



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Métodos de evaluación de las vías aéreas superiores en  
Ortodoncia.  
Tomografía Cone Beam, Resonancia Magnética y  
Ultrasonido.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL PARA  
ESPECIALISTAS EN ORTODONCIA CON ESTRATEGIAS  
DIGITALES Y TRATAMIENTOS EN 3D.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN ORTODONCIA**

P R E S E N T A:

ROSA ILIANA SÁNCHEZ VIAZCÁN

TUTOR: C.D.E.O. JOSE GUILLERMO OROPEZA SOSA

ASESOR: C.D.E.O. ANTONIO FERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESOR: C.D.E.O. JAIR ESCAMILLA VALENCIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Contenido.

	Pág.
Resumen .....	2
Abstract .....	2
Palabras clave .....	2
Introducción .....	2
Generalidades del sistema respiratorio.....	3
Anatomía y fisiología de las vías aéreas respiratorias .....	3
Maduración de las vías aéreas .....	4
Métodos de evaluación clínicos de vías aéreas superiores .....	4
Evaluación de VAS utilizando la radiografía lateral de cráneo.....	6
Evaluación de VAS utilizando tomografía cone beam.....	7
Evaluación de VAS utilizando resonancia magnética .....	12
Evaluación de VAS utilizando ultrasonido.....	15
Discusión.....	18
Conclusión.....	18
Referencias.....	19

## **Resumen.**

El diagnóstico en la especialidad de Ortodoncia es la base fundamental sobre la cual se debe desarrollar un tratamiento que sea pertinente, predecible, eficaz e individualizado para el paciente; las condiciones de permeabilidad de las vías aéreas superiores forman parte sustancial de las características a analizar en busca del origen de las maloclusiones que presentan los individuos. En la actualidad existen distintos métodos de evaluación de las vías aéreas superiores los cuales pueden ser utilizados clínicamente, radiográficamente o por medio de la evaluación de imágenes 3D como las tomografías cone beam, resonancias magnética y ultrasonido. El presente trabajo escrito se trata de una revisión de la literatura disponible sobre cómo se aplican estos 3 distintos tipos de tecnologías para poder comprender y evaluar las vías aéreas superiores en los individuos que desean someterse a tratamientos de Ortodoncia.

## **Abstract.**

The diagnosis in Orthodontics is the fundamental basis on which a treatment that is relevant, predictable, effective and individualized for the patient must be developed; The permeability conditions of the upper airways form a substantial part of the characteristics to be analyzed in search of the origin of the malocclusions that individuals present. Currently, there are different methods for evaluating the upper airways which can be used clinically, radiographically or through the evaluation of 3D images such as cone beam tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound. This written work is a review of the available literature on how these 3 different types of technologies are applied to understand and evaluate the upper airways in individuals who wish to undergo Orthodontic treatments.

## **Palabras clave.**

Vías aéreas, respiración, evaluación, Ortodoncia, resonancia magnética, tomografía cone beam, ultrasonido.

## **Introducción.**

La evaluación de las vías aéreas superiores en ortodoncia ha ganado una creciente atención en los últimos años debido a su relevancia en la comprensión y tratamiento de diversas afecciones respiratorias y de desarrollo facial. A medida que la investigación ha profundizado en la interrelación entre la posición de las estructuras nasofaríngeas y el desarrollo craneofacial, se ha vuelto evidente que una evaluación exhaustiva de las vías aéreas superiores es crucial para un enfoque integral y preciso en la planificación de tratamientos ortodóncicos. Esta conciencia ha impulsado a los profesionales de ortodoncia a incorporar el análisis de las vías aéreas superiores como un elemento fundamental en la evaluación diagnóstica de los pacientes.

## **Antecedentes.**

### **Generalidades del sistema respiratorio.**

La respiración, es definida como una función que constituye la absorción del medio ambiente del oxígeno diatómico para llevar a cabo la respiración celular y que además expulsa del interior de la misma los gases residuales que se producen. Esta función se realiza involuntariamente y es una de las características comunes más importantes de los seres vivos.

Desde el aspecto fisiológico la respiración comprende tres funciones distintas relacionadas entre sí: 1) ventilación (entrada y salida de aire a los pulmones) 2) intercambio de gases (el cual se lleva a cabo entre el O<sub>2</sub> alveolar y el CO<sub>2</sub> de la sangre de los pulmones y entre la sangre y los tejidos) 3) utilización de oxígeno por parte de las mitocondrias que liberan energía en forma de ATP durante la respiración celular.<sup>1</sup>

Una persona adulta en reposo respira en promedio 19 veces por minuto y en cada respiración se inhala un volumen de alrededor de 500ml. de aire.

El ingreso adecuado de aire a la cavidad nasal estimula el desarrollo de los tejidos nasales, la neumatización de los senos y la circulación paranasal, lo cual tiene una influencia positiva sobre el crecimiento de las estructuras esqueléticas circundantes. La respiración es una función compleja que requiere la participación de diferentes órganos, aparatos y sistemas. Las propias del aparato respiratorio, el sistema nervioso, el sistema cardiovascular y el hematopoyético.

El aparato respiratorio está integrado por las vías aéreas altas y vías aéreas bajas, el tórax y sus músculos, el tejido alveolar, vasos sanguíneos y la pleura.<sup>2</sup>

### **Anatomía y fisiología de las vías respiratorias.**

Fisiológicamente podemos clasificar a las estructuras del sistema respiratorio en dos zonas de relevancia: Zona de conducción y zona respiratoria.

La zona de conducción incluye a la cavidad bucal, Nariz, Faringe, Laringe, Tráquea, Bronquios principales y terminales, todas estas estructuras además participan humidificando el aire, filtrándolo de partículas y regulando su temperatura.

La Nariz es un órgano que se localiza en el tercio medio de la cara, conservando como límite anterior a las narinas y como límite posterior a la nasofaringe.

El aire fluye procedente de las cavidades nasal y bucal de forma complementaria, continuando a la Faringe, que es una estructura situada posterior al paladar, esta se comunica a la laringe dividiendo en su constitución a ambas la epiglotis.

