



Efectividad de la evaluación tridimensional de la Vía Aérea como diagnóstico complementario de Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño por Néstor Oliver Herrera Salguero. [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.](#)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSI  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA  
ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL  
HOSPITAL CENTRAL "DR. IGNACIO MORONES PRIETO"

**TÉSIS PARA OBTENER EL TÍTULO EN CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL**

EFFECTIVIDAD DE LA EVALUACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA VÍA  
AÉREA COMO DIAGNOSTICO COMPLEMENTARIO DE SÍNDROME DE  
APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO.

DR. NÉSTOR OLIVER HERRERA SALGUERO

SAN LUIS POTOSI, SEPTIEMBRE 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA  
ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL  
HOSPITAL CENTRAL "DR. IGNACIO MORONES PRIETO"

**TÉSIS PARA OBTENER EL TÍTULO EN CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL**

EFFECTIVIDAD DE LA EVALUACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA VÍA  
AÉREA COMO DIAGNOSTICO COMPLEMENTARIO DE SÍNDROME DE  
APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO.

C.D NÉSTOR OLIVER HERRERA SALGUERO

**DIRECTORES DE TESIS:**

C.M.F RAYMUNDO RAMIREZ LUGO  
C.M.F OSCAR ARTURO BENITEZ

**ASESORA DE METODOLOGÍA:**

M. EN C. PAULINA LOPEZ ROJAS  
DRA. ALMA CELESTE ORTEGA RODRIGUEZ

SAN LUIS POTOSÍ, SEPTIEMBRE 2021

## INDICE

<b>1. ANTECEDENTES</b>	
<b>1.1 SINDROME DE APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO</b>	
1.1.1 Antecedente Historico	1
1.1.2 Etiología	2
1.1.3 Fisiopatología	3
1.1.4 Cuadro Clínico	4
1.1.5 Diagnóstico	4
1.1.6 Tratamiento	6
<b>1.2 TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HÁZ CÓNICO (CONE BEAN)</b>	
1.2.1 Historia	7
1.2.2 Principios básicos de función	8
1.2.3 Diferencias entre Cone Bean y la T.A.C tradicional	10
1.2.4 Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz de cono	10
<b>1.3 EVALUACIÓN DE LA VIA AÉREA MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA DE HAZ DE CONO</b>	11
<b>2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	14
<b>2.1 JUSTIFICACIÓN</b>	14
<b>3. HIPOTESIS</b>	15
<b>4. OBJETIVOS</b>	15
<b>4.1 OBJETIVO GENERAL</b>	15
<b>4.2 OBJETIVO ESPECIFICO</b>	15
<b>4.3 OBJETIVO SECUNDARIO</b>	15
<b>5. SUJETOS Y MÉTODOS</b>	16
<b>5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	16
<b>5.2 TIPO DE MUESTREO</b>	16
<b>5.3 LUGAR DE REALIZACIÓN</b>	16
<b>5.4 GRUPO DE ESTUDIO</b>	16
<b>5.5 PLAN DE TRABAJO</b>	16

<b>6.0 ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>17</b>
<b>6.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES</b>	<b>18</b>
<b>6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>19</b>
6.2.1 Criterios de Inclusión	18
6.2.2 Criterios de no inclusión	18
6.2.3 Criterios de Eliminación	19
<b>6.3 CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>19</b>
<b>6.4 FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO</b>	<b>19</b>
<b>7.0 CONSIDERACIONES ÉTICAS</b>	<b>20</b>
<b>7.1 RECURSO HUMANO</b>	<b>20</b>
<b>7.2 RECURSO FINANCIERO</b>	<b>20</b>
<b>7.3 CONFLICTO DE INTERES</b>	<b>20</b>
<b>8.0 RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>9.0 DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>11. LIMITACIONES</b>	<b>39</b>
<b>12. PERSPECTIVAS</b>	<b>40</b>
<b>9.0 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>42</b>
<b>10.0 ANEXOS</b>	<b>47</b>
I. Imágenes	47
II. Carta Aprobación Comité de Ética UASLP	49
III. Cronograma de actividades	50

## INDICE DE IMAGENES

<b>IMAGEN 1:</b> Representación de Joe, Pickwick Papers.....	46
<b>IMAGEN 2:</b> Polisomnografía llevada a cabo.....	46
<b>IMAGEN 3:</b> Tomografía Cone Bean.....	47
<b>IMAGEN 4:</b> División anatómica de la faringe.....	47
<b>IMAGEN 5:</b> Flujograma de población estudiada .....	21
<b>IMAGEN 6:</b> Medición tomográfica de distancia anteroposterior de paciente enfermo .....	23
<b>IMAGEN 7:</b> Medición tomográfica de área transversal de paciente enfermo .....	24
<b>IMAGEN 8:</b> Medición tomográfica de distancia lateral de paciente enfermo .....	25
<b>IMAGEN 9:</b> Medición volumetrica de via aérea de paciente enfermo .....	26

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Diferencias entre TAC convencional y Cone Bean.....	10
<b>TABLA 2:</b> Género y edad de población en estudio .....	21
<b>TABLA 3:</b> Comparación de edad entre grupos .....	22
<b>TABLA 4:</b> Comparación de Distancia Anteroposterior entre grupos .....	23
<b>TABLA 5:</b> Comparación de Área Mínima de Corte Transverso entre grupos .....	24
<b>TABLA 6:</b> Comparación de Distancia Laterales entre grupos .....	25
<b>TABLA 7:</b> Comparación de Volumen entre grupos .....	26
<b>TABLA 8:</b> Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Distancia Anteroposterior entre grupos .....	27
<b>TABLA 9:</b> Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Distancia Lateral entre grupos .....	28
<b>TABLA 10:</b> Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Área Mínima de Corte Transverso entre grupos .....	29
<b>TABLA 11:</b> Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Volumen entre grupos .....	30
<b>TABLA 12:</b> Comparación variables Tomograficas entre grupos .....	31

## INDICE DE GRÁFICAS

<b>GRAFICA 1:</b> Comparación grafica de edades entre grupos .....	22
<b>GRAFICA 2:</b> Comparación grafica de Distancia Anteroposterior entre grupos .....	23
<b>GRAFICA 3:</b> Comparación grafica de Área Mínima de Corte Transverso entre grupos .....	24
<b>GRAFICA 4:</b> Comparación grafica de Distancia Laterales entre grupos .....	25

<b>GRAFICA 5:</b> Comparación grafica de Volumen entre grupos .....	26
<b>GRAFICA 6:</b> Curvas ROC para variable distancia Antero posterior .....	27
<b>GRAFICA 7:</b> Curvas ROC para variable distancia Lateral .....	28
<b>GRAFICA 8:</b> Curvas ROC para variable Área Mínima de Corte Transverso .....	29
<b>GRAFICA 9:</b> Curvas ROC para variable distancia Volumen .....	30

## ABREVIATURAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>S.A.O.S.:</b>	Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño	<b>2D:</b>	Imágenes en 2 dimensiones
	Síndrome de Apnea		
<b>S.A.H.O.S.:</b>	Hiponea Obstructiva del Sueño	<b>3D:</b>	Imágenes en 3 dimensiones
<b>I.M.C.:</b>	Indice de Masa Corporal	<b>C.P.A.P:</b>	Presión Positiva Continua de la Vía Aérea
<b>SatO<sub>2</sub>:</b>	Saturación de Oxígeno	<b>A.M.M.:</b>	Avance Maxilomandibular
<b>E.C.G.:</b>	Electrocardiograma	<b>V.A.P:</b>	Vía Aérea Posterior
<b>I.A.H.:</b>	Indice de Apnea Hiponea	<b>T.A.C:</b>	Tomografía Axial Computarizada
<b>P.S.G.:</b>	Polisomnografía	<b>T.C.:</b>	Tomografía Computarizada

