

¹ Juan Estay Larenas.

² Pilar Llanos Navarrete.

³ Ricardo Carvajal Cereiro.

³ Carmen Lucia Guzmán Zuluaga.

¹ Roque Arias Redes.

⁴ Osmir Batista Oliveira Junior.

¹ Departamento Odontología Restauradora,
Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

² Cirujano Dentista, Universidad de Chile.

³ Radiólogo Dento Máxilo Facial,
Universidad Fines Terrae.

⁴ Departamento de Odontología Restauradora.
UNESP - Araguara.

Trabajo de Investigación

Diferenciación de distintas estructuras anatómicas usando Unidades de Atenuación con Tomografía Cone Beam.

Differentiation of various anatomical structures using Attenuation Units with cone beam tomography.

Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar si es posible diferenciar distintas estructuras anatómicas mediante Unidades de atenuación obtenidas usando Cone Beam CT.

Método: Se seleccionaron al azar 50 exámenes Cone Beam bimaxilares de pacientes adultos en tratamiento dental, se midieron usando la herramienta Unidades de Atenuación: 9 tejidos: Seno Maxilar, Labio, Lengua, Hueso Esponjoso, Canal Mandibular, Hueso Compacto, Dentina, Esmalte y Amalgama.

Resultados: Es posible diferenciar numéricamente tejidos mineralizados como esmalte, dentina y hueso compacto, no obstante, la densidad del hueso esponjoso es indistinguible numéricamente de tejidos blandos como lengua o labio, solo siendo distinguibles anatómicamente.

Conclusión: Es posible diferenciar elementos anatómicos de densidad alta utilizando unidades de atenuación, pero presenta poca utilidad en elementos de densidad baja como hueso esponjoso o tejidos blandos.

Palabras claves: Tomografía cone beam, unidades de atenuación, densidad, unidades hounsfield.

Summary

The objective of this study is to determine if is possible to differentiate different anatomical structures using attenuation units obtained using Cone Beam CT. Methods: We randomly selected 50 exams Cone Beam bimaxillar of adult dental patients, were a using the Units Attenuation tool 9 tissues: Maxillary Sinus, Lip, Tongue, Spongiuous Bone, Mandibular Canal, Compact Bone, Dentin, Enamel and Amalgam. Results: It is possible to numerically differentiating mineralized tissues as enamel, dentin and compact bone, however, the density of spongiuous bone is numerically indistinguishable from soft tissue such as tongue or lip, only being distinguishable anatomically. Conclusion: It is possible to differentiate high-density anatomical elements using units attenuation, but has little use in low-density elements as spongiuous bone or soft tissue.

Key words: Cone beam tomography, attenuation units, density, hounsfield units.

Introducción

La imagenología en tres dimensiones Cone Beam presenta la posibilidad de obtener imágenes de alta resolución, gran detalle y un costo más bajo que la tomografía médica, además utiliza menor dosis de radiación y menor tiempo de adquisición del examen⁽¹⁻⁴⁾. En el diagnóstico y planificación de tratamiento,

por ejemplo para implantología, es útil diferenciar densidades de hueso y estructuras anatómicas como el seno maxilar o el conducto dentario mandibular⁽⁵⁾.

Las Unidades Hounsfield (HU) se definen como la transformación lineal del coeficiente de atenuación de haz de rayos

X de un material medido con referencia al agua⁽⁶⁾ son consideradas una escala estándar para medir valores de atenuación del haz de rayos x o densidad.

La tecnología Cone Beam CT también despliega una escala de unidades de grises, sin embargo no son HU verdaderas⁽⁷⁾, y

no están estandarizados entre distintos equipos^(8,9). Algunos autores han encontrado valores de atenuación entre -1500 y +3000 para distintas densidades de hueso⁽¹⁰⁾, esto puede ser provocado por artefactos de la imagen mayores que la CT médica como: Endurecimiento del haz de rayos, artefactos de extinción, efecto de volumen parcial, aliasing, artefactos en

anillo, artefactos por movimiento, ruido y dispersión, además del rango dinámico limitado de los detectores y un espectro de menor energía que CT médica^(9,11). No obstante estas limitantes, los valores de atenuación de Cone Beam CT son desplegadas como una herramienta en el software de análisis de los exámenes, como las HU, es por esto que podrían ser

útiles para el odontólogo para caracterizar ciertas estructuras anatómicas de interés.