No obstante, para que el aire pueda acceder y salir de la tráquea y los pulmones debe continuar por una especie de válvula de apertura conocida como glotis ubicada entre los pliegues vocales. Y finalmente el aire pasa de la tráquea hacia los bronquios principales, luego a los bronquiolos terminales y a los alveolos pulmonares.

La zona respiratoria es el área donde se realiza el intercambio de gases e incluye algunas porciones de los bronquiolos terminales y todos los bronquiolos respiratorios.<sup>3</sup>



Figura 1. Winslow T., Faringe. National Cancer Institute USA gov, 2012. Recuperado de <http://www.cancer.gov/espanol>

## **Maduración de las vías aéreas.**

La faringe presenta un patrón de crecimiento similar al resto del cuerpo, el espacio nasofaríngeo y orofaríngeo aumenta gracias al crecimiento facial y al descender el paladar se determina la ampliación de las vías aéreas desde los 4 a los 16 años de edad. La profundidad de la nasofaringe aumenta en un 9% durante el desarrollo.<sup>4</sup>

Por el contrario, el tejido adenoideo presenta su mayor desarrollo alrededor de los 4 a 5 años e involuciona progresivamente hasta los 10 a 11 años cuando ocurre un ligero aumento, retornando a su disminución definitiva al poco tiempo.

## **Métodos de evaluación clínicos de vías aéreas superiores.**

La observación de los pacientes que son candidatos potenciales a tratamientos de Ortodoncia debe ser observados desde el momento que se presentan a consulta; aspectos importantes como la marcha, postura, dicción, etc. nos pueden indicar algunos puntos de referencia que nos indican la probabilidad de que exista un trastorno respiratorio.

Al realizar la anamnesis siempre debemos incluir un interrogatorio que incorpore un apartado sobre la calidad del sueño como el PSQ pediátrico o el índice de calidad del sueño de Pittsburgh.

CUESTIONARIO DE SUEÑO PEDIÁTRICO - PSQ

Instrucciones

Nombre del niño:		Fecha de nacimiento:
Edad:	Cómo escolar:	Fecha de la encuesta:
Encuesta hecha por: Madre    Padre    Ambos		Observaciones:

Comportamiento nocturno y eventos al sueño	SI/NO/NO SABE		
	SI	NO	NO SABE
1. ¿Alguna vez ha llorado o llorado mucho?			
2. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche?			
3. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche?			
4. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche?			
5. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche?			
6. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche?			
En caso afirmativo, describa lo que ocurrió al final del cuestionario			
7. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
8. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
9. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
10. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
11. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
12. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
13. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			
14. ¿Alguna vez se ha despertado de la noche por la respiración de su hijo durante el sueño?			

Figura 2. PSQ abreviado. Cortes Mejía JM, Boquete Castro A, Arana Lechuga A. Odontología en Medicina del sueño, México: Amolca, 2022, pp 91.

Aunado a nuestra exploración física y análisis fotográfico es importante mencionar que existen escalas clínicas como la Evaluación funcional de las Narinas de Duran, la cual otorga un valor numérico según el nivel de colapso de las narinas ante un movimiento inspiratorio profundo.<sup>5</sup>

V 0	Narinas dilatadas tanto en reposo como en inspiración profunda.
V 1	Narinas estrechas en reposo, pero sin colapso funcional.
V 2	Colapso parcial unilateral funcional.
V 3	Colapso funcional total unilateral o parcial bilateral.
V 4	Colapso funcional parcial de una narina y total en la otra.
V 5	Colapso funcional total en ambas narinas.



Figura 3. Evaluación de las Narinas. Durán J, Multifunction System "MFS". Las 8 claves de la matriz funcional, Ortodoncia clínica. 2003: 6:10-13.

La escala de Mallampati agrega un valor observacional según la posibilidad de visualizar ciertas estructuras anatómicas intrabucalmente.<sup>6</sup>

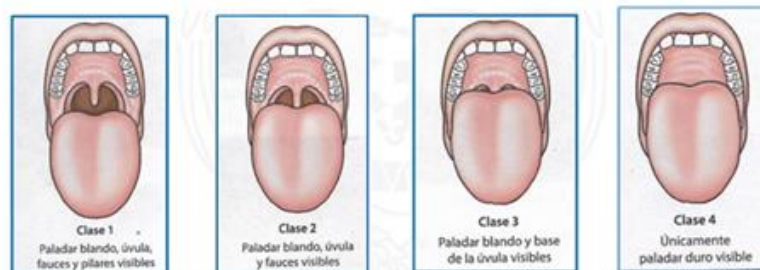


Figura 4. Escala de Mallampati. Rojas E, Corvalán R, Messen E, Sandoval P, Evaluación de la vía aérea superior en Ortodoncia. Revisión Narrativa, Odontostomatología, 2017; 19: 40-51.

## Evaluación de vías aéreas superiores utilizando la radiografía lateral de cráneo.

Con la radiografía lateral de cráneo es posible obtener información estática y bidimensional sobre las condiciones de las vías aéreas superiores como el paladar blando hipertrófico y posicionamiento inferior del hioides, retroposición mandibular y ángulo de la deflexión craneana pequeño. Nos permite obtener las dimensiones en longitud sagital de las regiones nasopalatina y retropalatina; sin embargo, es poco confiable en la evaluación de las características de la zona retrolingual. McNamara en 1984 considera el análisis de vías aéreas desde el espacio faríngeo medido linealmente.<sup>7</sup>

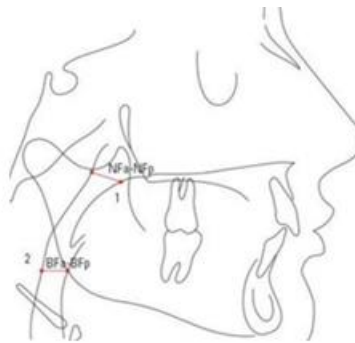


Figura 5. Análisis cefalométrico para vías aéreas de McNamara. McNamara JA, A method of cephalometric evaluation. American Journal of Orthodontics. 1984;86(6): 449-69.

