



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DEL
VOLUMEN DE LAS VÍAS AÉREAS
SUPERIORES EN PACIENTES CON
DIFERENTE PATRÓN DE
CRECIMIENTO VERTICAL QUE
ACUDIERON AL CENTRO DENTAL
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD
PERUANA CAYETANO HEREDIA
DURANTE EL PERIODO 2022-2023

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

HELEN LIZZETH PARDO AGUILAR

LIMA-PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Esp. Carlos Liñan Duran

Departamento Académico de Estomatología del Niño y Adolescente

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Carlos Vladimir Espinoza Montes

PRESIDENTE

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

VOCAL

Mg. Lillie Elizabeth Abanto Silva

SECRETARIA

DEDICATORIA

Con gratitud infinita, dedico el presente trabajo a Dios, mi fuente inagotable de
fortaleza.

A mis padres, pilares inquebrantables de apoyo, su sacrificio, enseñanzas y amor incondicional han sido mi mayor inspiración, este esfuerzo es un tributo a la
confianza que han depositado en mi.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a mi apreciada familia, su soporte y comprensión,
infundieron en mí la determinación para alcanzar este logro.

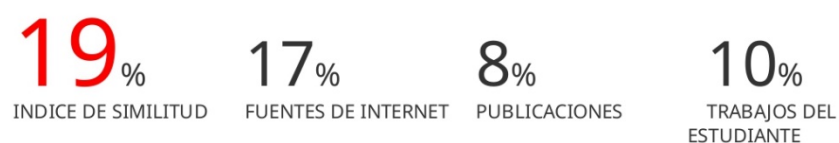
Mi gratitud a mis respetados docentes, es especial a los Mg. Leyla y Carlos, cuya
dedicación y orientación han sido invaluable

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciado.

EVALUACIÓN TOMOGRÁFICA DEL VOLUMEN DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES EN PACIENTES CON DIFERENTE PATRÓN DE CRECIMIENTO VERTICAL QUE ACUDIERON AL CENTRO DENTAL DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HER

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	1%
4	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
5	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	1%
6	www.unach.cl Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Wiener Trabajo del estudiante	1%

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. DESARROLLO TEMÁTICO	2
II.1. Docencia universitaria estomatológica	2
II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica	6
II.3. Proyecto de investigación en estomatología	16
III. CONCLUSIONES	37
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
V. ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: La tomografía computarizada de haz cónico permite la valoración tridimensional de las vías aéreas superiores, en la literatura se han reportado variaciones morfológicas entre los diferentes patrones de crecimiento vertical, especialmente en el volumen. **Desarrollo temático:** Se han elaborado los siguientes trabajos: Sílabo, Revisión de Literatura Estomatológica y Proyecto de Investigación. **Conclusiones:** El sílabo es un instrumento que permite planificar de manera sistemática una asignatura a fin de favorecer y mejorar el aprendizaje de los estudiantes. El análisis crítico de la literatura ayuda a valorar la calidad de un artículo científico identificando errores que puedan afectar la validez de los resultados obtenidos. El proyecto de investigación busca identificar diferencias en la medición del volumen de las vías aéreas superiores en los distintos tipos de patrón de crecimiento vertical a través del análisis de tomografías computarizadas en pacientes adultos.

PALABRAS CLAVE

Tomografía Computarizada de Haz Cónico, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe

ABSTRACT

Introduction: Cone beam computed tomography allows three-dimensional evaluation of the upper airways; morphological variations between different vertical growth patterns have been reported in the literature, especially in volume.

Thematic development: The following works have been prepared: Syllable, Review of Stomatological Literature and Research Project. **Conclusions:** The

syllable is an instrument that allows the systematic planning of a subject in order to facilitate and improve student learning. The critical analysis of the literature helps to assess the quality of a scientific article by identifying errors that may affect the validity of the results obtained. The research project seeks to identify differences in the measurement of upper airway volume in the different types of vertical growth pattern through the analysis of computed tomography scans of adult patients.

KEYWORDS

Cone Beam Computed Tomography, nasopharynx, oropharynx, hypopharynx

I. INTRODUCCIÓN

En el presente Portafolio se ha elaborado el Sílabo de un Curso de Educación Continua denominado “Evaluación Tomográfica de las vías aéreas superiores” donde se explicará y capacitará al estudiante para realizar el análisis tridimensional de las vía aéreas mediante el software Invivo 5.

Además, se ha realizado el Análisis Crítico de Literatura Estomatológica del artículo base publicado por Golshah et al, para evaluar la calidad del reporte escrito se aplicó STROBE para estudios transversales, mientras que la calidad metodológica fue valorada a través de AXIS para estudios transversales.

Finalmente se ha diseñado un proyecto de investigación empleando como base el artículo antes mencionado, cuyo objetivo principal es evaluar tomográficamente el volumen de las vías aéreas superiores en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical.

II. DESARROLLO TEMÁTICO

II.1. Docencia universitaria estomatológica

FACULTADES DE MEDICINA, DE ESTOMATOLOGIA Y DE ENFERMERIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN
EDUCACIÓN CONTINUA

I. DATOS GENERALES

1.1.	Nombre del curso	:	Evaluación Tomográfica de las vías aéreas superiores
1.2.	Código	:	E0255
1.3.	Dirigido a	:	Especialistas en Ortodoncia
1.4.	Organizado por	:	Unidad de posgrado y especialización
1.5.	Semestre académico	:	2023-II
1.6.	Tipo de asignatura	:	Educación continua
1.7.	Prerrequisito	:	Ninguno
1.8.	Modalidad	:	Presencial
1.9.	Créditos	:	1 crédito
			Horas teóricas: 6 horas
			Horas prácticas: 10 horas
1.10.	Duración	:	Del 18 de setiembre al 2 de octubre de 2023
1.11.	Coordinador	:	Esp. Helen Pardo Aguilar helen.pardo.a@upch.pe

II. SUMILLA

El curso Evaluación Tomográfica de las vías aéreas superiores es de naturaleza teórica práctica y está dirigido a Especialistas de Ortodoncia. En éste se brindarán conocimientos actuales sobre el análisis tridimensional de las vías aéreas superiores y se capacitará al estudiante sobre el manejo del Software Invivo 5 para la medición de las mismas.

II. RESULTADO DE APRENDIZAJE

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de realizar el análisis de las vías aéreas superiores en tomografías computarizadas de haz cónico mediante la utilización del software Invivo 5 para incorporarlo como un recurso a su práctica clínica en el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóncico.

IV. CONTENIDOS

VÍAS AÉREAS SUPERIORES

Anatomía de las vías aéreas superiores
Características tomográficas de las vías aéreas superiores
Delimitación tomográfica de las vías aéreas superiores

SOFTWARE Invivo 5

Herramientas del software
Orientación de la imagen
Delimitación de puntos, líneas y planos de referencia

ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES
Mediciones lineales (planos axial, sagital, coronal)
Medición de área
Medición de volumen
Forma

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

El contenido del curso se desarrolla en base a:

Clase magistral: Exposición de temas por parte del docente que procura una interacción con los estudiantes, siguiendo una estructura determinada y empleando recursos audiovisuales.

Práctica demostrativa: Los estudiantes interrelacionan la teoría con la práctica y adquieren destrezas para la valoración de los registros tomográficos.

Seminario: Los estudiantes serán divididos en grupos para investigar, realizar una presentación y debatir sobre lecturas asignadas.

Taller: Trabajo individual dirigido por el docente mediante el cual se evidencia el aprendizaje alcanzado. Cada estudiante recibirá una tomografía, la cual deberá ser analizada y medida usando el software Invivo 5.

VI. EVALUACIÓN

1. La nota final del curso se expresará en escala vigesimal, en valores con dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediatamente superior o inferior.
2. La nota mínima para aprobar el curso es once (11.00).
3. A los estudiantes que no rindan el examen se les calificará con nota cero (0).
4. Los estudiantes que necesiten hacer reclamos tienen hasta 3 días para hacerlo después de la publicación de las notas ante el responsable del curso.
5. Asistir al 80% del total de sesiones por módulo.

Aspectos a evaluar	%
1. Evaluación Teórica	40%
2. Presentación de Seminario	30%
3. Taller	30%
Total	100 %

VII. CERTIFICACIÓN

Se brinda el certificado del curso correspondiente a 01 crédito académico al alumno que culmina satisfactoriamente con las actividades teóricas y prácticas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Gurgel M, Junior C, Cevidanes L, De Barros P, Carvalho F, Kurita L, Costa Fl. Methodological parameters for upper airway assessment by cone-beam computed tomography in adults with obstructive sleep apnea: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Sleep Breath*. 2023; 27(1): 1-30.
2. McCrillis J. M, Haskell J, Haskell B, Brammer, Chenin D, Scarfe, W, Farman A. Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: a review. *Semin Orthod*. 2009; 15(1): 63-69.
3. Lenza MG, Lenza de O. MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM: An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2010; 13:96–105.
4. Vilaza I, Araya P, Palomino H. Two-dimensional and three-dimensional assessment of the upper airway. *Int. J. Morphol*. 2017; 35(1):357-362.
5. Flores-Blancas A, Carruitero M, Flores-Mir C. Comparison of airway dimensions in skeletal Class I malocclusion subjects with different vertical facial patterns. *Dental Press J Orthod*. 2017; 22: 35-42.
6. Alhammadi M, Almashraqi A, Halboub E, Almahdi S, Jali T, Atafi A, Alomar F. Pharyngeal airway spaces in different skeletal malocclusions: a CBCT 3D assessment. *CRANIO®*. 2019; DOI: 10.1080/08869634.2019.1583301
7. Golshah A, Jalilian TH, Nikkerdar N. Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *J Orthodont Sci* 2023;12:4.
8. Brito F, Brunetto D, Nojima M. Three-dimensional study of the upper airway in different skeletal Class II malocclusion patterns. *Angle Orthod*. 2019;89:93–101.

