

Evaluación tridimensional de la vía aérea mediante tomografía computarizada de haz de cono

Three-dimensional assessment of airway through cone beam computed tomography

Dr. Felipe Bravo^I; Dra. Andrea Navarrete^{II}; Dra. Andrea Niño^{III}; Dr. Enzo Rodríguez^{IV}; Dr. Carlos Martín Ardila^V; Dra. Carmen Lucía Guzmán^{VI}

I Especialista de I Grado en Radiología. Universidad de Chile, Chile. martinardila@gmail.com

II Especialista de I Grado en Radiología. Universidad de Chile, Chile.

III Especialista de I Grado en Radiología. Universidad de Chile, Chile.

IV Especialista de I Grado en Radiología. Universidad de Chile, Chile.

V Ph.D en Epidemiología. Universidad de Antioquia, Colombia.

VI Especialista de I Grado en Radiología. Universidad de Chile, Chile

RESUMEN

Fundamento: los cambios en la función normal de la vía aérea durante el proceso activo de crecimiento facial pueden tener una influencia significativa en su desarrollo. **Objetivo:** presentar la utilidad de la evaluación de la vía aérea mediante tomografía computarizada de haz de cono. **Método:** se revisaron las imágenes de 250 mujeres y 128 hombres a través del programa Sidexis para Galileos. La selección de las zonas a medir se determinó mediante las coordenadas que pasan por el

conducto nasopalatino en el plano sagital y por la zona interproximal de los incisivos centrales superiores, en el plano coronal. **Resultados:** se observó una correlación negativa moderada pero estadísticamente significativa entre la edad del paciente y el área de la vía aérea en ambos sexos. Se encontró una correlación positiva moderada, estadísticamente significativa entre la longitud del velo del paladar y la edad en los dos sexos. Se presentó también una correlación del área de sección transversal y la longitud del paladar blando. **Conclusiones:** la tomografía computarizada de haz de cono proporciona una imagen tridimensional confiable en la relación espacial entre los dientes, la cara y sus estructuras anatómicas circundantes, lo que permite una evaluación adecuada de los tejidos.

DeCS: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO; MANEJO DE LA VÍA AÉREA; IMAGEN TRIDIMENSIONAL; CARA/anatomía and histología

ABSTRACT

Background: changes in the normal function of the airway during the active process of facial growth may have a significant influence on its development. **Objective:** to present the usefulness of the airway assessment by cone beam computed tomography. **Method:** images of 250 women and 128 men through the Sidexis program for Galileans were reviewed. The selection of areas to be measured was determined by the coordinates that pass through the nasopalatine canal in the sagittal

plane and interproximal area of the upper central incisors in the coronal plane. **Results:** a moderate negative correlation, but statistically significant between patient's age and airway area in both sexes was found. There was a moderate positive correlation, statistically significant between the length of the *velum palatinum* and the age in both sexes. A correlation of transverse area and length of the soft palate was also showed. **Conclusions:** cone beam computed tomography provides a reliable three-dimensional image of the spatial relationship between the teeth, face and their surrounding anatomical structures allowing adequate assessment of tissues.

DeCS: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO; MANEJO DE LA VÍA AÉREA; IMAGEN TRIDIMENSIONAL; CARA/anatomía and histología

INTRODUCCIÓN

La respiración es un proceso funcional vital que puede tener un profundo impacto en el adecuado desarrollo cráneo facial. Los cambios en la función normal de la vía aérea, durante el proceso activo de crecimiento facial, pueden tener una influencia significativa en el desarrollo facial. Esto hace indispensable un diagnóstico precoz para asegurar un desarrollo facial normal.¹

La apnea obstructiva del sueño es la interrupción intermitente de la respiración durante el sueño por colapso repetitivo de la vía aérea superior,^{2,3} y se considera un factor de riesgo de hipertensión sistémica y pulmonar,⁴ por ello es importante identificar la

localización exacta de la obstrucción con el fin de lograr un tratamiento efectivo.²

Durante muchos años se han utilizado imágenes bidimensionales para buscar diferencias anatómicas entre pacientes con alteraciones respiratorias (como apnea obstructiva del sueño, respiración bucal, etc.) y pacientes normales. Estas diferencias incluyen tamaño y posición de la mandíbula, espacio posterior de la vía aérea, tamaño de la lengua y del paladar blando. Al contrario de lo que ocurre con las imágenes tridimensionales, las bidimensionales no permiten apreciar completamente la compleja conformación de la vía aérea.² Es así como Schwab et al,⁵ demostraron que un enfoque volumétrico tridimensional caracteriza de mejor manera el aumento de tamaño de las estructuras de tejido blando de la vía aérea superior, en comparación con el enfoque tradicional en dos dimensiones.