El cefalograma de Lyberg, se basa en la evaluación de la zona posterior del espacio aéreo y se correlaciona con la Tomografía Computarizada (CT Scan), alcanzando una precisión del 92%, se considera que la posición inferior del hueso hioides está relacionada directamente con alteraciones respiratorias.<sup>8</sup>

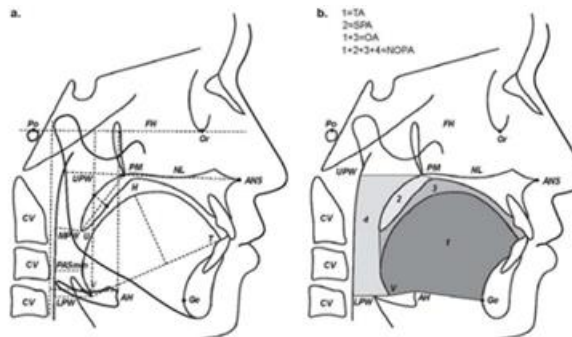


Figura 6. Cefalograma de Lyberg. Tangugsom V, Skatvedt O, Krogstad O, Lyberg T. Obstructive sleep apnoea: a cephalometric study. Part II. Uvulo-Glosopharyngeal morphology. European journal of Orthodontics. 1995; 17 (1): 57-67.



## **Evaluación de vías aéreas superiores utilizando Tomografía computarizada Cone Beam.**

La Tomografía Computarizada Cone Beam utiliza reconstrucciones en una gran cantidad de planos y con volumen (3D), ha demostrado ser un estudio no invasivo de gran utilidad para el estudio de la vía aérea. Los datos en el plano axial se emplean para poder interpretar o en la creación de imágenes sagitales, coronales y oblicuas, así como imágenes 3D y secciones de un volumen o área, con la opción de visualizar el lumen de diversas estructuras como si se tratase de una endoscopia virtual.

Desde 1990, CBCT ha sido bien recibida para complementar el diagnóstico de las disciplinas maxilofaciales, ya que nos brinda una representación tridimensional a un bajo costo y con una dosis de radiación menor al compararse con la tomografía computacional.

La CBCT nos ofrece ventajas como las que a continuación se describen:

- Permite mayor precisión de los límites de las vías aéreas.
- Ofrece imágenes 3D.
- Posibilidad de visualizar el lumen en forma de una endoscopia virtual.
- El análisis de diferentes densidades conjuntamente facilita la observación de estrechamientos o compresiones.
- Evita la superposición de diferentes estructuras.
- Menor cantidad de radiación y bajo costo comparada con una tomografía tradicional.<sup>6</sup>

Para que sea posible visualizar y reconstruir volumétricamente las vías aéreas superiores es importante que los programas de visores tomográficos cuenten con la posibilidad de ubicar correctamente los límites de las estructuras respiratorias o puntos de referencia en tejidos hipodensos e hiperdensos, es decir que tenga un poder de segmentación muy refinado.

Existen diversos protocolos para utilizar distintos puntos de referencia que nos permitan delimitar las zonas que comprenden las estructuras de las VAS, Alsufyani et al. en el 2012, sugirió que el protocolo expuesto por El y Palomo en el 2010 es altamente recomendable para poder evaluar cotidianamente las VAS.<sup>9</sup>

En el protocolo propuesto la nasofaringe en sentido sagital, se delimita superiormente a partir del último corte antes de que el septo nasal se una con la

pared posterior de la faringe; mientras que el límite inferior se delimita con el plano palatal. La orofaringe limita hacia superior con la nasofaringe y hacia inferior con el paralelo al plano palatal que pasa por el punto más antero inferior de la segunda vértebra cervical. Rojas, Corvalan y Messen utilizan como margen inferior de la orofaringe a C2, porque de esa forma pueden utilizar ventanas más pequeñas y se puede reducir la dosis de radiación que reciben los pacientes.

En algunos estudios sobre la población mexicana se ha utilizado el siguiente protocolo de evaluación para VAS.<sup>10, 11</sup>

1. Localización y medición del área mínima.  
Área mínima (mm<sup>2</sup>) área del volumen de las vías aéreas superiores con valor mínimo.
2. Localización del Conducto nasopalatino.  
De la ENA a ENP y zona interproximal de los incisivos centrales superiores plano coronal.
3. Medición longitudinal de Faringe superior e inferior.  
En plano sagital: ENP y la epiglotis, para medir la distancia entre la pared posterior y anterior de la vía aérea en esa zona. (AP)
4. Medición transversal de la vía aérea (T) en corte axial.
5. Volumen de vías aéreas superiores (mm<sup>3</sup>).  
Corresponde de forma tridimensional a la ENP a la pared posterior de la faringe, de la ENP a la epiglotis y de la epiglotis a la pared posterior de la faringe.<sup>11</sup>

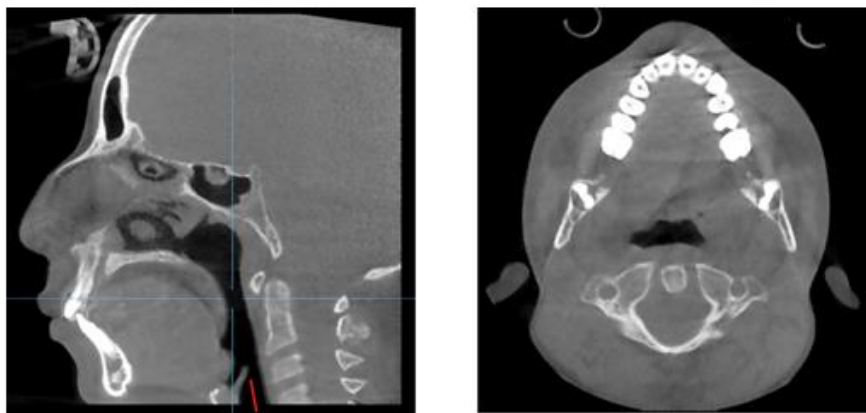


Figura 7. Corte sagital y axial de CBCT de paciente masculino de 12 años de edad donde se señala el área mínima de amplitud de la VAS.