## PALABRAS CLAVES

Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño, Tomografía Cone Beam, Vía Aérea

## ANTECEDENTES

### 1.1 SÍNDROME DE APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO (S.A.O.S)

#### 1.1.1 Antecedente Histórico

El estudio de trastornos respiratorios durante el sueño se inicio en 1956 cuando Burwell y colaboradores realizaron la primera descripción clínica de una entidad ya definida por Osler como Síndrome de Pickwick, (el cual hacía referencia a un personaje de la obra *Pickwicks Papers* de Charles Dickens llamado Joe, un sujeto obeso y roncadador que se quedaba dormido en cualquier lugar y situación) (*Imagen 1*). En 1956, Gastatu realizo la primera aproximación fisiopatológica al Síndrome de Pickwick, describió por primera vez la existencia de pausas respiratorias (apneas) durante el sueño en estos pacientes, especulando que era esa la probable causa de éste trastorno. Fue hasta 1975, cuando el médico francés C. Guilleminault definió el Síndrome de Apneas del Sueño, tal y como hoy en día lo conocemos. <sup>(1, 5, 6)</sup>

**El Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño (S.A.O.S)**, también llamado Síndrome de Apnea/hipopnea obstructiva del sueño, <sup>(2)</sup> es un desorden común pero subdiagnosticado que afecta al 2% de las mujeres y al 4% de los hombres adultos. <sup>(3)</sup> Es caracterizado por episodios repetitivos de obstrucción de la vía aérea de manera parcial o completa lo que conduce al cese (apnea) o reducción intermitente (hipopnea) de flujo de aire durante el dormir. Una **apnea** es la disminución en el flujo respiratorio 90% con respecto al flujo base (el flujo anterior al evento) y tiene una duración de cuando menos 10 segundos. Los eventos respiratorios (apneas o hipopneas) pueden ocurrir en cualquier etapa de sueño; sin embargo, son más frecuentes en sueño de movimientos oculares rápidos (MOR) y en las etapas N1 y N2 de sueño no MOR.

Existen 3 tipos de Apnea:

- a. Central: producida cuando la interrupción del flujo del aire se debe a alguna alteración en el centro respiratorio, a nivel del bulbo raquídeo. Caracterizado por *ausencia* del evento respiratorio.

- b. Periférica u Obstrucciona: asociada a alteraciones anatómicas y/o funcionales en alguna zona del tracto respiratorio. El evento respiratorio *persiste*.
- c. Mixta: apnea que habitualmente comienza como central y termina con un componente obstructivo.

La hipopnea, se define como una reducción en el flujo respiratorio 30% con respecto al flujo base, al menos de 10 segundos de duración que se acompaña de una desaturación de 4% (en relación a la saturación previa al evento). <sup>(4, 5, 6)</sup>

El S.A.O.S es un problema global de Salud Pública, no solo por su elevada prevalencia, sino también por las complicaciones sistémicas y sociales que produce, así como también por la ausencia de un adecuado diagnóstico y tratamiento. <sup>(6)</sup>

### 1.1.2 Etiología

Los factores de riesgo para desarrollar S.A.O.S los podemos dividir en 2 grupos: <sup>(6)</sup>

#### **Factores de riesgo modificables:**

- Obesidad: que es el factor más importante. Existe una estrecha relación entre el I.M.C y el S.A.O.S. La circunferencia del cuello, un marcador de obesidad central, es el factor que predice mejor el S.A.O.S. En mujeres, el riesgo de S.A.O.S está dado por una circunferencia del cuello de 38 cm, mientras que en el hombre es de 40 cm. <sup>(10)</sup>
- Consumo de alcohol, tabaco e hipnóticos: que está relacionado con un aumento de la resistencia de las vías aéreas superiores, intensidad del ronquido y número de eventos respiratorios durante el dormir. <sup>(7, 11)</sup>

#### **Factores de riesgo no modificables:**

- Sexo: en el que el sexo masculino se encuentra más afectado que el sexo femenino en una relación 2:1 <sup>(9, 12)</sup>
- Edad: el S.A.O.S es más frecuente después de los 40 años, alcanzando su pico máximo a los 60 años y después presenta un descenso paulatino <sup>(13)</sup>

- Étnia: las características craneofaciales propias de cada étnia o grupo racial confieren diferentes riesgos de desarrollar S.A.O.S, en Estados Unidos, la prevalencia de S.A.O.S entre la población latina es mayor (hasta 16%) en comparación con la raza aria y similar a la que presentan los afroamericanos. (14, 15)
- Alteraciones anatómicas craneofaciales: tales como la retrognatia, micrognatia, macroglosia, paladar ojival así como paladar hendido. Así como problemas congénitos como la trisomía 21, síndrome de Prader-Willi, Síndrome de Crozon, síndrome de Marfan y secuencia de Pierre-Robin, confiere una estrechez intrínseca a la faringe favoreciendo el colapso. (10,16,17)
- Endocrinopatías: algunas enfermedades sistémicas asociadas como Diabetes Mellitus tipo 2, Acromegalia, Hipotiroidismo, Síndrome de Cushing, Hiperandrogenismo (6,18)

### 1.1.3 Fisiopatología

La estabilidad en el calibre de la vía aérea superior depende del equilibrio entre 2 fuerzas opuestas:

- a. *La fuerza dilatadora:* asociado a la acción de los *músculos dilatadores* orofaríngeos, que normalmente se activan de forma rítmica durante cada inspiración y tienden a mantener abierta la vía aérea.
- b. *La fuerza colapsante:* que está asociado a la presión negativa generada por la actividad inspiratoria del diafragma y los *músculos intercostales*, que favorecen el colapso. (7, 8, 9) El mecanismo que conduce al colapso es la generación de una presión crítica subatmosférica durante la inspiración, que sobrepasa la capacidad de los músculos dilatadores y abductores de mantener la estabilidad de la vía aérea superior. El inicio del sueño produce hipotonía muscular que favorece aún más el colapso y puede ocurrir a una frecuencia tan alta como 60-80 veces por hora, produciendo reacciones de despertar que se conocen como *arousals* definidos como despertar electroencefalográfico del cual el paciente no es consciente, actuando como mecanismo de defensa para activar los músculos dilatadores de la faringe y evitar su colapso, su duración es mayor a 3 segundos que permiten reanudar el tono muscular y la respiración; lo que se traduce en términos prácticos como sueño no reparador (5,7, 8, 9).