IX. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombres	Apellidos	Departament o Académico	Condición Docente/ Invitado	Correo electrónico
Esp.	Helen Lizzeth	Pardo Aguilar	Ninguno	Invitado	helen.pardo.a@upch.pe
Mg. Esp.	Milushka Miroslava	Quezada Márquez	DACE	Invitado	milushka.quezada@upch.pe

X. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

N° de Sesión	Fecha	Horario	Contenido	Estrategias didácticas	Docente
1	18 de setiembre	9:00 am - 10:00 am	Anatomía de las vías aéreas superiores	Clase magistral	Esp. CD Helen Pardo Aguilar
		10:00 am - 11:00 am	Características tomográficas de las vías aéreas superiores	Clase magistral	
2	25 de setiembre	9:00 am - 12:00 pm	Delimitación tomográfica de las vías aéreas superiores	Presentación de seminarios	Esp. CD Helen Pardo Aguilar
3	26 de setiembre	9:00 am - 10:00 am	Herramientas del software Invivo 5	Clase magistral	Esp. CD Helen Pardo Aguilar
		10:00 am - 11:00 am	Orientación de la imagen	Práctica demostrativa	
		11:00 am - 12:00 pm	Delimitación de puntos, líneas y planos de referencia	Práctica demostrativa	
4	27 de setiembre	9:00 am - 10:00 am	Análisis tridimensional de las vías aéreas superiores	Práctica demostrativa	Mg. Esp. Milushka Quezada
		10:00 am - 10:30 am	Mediciones lineales (axial, sagital, coronal)	Práctica demostrativa	
		10:30 am - 11:00 am	Medición de área	Práctica demostrativa	
5	28 de setiembre	9:00 am - 10:00 am	Medición de volumen	Práctica demostrativa	Mg. Esp. Milushka Quezada
		10:00 am - 11:00 am	Forma	Práctica demostrativa	
6	29 de setiembre	9:00 am - 12:00 pm	Manejo de software y medición de las vías aéreas superiores en tomografías	Clase taller	Mg. Esp. Milushka Quezada
7	2 de octubre	9:00 am - 10:00 am	Examen final (formato de google /plataforma EVA)	Evaluación sumativa	Esp. CD Helen Pardo Aguilar

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography
Autores	Golshah A, Jalilian TH, Nikkerdar N
Revista	Journal of Orthodontic Science
Año de publicación	2023
País	Irán
Tipo de estudio	Transversal
Objetivo	Evaluar la orofaringe en mujeres adultas iraníes con diferente patrón vertical mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).
Metodología	Se evaluaron 105 CBCT de pacientes femeninas con edades comprendidas entre 18 a 35 años, las imágenes fueron analizadas en los planos axial, sagital y frontal. En el plano axial se valoraron el área transversal máxima y mínima de la orofaringe, anchura mínima (anteroposterior) y profundidad mínima (lateralmente) a través del software Mimics Medical. El volumen de la orofaringe fue medido mediante el software NemoFAB. Los valores obtenidos fueron comparados entre los grupos conformados por diferentes patrones esqueléticos sagitales, verticales y transversales. En el análisis estadístico fueron empleados el método de Monte Carlo, la prueba de Chi-cuadrado y el coeficiente de correlación de Pearson.
Resultados	No existieron diferencias significativas en las dimensiones y volumen de la orofaringe en los diferentes patrones esqueléticos sagitales, verticales y transversales ($P > 0.05$), sin embargo se pudo observar que los pacientes de clase III con patrón transversal normal y ángulo bajo presentaban un área transversal máxima mayor en comparación al grupo con ángulo normal ($P < 0.05$) y que en los pacientes de clase I con ángulo normal y patrón transversal normal el área transversal máxima fue menor que en el grupo con patrón transversal estrecho ($P < 0.05$).
Conclusiones	Las dimensiones de la orofaringe no fueron significativamente diferentes en las mujeres adultas iraníes con diferentes patrones esqueléticos.

II.2.2. Calidad del reporte escrito: STROBE para estudios transversales

Secciones	Item	Recomendación	Descripción	Página
Título y resumen				
Título y resumen	1	(a) Indica en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporciona en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo	a) Sí, en el resumen se menciona el diseño del estudio empleando la terminología usual. b) Sí, posee una adecuada estructura que muestra de manera ordenada la	1

		que se ha hecho y lo que se ha encontrado.	información requerida.	
Introducción				
Contexto/fundamentos	2	Explica las razones y el fundamento científico de la investigación que se comunica.	Sí, justifica las razones para realizar la investigación pues en la literatura no existen estudios previos similares que valoren las dimensiones de la vía aérea en los distintos patrones esqueléticos transversales, además existe cierta controversia respecto a la relación de los diferentes patrones esqueléticos sagital y vertical con las dimensiones de la vía aérea.	1-2
Objetivos	3	Indica los objetivos específicos, incluyendo cualquier hipótesis preespecificada.	No, no menciona objetivos específicos, tan sólo se exhibe el objetivo general del estudio y no se describen hipótesis.	2
Métodos				
Diseño del estudio	4	Presenta al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.	Sí, se registra como un estudio descriptivo, de tipo transversal.	2
Contexto	5	Describe el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluyendo los periodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.	Si, describe que las CBCT pertenecían a los archivos de una clínica radiológica en Kermanshah, las cuales fueron tomadas para el tratamiento de ortodoncia u otros fines ajenos a la investigación, el estudio fue debidamente aprobado por el comité de ética de la Universidad de Ciencias Médicas de Kermanshah.	2
Participantes	6	Proporciona los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes.	Sí, los criterios de inclusión y exclusión son mencionados claramente. Se trataron de CBCT provenientes de pacientes de 18 a 35 años, con un campo de visión de 15x15 cm, no fueron consideradas aquellas CBCT que pertenecían a pacientes con historia de	2

			tratamientos previos de ortodoncia o cirugía ortognática, síndromes craneofaciales, labio fisurado y paladar hendido, patologías que comprometan la vías aéreas superiores, respiración bucal, antecedentes de trauma, adenoidectomía, pérdida mayor a cuatro dientes por maxilar.	
VARIABLES	7	Define claramente todas las variables: de respuesta, exposición, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporciona los criterios diagnósticos.	Sí, cada una de las variables del estudio son descritas de forma clara.	2-3
Fuentes de datos/medidas	8	Para cada variable de interés, indica las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifica la comparabilidad de los procesos de medida.	Sí, en una tabla son exhibidos los índices y sus respectivos parámetros de medición que se emplearon para agrupar a los pacientes según los distintos patrones esqueléticos sagital (Clase I, II, III), vertical (ángulo normal, bajo y alto) y transversal (normal, estrecho, amplio), acerca de las variables relacionadas a la vía aérea (área transversal máxima y mínima, anchura, profundidad y volumen) se describen a detalle los índices de medición.	2-4
Sesgos	9	Especifica todas las medidas adoptadas para afrontar posibles fuentes de sesgo.	Sí, para disminuir errores en la medición se describen los parámetros que se usaron en todas las CBCT para orientar las imágenes previo a la toma de medidas.	2, 4
Tamaño muestral	10	Explica cómo se determinó el tamaño muestral.	Sí, el tamaño de la muestra mínimo (51 registros) fue calculado en base al estudio previo de Iwasaki et al, con los siguientes parámetros: efecto de tamaño de muestra de 0.602, Alpha 0.05 y poder	2

			90%.	
VARIABLES CUANTITATIVAS	11	Explica cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explica qué grupos se definieron y por qué.	Sí, se indica que las mediciones de la vía aérea fueron comparadas en grupos según el patrón esquelético sagital, vertical y transversal, y también se analizó la correlación entre las mismas.	5
MÉTODOS ESTADÍSTICOS	12	<p>(a) Especifica todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión.</p> <p>(b) Especifica todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones.</p> <p>(c) Explica el tratamiento de los datos ausentes (missing data).</p> <p>(d) Si procede, especifica cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo.</p> <p>(e) Describe los análisis de sensibilidad.</p>	<p>a) Sí, se explica que la distribución de la muestra fue analizada con la prueba Kolmogorov Smirnov, para la comparación de las variables se usó el test de ANOVA y t-test. El test chi-cuadrado Montecarlo para evaluar la correlación entre las variables cualitativas y el coeficiente de correlación de Pearson para las variables cuantitativas. Sin embargo, no se indican los métodos usados para controlar los factores de confusión.</p> <p>b) No, no se especifican los métodos empleados para el análisis de subgrupos.</p> <p>c) No, no se explica cómo fueron tratados los datos ausentes.</p> <p>d) No, no especifica en el análisis cómo se tiene en cuenta la estrategia de muestreo.</p> <p>e) Sí, se menciona que el coeficiente de correlación intraclase fue usado para evaluar la confiabilidad inter-examinador, también se aplicó el coeficiente de correlación interclase para evaluar la confiabilidad intra-examinador.</p>	4
Resultados				

Participantes	13	<p>(a) Indica el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo, número de participantes elegibles, analizados para ser incluidos, confirmados elegibles, incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados.</p> <p>(b) Describe las razones de la pérdida de participantes en cada fase.</p> <p>(c) Considera el uso de un diagrama de flujo.</p>	<p>a) Sí, explica que un total de 525 CBCT fueron revisadas de las cuales 105 fueron elegibles y empleadas para el estudio.</p> <p>b) No, no aplica pues las CBCT que fueron seleccionadas de la base datos fueron aquellas que cumplían todos los criterios de selección.</p> <p>c) No, no se ha considerado el uso de un diagrama de flujo.</p>	4
Datos descriptivos	14	<p>(a) Describe las características de los participantes en el estudio (por ejemplo, demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión.</p> <p>(b) Indica el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés.</p>	<p>a) No, no se describen en la sección de resultados las características de los participantes en el estudio.</p> <p>b) No, no se indica el número de participantes con datos ausentes en cada variable.</p>	4
Datos de las variables de resultado	15	Indica el número de eventos resultado o bien proporcione medidas resumen.	Sí, en una tabla son exhibidos los datos obtenidos para cada variable en cada grupo conformado según los distintos patrones esqueléticos sagital (Clase I, II, III), vertical (ángulo normal, bajo y alto) y transversal (normal, estrecho, amplio).	4
Resultados principales	16	<p>(a) Proporciona estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (como por ejemplo intervalos del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos.</p> <p>(b) Si categoriza variables continuas, describe los límites de los intervalos.</p>	<p>a) No, no se describen factores de confusión ni ajustes con covariables porque no se realizó un análisis multivariado.</p> <p>b) No, no se describen categoría de variables continuas porque no forman parte del diseño de estudio.</p> <p>c) No, no se detallan estimaciones de factores</p>	5

		(c) Si fuera pertinente, valora las estimaciones de los factores asociados.	asociados porque no se realizó un análisis multivariado.	
Otros análisis	17	Describe otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)	Sí, para verificar la calibración de los dos examinadores se emplearon otros análisis estadísticos (Coeficiente de correlación intraclase y Coeficiente de correlación interclase).	5
Discusión				
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio.	Sí, se describen cada una de las mediciones de la vía orofaríngea en cada patrón esquelético, además se realiza el contraste adecuado de la información con los hallazgos de otros autores.	6-7
Limitaciones	19	Discute las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.	Sí, menciona como limitaciones que debido a la cantidad reducida de CBCT provenientes del sexo masculino, el estudio fue realizado únicamente en mujeres, sucediendo algo similar con el número de pacientes que pertenecían al grupo de ángulo alto. Otras limitaciones fueron el tamaño del campo visual de las CBCT que podrían no mostrar algunos puntos anatómicos y otros factores que no fueron tomados en cuenta como la fase de respiración, circunferencia del cuello, peso, tamaño facial.	7
Interpretación	20	Proporciona una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes.	Sí, considera que las limitaciones pudieran afectar a los resultados, sobre todo para el grupo de patrón esquelético vertical de ángulo alto dada la cantidad reducida de pacientes dentro de este grupo.	7
Generalización	21	Discute la posibilidad de generalizar los resultados	No, no discute la posibilidad de generalizar los resultados,	7

		(validez externa).	se recomienda en primera instancia realizar estudios futuros con muestras de mayor tamaño.	
Otra información	22	Especifica la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio, y si procede, del estudio previo en que se basa su artículo.	Sí, menciona que el soporte financiero estuvo a cargo de la Universidad de Ciencias Médicas Kermanshah. El estudio fue derivado de una tesis.	8