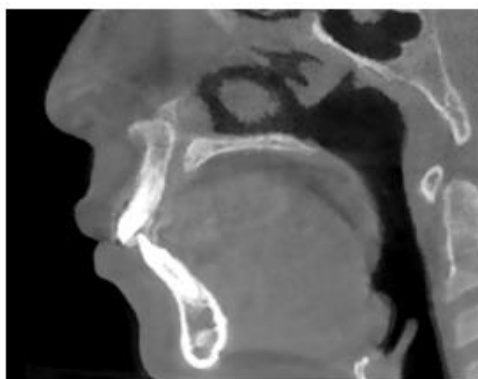


Figura 8. Corte sagital de CBCT de paciente masculino de 12 años de edad donde se señala ENA-ENP y conducto nasopalatino.

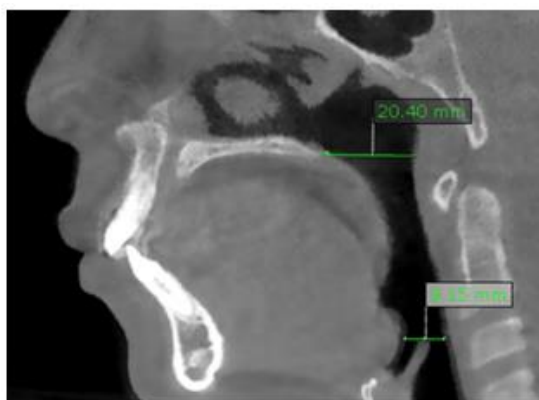


Figura 9. Corte sagital de CBCT de paciente masculino de 12 años de edad donde se mide la distancia que existe entre la pared anterior y posterior de la faringe a nivel de ENP y Epiglotis.

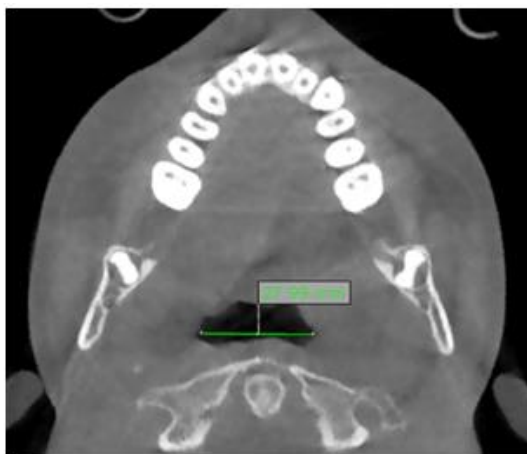


Figura 10. Corte axial de CBCT de paciente masculino de 12 años de edad donde se mide transversalmente la vía aérea.



Figura 11. CBCT de paciente masculino de 12 años donde se observa las vías aéreas en tercera dimensión.

En el estudio de Dolores A Gómez Fernández, Rafael Rivas Gutiérrez et. al. se evaluaron a pacientes con diferentes biotipos faciales para buscar una correlación entre el tamaño de área y volumen de las vías aéreas superiores y el biotipo facial, obteniendo como resultado que no existe una asociación clara entre el biotipo facial y el tamaño de área y cantidad volumétrica en los distintos biotipos faciales.<sup>12</sup>

<b>Braquicefálicos</b>					
	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Zona más estrecha</b>	231.21	34.30	265.51	142.2921	57.21695
<b>Área de la orofaringe</b>	425.43	253.95	679.38	409.4826	99.17002
<b>Área de la hipofaringe</b>	264.86	91.04	355.90	167.1088	47.39956
<b>Área total</b>		366.35	884.91	576.5914	129.32104
<b>Volumen de orofaringe</b>	15,014.30	3,604.20	18,618.50	9,003.3163	3,528.47148
<b>Volumen de hipofaringe</b>	5,236.90	1,261.90	6,498.80	4,257.0651	1,236.60730
<b>Volumen total</b>		4,866.10	24,234.70	13,260.3814	4,281.85865

Cuadro1. Áreas y volúmenes de acuerdo con el patrón facial. Gómez Fernández DA, Rivas Gutiérrez R, Sierra Rosales E, Díaz Peña R. Characterization of the pharyngeal airway in skeletal class II patients in relation to the skeletal facial pattern. Revista Mexicana de Ortodoncia, 2016 4: 225- 231.

**Mesocefálicos**

	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Zona más estrecha</b>	281.63	42.10	323.73	154.0128	80.07647
<b>Área de la orofaringe</b>	574.70	200.00	774.70	417.8172	139.84416
<b>Área de la hipofaringe</b>	138.40	97.40	235.80	163.1704	43.40984
<b>Área total</b>		311.10	970.29	580.9876	166.06566
<b>Volumen de orofaringe</b>	26,578.90	1,167.80	27,746.70	8,912.3040	5,267.81894
<b>Volumen de hipofaringe</b>	3,823.60	1,698.00	5,521.60	4,132.5240	967.14767
<b>Volumen total</b>		6,058.50	32,301.90	13,044.8280	5,625.67086

**Dolicocefálicos**

	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Zona más estrecha</b>	236.37	51.42	287.79	140.0147	65.21640
<b>Área de la orofaringe</b>	509.98	245.50	755.48	428.1379	103.46693
<b>Área de la hipofaringe</b>	224.18	73.71	297.89	150.0665	49.43251
<b>Área total</b>		357.76	853.20	578.2044	127.79496
<b>Volumen de orofaringe</b>	18,383.0	4,312.70	22,695.70	9,461.4093	3,834.82445
<b>Volumen de hipofaringe</b>	8,893.10	1,388.20	10,281.30	3,899.9128	1,824.97284
<b>Volumen total</b>		6,543.50	26,857.40	13,361.3221	4,967.35309

Cuadro1. Áreas y volúmenes de acuerdo con el patrón facial. Gómez Fernández DA, Rivas Gutiérrez R, Sierra Rosales E, Díaz Peña R. Characterization of the pharyngeal airway in skeletal class II patients in relation to the skeletal facial pattern. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 2016 4: 225- 231.

