en dentición mixta y permanente analizados morfométricamente, ya que los modelos finales presentaron un aumento en el tamaño dental por el crecimiento, por otra parte al comparar el análisis morfométrico de los modelos en dentición mixta frente al análisis de Moyers no se encontró ninguna correlación. Se observaron cambios en los parámetros morfométricos con la transición entre dentición mixta y permanente, sin embargo los resultados no son comparables con la predicción obtenida del análisis de Moyers.

Palabra claves: Morfometría geométrica, área, perímetro, factor de forma, redondez, modelos dentales.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate changes of the Euclidean adimensional morphometry such as area, perimeter, form factor and roundness of the dental arch during the transition between the mixed and permanent dentition in the longitudinal study of dentoalveolar development of Damasco-Colombia. 30 dental casts were taken to subjects that made part of the longitudinal follow-up of the Damasco study, from whom dental casts were taken at ages between 6 and 7 years during the mixed and permanent dentition. All models were scanned and stored by means of conventional software, later variables that involved area, perimeter, form factor and roundness of each model were processed. Finally the morphometric data was compared with the Moyer's analysis in the mixed dentition models. Significant statistical differences were observed ($p < 0.05$) when comparing the morphometrical analyzed dental casts taken between the mixed and permanent dentition. The final dental casts had an increase in dental size due to growth, and when the morphometric analysis of the mixed dentition dental casts was compared with the Moyer's analysis no correlation was found. Changes in the morphometric parameters were observed during the transition between the mixed and the permanent dentition, however the results are not comparable with the prediction obtained from the Moyer's analysis.

Key words: Geometric morphometry, area, perimeter, form factor, roundness, dental casts

Introducción

La odontología ha utilizado los modelos dentales como una fuente de información para el diagnóstico craneofacial que incluye la

valoración de la posición, la forma dental, las asimetrías, el alineamiento, el tamaño del arco y las rotaciones dentales.¹

1. Estudiante Odontología X Semestre
2. Docente CES. Candidato a PhD. Universidad de Porto. Portugal.

Los análisis cuantitativos de los modelos dentales pueden dividirse en los métodos que están diseñados para evaluar el tamaño (análisis de escala) y los métodos para el análisis de la forma del arco.

Los métodos clásicos para el análisis del tamaño de los arcos más utilizados clínicamente están basados en la utilización de herramientas lineales para la predicción del tamaño de los dientes permanentes desde estadios tempranos de la dentición. Se pueden destacar los métodos de Moyers¹, un análisis desarrollado con el fin de predecir el tamaño mesiodistal de los caninos y premolares no erupcionados tomando como base el diámetro mesiodistal de los incisivos permanentes inferiores. El análisis de Hackuba² y Hixon y Oldfather³ utiliza los métodos radiográficos para determinar el tamaño de los dientes permanentes y el espacio que tendrán en el arco, y el análisis de Tanaka y Johnston⁴ que se basan en la sumatoria del ancho mesiodistal de los incisivos inferiores para el cálculo del espacio requerido posterior, sin consultar tablas y sin la necesidad de radiografías.

El método más utilizado para la clasificación de la forma de los arcos se basa en la aproximación cualitativa del arco a formas geométricas conocidas (oval, cuadrado y redonda). Recientemente se han desarrollado nuevos métodos cuantitativos para la evaluación de la forma entre las que se pueden mencionar las aproximaciones de Fourier, la morfometría por elementos finitos, los métodos de regresión polinómica y la geometría euclidiana adimensional.

El análisis de Fourier es un método que se define como la descomposición de una curvatura asimétrica en una sumatoria de funciones seno, la morfometría por elementos finitos se basa en el cálculo de las condiciones de carga a partir del conocimiento previo de la malla incisal donde los nodos son puntos de interés y la malla deformada donde el modelo final del arco dental, asumiendo propiedades de los materiales homogéneos y se observaron los vectores de cambio. La regresión polinómica ajusta ecuaciones de tercer y cuarto orden a la curvatura del arco, la presencia de un arco más tortuosos implica una ecuación de mayor orden, y por último la geometría euclidiana adimensional que utiliza relaciones entre el área, perímetro los ejes máximo y mínimo para definir números adimensionales que dan una idea más de las formas y redondez.