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: AXIS para estudios transversales

Introducción	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
1. ¿Fueron los objetivos del estudio claros?	X			Expresa claramente el objetivo del estudio	1
Métodos					
2. ¿Fue el estudio diseñado apropiadamente para los objetivos propuestos?	X			Las CBCT fueron analizadas y medidas según el objetivo planteado.	2-3
3. ¿Fue el tamaño de muestra justificado?	X			Fue acorde al cálculo del tamaño mínimo de la muestra en base al estudio previo realizado por Iwasaki.	2
4. ¿Fue definida claramente la población de referencia?		X		Los datos de la población son válidos sólo para este estudio debido a que sólo fue aplicada en pacientes de sexo femenino.	2
5. ¿Fue el marco muestral tomado de una población de base apropiada, que represente de forma cercana la población de referencia?	X			De un total de 525 CBCT fueron seleccionadas 105 CBCT aplicando los criterios de inclusión y exclusión.	2
6. ¿El proceso de selección de participantes fue representativo de la población de referencia en investigación?		X		La selección de los participantes fue realizada por conveniencia por lo tanto no es representativa de la población de referencia, sólo se escogieron las CBCT pertenecientes a pacientes de sexo femenino y de éstas	2

				únicamente aquellas que cumplieron los criterios de selección.	
7. ¿Se tomaron medidas para afrontar y categorizar los individuos con no respuesta?		X		No se mencionan estrategias para el manejo de individuos con no respuesta.	2
8. ¿Se midieron adecuadamente los factores de asociación y el resultado de acuerdo con los objetivos del estudio?	X			Las mediciones de la vía aérea orofaríngea fueron presentadas para cada patrón esquelético en sentido sagital, vertical y frontal, y a su vez asociadas entre sí en busca de diferencias significativas.	3-4
9. ¿Se midieron correctamente los factores de asociación y el resultado con el uso de instrumentos o medidas que hayan sido experimentadas, probadas o publicadas previamente?	X			Las mediciones de la vía orofaríngea fueron obtenidas a través de softwares validados y usados en estudios previos, también fue ejecutada la calibración de los examinadores.	3-4
10. ¿Está claro que se usó para determinar significancia estadística, estimadores de precisión, o ambos? (por ejemplo: valores p, intervalos de confianza)	X			Fueron usados valores p ($P < 0.05$) para indicar la significancia estadística.	4
11. ¿Fueron los métodos (incluye métodos estadísticos) suficientemente descritos para permitir que estos sean repetidos?	X			Se describe con detalle cómo fueron medidas las CBCT así como todos los análisis estadísticos empleados en la investigación	2
Resultados					
12. ¿Fueron descritos adecuadamente los datos básicos?	X			Se presenta una tabla con la estadística descriptiva en la que se detalla todas las mediciones obtenidas para cada variable de la vía orofaríngea por grupos de patrón esquelético.	4

13. ¿La tasa de respuesta aumenta las preocupaciones acerca del sesgo de no respuesta?	-	-	-	No aplica pues los investigadores emplearon CBCTs provenientes de una base de datos con datos completos.	-
14. ¿Si es apropiado, la información de los individuos con no respuesta fue descrita?	-	-	-	No aplica pues los investigadores emplearon CBCTs provenientes de una base de datos con datos completos.	-
15. ¿Fueron los resultados consistentes internamente?	X			Los resultados son apropiados para mostrar que no existieron diferencias significativas en las dimensiones y volumen de la orofaringe en los distintos patrones esqueléticos sagitales, verticales y transversales.	5
16. ¿Fueron presentados los resultados según lo descrito en la metodología?	X			Los resultados del estudio fueron descritos minuciosamente para su análisis posterior.	5
Discusión					
17. ¿Fueron las discusiones y conclusiones de los autores justificadas por los resultados?	X			Se discute con otros autores los hallazgos de la investigación, en mediciones como volumen no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, las razones probables están en las limitaciones del estudio.	5-7
18. ¿Fueron discutidas las limitaciones del estudio?	X			Se menciona como limitación principal del estudio el haber sido realizado únicamente en pacientes de sexo femenino, otras referentes al tamaño del campo visual de la CBCT.	7
Otros					
19. ¿Existieron algunas fuentes de financiación o conflictos de interés que		X		El financiamiento fue recibido por la	8

puedan afectar la interpretación de los resultados por los autores?				Universidad y los autores declararon no tener conflicto de interés.	
20. ¿Se obtuvo aprobación ética o consentimiento de los participantes?	X			El Comité de Ética de la Universidad aprobó el estudio.	2

Adaptado de:

1. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración [Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration]. Gac Sanit. 2009;23(2):158.
2. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). BMJ Open 2016;6:e011458.
3. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Evaluación tomográfica del volumen de las vías aéreas superiores en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical que acudieron al Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia durante el periodo 2022-2023.

RESUMEN

Antecedentes: El volumen de las vías aéreas superiores puede experimentar variaciones en los diferentes patrones de crecimiento vertical, debido al rol importante que cumple la faringe en la respiración, deglución y fonación, requiere una valoración minuciosa durante la planificación del tratamiento de Ortodoncia.

Objetivo: Evaluar tomográficamente el volumen de las vías aéreas superiores en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical que acudieron al Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia durante el periodo 2022-2023. **Materiales y métodos:** El presente estudio transversal evaluará tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes de ambos sexos entre 18 a 35 años, las cuales serán distribuidas en tres grupos según el patrón vertical (ángulo bajo, normal y alto) determinado por los valores de los ángulos plano máxilo-mandibular e índice de altura facial. La medición del volumen de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe se realizará mediante el software Dolphin Imaging 3D. Para el análisis bivariado de las variables cualitativas se empleará la prueba de Chi-

cuadrado. En el análisis de las variables cuantitativas, para evaluar la normalidad de la muestra se empleará la prueba de Kolmogorov Smirnov (30+), si existe una distribución normal se aplicará para el análisis bivariado la correlación de Pearson, la prueba de T de Student y la prueba de Anova; en el caso de una distribución anormal se utilizarán la correlación de Spearman, la prueba de U de Mann Whitney y la de Kruskal Wallis.

Palabras clave: Tomografía Computarizada de Haz Cónico, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe

INTRODUCCIÓN

Las vías aéreas superiores se definen como aquella área anatómica que va desde las fosas nasales hasta la laringe (1), desempeñan un rol importante en la respiración, la fonación y la deglución; para la respiración deben permanecer permeables, mientras que para las otras dos funciones deben estrecharse o cerrarse. A excepción de las narinas y los alvéolos, la faringe es el único segmento del tracto respiratorio que puede colapsar. Anatómicamente se describen varias porciones de la vía aérea faríngea: nasofaringe, velofaringe o área retropalatal, orofaringe e hipofaringe. La nasofaringe es la porción más superior de la vía aérea que comprende desde la nariz hasta el paladar duro, la velofaringe se extiende desde el paladar duro hasta el borde inferior del paladar blando, la orofaringe inicia en la porción posterior de la boca hasta la base de la lengua; y la hipofaringe que va desde la epiglotis hasta la porción mas inferior de la vía aérea donde comienza la porción laríngea (2).

Los posibles efectos de la obstrucción de las vías aéreas superiores sobre el desarrollo de las estructuras craneofaciales han sido objeto de estudio a través de los años, se ha mencionado al estrechamiento del arco maxilar, mordida cruzada, retrognatismo mandibular, retroposición del hueso hioides, altura facial y ángulo del plano mandibular aumentados como afecciones comunes en pacientes con respiración bucal (3,4,5), muchas de éstas también han sido reportadas en pacientes con apnea obstructiva del sueño (6).

La relación entre las dimensiones de la vía aérea superior y la posición de los maxilares no ha sido demostrada de forma convincente, algunos autores han evidenciado que existe relación entre el tamaño de la vía aérea superior, especialmente las dimensiones de la vía faríngea, y la posición de las estructuras craneofaciales, otros también han demostrado que el espacio de la vía aérea puede afectar la relación anteroposterior de los maxilares y el patrón de crecimiento vertical, además que, las características morfológicas de la vía aérea varían en los individuos según los diferentes patrones esqueléticos (7,8). En contraste, otros estudios proponen que la morfología craneofacial no está influenciada de manera significativa por las dimensiones de las vías aéreas y viceversa (9,10,11). Respecto al volumen, se ha señalado que es menor en los pacientes de ángulo alto en comparación a aquellos de ángulo bajo y normal (7).

La presente investigación tiene importancia de carácter teórico pues aporta nuevos conocimientos en el campo diagnóstico, métodos como la resonancia magnética, la

tomografía computarizada (TC), la nasofaringoscopia, la faringometría acústica, la polisomnografía y la radiografía cefálica lateral han sido empleados para el análisis estructural y fisiológico de las vías respiratorias superiores (8), en Ortodoncia, a menudo la radiografía cefalométrica constituía la única herramienta para su valoración, sin embargo, la imagen bidimensional ofrece una evaluación limitada. La evaluación tridimensional proporciona una perspectiva distinta de las vías aéreas, la Tomografía Computarizada de Haz cónico (CBCT) ofrece varias ventajas, entre ellas, la obtención de imágenes con mayor precisión, una alta confiabilidad en la medición de estructuras óseas, tejidos blandos, así como una alta calidad de imágenes para discernir la anatomía de tejidos duros y blandos; por otra parte, el empleo de softwares de reconstrucción en 3D posibilita la manipulación de imágenes en los tres planos del espacio (6).

Desde el punto de vista clínico, esta investigación merece especial importancia pues en la literatura existe controversia, estudios previos sugieren una variación en el volumen de las vías aéreas en los diferentes patrones de crecimiento vertical aunque los resultados no han demostrado ser significativos, dada la repercusión que puede tener la falta permeabilidad de las vías aéreas tanto en niños como en adultos surge la necesidad de realizar un diagnóstico temprano a fin de instaurar un tratamiento oportuno. Frente a ello, la siguiente pregunta de investigación ha sido planteada: ¿Existen variaciones volumétricas en las vías aéreas superiores de pacientes con diferentes patrones de crecimiento vertical que acudieron al Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CDD-UPCH) durante el periodo 2022-2023?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar tomográficamente el volumen de las vías aéreas superiores en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023

Objetivos específicos

1. Determinar el volumen de la nasofaringe, orofaringe e hipofaringe en tomografías de pacientes que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023.
2. Comparar el volumen de la nasofaringe según el patrón de crecimiento vertical en tomografías de pacientes que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023.
3. Comparar el volumen de la orofaringe según el patrón de crecimiento vertical en tomografías de pacientes que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023.
4. Comparar el volumen de la hipofaringe según el patrón de crecimiento vertical en tomografías de pacientes que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo del estudio

Observacional, descriptivo y transversal

Población

La población estará constituida por tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes adultos con edades comprendidas entre 18 a 35 años que acudieron al CDD-UPCH Sede San Martín de Porres durante el periodo 2022-2023.

Muestra

Se ejecutará un estudio piloto con el 10% de la muestra empleada en el artículo base (7) lo cual corresponde a 10 tomografías.