En otro estudio elaborado por Herrera Salguero en 2021 se encontraron diferencias significativas en la evaluación del área mínima transversal entre individuos sanos e individuos que padecían SAOS.<sup>13</sup>

VARIABLE	CONTROLES (n = 15)	SAOS (n = 15)	VALOR de P = 0.05
Área mínima de Corte Transverso	191.0 ± 85.37	161.0 ± 144.8	0.49

Cuadro 2. Comparación de áreas mínimas de corte transversal entre grupo sano y con SAOS. Herrera Salguero EO. Efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnóstico complementario de síndrome de apnea obstructiva del sueño. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Estomatología Cirugía Oral y Maxilofacial Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".2021.

Respecto a la longitud lateral entre las paredes de la faringe, se observó que existe una tendencia de una mayor longitud lateral en pacientes sin sintomatología en comparación con pacientes SAOS.

VARIABLE	CONTROLES (n = 15)	SAOS (n = 15)	VALOR de P = 0.05
Distancia Lateral	21.98 ± 8.86	16.41 ± 6.67	0.06

Cuadro 3. Comparación de distancia lateral de la faringe entre grupo sano y con SAOS. Herrera Salguero EO. Efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnóstico complementario de síndrome de apnea obstructiva del sueño. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Estomatología Cirugía Oral y Maxilofacial Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".2021.

Por último, se analizó el volumen, entre ambos grupos y se observó una tendencia significativa a que los controles mostraran un mayor volumen comparado con los pacientes SAOS.

VARIABLE	GRUPO SANOS (n = 15)	GRUPO ENFERMOS (n = 15)	VALOR de P = 0.05
Volumen	23.25 ± 7.18	17.92 ± 8.51	0.07

Cuadro 4. Comparación de Volumen entre grupos. Herrera Salguero EO. Efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnóstico complementario de síndrome de apnea obstructiva del sueño. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Estomatología Cirugía Oral y Maxilofacial Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".2021.

## Evaluación de vías aéreas superiores utilizando Resonancia Magnética.

La Resonancia Magnética (RM) es un logro científico que fue desarrollado a partir de la detección de un fenómeno conocido como inducción nuclear creado experimentalmente por Bloch en 1946.

La primera imagen obtenida por RM fue publicada en el año de 1980 por los científicos Nottingham y Aberdeen, en la actualidad es muy utilizada, debido a que se trata de un poderoso estudio imagenológico, pues nos permite observar

con detalle la anatomía y en su caso las alteraciones de los tejidos mediante imágenes en diversos planos, perspectivas y cortes.

Las imágenes de una RM se obtienen mediante los componentes atómicos del núcleo, protones y neutrones, y su actividad electromagnética. En la RM, el átomo que se utiliza es el del hidrogeno por su abundancia en los seres vivos y nuestro organismo. Los núcleos de cada átomo poseen movimientos rotatorios sobre su mismo eje al cual se le denomina spin, estos movimientos inducen a la formación de una fuerza electromagnética. Las moléculas de hidrógeno cotidianamente realizan un movimiento de rotación en varios ángulos, pero cuando se exponen a una carga magnética de manera externa artificialmente, ellos se tienden a alinear. La suma de todos los momentos magnéticos es conocida como Vector Neto de Magnetización (NMV). Cuando además un pulso de radiofrecuencia es aplicado (RF) el vector neto de magnetización se ve modificado a un ángulo, que resulta en 2 componentes de magnetización: magnetización longitudinal ( $M_z$ ) y magnetización transversa ( $M_{xy}$ ).<sup>14</sup>

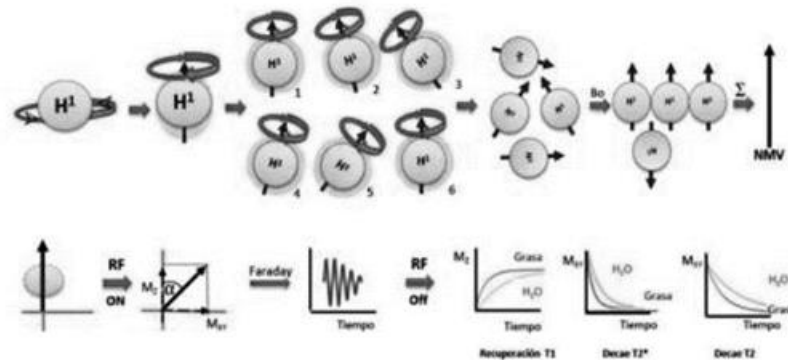


Figura 12. Física básica de la señal por resonancia magnética. Bitar R, Leung G, Perng R, et al. MR pulse sequences: What every radiologist wants to know but is afraid to ask. Radiographics. 2006; 26(2):513-37.

Una resonancia magnética produce por lo tanto 2 fases las cuales son T1 y T2.

La T1 se presenta cuando la magnetización longitudinal ocurre en el 63% del tejido a estudiar y las imágenes que se producen tienen que ver con el intercambio de energía que se realiza de los protones que conforman los tejidos a observar hacia el medio, según las características de contraste pueden ser hipointensos o hiperintensos. En el caso de los líquidos o tejidos con alto contenido acuoso los tiempos T1 serán prolongados y al observarse se determinarán como hipointensos.

Por otra parte, la T2 se manifiesta cuando la magnetización transversal ha disminuido hasta un 37% de la inicial y los protones poco a poco van perdiendo su alineación y se desfazan observándose en el caso de los componentes líquidos una hiperintensidad.