Existen factores anatómicos que predisponen a la presencia de apneas, favoreciendo el colapso de la vía aérea con cierre de las paredes faríngeas, desplazamiento hacia atrás de la lengua y/o desplazamiento posterior inferior paladar blando; <sup>(7,16,34)</sup> como por ejemplo a nivel de la nasofaringe podemos tener: desviación septal, hipertrofia de cornetes, pólipos nasales, hipertrofia adenoidea, en la orofaringe pueden existir paladar blando y úvula elongados hipertrofia amigdalina, macroglosia y retrognatia y en la hipofaringe: epiglotis en Omega y las estenosis laríngeas <sup>(9,15,18)</sup>

#### 1.1.4 Cuadro Clínico

Dentro de la clínica de los pacientes con S.A.O.S, encontramos una gran variedad de manifestaciones, que se desarrollan de manera lenta y progresiva con el pasar de los años, uno de los motivos de consulta más frecuente es la somnolencia diurna excesiva o hipersomnia, que puede ser leve o limitar la actividad cotidiana y laboral. Es usual encontrar ronquido entre 90 a 100% de los pacientes, que puede ser continuo, intermitente o asociado a ciertas posiciones durante el sueño, ya que la severidad del mismo se puede manifestar en cualquier posición o predominar en posición supina. Los pacientes también se quejan de cefalea, sonambulismo, enuresis, trastornos neuropsiquiátricos y los síntomas propios de los sistemas afectados por la patología, previamente descritos, por lo cual estos pacientes merecen un examen físico completo. <sup>(7, 16, 34)</sup>

#### 1.1.5 Diagnóstico

El S.A.O.S es una enfermedad grave y progresiva y el diagnóstico precoz es importante, sin embargo a pesar de la alta frecuencia y de sus graves complicaciones, esta puede no ser detectada en la práctica clínica cotidiana, <sup>(8)</sup> ya que requiere de estudios específicos aplicados por especialistas en trastornos del dormir, estos estudios son la historia clínica, el cuestionario de sueño y un estudio de sueño durante la noche (polisomnografía). <sup>(8, 16, 30, 31, 34,)</sup>

La primera aproximación diagnóstica se realiza cuando el paciente presenta la triada clásica compuesta por hipersomnia diurna, ronquidos y pausas de apnea durante el sueño, cuya especificidad es superior al 70%.

Dentro del arsenal paraclínico se cuenta con varios métodos diagnósticos dentro de los cuales la **Polisomnografía (P.S.G)** es el Gold Standard para el diagnóstico de S.A.O.S, pues permite identificar, cuantificar y evaluar los estadios del sueño y las diferentes variables fisiológicas, por medio del registro simultáneo de las variables neurofisiológicas y cardiorrespiratorias. Monitorizando la actividad cardiorrespiratoria, flujo aeronasobucal, los movimientos torácicos y abdominales, la SatO<sub>2</sub>, el E.C.G. (30, 31, 34). En México, el costo promedio de este estudio el cual se realiza en centros especializados en medicina del sueño, varían entre los 6,000 a 15,000 pesos.

El **índice de apnea hipopnea (I.A.H)** adquirido de la P.S.G se obtiene al dividir el número de apneas e hipopneas entre el tiempo total de sueño. Actualmente, es el parámetro más utilizado para definir la gravedad de la enfermedad:

- IAH < 5 eventos/hora se considera *normal*
- Entre 5 y 15 es enfermedad *leve*
- De 15 a 30 *moderada*
- > 30 eventos/hora el SAOS es grave. (6)

Se considera que los pacientes tienen SAOS si, además de las quejas clínicas (Epworth  $\geq 10$ ) tienen un índice de apnea-hipopnea (IAH)  $\geq 5$ . (4,6,8)

Estos pacientes requieren además un perfil metabólico completo, para valorar las consecuencias sistémicas, incluyendo radiografía de tórax, espirometría. Para la evaluación de la vía aérea superior, se cuenta con rayos X laterales de cabeza y cuello, con los cuales es posible realizar una cefalometría en 2 dimensiones. (30)

Identificar la ubicación exacta de la obstrucción es importante para obtener un tratamiento. Durante muchos años se han utilizado imágenes cefalométricas bidimensionales (2D) para observar las diferencias anatómicas entre pacientes con S.A.O.S y sujetos normales (sin S.A.O.S).

Los investigadores han informado diferencias craneofaciales significativas, como el tamaño y la posición de la mandíbula, agrandamiento del espacio de la vía aérea

posterior y en el tamaño de la lengua y el paladar blando. Si bien las imágenes 2D son valiosas, la forma compleja de las vías respiratorias no se aprecia completamente excepto con imágenes en 3D. (30, 31, 32)

Por su parte, las imágenes de tomografía computarizada confirman los hallazgos clínicos de la obstrucción de la vía aérea superior y ofrecen mayor información para efectos en la toma de decisiones en el tratamiento de la apnea obstructiva del sueño. (33, 35, 36, 38)

### 1.1.6 Tratamiento

Tiene como objetivo mejorar o controlar los síntomas y los riesgos del S.A.O.S al disminuir la gravedad de la enfermedad.

La terapia con presión positiva continua (C.P.A.P) ha sido considerada el tratamiento de primera elección para el S.A.O.S. Sin embargo, a pesar del éxito potencial del CPAP, la cooperación del paciente representa un problema claro, lo que ha motivado a los pacientes a buscar un tratamiento quirúrgico. (*Imagen 2*) Sin embargo aunque ha habido una amplia aceptación de la cirugía encaminada a corregir el SAOS dentro de las especialidades de cirugía maxilofacial y otorrinolaringología, algunos investigadores del sueño permanecen escépticos de la eficacia de la cirugía para la corrección del SAOS. Es importante tener en cuenta el origen multifactorial de la patología, que implica que las opciones terapéuticas quirúrgicas y médicas no son excluyentes sino que deben complementarse entre sí.

Sólo los datos objetivos obtenidos a partir de una polisomnografía postoperatoria pueden ser aceptados como prueba de la eficacia de los procedimientos quirúrgicos. (30, 32) Las técnicas quirúrgicas que involucran los tejidos blandos, tales como la uvulopalatofaringoplastia, la suspensión del hioides, glosectomía parcial y suspensión lingual han dado resultados parciales, principalmente en casos de gravedad leve a moderada. La única técnica que ha dado buenos resultados, incluso en pacientes obesos, es la resección de la base de la lengua con hioidoepiglotoplastía pero tiene una alta incidencia de complicaciones intraoperatorias, postoperatorias y secuelas. Los

métodos quirúrgicos que implican componentes óseos de la zona maxilofacial han ganado terreno. Inicialmente se usó el avance mandibular aislado, seguido por genioplastia de avance y, más recientemente, el avance maxilo-mandibular (AMM). Con el AMM, todas las estructuras de los tejidos blandos que componen las paredes faríngeas se tensan a la vez, esto les impide el colapso o reduce esta situación al actuar sobre los músculos suprahioides, palatinos y en la musculatura lateral de la faringe, la lengua también se tracciona hacia delante. El resultado es un aumento significativo de espacio de las vías aéreas posteriores (VAP) y la resolución del síndrome en un alto porcentaje de casos (95%). La selección del procedimiento individual se determina por la gravedad de la enfermedad, la presencia de una alteración esquelética en las estructuras faciales, el sitio de obstrucción, y la presencia de obesidad mórbida. <sup>(19, 20, 21, 22)</sup>

## **1.2 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO (CONE BEAN)**

### **1.2.1 Historia**

La imagen radiológica es parte inicial en el proceso de diagnóstico del paciente odontológico. El descubrimiento de los rayos X en 1895 por Sir Wilhelm Conrad Roentgen fue una época que marco la historia de la medicina.<sup>(17)</sup> Las imágenes tridimensionales evolucionaron por las demandas de tecnologías avanzadas en el diagnóstico y tratamiento médico. Considerando las limitaciones (superposiciones, distorsiones, etc.) de la radiografía bidimensional, que fue la columna vertebral de las imágenes diagnósticas por muchos años. <sup>(18, 19)</sup>