El propósito de este estudio fue evaluar los cambios de la morfometría euclidiana adimensional como área, perímetro, factor de forma y redondez del arco dental durante la transición entre dentición mixta y permanente en el estudio longitudinal de desarrollo dentóalveolar de Damasco (Antioquia).

Materiales y métodos

Se seleccionaron los modelos dentales de 30 sujetos del banco de datos del «Estudio longitudinal de crecimiento y desarrollo dentóalveolar de Damasco, Antioquia», del Grupo de Investigación CES- LPH de la Facultad de Odontología - CES, Medellín - Colombia⁵. Para el análisis se utilizaron los modelos en dentición mixta (6-7 años) y dentición permanente (14 y 15 años)

Se obtuvieron imágenes digitales de los modelos maxilares y mandibulares utilizando un escáner (SnapScan 1236. AGFA), las imágenes fueron almacenadas como archivos digitales del tipo (Tif) con una resolución de 300 Dpi en tamaño real. (Fig. 1a)

Para evaluar la calidad de los archivos digitales se compararon las medidas de la distancia intercanina, intermolar y la distancia entre la cúspide del canino y la fosa central para cada hemiarcada en 10 modelos. Las medidas fueron realizadas con el software Scion (Scion image corporation) y comparadas con las medidas obtenidas del modelo real utilizando un calibrador digital con una resolución de 0.01 mm.

Con cada pareja de datos se utilizó la fórmula de Dalbergh's para evaluar el error relativo del software a la técnica manual con la siguiente expresión:

$$\text{Error} = \sqrt{\frac{\sum (X_2 - X_1)^2}{2n}}$$

Posteriormente se seleccionaron los vértices cuspideos vestibulares en los dientes posteriores hasta el primer molar y los caninos y el punto medio del borde incisal en los dientes anteriores (Fig.1b), con lo que se obtuvo una curva que representa el contorno total de cada modelo. (Fig.1c y 1d).

A cada contorno se le evaluaron las medidas variantes (área y perímetro) e invariantes (factor de forma y

redondez) utilizando las siguientes expresiones:

$$Ff = \frac{\sqrt{\text{area}}}{\text{perimetro}} \quad R = \frac{4 \times \pi \times \text{area}}{\text{perimetro}^2}$$

Ff = Factor de forma

R = Redondez

Se realizó un análisis descriptivo del área, perímetro, factor de forma y redondez según el tipo de arco (maxilar o mandibular) y el tipo de dentición (mixta o permanente), seguido por un análisis de concordancia entre los modelos en dentición mixta y permanente utilizando un paquete estadístico SPSS, (versión 8) para realizar un análisis descriptivo del arco en cuanto a las variables antes mencionadas y posteriormente analizar la concordancia entre los datos obtenidos utilizando el coeficiente de correlación interclase entre los modelos del mismo sujeto en dentición mixta y dentición permanente. Por último, se evaluaron los modelos de dentición mixta con el análisis de Moyers, el cual se comparó frente a los datos obtenidos morfométricamente con el fin de establecer una correlación entre ambos métodos, apoyados en una prueba llamada coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados

En la Tabla 1 se observan los promedios, la desviación estándar y error estándar del área, perímetro, factor de forma y redondez de los modelos dentales en dentición mixta y permanente