El objetivo de este trabajo es determinar si es posible diferenciar distintas estructuras anatómicas mediante Unidades de atenuación obtenidas usando Cone Beam CT.

Material y Método

Se seleccionaron al azar 50 exámenes Cone Beam bimaxilares de pacientes adultos en tratamiento dental, (25 hombres y 25 mujeres) con al menos 20 piezas dentales y que portaran restauraciones de amalgama.

Los exámenes fueron adquiridos usando un Equipo de Rayos X Cone Beam CT (Galileos, Sirona, Alemania), con una técnica de 85 kV, 35 mA, 14,5 s posteriormente fueron analizados en detalle por un radiólogo (JE) utilizando un Laptop Sony Vaio SVS151A11U a una resolución de 1920x1080 p 60Hz, en un cuarto oscuro.

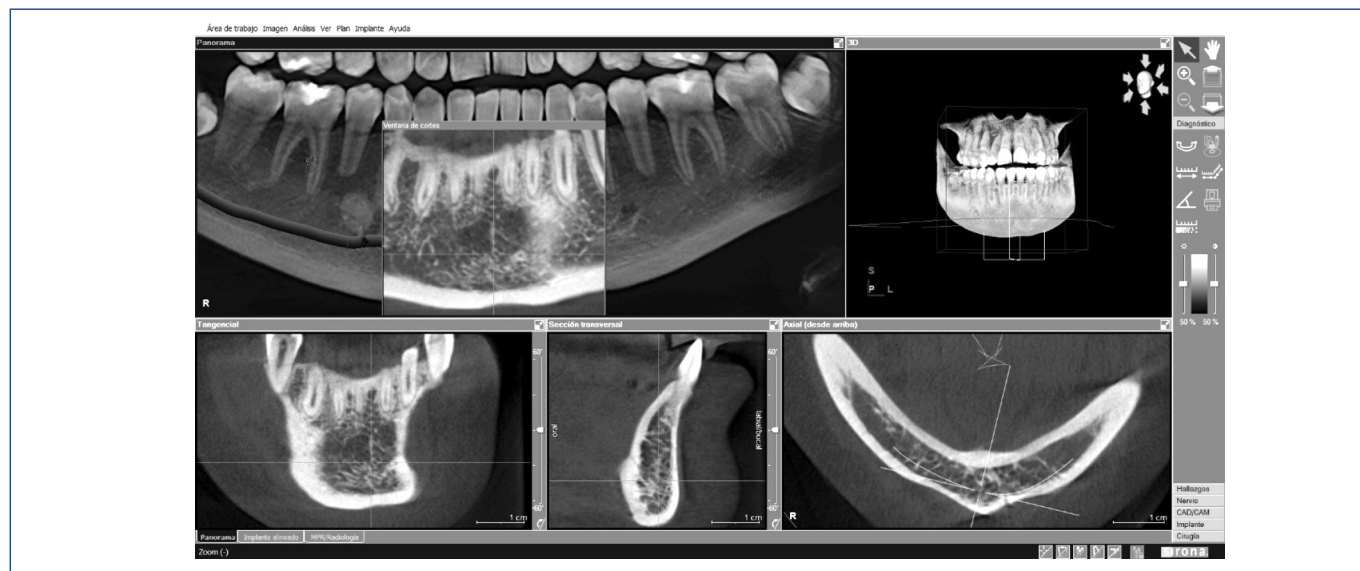
El análisis de las imágenes se llevó a cabo en cortes transversales de la reconstrucción panorámica, cada corte tenía un espesor de 1 mm. y separación de 0.5 mm. (Figura 1).

Las mediciones de densidad se hicieron utilizando la herramienta “Unidades de Atenuación” del software de exploración Galaxis Galileos Viewer en 9 tejidos seleccionados: Seno Maxilar (MS), Labio (L), Lengua (T), Hueso Esponjoso (SB), Canal Mandibular (MC), Hueso Compacto (CB), Dentina (D), Esmalte (E) y Amalgama (A). El lugar específico de cada medición se detalla a continuación:

- Hueso Compacto: Hueso cortical ubicado en borde basilar de mandíbula en la intersección con la línea media.
- Hueso esponjoso: Zona de tuberosidad maxilar izquierda a 1 centímetro del borde posterior e inferior.
- Esmalte: Cúspide Mesio Vestibular de Primer Molar superior izquierdo (derecho en el caso de ausencia de esta pieza dental).