Las bases teóricas de la reconstrucción tomográfica de imágenes fueron planteadas por Radon en 1917 cuando estableció que un objeto tridimensional puede ser reconstruido a partir de una serie infinita de proyecciones de dos dimensiones obtenidas en diferentes ángulos alrededor del objeto.<sup>(19)</sup>

En 1972 Hounsfield, introdujo el escaneo axial transversal computarizado que condujo a la introducción de la Tomografía Computarizada. Sin embargo, el alto costo, el acceso

limitado y exposición a la radiación alta, fueron los principales inconvenientes para la utilización de la TC en odontología.<sup>(18)</sup>

La primera generación de escáner con un solo detector para capturar un haz de rayos X, correspondía a la integral de los coeficientes de atenuación lineal a lo largo de una línea única. Luego se trasladaba horizontalmente para adquirir la integral de la siguiente línea. Después de adquirir las integrales de todas las líneas para una posición dada del rayo X, tanto el detector como la fuente rotaban un grado, un diseño conocido como escaneo de traslación-rotación.<sup>(19)</sup>

Arai et al. En Japón y Mozzo et al. En Italia independientemente; introdujeron la tomografía computarizada de haz de cono (Cone Beam Scan) para el uso en el diagnóstico oral y maxilofacial, ofrecieron exploración 3D e imágenes más precisas en comparación con las imágenes 2D.<sup>(18, 20)</sup>

El sistema de tomografía computarizada de haz cónico es una técnica de imagenología moderna que permite al clínico capturar y analizar la anatomía ósea o patologías en tres dimensiones. La aplicación de esta tecnología es posible debido a los avances logrados en la tecnología de sensores digitales, la radiación “de haz cónico” y algoritmos complejos realizados por computadora. <sup>(18, 19, 20, 22)</sup>

### 1.2.2 Principios de Función

Los equipos de TC convencionales con forma de ventilador Rayos X capturan una serie de cortes de plano axial o de un movimiento espiral continuo sobre el axial (Helicoidal). Produciendo una imagen completa a partir de múltiples cortes que son superpuestos. <sup>(18, 19, 21)</sup>

La tomografía computarizada de haz de cono, por otro lado, utiliza una viga en forma de cono y un detector de panel plano de estado sólido alternativo, que gira una vez alrededor del paciente de 180-360 grados, cubriendo el volumen anatómico definido (dental completo/volumen maxilofacial o área regional limitada de interés) en lugar de imágenes rebanadas por sectores encontradas en TC convencional. *(Imagen 3)*<sup>(18)</sup>

Estos nuevos escáneres logran una alta eficiencia en el uso de rayos X y una rapidez inherente en la adquisición de datos volumétricos. Los datos volumétricos son utilizados para proveer la reconstrucción primaria de imágenes en tres planos ortogonales (axial, sagital, y coronal). <sup>(18, 20)</sup>

Los escáneres de tomografía computarizada de haz cónico utilizan un detector bidimensional que con una sola rotación genera una imagen entera de una región. La técnica de haz cónico requiere un solo escaneo para capturar un objeto entero con un cono de rayos X. <sup>(18)</sup> Por tanto, el tiempo requerido para adquirir una proyección de haz cónico es igual que para una de haz en abanico, pero toma varios escaneos de haz en abanico para completar la imagen de un solo objeto por lo que el tiempo de adquisición de la imagen es mucho mayor en comparación con la técnica de haz cónico. <sup>(19)</sup> A pesar de que es posible reducir el tiempo de adquisición con el método de haz en abanico al usar un tubo de rayos X de alto poder, esto aumenta el costo y el tamaño del escáner además de aumentar el consumo de electricidad, lo que hace este diseño poco útil. <sup>(19, 21)</sup>

Las unidades de tomografía computarizada de haz de cono usan intensificadores de imagen o sensores. La unidad cúbica que compone un objeto tridimensional (voxel) es isotrópico y la resolución varía entre 0,07 a 0,25 mm. <sup>(23)</sup>

En la tomografía computarizada de haz cónico la proyección es ortogonal, lo que significa que los rayos X están paralelos los unos a los otros, además debido a que el objeto está muy cerca al sensor, hay poca proyección. Cualquier posible alteración, es manejada por el "software" o programa de la computadora. Todo esto hace que las imágenes que se obtienen tengan una relación de 1:1 con el objeto irradiado. Para disminuir al máximo cualquier posible error de calibración, estos equipos se auto calibran con un maniquí de agua. <sup>(19, 20, 21)</sup>

La mayor parte de los equipos de tomografías de haz de cono viene con un software de visualización fácil de usar que contiene herramientas básicas para análisis y planeación con imágenes en 3D. <sup>(20)</sup> Se utilizan para preparar guías quirúrgicas, estudio virtual en prototipos y modelos de resina generados por láser, en el proceso de

diagnóstico y plan de tratamiento. El máximo beneficio práctico en imágenes dentales es la facilitación de interactuar con los datos y crear imágenes imitando a los generalmente en entornos clínicos (por ejemplo, panorámicos, proyecciones cefalométricas o bilaterales multiplanares de la articulación temporomandibular). (19, 20)

### 1.2.3 Diferencias entre la tomografía computarizada de haz cónico y la tomografía helicoidal (Tabla 1) (18, 19, 21, 23, 24)

	TAC HELICOIDAL	TAC CONE BEAN
<b>COSTO</b>	Mayor	Menor
<b>CANTIDAD DE RADIACIÓN</b>	Mayor	Menor Hasta 98.5% menos
<b>CALIDAD DE IMAGEN</b>	Excelente Calidad	Buena calidad
<b>TIEMPO DE TOMA (en región de cabeza y cuello)</b>	1 a 2 minutos	Menor 30 a 40 segundos
<b>FUENTE DE RAYOS X</b>	Generador anodal rotatorio	Tubo anodal de baja energía
<b>FORMA DEL RAYO</b>	Forma de <i>abanico</i> que viaja 360° alrededor del paciente	Forma <i>cónica</i> con un intensificador especial de imágenes y un sensor de silicón especial

### 1.2.4 Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz de cono

La tomografía computarizada de haz cónico produce imágenes 3D útiles para muchas situaciones maxilofaciales que pueden guiar en diagnóstico y evaluación de la gravedad de la enfermedad, planificación y la entrega de tratamiento, y seguimiento. (19,20,24)

Algunas de las utilidades son:

- ✓ Trastornos de la A.T.M
- ✓ Implantes dentales
- ✓ Exodoncia
- ✓ Lesiones Patológicas
- ✓ Trauma Dento-facial
- ✓ Medicion de Vías Aéreas

### 1.3 EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREAS MEDIANTE LA TOMOGRAFÍA DE HAZ CÓNICO (CONE BEAN)

Durante muchos años las imágenes en dos dimensiones, como las obtenidas en radiografía cefalométrica han sido utilizadas para ver las diferencias anatómicas entre los pacientes con diagnóstico de S.A.O.S y aquellos que no lo presentan, dando como resultado diferencias craneofaciales significantes en cuanto a tamaño y posición de la mandíbula, el agrandamiento del espacio de la vía aérea posterior, el tamaño de la lengua y del paladar blando. Mientras que las imágenes en dos dimensiones son valiosas herramientas, la compleja forma de la vía aérea no se aprecia totalmente a no ser que se utilicen imágenes en 3 dimensiones (resonancia magnética nuclear, Tomografías Computarizadas, Tomografías de haz Cónico) e imágenes dinámicas de la misma. (Tomografía Computarizada ultra rápida, Resonancias Magnéticas ultra rápidas, Tomografía de haz eléctrico ultra rápido). (30, 31, 32, 35, 36)

Este método diagnóstico permite un acercamiento de la anatomía del paciente por medio de imágenes de cortes de la parte del cuerpo que se necesite estudiar, en este caso la vía aérea superior. Dando una menor interferencia y menor degradación de la imagen ocasionada por movimientos como respiración y deglución, buen detalle óseo, alta calidad de imágenes multiplanares, entre otras.