Posteriormente, se aplicará la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

Comparación de dos medias:

$$n=2 (Z+ Z)^2*S^2d^2$$

Donde:

n = Sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado (nivel de confianza)

- Z_{β} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado (poder estadístico)
- S^2 = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control
- d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (precisión)

Tomando en consideración una probable pérdida de la información se aumentará un 10% el tamaño de la muestra del valor obtenido a través de la fórmula antes descrita.

Con la finalidad de obtener un número viable de tomografías para cada grupo de patrón esquelético se ha considerado el uso de la fórmula de comparación de dos medias para el cálculo del tamaño de la muestra, pues en el medio el patrón vertical de ángulo bajo se presenta con menor frecuencia.

Para la selección de la muestra, se solicitará al CDD-UPCH una lista de todas las imágenes tomográficas obtenidas desde 2022 a 2023, sobre ese marco muestral se seleccionarán aleatoriamente por cada patrón (ángulo bajo, normal y alto) por cada año (2022 y 2023).

Criterios de selección

Criterios de inclusión

Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes de ambos sexos con edades comprendidas entre 18 a 35 años que acudieron al CDD-UPCH durante el periodo 2022-2023.

Criterios de exclusión

- Tomografías computarizadas de haz cónico que muestran imágenes incompletas de las vías aéreas.
- Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes que presentan procesos obstructivos de las vías aéreas.
- Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes que presenten tratamiento actual y/o previo de Ortodoncia u otro tratamiento que haya interferido con el curso normal del crecimiento y desarrollo maxilofacial.
- Tomografías computarizadas de haz cónico de pacientes que presenten patologías de vías aéreas identificadas en la imagen tomográfica.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Patrón de crecimiento vertical: definido como la característica de crecimiento craneofacial que presenta cada individuo en el plano vertical. Tiene dos dimensiones: ángulo plano máxilo- mandibular e índice de altura facial, las cuales se mencionan a continuación:

Ángulo plano máxilo- mandibular: definido como figura geométrica formada entre el plano palatal y el plano mandibular, operacionalmente se medirá por el ángulo formado entre el plano palatal (distancia entre la espina nasal anterior y posterior en el plano sagital) y el plano mandibular (línea que conecta los puntos Go-Gn). Es

de tipo cualitativa, de categoría politómica, escala ordinal y con valores de: ángulo bajo: MMA $<23^\circ$, ángulo normal: MMA $27 \pm 4^\circ$, ángulo alto: MMA $>31^\circ$ (4).

Índice de altura facial: definido como la relación proporcional entre la altura facial posterior y la altura facial anterior, operacionalmente se medirá calculando el ratio entre PFH (altura facial posterior: distancia entre los puntos Silla- Gonion) y AFH (altura facial anterior: distancia entre los puntos Nasion-Menton), multiplicado por 100 ($FHI = PFH/AFH \times 100$). Es de tipo cualitativa, de categoría politómica, escala ordinal y con valores de: ángulo bajo: FHI $<65\%$, ángulo normal: FHI 65-75% , ángulo alto: FHI $>75\%$ (4).

Volumen de la nasofaringe: definido como el espacio ocupado por la porción más superior de la faringe, operacionalmente se medirá el espacio delimitado (en el plano sagital) hacia adelante por una línea que va desde Silla hacia espina nasal posterior (PNS) y hacia abajo la línea desde PNS hacia base de la epiglotis. Es de tipo cuantitativa, de categoría continua, escala razón y con valores en: mm^3 (6).

Volumen de la orofaringe: definido como el espacio ocupado por la porción bucal de la faringe u orofaringe, operacionalmente se medirá el espacio delimitado (en el plano sagital) hacia arriba por una línea que va desde la espina nasal posterior (PNS) hasta la punta de las apófisis odontoides, y hacia abajo una línea que se extiende desde el borde posterosuperior de la C4 - la base de la epiglotis- sínfisis de la mandíbula. Es de tipo cuantitativa, de categoría continua, escala razón y con valores en: mm^3 (4).

Volumen de la hipofaringe: Definido como el espacio ocupado por la porción más inferior de la faringe, operacionalmente se medirá el espacio delimitado (en el plano sagital) hacia arriba por una línea que se extiende desde el borde posterosuperior de la C4 - la base de la epiglotis- sínfisis de la mandíbula y hacia abajo una línea que se extiende desde el borde posteroinferior de la C4 hacia la sínfisis de la mandíbula. Es de tipo cuantitativa, de categoría continua, escala razón y con valores en: mm³ (6).

Procedimientos y técnicas

Permisos

Se solicitará la autorización al Director Clínico del CDD-UPCH de la Sede San Martín de Porres para la revisión de las tomografías computarizadas que fueron tomadas a los pacientes que acudieron durante el periodo 2022-2023 (Anexo 2).

Capacitación y calibración

Previa capacitación del investigador sobre el reconocimiento de las estructuras anatómicas en la tomografía volumétrica y el manejo del software por parte del Especialista en el área de Radiología, se llevará a cabo la calibración, en primera instancia se realizará la calibración inter examinador para garantizar la validez del estudio con un gold standard que será el Especialista antes mencionado, luego se realizará la calibración intra examinador para asegurar la confiabilidad del estudio la misma que se llevará a cabo en 2 momentos; en ambos procesos se emplearán 30

tomografías. Para el cálculo de la validez y confiabilidad se empleará el coeficiente de kappa que debe ser mayor a 0.80 (coeficiente de correlación intraclase mínimo de 0.90). Se realizará una prueba piloto con el fin de estandarizar el proceso de análisis y medición de las tomografías así como determinar el tamaño muestral, para lo cual se usarán diez tomografías que corresponden al 10% de la muestra empleada en el artículo base.

Procedimiento

Las tomografías serán recopiladas de acuerdo a los criterios de selección y almacenadas en una unidad de disco duro, la lectura de las imágenes se realizará en un ambiente con luz tenue durante las primeras horas de la mañana. Una vez abierto el archivo DICOM, con el fin de estandarizar la imagen y minimizar los errores en la medición se realizará la reorientación de la imagen, a través del software Real Scan, de acuerdo a una línea que pase a través de la espina nasal anterior (ANS) y donde convergen el plano axial que empareja al plano oclusal (una línea que pasa a través de las puntas cuspídeas de los dientes maxilares posteriores y los bordes incisales de los incisivos centrales superiores), el plano medio sagital pase a través de la ANS y sea perpendicular al plano oclusal, y el plano coronal pase a través del punto de convergencia y sea perpendicular tanto al plano sagital como al plano oclusal (2).

En la vista sagital media se emplearán las herramientas correspondientes del software para el trazo de las líneas y planos que se requieren para la medición del ángulo plano máxilo- mandibular y el cálculo del índice de altura facial.

En base a los valores obtenidos para el ángulo plano máxilo- mandibular y el índice de altura facial se conformarán los grupos ángulo bajo: MMA $<23^\circ$, FHI $<65\%$; ángulo normal: MMA $27 \pm 4^\circ$, FHI 65-75%; y ángulo alto: MMA $>31^\circ$, FHI $>75\%$.

Mediante el software Dolphin Imaging 3D se procederá al cálculo del volumen. Desde la vista mediosagital, se localizarán y marcarán los siguientes puntos: S (silla), PNS (espina nasal posterior) y E (base la epiglotis) los cuales delimitarán la nasofaringe; los puntos PNS, O (punta de la apófisis odontoides), C4 (en el borde posterosuperior de la C4), E y Gn (sífnisis de la mandíbula) que delimitarán la orofaringe; y finalmente el punto C4, E, Gn, C4' (borde posteroinferior de la C4) que delimitarán la hipofaringe. Cada zona de las vías aéreas quedarán contenidas dentro de los planos que se forman al unir los puntos, que fueron marcados empleando la herramienta *seed point*, la cual automáticamente colorea el área de interés y seguidamente el software crea la imagen 3D en el que se muestran los valores del volumen en cm^3 .

Los datos obtenidos serán recolectados en una ficha de datos (Anexo 3) para posteriormente ser analizados a través del programa estadístico.

Plan de análisis

Descriptivo: El análisis descriptivo incluirá el cálculo de la frecuencia absoluta (n) y relativa (%) para describir las variables cualitativas y el cálculo de la media (X)

y la desviación estándar (CE) para las variables cuantitativas.

Bivariado: Para el análisis bivariado de las variables cualitativas se empleará la prueba de Chi-cuadrado. Para el análisis bivariado de las variables cuantitativas se aplicará la correlación de Pearson en el caso de que la variable cuantitativa cumpla con la normalidad de la muestra, caso contrario será aplicada la correlación de Spearman; para evaluar la normalidad de la muestra, se empleará la prueba de Kolmogorov Smirnov. Para el análisis bivariado de las variables cualitativas dicotómicas versus las cuantitativas, se empleará la prueba de T de Student, si existe una distribución normal de la muestra, caso contrario se empleará la prueba de U de Mann Whitney. Para el análisis bivariado de las variables cualitativas politómicas versus cuantitativas, se usará la prueba de Anova, si existe una distribución normal de la muestra, por el contrario, será aplicada la prueba de Kruskal Wallis.

Para el análisis se utilizará el programa estadístico STATA 17.0, con un nivel de confianza de 95% y un $p < 0.05$.

Aspectos éticos del estudio

El protocolo de investigación será enviado al Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE) solicitando su autorización para la ejecución del estudio. Se prescindirá del consentimiento informado a los pacientes por cuanto las tomografías que se usarán no serán tomadas para efectos de la investigación pues

pertenecen a los registros del CDD-UPCH de la Sede San Martín de Porres, se solicitará la autorización al Director Clínico (Anexo 2) para poder acceder a la información, además se conservará el anonimato de los participantes del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Viejo JL. Infecciones agudas de la vía aérea superior. *Neumología Clínica*. 2010;271–8. doi: 10.1016/B978-84-8086-298-1.50034-2.
2. McCrillis J. M, Haskell J, Haskell B, Brammer, Chenin D, Scarfe, W, Farman A. Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: a review. *Semin Orthod*. 2009; 15(1): 63-69.
3. Festa P, Mansi N, Varricchio AM, Savoia F, Cali C, Marraudino C, De Vincentiis GC, Galeotti A. Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouth-breathing children. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2021; 41(5): 436-442.
4. Yap B, Kontos A, Pamula Y, Martin J, Kennedy D, Sampson W, Dreyer C. Differences in dentofacial morphology in children with sleep disordered breathing are detected with routine orthodontic records. *Sleep Med*. 2019; 55:109-114.
5. Zhao Z, Zheng L, Huang X, Li C, Liu J, Hu Y. Effects of mouth breathing on facial skeletal development in children: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):108. doi.org/10.1186/s12903-021-01458-7
6. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012; 41(4): 276-284.