| VARIABLE | ARCO | DENTICIÓN | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR | ERROR ESTANDAR | P |
|-------------------------|----------|------------|----------|---------------------|----------------|---------|
| Perimetro [mm] | Superior | Mixta | 171.21 | 21.01 | 3.83 | **0.006 |
| | | Permanente | 183.11 | 10.21 | 1.86 | |
| | Inferior | Mixta | 154.00 | 22.97 | 4.19 | 0.099 |
| | | Permanente | 161.16 | 11.31 | 2.06 | |
| Area [mm ²] | Superior | Mixta | 1026.84 | 224.95 | 41.07 | **0.006 |
| | | Permanente | 1146.03 | 129.52 | 23.64 | |
| | Inferior | Mixta | 818.89 | 218.28 | 39.85 | 0.144 |
| | | Permanente | 877.16 | 106.06 | 19.36 | |
| Longitud [mm] | Superior | Mixta | 137.69 | 13.58 | 2.47 | **0.001 |
| | | Permanente | 147.18 | 7.24 | 1.32 | |
| | Inferior | Mixta | 123.03 | 15.17 | 2.77 | 0.054 |
| | | Permanente | 128.66 | 6.45 | 1.17 | |
| Factor de forma | Superior | Mixta | 0.18 | 3.03 | 5.54 | 0.427 |
| | | Permanente | 0.18 | 4.23 | 7.73 | |
| | Inferior | Mixta | 0.18 | 3.05 | 5.58 | 0.841 |
| | | Permanente | 0.18 | 7.07 | 1.29 | |
| Redondez | Superior | Mixta | 12903.79 | 2826.88 | 516.11 | **0.006 |
| | | Permanente | 14401.47 | 1627.64 | 297.16 | |
| | Inferior | Mixta | 10290.51 | 2743.07 | 500.81 | 0.144 |
| | | Permanente | 11022.80 | 1332.87 | 243.34 | |

** Diferencias estadísticamente significativas con p < 0.05

Tabla 1. Análisis morfométrico de arcos dentales en dentición mixta y permanente.

Dentición

Todos los parámetros aumentaron entre dentición mixta y permanente, además se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los modelos en dentición mixta y permanente para el perímetro superior, área superior, longitud superior y redondez superior.

La Tabla 2 presenta la comparación de los resultados obtenidos con las variables geométricas respecto al análisis de predicción de espacio en dentición mixta de Moyers para el arco superior e inferior. No se encontró ninguna correlación entre las variables de geometría morfológica euclidiana y la predicción del espacio según el método de Moyers.

| VARIABLE | ARCO | MOYERS | CC Pearson |
|-----------------|------------|----------|------------|
| Perímetro | Maxilar | Superior | 0.34 |
| | Mandibular | Inferior | 0.05 |
| Área | Maxilar | Superior | 0.50 |
| | Mandibular | Inferior | 0.20 |
| Longitud | Maxilar | Superior | 0.35 |
| | Mandibular | Inferior | 0.14 |
| Factor de forma | Maxilar | Superior | 0.49 |
| | Mandibular | Inferior | 0.24 |
| Redondez | Maxilar | Superior | -0.40 |
| | Mandibular | Inferior | 0.24 |

Tabla 2. Correlación entre análisis morfométrico y Moyers

Discusión

El tamaño y la forma del arco dental son parámetros que influyen en el diagnóstico y el plan de tratamiento en diferentes áreas de la Odontología. El tamaño generalmente es asociado a la falta o no de espacio para el correcto alineamiento de los dientes y la forma se relaciona con aproximaciones cualitativas para analizar la forma de los modelos dentales y la posibilidad de usarla como predictor de espacio.

La morfometría geométrica ha sido utilizada previamente en Odontología y en investigaciones de células, insectos y animales⁶. Los estudios de crecimiento y desarrollo craneofacial que utilizan técnicas de morfometría geométrica han demostrado su utilidad para clasificar sujetos según el tamaño y la forma. Albarracín y col⁷ estudiaron 20 niños colombianos durante la transición entre dentición mixta y dentición permanente utilizando las aproximaciones de Fourier y encontraron que la forma y el tamaño del arco se puede definir con

mayor precisión con este método cuando se compara con el método de regresiones polinómicas: sin embargo mostraron que la forma del arco en dentición mixta es un pobre predictor del cambio hasta dentición permanente. Singh y col⁸ evaluaron 133 niños divididos en dos grupos, uno con maloclusión clase I y otro con maloclusión clase III para evaluar la forma de la mandíbula en ambos grupos con el uso de técnicas y encontraron que la forma mandibular era diferente entre ambos grupos de niños.

Restrepo y col⁹ estudiaron 188 niños colombianos divididos en dos grupos, uno que presentaba desgaste dental por bruxismo y un grupo control sin diagnóstico de bruxismo. Evaluaron criterios como el área, el perímetro, factor de forma y dimensión fractal de las facetas de desgaste en cada grupo, y encontraron diferencias estadísticamente significativas en parámetros morfométricos de las facetas de desgaste antes mencionados. Otros estudios han mostrado la poca utilidad de la morfometría geométrica para el análisis de células.