- Dentina: Dentina subyacente a Mesio Vestibular de Primer Molar superior izquierdo (derecho en el caso de ausencia de esta pieza dental).
- Amalgama: Zona de central de un restauración de amalgama con mayor tamaño relativo.
- Canal Mandibular: Zona central del lumen del canal mandibular, ubicado en la intersección de una línea descendente y perpendicular de la escotadura mandibular izquierda.
- Labio: Zona central de labio inferior, orientado en la intersección de la línea media y una línea proyectada en la zona apical entre piezas 24 y 25.
- Lengua: zona central de lengua ubicada en la intersección de una línea proyectada desde la zona central del primer molar inferior y la línea media.

Figura 1. Visualización mediante Cone Beam CT.



En la imagen se muestra la localización de la línea media mandibular en la reconstrucción panorámica (Cuadrante superior izquierdo), la reconstrucción

3D (Cuadrante superior derecho) y de izquierda a derecha en la mitad inferior de

la imagen se observan los cortes tangencial, transversal y axial respectivamente.

Para cada sitio señalado se midió las unidades de atenuación de la zona, un ejemplo se muestra en la figuras 2 y 3.

En esta imagen se observa un corte transversal mostrando la lectura de Unidades de Atenuación con la herramienta de medición, en este caso el valor fue 2.554.

En esta imagen se observa un corte transversal mostrando la lectura de Unidades de Atenuación con la herramienta de medición, en este caso el valor fue 1.125.

Los resultados fueron analizados con la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de la muestra y el análisis de Wilcoxon pareado para comparar entre grupos utilizando el software SPSS 15.0 para Windows (SPSSv15).

Figura 2. Ejemplo de localización y medición de Unidades de Atenuación en Hueso Compacto.



Figura 3. Ejemplo de localización y medición de Unidades de Atenuación en labio.



Resultados

Se realizaron en total 50 mediciones para cada sitio investigado, que se resumen en un valor promedio que se detalla en la Tabla 1

Al analizar los distintos grupos en forma pareada mediante la prueba de Wilcoxon se obtuvo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Hueso esponjoso con lengua ($p=0,119$), labio ($p=0,38$) y canal mandibular ($p=0,145$).

Tabla 1. Promedio de Unidades de Atenuación (Galileos, Galaxy Viewer).

| | CB | SB | E | D | MS | MC | A | L | T |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Promedio | 2184,22 | 1297,54 | 3052,21 | 2364,46 | 825,58 | 1320,83 | 3858,61 | 1233,80 | 1280,26 |
| Desviación Estándar | 84,65 | 96,21 | 271,62 | 173,25 | 49,31 | 75,86 | 277,92 | 122,80 | 54,40 |
| Mínimo | 2037,00 | 1126,00 | 2465,00 | 1977,50 | 726,00 | 1082,50 | 3077,00 | 669,50 | 1176,50 |
| Máximo | 2408,00 | 1791,50 | 3607,50 | 2793,50 | 920,00 | 1490,00 | 4093,00 | 1443,50 | 1456,00 |

Seno Maxilar (MS), Labio (L), Lengua (T), Hueso Esponjoso (SB), Canal Mandibular (MC), Hueso Compacto (CB), Dentina (D), Esmalte (E) y Amalgama (A).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que existen densidades radiográficas diferenciables mediante la herramienta “Unidades de Atenuación”, estos valores oscilan entre los valores 826 ± 49 y 3859 ± 278 para seno maxilar y amalgama respectivamente. Es posible diferenciar numéricamente tejidos mineralizados como esmalte, dentina y hueso compacto, no obstante, la densidad del hueso esponjoso es indistinguible numéricamente de tejidos blandos como lengua o labio, solo siendo distinguibles anatómicamente.