7. Golshah A, Jalilian TH, Nikkerdar N. Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *J Orthodont Sci.* 2023;12:4.
8. Gholinia F, Habibi L, Amrollahi Boyouki M. Cephalometric Evaluation of the Upper Airway in Different Skeletal Classifications of Jaws. *J Craniofac Surg.* 2019; 30(5) :e469-e474.
9. Indriksone I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod.* 2015; 85(5): 874-880.
10. Florez BM, Tagawa DT, Inoue DP, Yamashita HK, Aidar LAA, Dominguez GC. Associations between skeletal discrepancies, breathing pattern, and upper airway obstruction in Class III malocclusions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2023;166:111471. doi: 10.1016/j.ijporl.2023.111471.
11. Kula K, Jeong A, Stacey H, Kendall D, Ghoneima A. Three dimensional evaluation of upper airway volume in children with different dental and skeletal malocclusions. *JBGC.* 2013; 3(4): 116-126.
12. Garcia-Usó M, Lima T, Trindade E, Pimenta A, Trindade-Suedam I. Three-dimensional tomographic assessment of the upper airway using 2 different imaging software programs: a comparison study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;159(2), 217-223.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Transporte	8	S/ 750.00	S/ 6 000.00
Viáticos	8	S/ 600.00	S/ 4800.00
Computadora	1	S/ 4000.00	S/ 4000.00
Tinta para impresora	1	S/ 500.00	S/ 500.00
Suministros de oficina	1	S/ 1000.00	S/ 1000.00
TOTAL (S/.)			S/ 16300.00

Cronograma

Actividades	Octubre 2023	Noviemb re 2023	Diciembr e 2023	Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024
Presentación del protocolo	X					
Aceptación del protocolo	X					
Recojo de datos		X				
Procesamiento de			X			

datos						
Análisis de los resultados				X		
Informe final					X	
Presentación de resultados						X

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Categoría Escala	Valores
Patrón Vertical:	Ángulo plano máxilo-mandibular	Forma geométrica formada entre el plano palatal y el plano mandibular	Medida del ángulo formado entre el plano palatal (distancia entre la espina nasal anterior y posterior en el plano sagital) y el plano mandibular (línea que conecta los puntos Go-Gn)	Cualitativa	Politémica Ordinal	Ángulo bajo: MMA <23° Ángulo normal: MMA 27± 4° Ángulo alto: MMA >31°
	Índice de altura facial	Relación proporcional entre la altura facial posterior y la altura facial anterior	Ratio de PFH (altura facial posterior: distancia entre los puntos Silla- Gonion) y AFH (altura facial anterior: distancia entre los puntos Nasion-Menton), multiplicado por 100 (FHI=PFH/AFH×100)	Cualitativa	Politémica Ordinal	Ángulo bajo: FHI <65% Ángulo normal: FHI 65-75% Ángulo alto: FHI >75%
Volumen de la nasofaringe	-	Espacio ocupado por la porción más superior de la faringe	Medida del espacio delimitado en el plano sagital hacia adelante por una línea que va desde Silla hacia espina nasal posterior (PNS) y hacia abajo la línea desde PNS hacia base de la epiglotis	Cuantitativa	Continua De razón	mm ³
Volumen de la orofaringe	-	Espacio ocupado por la porción bucal de la faringe u orofaringe	Medida del espacio delimitado en el plano sagital hacia arriba por una línea que va desde la espina nasal posterior (PNS) hasta la punta de la apófisis odontoides, y hacia	Cuantitativa	Continua De razón	mm ³

			abajo una línea que se extiende desde el borde posterosuperior de la C4 - la base de la epiglotis- sínfisis de la mandíbula			
Volumen de la hipofaringe	-	Espacio ocupado por la porción más inferior de la faringe	Medida del espacio delimitado en el plano sagital hacia arriba por una línea que se extiende desde el borde posterosuperior de la C4 - la base de la epiglotis- sínfisis de la mandíbula y hacia abajo una línea que se extiende desde el borde posteroinferior de la C4 hacia la sínfisis de la mandíbula	Cuantitativa	Continua De razón	mm ³

Anexo 2. Carta de Solicitud de Permiso

Lima, 01 de octubre de 2023

Señor Doctor
DIRECTOR CLÍNICO DEL CENTRO DENTAL DOCENTE UNIVERSIDAD
PERUANA CAYETANO HEREDIA
Ciudad.-

Yo, HELEN LIZZETH PARDO AGUILAR, con [REDACTED] alumna de la Maestría en Estomatología con mención en Ortodoncia, solicito a usted de la manera más cordial me conceda el debido permiso para acceder a los registros tomográficos de los pacientes que fueron atendidos durante el período 2022- 2023 en el prestigioso Centro Dental que usted tan acertadamente dirige, con el fin de llevar a cabo el trabajo investigativo "Evaluación tomográfica del volumen de las vías aéreas superiores en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical que acudieron al Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia durante el periodo 2022-2023" como requisito para la obtención del grado académico, manifestando el compromiso de manejar de manera correcta y con la confidencialidad correspondiente la información obtenida.

Con saludos cordiales y agradeciendo su atención a esta solicitud, aprovecho para reiterarle mi más alta consideración y estima.

Atentamente

Esp. Helen Pardo Aguilar
ESTUDIANTE

Anexo 3. Ficha de Recolección de Datos

Código	Sexo		Edad (años)	Ángulo MMA (grados)	Índice de altura facial (%)	Patrón de crecimiento vertical			Volumen nasofaríngeo (mm ³)	Volumen orofaríngeo (mm ³)	Volumen hipofaríngeo (mm ³)
	M	F				Ángulo bajo (grados)	Ángulo normal (grados)	Ángulo alto (grados)			

III. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

1. El sílabo es un instrumento que permite planificar de manera sistemática un Curso de Educación Continua a fin de facilitar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes para realizar el análisis tridimensional de las vía aéreas, recurso valioso que podrá incorporar a su práctica clínica para el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóncico.
2. El análisis crítico de la literatura ayuda a valorar la calidad de un artículo científico identificando errores que puedan afectar la validez de los resultados obtenidos, el artículo analizado tiene ciertas limitaciones que pudieron afectar los resultados obtenidos por lo que sugiere realizar estudios a futuro con una muestra de mayor tamaño.
3. El proyecto de investigación busca identificar diferencias en la medición del volumen de las vías aéreas superiores en los distintos tipos de patrón de crecimiento vertical a través del análisis de tomografías computarizadas de pacientes adultos, merece especial importancia su ejecución pues aporta nuevos conocimientos en el campo diagnóstico de la Ortodoncia debido a que la evaluación tridimensional proporciona una perspectiva integral de las vías aéreas.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alhammadi M, Almashraqi A, Halboub E, Almahdi S, Jali T, Atafi A, Alomar F. Pharyngeal airway spaces in different skeletal malocclusions: a CBCT 3D assessment. *CRANIO®*. 2019; DOI: 10.1080/08869634.2019.1583301
2. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012; 41(4): 276-284.
3. Brito F, Brunetto D, Nojima M. Three-dimensional study of the upper airway in different skeletal Class II malocclusion patterns. *Angle Orthod*. 2019;89:93–101.
4. Festa P, Mansi N, Varricchio AM, Savoia F, Cali C, Marraudino C, De Vincentiis GC, Galeotti A. Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouth-breathing children. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2021; 41(5): 436-442.
5. Flores-Blancas A, Carruitero M, Flores-Mir C. Comparison of airway dimensions in skeletal Class I malocclusion subjects with different vertical facial patterns. *Dental Press J Orthod*. 2017; 22: 35-42.
6. Florez BM, Tagawa DT, Inoue DP, Yamashita HK, Aidar LAA, Dominguez GC. Associations between skeletal discrepancies, breathing pattern, and upper airway obstruction in Class III malocclusions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2023;166:111471. doi: 10.1016/j.ijporl.2023.111471.
7. Garcia-Usó M, Lima T, Trindade E, Pimenta A, Trindade-Suedam I. Three-dimensional tomographic assessment of the upper airway using 2 different imaging

software programs: a comparison study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021;159(2), 217-223.

8. Gholinia F, Habibi L, Amrollahi Boyouki M. Cephalometric Evaluation of the Upper Airway in Different Skeletal Classifications of Jaws. *J Craniofac Surg*. 2019; 30(5) :e469-e474.

9. Golshah A, Jalilian TH, Nikkerdar N. Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *J Orthodont Sci* 2023;12:4.

10. Gurgel M, Junior C, Cevidanes L, De Barros P, Carvalho F, Kurita L, Costa Fl. Methodological parameters for upper airway assessment by cone-beam computed tomography in adults with obstructive sleep apnea: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Sleep Breath*. 2023; 27(1): 1-30.

11. Indriksone I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod*.. 2015; 85(5): 874-880.

12. Kula K, Jeong A. E, Stacey H, Kendall D, Ghoneima A. Three dimensional evaluation of upper airway volume in children with different dental and skeletal malocclusions. *JBGC*. 2013; 3(4): 116-126.

13. Lenza MG, Lenza de O. MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM: An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2010; 13:96–105.

14. McCrillis J. M, Haskell J, Haskell B, Brammer, Chenin D, Scarfe, W, Farman A. Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: a review. *Semin Orthod*. 2009; 15(1): 63-69.

15. Viejo JL. Infecciones agudas de la vía aérea superior. *Neumología Clínica*. 2010;271–8. doi: 10.1016/B978-84-8086-298-1.50034-2.
16. Vilaza I, Araya P, Palomino H. Two-dimensional and three-dimensional assessment of the upper airway. *Int. J. Morphol.* 2017; 35(1):357-362.
17. Yap B, Kontos A, Pamula Y, Martin J, Kennedy D, Sampson W, Dreyer C. Differences in dentofacial morphology in children with sleep disordered breathing are detected with routine orthodontic records. *Sleep Med.* 2019; 55:109-114.
18. Zhao Z, Zheng L, Huang X, Li C, Liu J, Hu Y. Effects of mouth breathing on facial skeletal development in children: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):108. doi.org/10.1186/s12903-021-01458-7.

V. ANEXOS

Anexo 1. Artículo empleado para el análisis crítico de literatura estomatológica

Original Article

Access this article online
Quick Response Code:

Website: www.jorthodsci.org
DOI: 10.4103/jos.jos_161_21

Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography

Amin Golshah, Tanaz Hosseini Jalilian¹ and Nafiseh Nikkerdar²

Abstract

OBJECTIVES: To assess the oropharyngeal airway in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography (CBCT).

MATERIALS AND METHODS: This descriptive, cross-sectional study evaluated 105 CBCT scans of female patients between 18 and 35 years retrieved from the archives of a radiology clinic. The images were evaluated in axial, sagittal, and frontal sections. In the axial plane, the maximum and minimum cross-sectional area (CSA) of the airways at the oropharynx, minimum width (anteroposteriorly), and minimum depth (laterally) were measured using Mimics Medical software. The oropharyngeal volume was measured by NemoFAB software. The values were compared among the groups with different sagittal, vertical, and transverse patterns. The correlation of indices with airway measurements was analyzed using Monte Carlo Chi-square and Pearson's correlation coefficient.

RESULTS: No significant difference was noted in oropharyngeal airway dimensions and volume among cases with different skeletal sagittal, vertical, and transverse patterns ($P > 0.05$) except for class III patients with normal transverse pattern in whom maximum CSA in low-angle group was larger than that in normal-angle group ($P < 0.05$) and class I normal-angle patients in whom maximum CSA in transverse normal group was smaller than that in constriction group ($P < 0.05$).