Appel y col¹⁰ estudiaron 130 muestras histológicas de un carcinoma de células basales para comparar las diferencias que existían entre tumores recurrentes y no recurrentes producidos por este carcinoma y encontraron que la morfometría geométrica no era un método correcto para distinguir las diferencias entre los dos tipos de células.

El presente estudio al evaluar el área, perímetro, factor de forma y redondez de los modelos dentales encontró diferencias estadísticamente significativas en los modelos superiores producto del recambio dental y del desarrollo del arco.

Al evaluar la concordancia de los resultados obtenidos por morfometría geométrica respecto a la predicción del espacio lograda con el método de Moyers como estándar, no se encontró ninguna concordancia lo que cuestiona la utilidad del área, perímetro, factor de forma y redondez como predictores de espacio durante la dentición mixta. Gardner¹¹ y Tootla¹² compararon diferentes métodos de predicción de espacio en modelos dentales y radiografías encontraron que el método de Moyers es el mejor método de predicción de espacio en modelos dentales sin ayudas radiográficas frente a otros métodos como la observación visual que no es una técnica exacta. Tanaka y Johnston proponen

que la predicción de espacio en dentición mixta es más aproximada a la realidad con ayuda de métodos radiográficos y modelos dentales.

Bibliografía

1. Moyers RE. Manual de ortodoncia para el estudiante y odontólogo general. 1ª edición, Mosby, 1973.
2. Proffit WR. Contemporary orthodontics. 2nd ed. St. Louis, Mo: Mosby year book publisher. 1993; 69-85.
3. Hixon EH and Oldfather RE. Estimation of the sizes of unerupted mandibular cuspid and bicuspid teeth, Angle Orthod. 1958; 28:236 -240.
4. Tanaka MM and Johnston LE. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population, J. Am. Dent. Assoc. 1974; 88:798-801.
5. Rodríguez A, Peláez A, Baena V, Mejía S, Botero L, Jiménez I. Diseño e implementación de una aplicación para el análisis digital de modelos de estudio a partir de una estrategia de procesamiento de imágenes en plataforma Matlab para el Estudio Longitudinal de Desarrollo Dentóalveolar en la población de Damasco. Memorias X Encuentro Nacional de Investigación Odontológica, ACFO. 1999.
6. Richtsmeier JT, DeLeon, V, Iele SR. The promise of geometric morphometrics. Am J Phys Anthropol. 2002; Suppl 35: 63-91.
7. Valenzuela P, Pardo M, Yezioro S. Cambios atribuibles al crecimiento en el arco dental. Estudio longitudinal en una muestra de niños colombianos. Rev Lat Ortod. Vol.2; 3:18-26.
8. Singh, GD, McNamara JA, Lozanof S. Procrustes. Euclidean and cephalometric analyses of the morphology of the mandible in human class III malocclusions. Arch Oral Biol. 1998; 43: 535-543.

9. Restrepo C, Paucar C, Álvarez E, Abad P, Peláez A. Evaluación de factores asociados a bruxismo en niños con dentición mixta. Memorias XII Encuentro Nacional de Investigación Odontológica, ACFO.2001.

10. Appel T, Bierhoff E, Appel K, von Lindern JJ, Berge S, Niederhagen B. Predictive variables for the biological behaviour of basal cell carcinoma of the face: relevance of morphometry of the nuclei. Br J Oral Maxillofac Surg. 2003; 41:147-50.

11. Gardner RB. A comparison of four methods of predicting arch length. Am J Orthod.1979; 75:387-398.

12. Tootla R and Fayle SA. Comparison of two methods of space prediction in the mixed dentition. Pediatr Dent. 2003; 25:350-356.

Correspondencia
alejopv@ces.edu.co

Figura 1. Procesamiento de las imágenes de los modelos dentales a) Modelo original, b) Selección de vértices cuspidos, c) Selección del contorno, d) Contorno total.