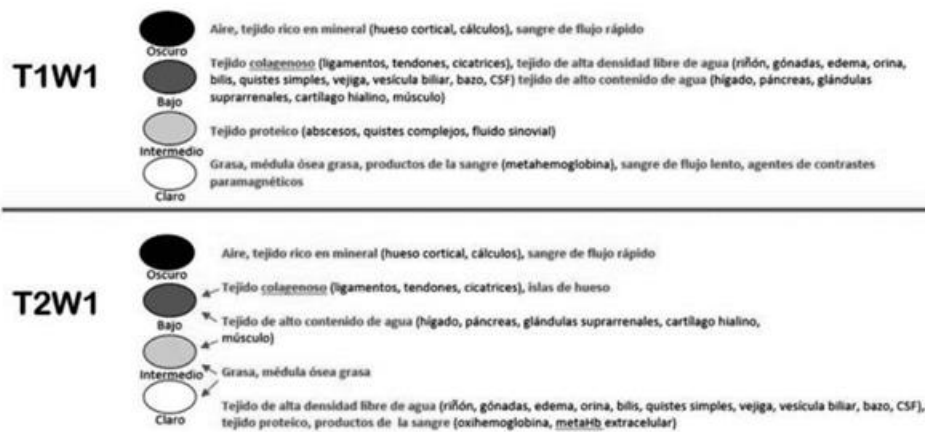


Figura 14. Diagrama que muestra las diferentes señales que emiten los diferentes fluidos del cuerpo. Bitar R, Leung G, Perng R, et al. MR pulse sequences: What every radiologist wants to know but is afraid to ask. Radiographics. 2006; 26(2):513-37.

En una resonancia magnética pueden observarse diferentes estructuras que componen las vías aéreas superiores y aunque no es el estudio de primera elección por su accesibilidad y costo, la calidad de imágenes en los componentes blandos de las VAS nos ofrece ventajas considerables para alcanzar una evaluación integral de los pacientes. Las imágenes de los componentes observables son: nasofaringe (A), zona retropalatina (B), zona retrolingual (C), hipofaringe (D), paladar blando (SP) y lengua (T) (figura 15).

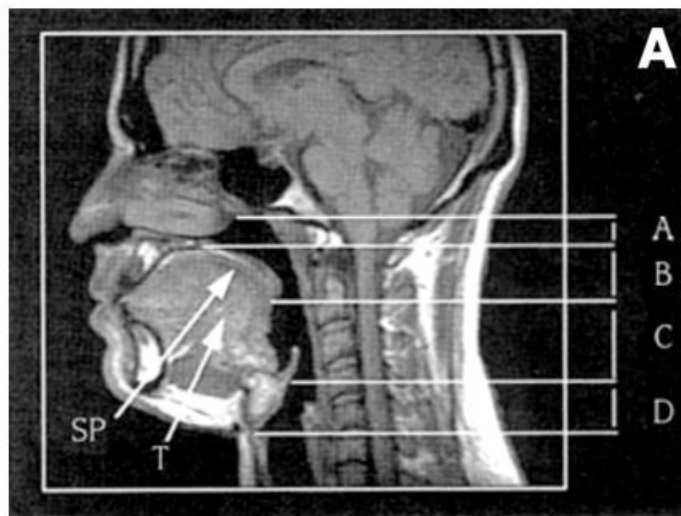


Figura 15. RM y esquema de zonas observables mediante este método. Bitar R, Leung G, Perng R, et al. MR pulse sequences: What every radiologist wants to know but is afraid to ask. Radiographics. 2006; 26(2):513-37.

Resonancia magnética con la técnica de Secuencias eco-planares.

La RM nos brinda la posibilidad de observar imágenes en movimiento, es decir cuando el paciente respira o deglute al utilizar la técnica por secuencias de imágenes eco-planares.



Se trata de una técnica ultrarrápida que produce secuencias imagenológicas en segundos, teniendo la gran ventaja de que el movimiento de la persona examinada no distorsiona las imágenes; empero es una técnica que se elige para evaluar la funcionalidad de los tejidos.

Una RM se elige cuando deseamos observar la permeabilidad de las VAS, los cambios estructurales, la tonicidad de los tejidos, la permeabilidad y el dinamismo en sus funciones.

Algunos de los hallazgos estructurales que se pueden presentar en los pacientes con trastornos de vías aéreas superiores son: hipertrofia amigdalina, tonicidad, posición y grosor de lengua, zona velofaríngea, posición, extensión y tonicidad de paladar blando lo que tiene la capacidad de disminuir el lumen de la vía aérea. Schwab RJ et al, han determinado que el agrandamiento del tejido de tipo linfoide en la zona puede ser una causa más común de obstrucción de las VAS.<sup>15</sup>

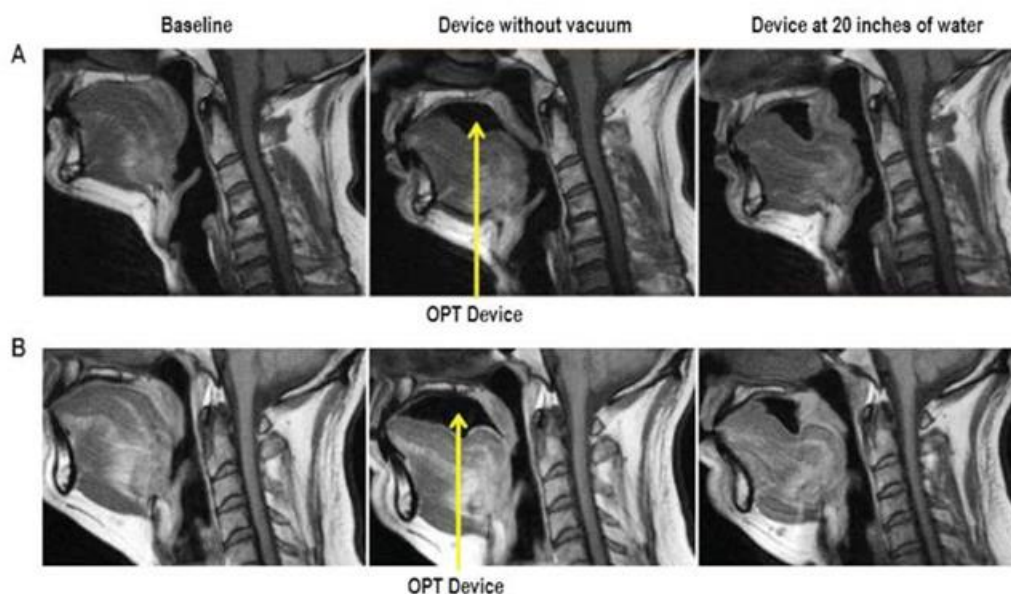


Figura 15. Individuos sometidos a resonancia magnética en 3 modalidades. Sin dispositivos de presión oral, con el dispositivo, pero sin presión y con dispositivo y presión, son observables los cambios biomecánicos que se presentan en las estructuras involucradas. Schwab RJ, Kim C, Siegel L, et al. Examining the mechanism of action of a new device using oral pressure therapy for the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2014;1(37):1237-47.