CONCLUSIONS: Oropharyngeal dimensions were not significantly different in Iranian female young adults with different skeletal patterns.

Keywords:

Conebeam computed tomography, facial skeletal pattern, oropharyngeal airway, sagittal, vertical

Departments of
Orthodontic, School of
Dentistry, Kermanshah
University of Medical
Sciences, Kermanshah,
Iran ¹ Student Research
Committee, School of
Dentistry, Kermanshah
University of Medical
Sciences, Kermanshah,
Iran and ² Oral and
Maxillofacial Radiology,
School of Dentistry,
Kermanshah University
of Medical Sciences,
Kermanshah, Iran

Address for correspondence:

Dr. Tanaz Hosseini Jalilian,
School of Dentistry,
Kermanshah University
of Medical Sciences,
Kermanshah, Iran.
E-mail: t_jalilian1992@
yahoo.com

Submitted: 13-Jul-2021
Revised: 03-Jun-2022
Accepted: 08-Aug-2022
Published: 18-Mar-2023

Introduction

Patients' respiratory function is an important factor to consider in orthodontic diagnosis and treatment planning. Upper airway dimensions play a fundamental role in respiratory function.^[1] The pharyngeal airway space is involved in both respiration and deglutition. The position of the head, tongue, and jaws may be influenced by the airway dimensions.^[2] Abnormal growth and development of the upper airways

may cause airway constriction. Decreased respiratory function by craniofacial abnormalities has been a topic of interest for many orthodontists.^[3-6] There seems to be a relationship between the size of the upper airways (especially pharyngeal dimensions) and position of the craniofacial structures, and the airway space is believed to affect the anteroposterior jaw relationship and vertical growth pattern.^[6-13] For instance, downward and backward rotation of the mandible occurs in patients with nasal airway obstruction.^[11] Mandibular retrognathism and vertical excess are among

This is an open access journal, and articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as appropriate credit is given and the new creations are licensed under the identical terms.

For reprints contact: WKHLRPMedknow_reprints@wolterskluwer.com

How to cite this article: Golshah A, Jalilian TH, Nikkerdar N. Pharyngeal airway dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using cone-beam computed tomography. J Orthodont Sci 2023;12:4.

the conditions correlated with airway problems. For example, patients with obstructive sleep apnea (OSA) have a smaller pharyngeal airway because of abnormal skeletal and soft tissue patterns.^[14] Many authors believe that morphological characteristics of the airways are variable in individuals with different skeletal patterns. Decreased airway dimensions have been reported in class II malocclusion patients because of backward and downward rotation of the mandible.^[15-17] Also, it has been shown that airway cross-section and width in class III malocclusion patients are larger than the corresponding values in class I malocclusion cases.^[3-5] Furthermore, it has been demonstrated that airway volume in high-angle patients is smaller than that in low- and normal-angle cases.^[9-17] However, some studies did not find any significant correlation between dimensions and morphology of the upper airways with skeletal vertical and sagittal patterns.^[1,4,6,10,11,13,15,18-20] Cephalometry, magnetic resonance imaging, computed tomography (CT), acoustic pharyngometry, nasopharyngoscopy, polysomnography, and recently cone-beam computed tomography (CBCT) have been used for evaluation of the upper airways structurally and physiologically.^[21] Cephalometry is a commonly used modality to study the upper airways. However, this imaging modality has inherent shortcomings such as image distortion, poor reproducibility, magnification error, superimposition of bilateral craniofacial structures, and more importantly, two-dimensional nature of cephalograms.^[9-16] Furthermore, many of the defects and changes in the airways occur in mediolateral dimension. Thus, the application of cephalometry for airway assessment is limited.

CBCT enables accurate two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) assessment of the hard and soft tissues with a wide range of contrast. Because of high resolution, lower patient radiation dose, and fast image acquisition compared to CT, CBCT has higher value for airway studies.^[5,9,12,17,19,22,23] No previous study has evaluated the association of transverse patterns of the jaws and airway dimensions. Considering the gap of information in this respect and the existing controversies regarding the relationship of skeletal sagittal and vertical patterns and airway dimensions,^[3,5,7,9-11,15-18,23] this study aimed to assess oropharyngeal dimensions in Iranian female young adults with different skeletal patterns using CBCT.

Materials and Methods

In this descriptive, cross-sectional study, CBCT scans of Iranian young adults between 18 and 35 years were retrieved from the archives of a radiology clinic in Kermanshah, Iran. The CBCT scans had been taken for orthodontic treatment or other purposes not related

to this study. The study was approved in the ethics committee of Kermanshah University of Medical sciences (Ir.kums.rec. 1395.267). Minimum sample size was calculated to be 51 records according to a previous study by Iwasaki *et al.*,^[5] assuming the effect size of 0.602, $\alpha = 0.05$, and power of 90%.

The inclusion criteria were high-quality CBCT scans of patients between 18 and 35 years taken with 15×15 cm field of view. CBCT scans of patients with a history of orthodontic treatment or orthognathic surgery, craniofacial syndromes, such as cleft lip and palate, pathologies involving the upper airways, upper airway infection, chronic mouth breathing, permanent snoring, history of trauma, missing more than four teeth in each jaw, tonsillar or adenoid hypertrophy, history of adenoidectomy, and respiratory problems were excluded. The exclusion criteria were evaluated based on CBCT scans and a previously filled-out questionnaire.

All CBCT scans had been obtained using the same CBCT system (VGI NewTom, QR s.r.l, Verona, Italy) with spatial resolution of $250 \mu\text{m}$ (0.25 mm voxel size), 110 kV, 7.31 mAs, 0.25 mm slice thickness, and exposure time of 3.6 s. The images had been taken in natural head position and in maximum intercuspation. CBCT data were analyzed using NNT Viewer software version 8 (QR s.r.l, Verona, Italy). Data were exported in DICOM format. Mimics Medical software (version 19; Materialise, Leuven, Belgium) was used to reconstruct lateral and posteroanterior cephalometric images. Also, NemoFAB software (Nemotec, Madrid, Spain) was used to calculate the volume of the oropharyngeal airways.

The images were evaluated in axial, sagittal, and frontal planes. The axial sections were used to assess the cross-section, width, depth, and shape of the airways. The frontal sections were used to assess the transverse jaw patterns and the sagittal sections were used to evaluate the anteroposterior position of the jaws relative to each other and the vertical jaw patterns.

To standardize the images and minimize errors in measurements by NNT Viewer software, image reorientation was performed according to the line that passed through the anterior nasal spine (ANS) and dens such that the axial plane matched the occlusal plane (a line passing through the cusp tips of the maxillary posterior teeth and the incisal edges of the maxillary central incisors).^[24] The midsagittal plane passed through ANS and was perpendicular to the occlusal plane, and the coronal plane passed through the dens point and was perpendicular to both the sagittal and occlusal planes.

A total of 525 CBCT records were evaluated and after applying the exclusion criteria, eventually, 105 records

remained in the study. Tables 1 and 2 demonstrate the cephalometric indices and measurements that we used.

The selected CBCT scans were evaluated in terms of sagittal pattern (class I, II, and III) according to ANB and Wits appraisal, vertical pattern (low angle, normal angle, and high angle) according to maxillary–mandibular

plane angle (MMA) and facial height index (FHI), and transverse pattern (normal, constriction, and others) according to the distance between jugal processes of the right and left sides (JR–JL)/the distance between gonion points in the right and left sides (Gor–Gol).

Tables 3 and 4 show cephalometric indices for assessment of sagittal and vertical pattern. The high angle group was not included in statistical analyses because of small sample size.

To assess the records in transverse dimension on frontal view, two cephalometric indices were used. To determine the width of the maxilla, the JR–JL was measured. To determine the width of the mandible, the Gor–Gol was measured. Next, the maxillary width to mandibular width index was calculated using the formula below:

$JR-JL/Gor-Gol \times 100 = 66\% \pm 5\%$ (female). The transverse dimension was divided into three

Table 1: Definitions of cephalometric landmarks

Landmark	Definition
Points-Lateral cephalometric view	
ANS	Tip of anterior nasal spine
PNS	The most posterior point on the bony hard palate
A point	Most posterior (deepest) point on the concavity on anterior profile of the maxilla.
B point	Most posterior (deepest) point on the anterior contour of the lower alveolar process
Go (Gonion)	A point midway between the points representing the middle of the curvature at right angle of the mandible
Me (Menton)	the lowest point on the symphysis of the mandible
Gn (Gnathion)	The mid-point on the anterior margin of the lower jaw in the midsagittal plane
Or (Orbitale)	The most inferior-anterior point on right orbit's margin
PO (Porion)	The midpoint of the upper contour of the right external auditory canal
Pog'	most prominent point of the soft tissue of the chin
lines-Lateral cephalometric view	
U1 (Upper Incisor)	A line connecting the incisal edge and the root apex of the most prominent maxillary incisor
L1 (Lower Incisor)	A line connecting the incisal edge and the root apex of the most prominent lower incisor
FH plane (Frankfort Horizontal plane)	A line connecting right Po to right Or
PP (Palatal plane)	ANS-PNS: Distance between the anterior and posterior nasal spine in the sagittal plane in millimeters
MP (mandibular plane)	a line connecting Go to Gn
S-line	Line from Pog' () to the mid-point of the S-shaped curvature of the nose in sagittal plane
Occlusal plane	a line passing through the cusp tips of the maxillary posterior teeth and the incisal edges of the maxillary central incisors
Points- Frontal view	
J (jugal point)	point on Jugular process at intersection of the outline of the tuberosity the maxilla and the zygomatic buttress
JR	right Jugal processes
JL	left Jugal processes
Go (Gonion)	Midpoint on the curvature at the angle of the mandible
Gor	right gonion
Gol	left gonion

Table 2: Definitions of measurements

Measurements	Definition
Lateral cephalometric view	
ANB	The angle formed by the intersection of the A-N to N-B, and defines the relationship of the maxillary and mandibular bases to each other in the sagittal plane.
Wits (AO-BO)	The linear distance between the perpendicular lines from point A and B on the maxilla and mandible, respectively, onto the occlusal plane, which is drawn through the region of maximum cuspal interdigitation.
AFH	Perpendicular linear distance between PP and Me, measured in Me-PP line.
PFH	Linear distance between Articular and the mandibular plane (Go-Me), tangent to the mandibular ramus.
FHI	Ratio of PFH and AFH, multiplied by 100 ($FHI=PFH/AFH \times 100$)
MMA	The angle formed between the PP and MP
Mandibular body length	Go-Gn: Distance between gonion and gnathion in the sagittal plane in millimeters
Nasolabial angle	Angle between the line tangent to the nasal base and the line tangent to the upper lip
U1-PP	Angle between the longitudinal axis of upper 1 (U1) and PP in sagittal plane
L1-MP	Angle between the longitudinal axis of lower 1 (L1) and MP in the sagittal plane
S-line to lips	upper lip prominence such that if the upper lip is tangent to this line, it is considered normal, if it is posterior to this line, it is considered flat and if it is anterior to this line, it is considered prominent.
Frontal view	
maxillary width	JR-JL
Nasal width	Calculated based on the width of the widest part of the nasal cavity according to Ricketts analysis

ANS=anterior nasal spine, AFH=anterior facial height, PFH=posterior facial height, FHI=facial height index, U1-PP=upper 1 to PP, L1-MP=lower 1 to MP, Me=menton, PP=palatal plane, MP=mandibular plane, JR=right jugal processes, JL=left jugal processes Ar = Articular

Table 3: Cephalometric indices for assessment of sagittal pattern

Sagittal pattern	ANB	Wits
Class I	1-4°	0-1 mm
Class II	>4°	>0
Class III	<1°	<-1

Table 4: Cephalometric indices for assessment of vertical pattern

Vertical pattern	MMA	FHI
Low angle	<23°	<65%
Normal angle	27±4°	65-75%
High angle	>31°	>75%

MMA=maxillary-mandibular plane angle, FHI=facial height index

groups constriction (JR-JL/Gor-Gol × 100 <61%), normal (JR-JL/Gor-Gol × 100 = 66% ± 5%), and others (JR-JL/Gor-Gol × 100 >71%).