La evaluación de densidad es una medida objetiva para distinguir elementos anatómicos, evaluar un sitio candidato a implantes o evaluar en el tiempo una lesión ósea, sin embargo, este examen parece presentar debilidades al distinguir elementos de densidad media (1300 UA), esto podría ser provocado por deficiencias inherentes del detector flat panel o intensificador de

imagen que capta mayor radiación dispersa y el endurecimiento del haz de rayos x dependiente del espesor y otros artefactos e inconsistencias en el muestreo de la escala de grises⁽¹²⁾.

La dificultad para distinguir densidades de índice de atenuación muy próximos entre sí, puede deberse a limitaciones del examen mencionadas en la literatura, como el bajo amperaje y voltaje en comparación con la tomografía médica, la gran cantidad de artefactos, la forma de adquirirse el examen y características de los receptores^(9,11).

Las Unidades Hounsfield son parte de una escala estandarizada en tomografía médica, poseen valores útiles entre -1000 y 3071. Las mediciones obtenidas mediante Cone Beam en nuestro estudio no están estandarizadas (desventaja compartida por los distintos equipos Cone Beam)^(8,9,11), por lo tanto las lecturas obtenidas en este tipo

de examen no son extrapolables a datos conocidos, por ejemplo, la evaluación de densidad ósea mediante la escala D1 a D4, donde el hueso compacto D1 presenta >1252 UH y el hueso esponjoso fino <375 UH, en nuestro estudio se encontraron valores de 2184 y 1297 respectivamente⁽¹³⁾.

Algunos autores^(9,14) han intentado obtener matemáticamente Unidades Hounsfield a partir de las distintas unidades de atenuación ya que existe una relación lineal entre ellas, más cercanos a las Unidades Hounsfield de tomografía médica, no obstante, son modelos in vitro no extrapolables a casos clínicos reales.

Este estudio muestra in vivo las limitaciones de la herramienta Unidades de Atenuación para un equipo Cone Beam en elementos de baja densidad.

Conclusión

Es posible diferenciar elementos anatómicos de densidad alta utilizando

unidades de atenuación, pero presenta poca utilidad en elementos de densidad baja

como hueso esponjoso o tejidos blandos.

Bibliografía

1. Mah JK, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126: 308–309.
2. Qureshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 791–796.
3. Suomalainen AK, Salo A, Robinson S, Peltola JS. The 3DX multiimage micro-CT device in clinical dental practice. *Dentomaxillofac Radiol* 2007; 36: 80–85.
4. Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, et al. A comparative study of conebeam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 253–259.
5. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006; 21: 290–297.
6. Godfrey N. Hounsfield. *Computed Medical Imaging Nobel Lecture*, 8 December 1979. *J Radiol*. 1980 Jun-Jul;61(6-7):459-68
7. Miles DA, Danforth RA. A clinician's guide to understanding cone beam volumetric imaging (CBVI). 2007. Disponible en www.ineedce.com/.
8. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijii E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:420–425
9. Mah P, Reeves T, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in CBCT. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:323–335
10. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijii E, et al. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: 829–836.
11. Schulze R, Heil U, Grob D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, Schoemer E. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiology* 2011; 40, 265–273
12. Bryant JA, Drage NA, Richmond S. Study of the scan uniformity from an i-CAT cone beam computed tomography dental imaging system. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:365–374
13. Misch C.,E. (2008). Density of Bone: Effects on surgical approach and healing, In: *Contemporary Implant Dentistry*,
14. C.E. Misch (ed), pp. 645-667, Mosby, Elsevier, ISBN 978-0-323-04373-1, Canada.
15. Nomura, Y., Watanabe, H., Honda, E., Kurabayashi, T. (2010). Reliability of voxel values from cone-beam computed tomography for Dental use in evaluating bone mineral density. *Clin Oral Implants Res*, 21, 558-62.

CORRESPONDENCIA AUTOR

Dr. Juan Estay Larenas.
Cirujano-Dentista.
Radiólogo Dento Maxilo Facial.
Profesor Asistente Departamento de Odontología Restauradora.
Facultad de Odontología,
Universidad de Chile.
Sergio Livingstone (Ex Olivos) 943.
Santiago – RM - Chile.
juanestaylarenas@gmail.com
Fono: 2978 1842