De acuerdo a definiciones anatómicas, la vía aérea superior puede dividirse en tres regiones: (*Imagen 4*) (32, 33, 35, 38)

1. **Nasofaringe** (área detrás de las fosas nasales y sobre paladar blando)
2. **Orofaringe** (desde el paladar blando al borde superior de la epiglotis). Referido como el principal sitio de obstrucciones.
3. **Laringofaringe** (del borde superior de la epiglotis al borde inferior del cartílago cricoides).

Los parámetros tomográficos más comúnmente utilizados para comparar la morfología estática de la vía aérea entre los pacientes con S.A.O.S y pacientes sanos son:

1. El Área Mínima de Corte Transverso de la región orofaríngea (valorado en milímetros cuadrados)
2. Dimensiones Anteroposteriores (Valorado en Milímetros)
3. Dimensiones Laterales (Valorado en Milímetros)
4. Forma de la Vía Aérea
5. Volumen de la Vía Aérea (valorado en milímetros cúbicos)
6. Longitud de la Vía Aérea (Valorado en Milímetros)
7. Distancia del plano mandibular a Hiodes (Valorado en Milímetros)

El estudio de la relación entre la Tomografía Cone Beam y las Vías Aéreas Posteriores ha sido abordado en múltiples ocasiones y por múltiples autores a través de la literatura científica. Cada quien ha tomado en cuenta variables diferentes, así como conclusiones diversas.

Takumi Ogawa *et al.* en 2007 demostraron la efectividad de la Tomografía Cone Beam para la evaluación de las Vías Aéreas posteriores en pacientes despiertos en posición supina. Mostraron también que los 2 parámetros estadísticamente más significativos entre ambos grupos fueron la distancia anteroposterior de la faringe así como el Área mínima de corte transversal (A.M.C.T) ubicada específicamente en la región retropalatal y secundariamente en la región retroglotal. <sup>(31)</sup>

Zachary Abramson *et al.* en 2010 demostraron el alto valor predictivo de la reconstrucción 3D de la vía aérea tanto para el diagnóstico de la enfermedad como para la gravedad de la misma. Destacan también la importancia del tamaño y la forma de las vías respiratorias en la etiopatogenia del S.A.O.S. <sup>(40)</sup>

Stephen A. Schendel *et al.* en 2012 realiza un estudio tomográfico de vías aéreas enfocado al desarrollo de las mismas a través del tiempo y su relación con las alteraciones esqueléticas y oclusales de pacientes. Establece que el período de crecimiento máximo de las vías aéreas es hasta los 19 años, así como la presencia de un período de estabilización hasta los 50 años. Por otro lado, arroja los primeros

parámetros predictivos de S.A.O.S en base al análisis del Área Mínima de Corte Transverso (A.M.C.T) <sup>(36)</sup>

Finalmente y por todo lo expuesto anteriormente, este proyecto intenta evaluar la efectividad de la Tomografía Conen Bean en el diagnóstico de S.A.O.S y cual dentro de los parametro utilizados, es el mas fiable para éste proposito.

## 2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

*¿Cuál es la efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnóstico complementario de Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño?*

### 2.1 JUSTIFICACIÓN

Los trastornos del sueño son considerados como un problema de Salud Pública. La prevalencia de S.A.O.S en la población adulta mexicana a crecido debido al envejecimiento poblacional, así como la alta prevalencia de obesidad. Según el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) en 2018, reportó que 1 de cada 4 mexicanos tiene riesgo elevado de presentar S.A.O.S. El aumento exponencial de posibles complicaciones asociadas como enfermedades cardiovasculares, pobre calidad de vida, accidentes vehiculares, síntomas depresivos, falta de atención y concentración, son características preocupantes para los sistemas de salud en especial, por ser de carácter prevenible y tratable. Suele ser subdiagnosticado, ya sea por la falta de conocimiento en el tema, así como la falta de herramientas para su identificación.

El estudio considerado como Gold Estándar para el diagnóstico de S.A.O.S es la *Polisomnografía* que consiste en la identificación y cuantificación de múltiples funciones corporales durante el dormir. Éste estudio, es indicado e interpretado por profesionales especialistas en el sueño, especialmente Otorrinolaringólogos y Neurólogos mas no por la mayoría de Cirujanos Maxilofaciales.

En la profesión odontológica existen múltiples tipos de imágenes bidimensionales y tridimensionales que son auxiliares importantes en la patología de cabeza y cuello. Una de éstas, es la Tomografía de Haz Cónico (*Con Beam*) que provee la oportunidad de valorar estructuras óseas así como de tejidos blandos de una manera mas precisa en comparación con radiografías convencionales. Aporta ventajas adicionales como una menor exposición a radiación, así como menor costo económico en comparación con tomografías médicas.

A pesar de sus ventajas, suele dejarse de lado su utilidad para la detección de afecciones volumétricas y estructurales de la vía aérea que pueden ayudar al diagnóstico de alteraciones del sueño. Parámetros como la *altura*, el *ancho*, el *área*, así como el *volumen*

asociado, permiten el reconocimiento de características anómalas sugerentes de alteraciones en el aparato respiratorio superior. Todas estas herramientas pueden ser manipuladas por los usuarios, a través del software incluido dentro de cada estudio para su objetiva medición y predicción de datos que pudieran sugerir problemas de sueño no identificados.

La integración e individualización de estos datos en los planes de tratamientos ortotirgicos así como la posibilidad de referencias oportunas a médicos especialistas podrían ser algunas de los grandes aportes que como cirujanos podríamos proveer a estos pacientes, tomando en cuenta, lo rutinario que es para la especialidad, la utilización de este estudio.

### **3. HIPOTESIS**

La evaluación tridimensional de la Vía Aérea tiene un 90% de efectividad como diagnostico complementario en el síndrome de apnea obstructiva del sueño.

### **4. OBJETIVO:**

#### **4.1 Objetivo General:**

Determinar la efectividad de la evaluación tridimensional de la vía aérea como diagnostico complementario en el Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño.

#### **4.2 Objetivo Especifico:**

- Evaluar edad y género en grupo de enfermos y sanos.
- Evaluar volumen, área mínima de corte transverso, distancia antero posterior, distancia lateral y forma de la faringe en grupo de enfermos y sanos.

#### **4.3 Objetivo Secundario:**

- Evaluar la relación de la morfología de la Vía Aérea.