The radiographs were analyzed and the relationship of airway dimensions with the classifications in each dimension was evaluated irrespective of the other two dimensions.

Airway indices assessed in this study were minimum and maximum cross-sectional area (CSA) of the airways in oropharynx, airway width (laterally), airway depth (anteroposteriorly), and oropharyngeal airway volume, which were measured at different points along the oropharyngeal airway. The maximum and minimum airway CSA, minimum width, minimum depth, minimum volume and location of maximum and minimum CSA, minimum depth, and minimum width relative to the second and third cervical vertebrae were all determined at the oropharynx separately on each section. The oropharynx boundaries to detect these airway measurements were the line extending from PNS – tip of the odontoid process in superior and the line extending from the posterior-superior border of C4 – the base of the epiglottis symphysis of the mandible in inferior.^[13] The airway shape at the oropharynx was also determined according to the afore-mentioned measurements (airway width and depth) along the C3 such that if width > depth, the airway shape was determined to be wide; if width < depth, it was determined to be long; and if width = depth, it was determined to be square shaped.^[5] Airway measurements were then compared in groups with different skeletal sagittal, vertical, and transverse patterns. Also, the correlation of indices with airway measurements was analyzed and reported.

Reliability test: The values obtained by analysis of 20 CBCT scans by two examiners (a trained dental student and an oral and maxillofacial radiologist) were evaluated and compared to calculate intraclass

correlation coefficient (ICC) and assess inter-examiner reliability. To assess intra-examiner reliability, each examiner analyzed the 20 CBCT scans again after 2 weeks and the results were compared with those of first-time assessment and inter-class correlation coefficient was calculated. The collected data were analyzed using SPSS version 18 (SPSS Inc., IL, USA). Normal distribution of data was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test. ANOVA was used for multiple comparisons, and independent samples *t*-test was used for pairwise comparisons. Monte Carlo Chi-square test was applied to assess the correlation between qualitative variables, whereas Pearson's correlation coefficient was applied to assess the correlation between quantitative variables. Level of significance was set at 0.05.

Results

Of a total of 525 CBCT scans of females, 105 were eligible and remained in the study. The male patients were not evaluated because records of male patients were not many in the archives.

For analysis of the results, we classified records using two different classifications. First, airway dimensions in different skeletal patterns were compared separately, irrespective of other patterns [Table 5].

To assess inter- and intra-examiner reliability for Go-Go, J-J, and MMA measurements, inter-class correlation coefficient and the ICC were calculated. The lowest inter-class correlation coefficient was 0.989, which indicated very high agreement between the two examiners. The lowest ICC was 0.969, which was optimal.

A significant correlation existed between maximum CSA and minimum width of the upper airways ($P < 0.001$, $r = 0.47$). A significant correlation also existed between minimum CSA and minimum depth ($P < 0.001$, $r = 0.511$). Minimum CSA was significantly correlated with minimum width of the upper airways as well ($P < 0.001$, $r = 0.583$).

The shape of the upper airways was wide in 93.3% and square in 6.7% of patients. No patient had long airways.

According to the independent samples *t*-test, minimum width of the upper airway was significantly different among airways with different shapes ($P = 0.002$).

In general, patients with different skeletal patterns were not significantly different in terms of airway volume.

Our results regarding the location of maximum CSA, minimum CSA, minimum depth, and minimum width showed that in the majority of records, maximum CSA

Table 5: Overall comparison of oropharyngeal dimensions among patients with different skeletal sagittal, vertical and transverse patterns

	Maximum CSA*			Minimum CSA		Minimum width		minimum depth		volume	
	Count	Mean	SD [†]	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Sagittal											
Class I	53	343.3893	103.6519	113.9736	65.4450	17.1515	5.1402	4.0926	1.8299	3727.16	1391.73
Class II	26	322.7843	88.6589	113.9610	45.7472	18.5892	4.8701	3.8092	2.0112	4029.39	1670.64
Class III	26	351.8415	84.2045	115.8315	49.5083	17.6846	4.0856	4.1215	2.0568	3970.58	1549.66
<i>P</i>		0.522		0.990		0.464		0.798		0.644	
Vertical											
Normal angle	53	338.8909	95.1571	110.8454	51.9993	17.6936	5.1711	4.2108	1.9736	3626.35	1504.05
Low angle	44	352.4683	90.1466	118.7293	61.9823	17.7130	4.6516	3.8070	1.8231	4133.68	1466.33
High angle	8	283.7603	114.5834	114.5389	64.4617	16.8775	3.6725	4.0538	2.1811	3932.52	1521.78
<i>P</i>		0.171		0.797		0.899		0.591		0.250	
Frontal											
Normal	79	335.7810	87.1684	112.2955	52.1351	17.5099	4.5493	4.0985	1.9910	3907.09	1510.86
Constriction	18	358.7236	126.9296	112.7841	65.0200	18.7144	6.3561	3.8639	1.5545	3679.34	1565.59
Wide	8	344.5225	99.9744	139.2186	82.0978	16.5013	3.5202	3.7225	2.0977	3831.30	1311.71
<i>P</i>		0.653		0.443		0.502		0.805		0.845	

*CSA=cross-sectional area. †SD=Standard deviation

in all three skeletal patterns of sagittal, vertical, and transverse was at the level of the upper third of the second cervical vertebra, followed by lower third of the third cervical vertebra. However, these differences were not significant ($P > 0.05$). Minimum CSA, minimum width, and minimum depth in all three skeletal groups were recorded at the middle third of the second cervical vertebra, followed by lower third of the second cervical vertebra. These differences were not significant ($P > 0.05$) except for the minimum depth that was significantly different in different sagittal patterns ($P = 0.025$).

Discussion

The upper airways are a complex structure of bone, cartilage, and soft tissue. The effect of mode of breathing on facial growth has always been an interesting topic for orthodontists, and the correlation of the two has been previously confirmed.^[10-25] This study assessed upper airway characteristics, including minimum and maximum CSA, airway width (laterally), and airway depth (anteroposteriorly), in patients with different skeletal sagittal, vertical, and transverse patterns using CBCT.

CBCT is a reliable imaging modality for detection of maxillofacial problems. It enables accurate volumetric analyses and clearly visualizes the airways.^[26] CBCT allows better calculation of CSA of the airways compared to 2D radiography. Ghoneima and Kula^[26] showed that 3D measurements of the volume and minimum width of the airways by CBCT were more accurate and more reliable compared to other modalities. Computerized calculations of the airway CSA, width, and depth are highly accurate and decrease bias.^[5] More comprehensive 3D visualization by CBCT allows more

accurate assessment of the airways on CBCT scans compared to lateral cephalograms.^[19] Tourné^[27] stated that nasopharyngeal structure has the least effect on anteroposterior facial dimensions in apparently healthy individuals; thus, we only evaluated the oropharyngeal airway in this study.

Previous studies showed that different head posture, patient position (supine or upright), and respiratory phase changed the upper airway dimensions.^[10,23,28-30] In our study, CBCT scans were obtained in upright position and natural head position but respiratory phase was not evaluated.

In the current study, we evaluated all sections and manually sectioned the airways to determine the airway dimensions. Although the manual technique requires more time and may have some errors, it has higher reproducibility than the automated technique. Di Carlo *et al.*^[10] and El and Palomo^[28] also confirmed higher reliability and accuracy of the manual technique. The inter-class correlation coefficient was very high in our study. Furthermore, the current study was performed on female young adults between 18 and 35 years because the possibility of changes in airway dimensions and volume is minimal in this age range.^[31] Many studies have evaluated the correlation of pharyngeal dimensions with craniofacial morphology.^[1,3,5,7,8,11,15,23,28,32,33]

In our study, the mean of minimum airway width in normal-angle patients with normal transverse pattern was higher in class II and lower in class III malocclusion patients compared to class I patients. The results of Kim *et al.*,^[6] regarding airway CSA, were in line with our findings because they found no significant correlation between airway CSA and the skeletal sagittal pattern.

Alves *et al.*^[7] compared minimum CSA of the oropharyngeal airway in patients with different sagittal patterns and reported results different from ours such that the minimum CSA in class II patients was significantly smaller than that in class I patients. Difference in the results of the two studies may be explained by different method of airway assessment and different age range of patients because patients were aged between 8 and 10 years in their study. Zhong *et al.*^[33] evaluated lateral cephalograms of normodivergent patients and demonstrated that class II patients had the greatest and class III patients had the smallest airway dimensions. Their findings were close to ours, although they found significant differences between groups, whereas the differences in our study did not reach statistical significance. This may be because of their much larger sample size. Similar to our study, Kula *et al.*^[13] found no significant difference among different skeletal groups in terms of the narrowest part of the airway, airway volume, and size. Hong *et al.*^[3] discussed that CSA at the epiglottis of class III patients was significantly larger than that in class I patients.

Iwasaki *et al.*^[5] also showed that CSA of class III patients was significantly larger than that of class I patients. According to their study, airway CSA had a moderate correlation with the Wits appraisal, whereas no such correlation was found in our study. The results of the two afore-mentioned studies were different from ours.

Indriksone and Jakobson^[19] concluded that craniofacial morphology has a weak effect on oropharyngeal airway dimensions. A systematic review by Indriksone and Jakobson^[18] on the upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns reported that 75% of the reviewed studies found no significant difference in nasopharyngeal airway dimensions among patients with different sagittal patterns. Also, 50% of the reviewed articles found no significant association between the oropharyngeal airway volume or linear dimensions of the airways and different sagittal patterns.

With regard to airway characteristics in transverse pattern groups, the maximum CSA was significantly smaller in normal transverse group compared to maxillary constriction group, which was opposite to our expectations, which may be because of the fact that we evaluated oropharynx and not nasopharynx. Also, minimum CSA had a significant correlation with maxillary width (J-J). No previous study is available on the correlation of transverse pattern with airway characteristics to compare our results with.