## Evaluación de vías aéreas superiores utilizando Ultrasonido.

Muchos de los métodos tradicionales de examen físico tienen limitaciones en la evaluación de las vías respiratorias. Utilizar el ultrasonido en el punto de atención surge como una herramienta prometedora para la evaluación de las vías respiratorias debido a su familiaridad, accesibilidad, seguridad y naturaleza no invasiva.

Puede ayudar a identificar la anatomía relevante de las VAS con mediciones objetivas y con imágenes dinámicas en tiempo real.

El ultrasonido es definido como una tecnología que utiliza una serie de ondas de movimiento, tradicionalmente longitudinales, generadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y transmitidas por un medio material (tejidos corporales) con una frecuencia que excede a la del sonido audible por el ser humano: 20,000 ciclos/segundo o 20 kilohertzios (20 KHz).

El ultrasonido se basa en el método del eco pulsado; lo que significa, pulsar eléctricamente un cristal y emitir un haz de ondas ultrasónicas. Las ondas mecánicas de alta frecuencia se producen en el transductor, el cual contiene a los cristales piezoeléctricos y éstos tienen la competencia de modificar la energía eléctrica en sonido y a la inversa, es así que el transductor (o sonda) actúa en dos sentidos: emitiendo y recibiendo las ondas ultrasonicas.<sup>16</sup>

Las imágenes que se obtienen por medio del ultrasonido en VAS nos permiten evaluar las siguientes estructuras anatómicas:

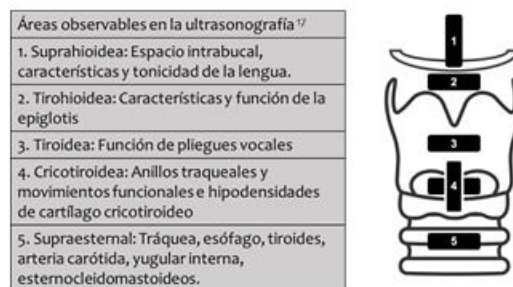


Figura 15. Clasificación de zonas anatómicas observables por medio de USG. Lucas Ramos P, Rodríguez González-Moro JM, Miguel-Diez J. La vía aérea superior durante el sueño : Fisiología y Fisiopatología. Recuperado de <https://neumomadrid.org>

Para identificar las estructuras de VAS por su sonoapariciencia es importante considerar que las ondas de ultrasonido se transmiten con mayor efectividad por especímenes en estado líquido o solido; por tanto, el análisis de la vía aérea sobre todo a nivel cervical es posible gracias a que el haz de ondas interactúa con los tejidos o las colecciones de aire y generan artefactos como colas de cometa, reverberación o sombras acústicas.<sup>18</sup> A continuación, se detallan la sonoapariciencias de las estructuras que conforman y circundan las VAS:

- Tejido adiposo : hipercoica (brillante).
- Tejido Muscular: se observa hipoecoico (gris oscuro) con algunos contrastes hiperecoicos del tejido conjuntivo que envuelve las fibras musculares como por ejemplo el perimio.
- Tejido Óseo Hueso: se muestra hipercoico con algunas sombras acústicas posteriores.
- Tejido Cartilaginoso: comúnmente hipoecoico.

- Colecciones Gaseosas o espacios aéreos (aire): se observan brillantes con algunos artefactos en forma de cola de cometa.
- Colecciones Líquidas: anecoico.

En la zona suprahiodea (mentón-hioides): se observan en los planos transversal y longitudinal a las siguientes estructuras:

- Piso de la boca y lengua: trasversalmente podemos identificar en el área submentoniana a la mandíbula y los músculos que conforma la lengua y el piso de la boca.
- Tejido amigdalino: en el área lateral del cuello y cercana al pabellón auricular; sagitalmente se logra apreciar la glándula submandibular, la arteria carótida externa y el tejido amigdalino.
- Hueso hioides: las características visibles se modifican con base a la edad, en pacientes jóvenes se aprecia hipoecoico y a medida que se inicia su calcificación producirá mayor grado de hiperecogenicidad con una sombra acústica posterior en forma de U.

En la zona infrahiodea se observan en los planos transversal y longitudinal.

- Glándula tiroides: altamente vascularizada.
- Cartílagos epiglotis, tiroides, cricoides, aritenoides y traqueales: se observan hipoecoicos con una línea hipercoica que denota a la interfase mucosa-gas que delimita a las vías aéreas en su nivel laríngeo y traqueal.
- Membranas cricotiroidea y tirohiodea, entre los correspondientes cartílagos, de apariencia hipoecoica.

La evaluación de la permeabilidad de las VAS incluye la medición de los diámetros subglótico, la zona más estrecha de la VAS, el diámetro del lumen en la zona Cricotiroidea, la distancia lineal que existe entre el mentón mandibular y el hueso hioides, además del grosor del tejido adiposo localizando los pliegues vocales y de manera transversal se mide la distancia de la piel hasta la tráquea. Estos valores se presentan con incrementos en los pacientes obesos.<sup>19</sup>

Empero, la evaluación de los órganos que conforman a la cavidad bucal no debe de omitir a la zona posterior de la lengua que como promedio va de los  $6.27 \pm 0.43$  cm, mediciones mayores de este valor pueden indicar una alteración en la permeabilidad de las VAS.<sup>20</sup>

## **Discusión.**

La tomografía, la resonancia magnética y el ultrasonido ofrecen evaluaciones muy detalladas de las vías aéreas superiores y sus estructuras adyacentes, lo que permite una comprensión más profunda de la anatomía y la función.