## **5. SUJETOS Y MÉTODOS**

### **5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

Estudio de Pruebas Diagnósticas

### **5.2 TIPO DE MUESTREO**

No probabilístico

### **5.3 LUGAR DE REALIZACIÓN**

Clínica de Radiología de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. SLP, México

### **5.4 GRUPO DE ESTUDIO**

- Grupo sanos: Tomografías de pacientes sin diagnóstico de S.A.O.S que cumplan los criterios de selección.
- Grupo enfermos: Tomografías de pacientes con diagnóstico de S.A.O.S que cumplan los criterios de selección.

### **5.5 PLAN DE TRABAJO**

Se someterá al comité de Ética de investigación de la Facultad de Estomatología.

#### **Grupo sanos**

Se solicitaron quince estudios Tomográficos en digital (CD's) de pacientes sin diagnóstico de SAOS elegidos de manera aleatoria presentes en la base de datos de la Clínica de Radiología de la U.A.S.L.P así como sus respectivos expedientes para su identificación.

#### **Grupo enfermos**

Se solicitaron quince estudios Tomográficos en digital (CD's) de pacientes con diagnóstico de S.A.O.S presentes en la base de datos de la Clínica de Radiología de la U.A.S.L.P así como sus respectivos expedientes para su identificación.

Una vez se contó con todos los estudios se procedió a la utilización del software On Demand y NemoFab para la extracción de las 4 variables tomográficas a determinar:

1. Distancia anteroposterior
2. Distancia lateral
3. Área mínima de corte transverso
4. Volumen

Una vez se obtuvieron los datos de los pacientes, se llenó la base de datos para posteriormente hacer el análisis estadístico correspondiente.

## **6. ANALISIS ESTADISTICO**

- Se utilizaron el programa estadístico *Graph pad Prism* y se realizaron medidas de tendencia central.
- Se realizaron análisis descriptivo de las variables para determinar su distribución.
- El análisis descriptivo se llevó a cabo de acuerdo de la siguiente manera: las variables categóricas se describirán con frecuencias y porcentajes; las continuas se expresarán en promedio y desviación estándar, en caso de no tener una distribución normal se expresarán en medianas con rangos intercuartiles.
- Se realizaron pruebas de concordancia con el Coeficiente de Correlación lineal.
- Se realizaron pruebas de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo de las tomografías de los pacientes a quienes se les aplicó la prueba. Se realizó una curva ROC para determinar el rendimiento del modelo en nuestra población.

## 6.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

CODIGO	NOMBRE	DEFINICION	ESCALA DE MEDICION	VALOR
GEN	Genero	<i>Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos</i>	Dicotómica	0 = HOMBRE 1 = MUJER
EDAD	Edad	<i>Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento</i>	Continua	19 a 50 AÑOS
DAP	Distancia anteroposterior	<i>Distancia entre dos puntos del espacio euclídeo equivale a la longitud del segmento de la recta que los une, expresado numéricamente. Espacio medido de adelante hacia atrás.</i>	Continua	10 a 20 mm
DL	Distancia lateral	<i>Distancia entre dos puntos del espacio euclídeo equivale a la longitud del segmento de la recta que los une, expresado numéricamente. Espacio medido de derecha hacia la izquierda.</i>	Continua	10 a 30 mm
VOL	Volúmen	<i>Magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio. Se expresa en <math>cm^3</math></i>	Continua	Mayor o igual a $10\text{ cm}^3$
AMCT	Área mínima de corte transverso	<i>Expresión numerica de la extensión mas estrecha de la faringe que se traduce en <math>mm^2</math></i>	Continua	50 a $120\text{ mm}^2$

## 6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

### 6.2.1 Criterios de inclusión

1. Tomografías de pacientes masculinos y femeninos entre 20 y 50 años.
2. Pacientes con diagnostico de S.A.O.S mediante polisomnografía previa y que cuente con Tomografía cone bean de cabeza y cuello.
3. Pacientes sin diagnostico de SAOS que cuenten con Tomografía cone bean de cabeza y cuello.

### 6.2.2 Criterios de no inclusión

1. Pacientes que no admitan la toma de tomografía cone bean de cabeza y cuello.
2. Pacientes con diagnostico de S.A.O.S que se les haya realizado cirugía ortognática, cirugía velofarigea o cualquier procedimiento quirúrgico asociado a su padecimiento previo a la toma de la Tomografía cone bean de cabeza y cuello.

### **6.2.3 Criterios de eliminación**

1. Tomografías de mala calidad o con errores en la toma.

### **6.3 CALCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL**

*Takumi Ogawa* en 2007 realizó un estudio en el cual se compararon tomografías de 10 sujetos sanos vs 10 sujetos enfermos, así como 10 variables a considerar. En 2010 *Zachary Abramson* realizó un estudio similar tomando en cuenta 44 estudios tomográfico de pacientes en un período de 5 años elevando la cifra de variables a 14. Dadas las características particulares al año en que se realiza el presente estudio asociado a la Pandemia por COVID 19; la prohibición de estudios clínicos así como la disminución en el número de pacientes referidos para estudios tomográficos, se decidió realizar una muestra poblacional de 30 tomografías dividido en 2 grupos (15 de pacientes sanos, así como 15 de pacientes enfermos) así como la medición de 4 variables tomografías más 2 variables antropométricas.

### **6.4 FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

La clínica de radiología de la Facultad de Odontología de la UASLP, recibió alrededor de 8 a 10 pacientes diarios durante el año 2020 solicitantes de estudios Tomográficos por diferentes razones.

## **7. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Se sometió el protocolo al comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología para su evaluación el cual fue aprobado y se asignó la clave: CEI – FE – 022- 021. (ANEXO II) No se realizó carta de consentimiento informado pues solo se toman en cuenta datos de estudio tomográfico el cual es extraído de base de datos. El estudio no transgrede las normas de la conferencia de Helsinki de 1964 y su revisión de 2013.

### **7.1 RECURSO HUMANO**

- Investigador Principal

### **7. 2 RECURSO FINANCIEROS**

- El costo de las tomografías será cubierto por la Facultad de Estomatología, UASLP.
- Los costos de papelería, DVD´s requerido para cada tomografía será cubierto por el investigador principal.

### **7. 3 CONFLICTO DE INTERES**

El investigador principal y los involucrados en el estudio, declaran que no existe conflicto de interés para la realización del presente.

## 8. RESULTADOS

Se reclutaron 43 tomografías Cone Beam del área de Radiología en Estomatología de la U.A.S.L.P de las cuales el 30 cumplieron criterios de inclusión.