La aplicación práctica de las tecnologías de Resonancia Magnética (RM) y Tomografía Computarizada (TC) es limitada por el costo, accesibilidad y complejidad. La Tomografía Computarizada de Haz de Cono (TCHC) surgió como una alternativa potencial a la RM y TC, con el fin de obtener imágenes completas, rápidas y detalladas de la vía aérea superior, a un costo relativamente modesto. Esta tecnología aplica rayos x en forma de haz cónico a la cabeza y cuello, proporcionando imágenes tanto bidimensionales como tridimensionales. Además, para capturar la imagen, utiliza un intensificador de imagen

ARTÍCULOS ORIGINALES

especial junto con un sensor de cargas interconectadas, o un panel plano de silicona amorfa. Este sistema tiene diversas ventajas que incluyen comodidad para el paciente, alta definición, tiempos de examen cortos, menor exposición a la radiación en comparación con la TC, y posibilidad de manipulación digital con reconstrucción tridimensional y cuantificación de mediciones.⁶

De acuerdo a definiciones anatómicas, la vía aérea faríngea puede dividirse en tres regiones de interés: la nasofaringe, definida como el área detrás de las fosas nasales y sobre el paladar blando; la orofaringe, descrita como el área desde el paladar blando al borde superior de la epiglotis; y la laringofaringe, precisada como el área desde el borde superior de la epiglotis al borde inferior del cartilago cricoides.^{3,4} La mayoría de los estudios, independientemente de la técnica utilizada, indican que el principal sitio de obstrucción se localiza a nivel de la orofaringe.⁴

Diversos investigadores han especulado que el colapso de la vía aérea es causado por hipertrofia de los tejidos, por inflamación de la orofaringe, úvula y lengua, por estrechamiento de las paredes laterales de la vía aérea durante la inspiración, o por retrusión mandibular que causa retroceso de la lengua.^{3, 5, 7,8}

Las medidas usadas comúnmente para comparar la morfología estática de la vía aérea superior abarcan la menor área en la región orofaríngea y las dimensiones antero posterior (AP) y transversal de esta área.² Ogawa et al,² demostraron que la dimensión AP de los

pacientes con apnea obstructiva del sueño y el área de sección transversal, del corte más angosto de vía aérea, en la orofaringe, fueron significativamente menores (4.6 +/- 1.2 mm y 45.8 +/- 17.5 mm² respectivamente) que en pacientes normales (7.8 +/- 3.31 mm y 146.9 +/- 111.7 mm² respectivamente), mostrando la utilidad del diagnóstico de la anatomía con imagenología 3D con TCHC, en pacientes en vigilia y posición supina.²

El objetivo de este artículo es presentar la utilidad de la evaluación de la vía aérea mediante Tomografía Computarizada de Haz de Cono.

MÉTODOS

Entre enero de 2008 y diciembre de 2009, se revisaron 411 TCHC obtenidas con un equipo Galileos-3D Cone Beam Scanner (Sirona Dental Systems Inc., Bensheim, Alemania), con un campo de visión de 15 cm, un volumen de reconstrucción de 15x15x15 cm, matriz de 1024x1024 pixeles, tamaño de voxel isotrópico de 0.3 mm, con una escala de grises de 12 bit. Se excluyeron 33 imágenes por deficiencias en la calidad del examen, alteraciones en la posición del paciente o falta de información relacionada con la edad del paciente. Finalmente, la muestra estuvo representada por las imágenes de 250 mujeres y 128 hombres (total = 378), entre 4 y 90 años (promedio 45 +/- 20 años), remitidos a un centro de diagnóstico de imágenes de la ciudad de Santiago de Chile. Las imágenes fueron visualizadas utilizando el programa Sidexis

ARTÍCULOS ORIGINALES

para Galileos. El proceso de calibración de los examinadores consistió en seleccionar de manera arbitraria puntos determinados de observación, a partir de los cuales se realizarían las mediciones posteriores (Índice de Concordancia Kappa > 0,8).