Estas técnicas de imagen proporcionan información crucial para un diagnóstico más preciso y un plan de tratamiento personalizado. Sin embargo, pueden presentarse errores durante la toma de las imágenes como realizarla con la postura incorrecta, no seguir las instrucciones de reposo y realizar movimiento como la deglución cuando no se solicita lo que se traduce en una disminución aparente del diámetro del lumen de las vías aéreas superiores en distintas zonas anatómicas.

El ortodoncista debe de solicitar los estudios complementarios tras evaluar clínicamente al paciente y haber realizado una anamnesis y con base a su conjunto determinar un diagnóstico presuntivo para poder seleccionar los recursos imagenológicos que debe solicitar ya que cada uno de los que se mencionan en este trabajo son específicos para evaluar de manera estática o dinámica estructuras que pueden tener un grado de menor o mayor densidad, por lo que es imperativo que el profesional de la salud pueda identificar las indicaciones para poder visualizar efectivamente las VAS.

## **Conclusiones.**

La combinación de métodos de evaluación, incluida la evaluación clínica, las escalas de clasificación, y las técnicas de imagen avanzadas, es esencial para comprender completamente las vías aéreas superiores en el contexto de la ortodoncia.

La integración de estos métodos puede ayudar a los ortodoncistas a realizar diagnósticos más precisos y a desarrollar planes de tratamiento más efectivos para mejorar la función respiratoria y promover el desarrollo craneofacial saludable.

## Referencias.

1. Fieramosca F, Lezama E, Manrique R et al. La función respiratoria y su repercusión a nivel del Sistema Estomatognático. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2007. Recuperado de [https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/art-5/consultado 10/10/2023](https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/art-5/consultado%2010/10/2023).
2. Ira S, Fisiología humana. Séptima edición. McGrawHill. España 2003.
3. Ganong W, Fisiología Médica. 17ª edición. Manual moderno. México 2000.
4. Linder-Aronson S, Woodside DG, Daigle DJ. A longitudinal study of the growth in length of the maxilla in boys between ages 6-20 years. Transactions European Orthodontics. 1995;17(1): 57-67.
5. Durán J. Multifunction System "MFS". Las 8 claves de la matriz funcional. Ortodoncia clínica. 2003; 6:10-13.
6. Sierra-Parrales KV, Miñaca-Rea DE. Comparación de las escalas de Mallampati y Cormark-Lehane para predecir intubación difícil en pacientes operados de emergencia bajo anestesia general. Cambios rev. Med. 2018; 17(1):30-35.
7. McNamara JA. A method of cephalometric evaluation. American Journal of Orthodontics. 1984;86(6): 449-69.
8. Tangugsorn V, Skatvedt O, Krogstad O, Lyberg T. Obstructive sleep apnoea: a cephalometric study. Part II. Uvulo-Glosopharyngeal morphology. European journal of Orthodontics. 1995; 17 (1): 57-67.
9. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentación of the upper airway using cone beam. R
10. Roque-Torres G, Meneses A, Boscola F et al. Tomografía computarizada cone beam en la Ortodoncia, ortopedia facial y funcional. Rev. Estomatol Herediana 2015 Vol 25. (1): 60-77.
11. Aguilar-Saucedo AE, Perez-Vega R, Gonzalez-García E, Jimenez-Gutierrez C. Evaluación de los efectos de la expansión sobre la vía aérea superior en pacientes con secuela de labio y paladar hendido no sindrómico atendidos en el servicio de ortodoncia del hospital general Dr. Manuel Gea Gonzalez. Recuperado de <https://www.odonto.unam.mx> consultado 10/10/2023.
12. Gómez Fernández DA, Rivas Gutiérrez R, Sierra Rosales E, Díaz Peña R. Characterization of the pharyngeal airway in skeletal class II patients in relation to the skeletal facial pattern. Revista Mexicana de Ortodoncia, Volume 4, Issue 4, October–December 2016, Pages e225-e231.

13. Herrera Salguero EO. Efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnóstico complementario de síndrome de apnea obstructiva del sueño. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Estomatología Cirugía Oral y Maxilofacial Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".2021. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/7667/Tesis.E.FE.2021.Efectividad.Oliver.pdf?sequence=3&isAllowed=y> consultado 08/09/2023.
14. Bitar R, Leung G, Perng R, et al. MR pulse sequences: What every radiologist wants to know but is afraid to ask. *Radiographics*. 2006; 26(2):513-37.
15. Schwab RJ, Kim C, Siegel L, et al. Examining the mechanism of action of a new device using oral pressure therapy for the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2014;1(37):1237-47.
16. Kossoff G: Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg* 2000; 24: 134-42.
17. Lucas Ramos P, Rodríguez González-Moro JM, Miguel-Diez J. La vía aérea superior durante el sueño : Fisiología y Fisiopatología. Recuperado de <https://neumomadrid.org> consultado 10/10/2023.
18. Lin J, Bellinger R, Shedd A, Wolfshohl J, Walker J, Healy J, Taylor J, Chao K, Yen YH, Tzeng C, et al. Point of care Ultrasound in airway evaluation and management: A comprehensive review. *Diagnostics* 2023, 13,1541.
19. Komatsu R, Singh M, Sengupta P, Chin KJ, Wadhwa A, Chan VWS, et al. Ultrasound quantification of anterior soft tissue thickness fails to predict difficult laryngoscopy in obese patients. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2007;35:32-37.
20. Carrillo-Esper R, Nava-López JA, Romero-Sierra G, et. al.Evaluación ultrasonográfica de la vía aérea superior. *Imágenes en anestesiología* Vol. 37. No. 2 abril-junio 2014 pp 123-130