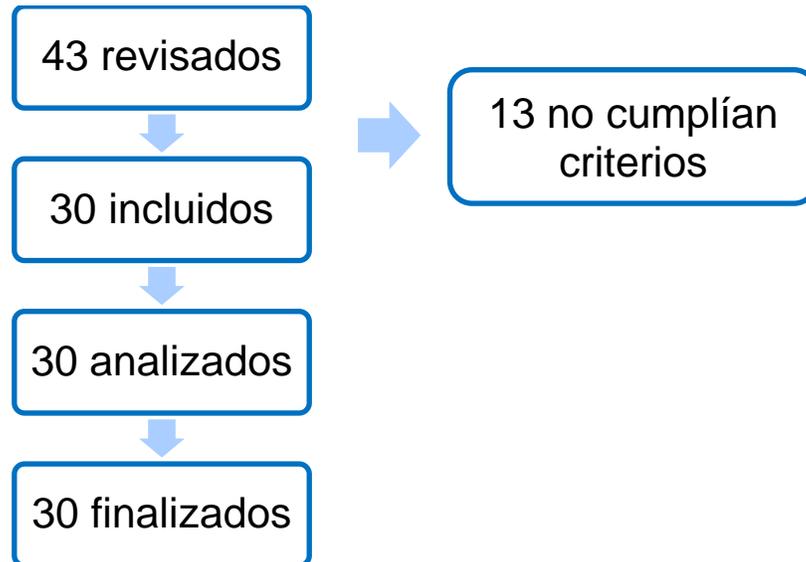


Imagen 5: Flujograma de población estudiada (n= 30 pacientes)

### CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LOS PACIENTES

De las 30 tomografías, 16 (53.3%) fueron género femenino y 14 (46.7%) género masculino.

Como se muestra en la Tabla 2, dentro de sujetos sanos fueron 7 mujeres y 8 hombres, mientras que del grupo de pacientes con SAOS; 6 fueron hombres y 9 mujeres.

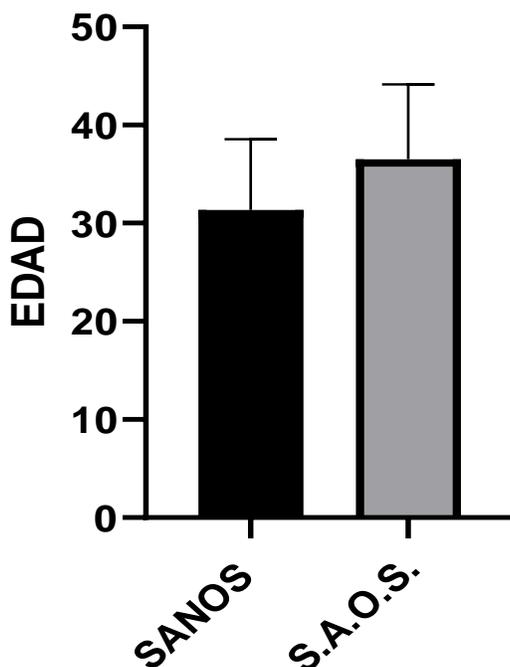
Tabla 2: Genero de la población en estudio

VARIABLE	CONTROLES (n = 15)		S.A.O.S (n = 15)	
	M = 8 (53.3%)	F = 7 (46.7%)	M = 6 (40%)	F = 9 (60%)
GEN				

Al analizar a los grupos por **edad** se observó que tuvieron una distribución homogénea, ya que no existe una diferencia significativa entre los grupos ( $p > 0.05$ ); por lo cual, podemos inferir que esta variable no influye en los parámetros tomográficos.

*Tabla 3: Comparación de Edad entre los grupos*

VARIABLE	GRUPO SANOS (n = 15)	GRUPO ENFERMOS (n = 15)	VALOR de P = 0.05
Edad	31.33 ± 7.24	36.53 ± 7.61	0.065

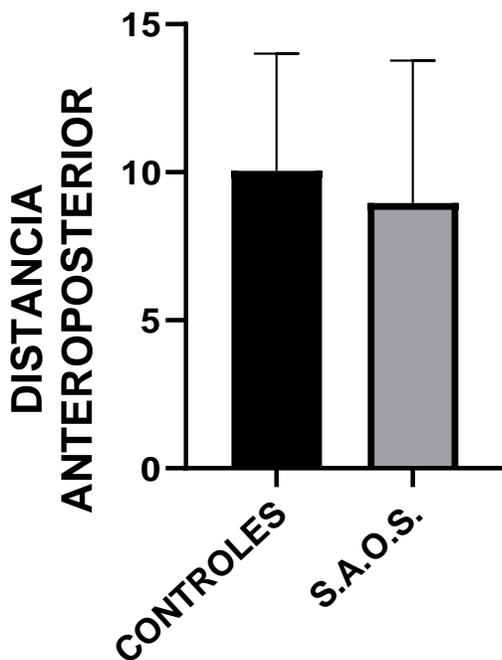


*Gráfica 1: comparación gráfica de las edades entre grupos.*

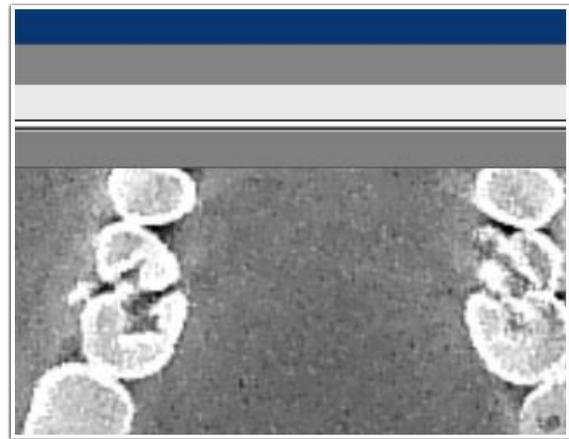
Al analizar las variables tomográficas, se evidenció que la **Distancia Anteroposterior** de la vía aérea no arrojó un valor estadísticamente significativo, encontrándose medias milimétricas parecidas entre ambos grupos.

*Tabla 4: comparación de distancias anteroposteriores entre grupos*

VARIABLE	CONTROLES (n = 15)	SAOS (n = 15)	VALOR de P = 0.05
Distancia Anteroposterior	10.04 ± 3.97	8.95 ± 4.82	0.50



*Gráfica 2: comparación gráfica de distancias anteroposteriores entre grupos*

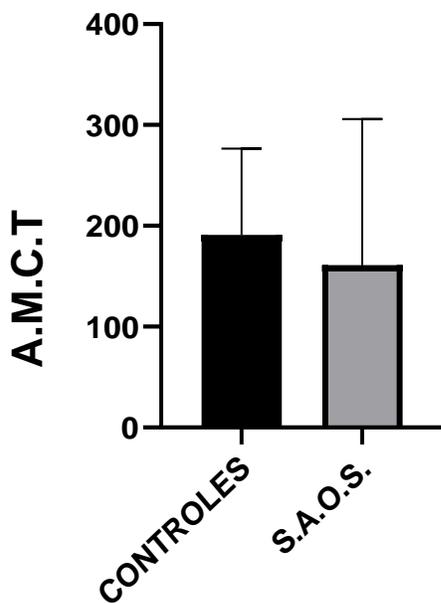


*Imagen 6: Corte axial de tomografía computarizada en la que se observa medición de distancia anteroposterior de vía aérea de un paciente enfermo.*

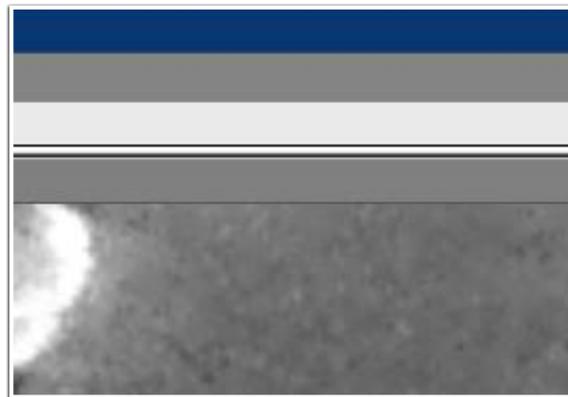
En cuanto al **Área Mínima de Corte Transverso (A.M.C.T)** observamos que existía diferencias significativas ( $p = 0.49$ ) al comparar ambos grupos.