La selección de las zonas a medir se determinó mediante las coordenadas que pasan por el conducto nasopalatino en el plano sagital y por la zona interproximal de los incisivos centrales superiores, en el plano coronal. Luego se estableció un área de observación en el plano sagital, comprendida entre la parte más posterior de la espina nasal posterior y la epiglotis, para medir la menor distancia entre la pared posterior y anterior de la vía aérea en esa zona (AP). Posteriormente en ese corte, pero en sentido axial, se procedió a la medición transversal de la vía aérea (T). Para medir el paladar blando se usó como referencia el punto más caudal de éste y el punto más posterior de la espina nasal posterior (PB).

Se calculó mediante la fórmula del área de la elipse: $A = \pi/4 [AP \cdot T]$, el área de sección transversal de la vía aérea, en el corte axial correspondiente. Después de obtener las mediciones, se realizó una clasificación de las vías aéreas en estrechas (< a 70 mm²) y normales (> a 70 mm²), de acuerdo a valores establecidos en la literatura y relacionados con la presencia de patologías respiratorias.^{1, 10}

La asociación entre la edad del paciente y el área de la vía aérea, el sexo y la longitud del velo del paladar, y el área de sección transversal y longitud del paladar blando, se

expresó a través de coeficientes de correlación (Spearman y Pearson). El valor de significación para todas las pruebas se estableció como $p=0,05$. Se utilizó un programa estadístico para todos los análisis (SPSS, versión 15, Chicago, IL).

RESULTADOS

Los rangos comprendidos entre 10-20 años y 70-80 años presentaron un número de casos relativamente similar. (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución por sexo y rangos de edades

Edad	Femenino	Masculino	Total
0-10	2	1	3
11-20	33	21	54
21-30	35	18	53
31-40	24	8	32
41-50	29	20	49
51-60	48	21	69
61-70	47	25	72
71-80	21	11	32
81-90	7	2	9
Total	246	127	373

Se observó una correlación negativa moderada pero estadísticamente significativa entre la edad del paciente y el área de la vía aérea en ambos sexos. (Tabla 2)

Tabla 2. Valores de la correlación de Spearman entre la edad del paciente y el área de la vía aérea en ambos sexos

	Rho	p-valor
Total	-0.3291	0.0001
Femenino	-0.3101	0.0001
Masculino	-0.3678	0.0001

Se presentó la correlación entre la longitud del velo del paladar y la edad en los dos sexos. ([Tabla 3](#))

Tabla 3. Valores de la correlación de Pearson entre la longitud del velo del paladar y la edad en los dos sexos

	Pearson	p-valor
Total	0.4028	0.0001
Femenino	0.3646	0.0001
Masculino	0.5756	0.0001

Se observó una mayor correlación negativa en el sexo masculino. ([Tabla 4](#))

Tabla 4. Análisis de correlación de Spearman entre el área de sección transversal y la longitud del paladar blando en los dos sexos

	Rho	p-valor
Total	-0.2824	0.0001
Femenino	-0.2304	0.0003
Masculino	-0.4202	0.0001

DISCUSIÓN

La influencia de la función aérea sobre la morfología facial se observa con el tiempo. Es así como diferentes estudios han demostrado un incremento en la altura facial anterior en personas con daños en la respiración nasal, ocasionando consecuencias adversas sobre la función dental y la estética.¹¹ Debido a que la información estudiada en la presente investigación fue de carácter retrospectiva, no estuvo disponible ninguna indagación funcional sobre el patrón de respiración, posición de la lengua o postura mandibular.

Se observó una correlación negativa moderada pero estadísticamente significativa entre la edad del paciente y el área de la vía aérea en ambos sexos. Estos resultados corroboran los hallazgos de Madani, et al,¹² y Mohsenin,¹³ quienes encontraron que con el incremento de la edad el tamaño de la extensión de las vías aéreas disminuye. Al igual que en el presente estudio, Mohsenin¹³ observó una mayor limitación en las vías aéreas de los hombres, explicado por las diferencias de género en cuanto a la anatomía local y la laxitud de los tejidos. Estas diferencias a su vez implican que el sexo masculino posiblemente tenga mayor predisposición a apnea del sueño.