The size and shape of the airways are affected by the growth and development of craniofacial structures.^[34] The size and shape of the airways were also evaluated

in our study and compared in different skeletal patterns. The results showed that wide shape of the airways had the highest frequency in all three skeletal patterns (sagittal, vertical, and transverse), and the long shape was not found in any case. In the study by Iwasaki *et al.*,^[5] the square shape had the highest frequency in class I group, whereas wide shape of the airways was the most frequent in class III group. These differences in the results of the two studies may be because of racial differences.

In line with our findings, Kula *et al.*^[13] stated that the location of the narrowest part of the airways was not significantly different among patients with different skeletal classes. They showed that the location of the most constricted area was different but it was mainly in the superior part of the oropharynx and had a much lower prevalence in nasopharynx. A 3D study reported that the narrowest part of the airways was posterior in the dorsal surface of the tongue.^[35] Their findings were relatively similar to ours.

Evaluation of the correlation of airway characteristics with the measured indices revealed no significant correlation except for the minimum CSA of the upper airways with minimum depth and minimum width, maximum CSA and minimum width of the upper airways, and minimum CSA and maxillary width. Iwasaki *et al.*^[5] showed a stronger correlation between airway CSA and airway width rather than depth and indicated that airway width was a more important predictor of the airway CSA than airway depth. No such a correlation was found in our study. Alves *et al.*^[8] found that nasal width in class III patients was significantly greater than that in class II patients. However, our study did not find a significant sagittal correlation between nasal width and airway dimensions.

Our study did not find a significant difference in volume of the airways among patients with different skeletal patterns. The results of studies on the correlation of airway volume and skeletal pattern have been controversial.^[3,5,6,8-11,13,17,19,23,34,36] Some studies reported that the upper airway volume was the same in different sagittal and vertical patterns.^[5,6,10,11,13,17,23,34] However, Celikoglu *et al.*^[9] indicated that the oropharyngeal volume was the largest in low-angle patients, whereas Grauer *et al.*^[11] reported airway volume is minimum in short face patients. With regard to sagittal pattern, some authors reported that the pharyngeal volume in class III patients was larger than that in class II patients,^[3-19] whereas in the study by Alves *et al.*,^[8] airway volume in class II patients was larger than that in class III patients. Kim *et al.*^[6] reported that airway volume in class I patients was significantly larger than that in class III patients. Grauer *et al.*^[11] found airway volume was maximum in

class I and minimum in class II cases with no significant difference.

Nejaim *et al.*^[35] found a significant correlation between pharyngeal airway volume and hyoid bone and mandibular dimensions such that the smallest pharyngeal width was noted in class II mesofacial and dolichofacial patients. However, they explained that these differences between studies were probably because of different methodologies, sample size, races, assessment modalities, and software programs.

Ogawa *et al.*^[16] compared airway volume and minimum CSA of the oropharyngeal airway in OSA and non-OSA patients. Airway volume was the same in both groups but minimum CSA was significantly different. Thus, it seems that difference in oropharyngeal airway dimensions relative to its volume is more prominent in OSA patients than healthy subjects. Airway resistance depends on the size and morphology of the airways. A stenotic area in an airway with large volume would cause resistance.^[3] Thus, it seems that airway volume does not have a significant correlation with inhaled air volume, and it appears that the narrowest cross-section of the airway is more important than the airway volume. Airflow is also correlated with nasal airway resistance.^[35] Evidence shows that the nasal airway cross-section is an important factor determining the amount of inhaled air.^[27,35] Thus, it is a possibility that the volume and cross-sectional area of the oropharyngeal airway do not determine the amount of inhaled air or the respiratory pattern and explain lack of correlation with jaw relations and controversial results of studies in this respect.

Another theory explaining the absence of a significant correlation between pharyngeal airway and different skeletal patterns is the head compensation by changing the head posture. Head posture, defined by the craniocervical angle, is an important factor in pharyngeal airway status and is correlated with sagittal skeletal pattern.^[1,23,37] Solow *et al.*^[37] stated that the craniofacial angle is smaller in patients with mandibular prognathism and larger in patients with mandibular retrognathism. They showed that postural changes of the head such as its extension caused backward and downward rotation of the mandible. Such postural changes also changed the muscular status and subsequently the airways. Oh *et al.*^[23] showed that the anteroposterior skeletal pattern is also correlated with head posture. However, it has been shown that by a change in anteroposterior skeletal pattern, pharyngeal structures experience a postural change but the airway dimensions eventually remain unchanged.^[1] According to the afore-mentioned studies, there is a possibility that by changing the head posture, some sort of muscular adaptation occurs and compensates

the different skeletal patterns. However, in cases where muscular adaptation does not occur, as in OSA patients, this compensation does not occur and, therefore, head posture affects the position of the jaw and upper airway dimensions. In the current study, the head posture was not evaluated, which is a limitation of this study and further studies are required to take into account the effect of head posture on the results.

Most previous studies that found a significant correlation between airway characteristics and skeletal patterns had a small sample size and did not take into account the effect of confounders, such as weight, size of the face, smoking status, neck circumference, respiratory status, and head posture.^[3,5,7,9,11,15,17,19,31-34,38] Thus, the significance of the correlations that were found to be weakly significant in such studies must be tested in clinical conditions. For this purpose, more accurate long-term investigations on a larger sample size with excellent control of the confounders are required. Last but not least, controversies in the results of previous studies may be because of racial differences of study populations. Racial differences can affect cephalometric and anthropometric indices^[39] and consequently the results. The studies discussed earlier had been conducted on north American,^[11,13] Japanese,^[5,33] Turkish,^[9] Chinese,^[17] Korean,^[3,6,23] Pakistani,^[15] and Brazilian^[7,8,35] populations, whereas our study was performed on an Iranian population, which may explain the controversy in the results.

Our study had some limitations. Because of small number of male patients, our analysis was only performed on females. Also, because of small sample size in high-angle group, the results of this group could not be analyzed. Small CBCT field of view (15 × 15 cm) was another limitation that resulted in elimination of some anatomical points and exclusion of cases. Not evaluating the respiratory phase, neck circumference, weight, and facial size was also a limitation of this study.

Considering the existing ambiguities regarding the correlation of upper airway characteristics and craniofacial morphology, future studies with a larger sample size are required to assess both pharyngeal and nasal airways simultaneously in different facial patterns using nasal flow measurement, 3D radiography, endoscopy, and magnetic resonance imaging.

Conclusion

Within the limitations of this study, the results showed no significant difference in airway dimensions among different skeletal sagittal patterns. Wide airway shape was the most common in all skeletal patterns and long shape was not found in any case.

Financial support and sponsorship

This study was derived from a thesis, submitted to Kermanshah University of Medical Sciences, School of Dentistry and was financially supported from the Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

Conflicts of interest

Amin Golshah, Tanaz Hosseini Jalilian, Nafiseh Nikkerdar declare that they have no conflict of interest.

References

- Ceylan I, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:69-75.
- Shelton RL Jr, Bosma JF. Maintenance of the pharyngeal airway. *J Appl Physiol* 1962;17:209-14.
- Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:e161-9.
- Hwang YI, Lee KH, Lee KJ, Kim SC, Cho HJ, Cheon SH, et al. Effect of airway and tongue in facial morphology of prepubertal Class I, II children. *Korean J Orthod* 2008;38:74-82.
- Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:318.e1-9.
- 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.
- Alves M Jr, Franzotti ES, Baratieri C, Nunes LK, Nojima LI, Ruelas AC. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:814-9.
- Alves PV, Zhao L, O'Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg* 2008;19:1497-507.
- Celikoglu M, Bayram M, Sekerci AE, Buyuk SK, Toy E. Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: A cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod* 2014;84:782-7.
- Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2015;18:1-11.
- Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:805-14.
- Haskell JA, Haskell BS, Spoon ME, Feng C. The relationship of vertical skeletofacial morphology to oropharyngeal airway shape using cone beam computed tomography: Possible implications for airway restriction. *Angle Orthod* 2014;84:548-54.
- Kula K, Jeong AE, Stacey H, Kendall D, Ghoneima A. Three dimensional evaluation of upper airway volume in children with different dental and skeletal malocclusions. *J Biomed Graph Comput* 2013;3:116.
- Bacon WH, Turlot JC, Krieger J, Stierle JL. Cephalometric evaluation of pharyngeal obstructive factors in patients with sleep apneas syndrome. *Angle Orthod* 1990;60:115-22.
- Memon S, Fida M, Shaikh A. Comparison of different craniofacial patterns with pharyngeal widths. *J Coll Physicians Surg Pak* 2012;22:302-6.
- Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:102-8.
- Wang T, Yang Z, Yang F, Zhang M, Zhao J, Chen J, et al. A three dimensional study of upper airway in adult skeletal Class II patients with different vertical growth patterns. *PLoS One* 2014;9:e95544.
- Indrikson I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: A systematic review. *Stomatologija* 2014;16:109-17.
- Indrikson I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod* 2015;85:874-80.
- Oz U, Orhan K, Rubenduz M. Two-dimensional lateral cephalometric evaluation of varying types of Class II subgroups on posterior airway space in postadolescent girls: A pilot study. *J Orofac Orthop* 2013;74:18-27.
- Halazonetis DJ. Morphometric evaluation of soft-tissue profile shape. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:481-9.
- De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:609-25.
- Oh KM, Hong JS, Kim YJ, Cevidanes LS, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *Angle Orthod* 2011;81:1075-82.
- Babbush CA, Zwemer TJ, Fehrenbach MJ, Emmons M, Nunez DW. *Mosby's dental dictionary* Mosby Inc; 2007.
- Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970;265:1-132.
- Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod* 2013;35:256-61.
- Tourné LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-39.
- El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: A reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S50.e1-9.
- Pae EK, Lowe AA, Sasaki K, Price C, Tsuchiya M, Fleetham JA. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:52-9.
- Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod* 1984;86:214-23.
- Johnston CD, Richardson A. Cephalometric changes in adult pharyngeal morphology. *Eur J Orthod* 1999;21:357-62.
- Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:228-31.
- Zhong Z, Tang Z, Gao X, Zeng XL. A comparison study of upper airway among different skeletal craniofacial patterns in nonsnoring Chinese children. *Angle Orthod* 2010;80:267-74.
- Dalmau E, Zamora N, Tarazona B, Gandia JL, Paredes V. A comparative study of the pharyngeal airway space, measured with cone beam computed tomography, between patients with different craniofacial morphologies. *J Craniofac Surg* 2015;43:1438-46.
- Nejaim Y, Aps JKM, Groppo FC, Haiter Neto F. Evaluation of pharyngeal space and its correlation with mandible and hyoid bone in patients with different skeletal classes and facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153:825-33.

36. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:768-76.
37. Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: A factor in the development and function of the dentofacial structures. *Eur J Orthod* 2002;24:447-56.
38. Kikuchi Y. Three-dimensional relationship between pharyngeal airway and maxillo-facial morphology. *Bull Tokyo Dent Coll* 2008;49:65-75.
39. Farkas LG, Katic MJ, Forrest CR, Alt KW, Bagic I, Baltadjiev G, *et al.* International anthropometric study of facial morphology in various ethnic groups/races. *J Craniofac Surg* 2005;16:615-46.