También se encontró asociación entre la longitud del velo del paladar e incremento de la edad en los dos sexos. Resultados similares fueron encontrados por Songu, et al,¹⁴ quienes indicaron que tal asociación es más fuerte en sujetos con desordenes respiratorios

relacionados con el sueño. El estudio de Cuccia, et al,¹⁵ encontró una mayor divergencia intermaxilar en sujetos con síndrome de apnea obstructiva del sueño, lo cual podría indicar a su vez una influencia de la longitud del paladar blando en la relación del maxilar superior con la mandíbula.

Se observó una correlación moderada, estadísticamente significativa, entre el área de sección transversal y la longitud del paladar blando. Similarmente, Fajdiga¹⁶ y Koren et al,¹⁷ hallaron que sujetos con espacios aéreos estrechos presentaron paladares blandos más largos que estuvieron significativamente asociados a desórdenes respiratorios asociados con el sueño. Al igual que en el presente estudio, investigadores de la Universidad de Eslovenia^{16,17} encontraron que el espacio aéreo transversal más estrecho se encuentra a nivel del paladar blando, situación que difícilmente se observa con imágenes bidimensionales. Para propósitos terapéuticos, quirúrgicos en particular, es muy importante reconocer la estructura anatómica responsable del estrechamiento de la vía aérea,^{2,16} objetivo que se obtiene mediante la TCHC.

CONCLUSIONES

La TCHC proporciona una imagen tridimensional confiable de la relación espacial entre los dientes y la cara y sus estructuras anatómicas circundantes, lo que permitiendo una evaluación adecuada de los tejidos y un diagnóstico precoz que facilita asegurar un desarrollo facial normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aboudara C, Nielsen Ib, Huang JC. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009; 135:465-479.
2. Ogawa T, Enciso R, Shintaku W, Clark G. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103:102-108.
3. Dalessandri D, Laffranchi L, Tonni I, Zotti F, Piancino M, Paganelli C, et al. Advantages of cone beam computed tomography (CBCT) in the orthodontic treatment planning of cleidocranial dysplasia patients: a case report. *Head Face Med.* 2011;7:6.
4. Kagan D, Koichiro U, Yukari H. A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105:495-502.
5. Schwab JR, Pasirstein M, Pierson R. Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 168:522-530
6. Osorio F, Perilla M, Doyle DJ, Palomo JM. Cone Beam computed tomography:

ARTÍCULOS ORIGINALES

- an innovative tool for airway assessment. *Anesth Analg*. 2008; 106:1803-1807.
7. Abramson Z, Susarla SM, Lawler M, Bouchard C, Troulis M, Kaban LB. Three-dimensional computed tomographic airway analysis of patients with obstructive sleep apnea treated by maxillomandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69:677-686.
 8. Cha JY, Mah J, Sinclair P. Incidental findings in the maxillofacial area with 3-dimensional cone-beam imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; 132:7-14.
 9. Hsiag H, Lee J, Huang J. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 108: 768-776.
 10. Enciso R, Nguyen M, Shigeta Y. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010; 109: 285-293.
 11. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137:306.e1-11
 12. Madani M, Madani F. Epidemiology, pathophysiology, and clinical features of obstructive sleep apnea. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2009;214:369-375
 13. Mohsenin V. Gender differences in the expression of sleep-disordered breathing: role of upper airway dimensions. *Chest*. 2001;120:1442-1447
 14. Songu M, Adibelli ZH, Tuncyurek O, Adibelli H. Age-specific size of the upper airway structures in children during development. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010;119:541-546.
 15. Cuccia AM, Campisi G, Cannavale R, Colella G. Obesity and craniofacial variables in subjects with obstructive sleep apnea syndrome: comparisons of cephalometric values. *Head Face Med*. 2007;3:41.
 16. Fajdiga I. Snoring imaging: could Bernoulli explain it all? *Chest* 2005;128:896-901.
 17. Koren A, Groselj LD, Fajdiga I. CT comparison of primary snoring and obstructive sleep apnea syndrome: role of pharyngeal narrowing ratio and soft palate-tongue contact in awake patient. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009; 266:727-734.
- Recibido: 30 de septiembre de 2011
Aprobado: 4 de mayo de 2012
- Dr. Felipe Bravo. Email: martinardila@gmail.com*