*Tabla 5: comparación de áreas mínimas de corte transverso entre grupos*

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



*Gráfica 3: comparación gráfica de área mínima de corte transverso entre grupos.*

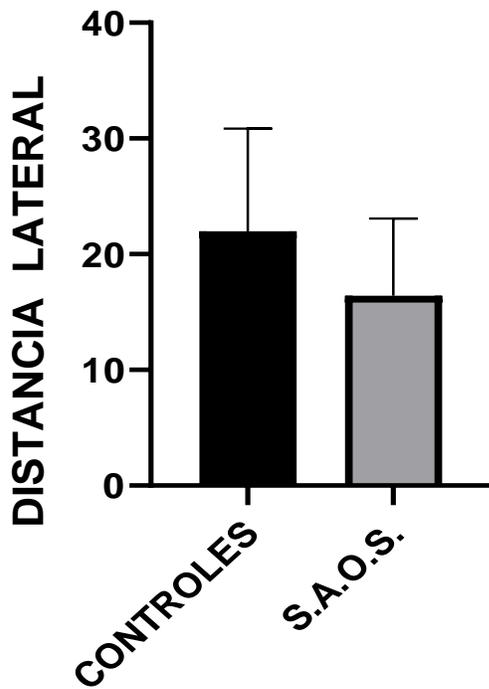


*Imagen 7: corte axial de tomografía axial computarizada en la que se observa medición perimétrica de vía aérea de un paciente enfermo.*

En cuanto a la **Distancia Lateral** entre las paredes de la faringe, se observo una tendencia a una mayor distancia lateral en control comparado con pacientes SAOS. Con valor de  $P = 0.06$ .

*Tabla 6: comparación de Distancias Laterales entre grupos*

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



*Gráfica 4: comparación grafica entre distancias laterales entre grupos.*

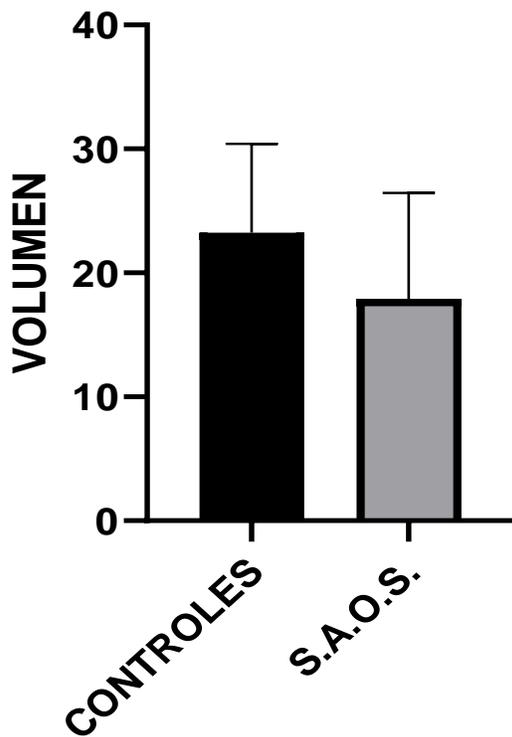


*Imagen 8: corte axial de tomografía axial en la que se observa medición de distancia lateral en vía aérea de un paciente enfermo.*

Finalmente se analizó el parámetro imagenológico de **volumen**, entre ambos grupos y se observó una tendencia a la significancia con un valor de  $p = 0.07$ . Cabe resaltar que los controles mostraron mayor volumen comparado con los pacientes SAOS.

Tabla 7: comparación de Volumen entre grupos

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



Gráfica 4: comparación gráfica entre Volumen entre grupos

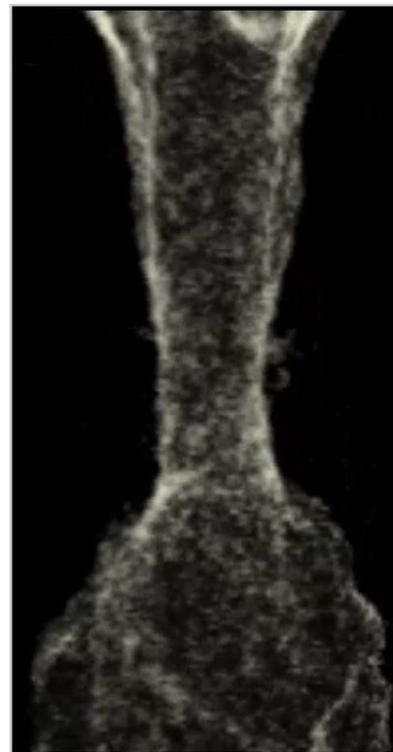


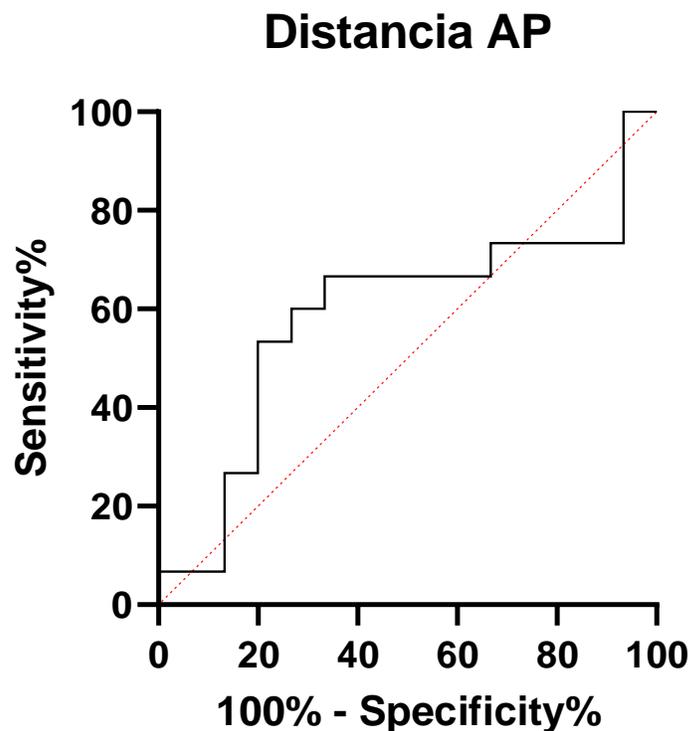
Imagen 9: reconstrucción volumétrica de vía aérea de un paciente enfermo.

Para la validación estadística de esta prueba como auxiliar diagnóstico determinamos la Sensibilidad y la Especificidad de cada una de las variables tomográficas a través de una curva de ROC. De esta forma determinamos la capacidad de esta prueba para distinguir entre sujetos sanos y enfermos.

Con relación a la **Distancia Anteroposterior** de la faringe se obtuvo una  $p = 0.42$  y un  $AUC = 0.59$  infiriéndose que esta variable no tiene la capacidad para determinar sujetos sanos con respecto a los enfermos.

*Tabla 8: Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Distancia Anteroposterior*

VARIABLE	VALOR de P = 0.05
Distancia Anteroposterior	0.42
Área Bajo la Curva	0.59

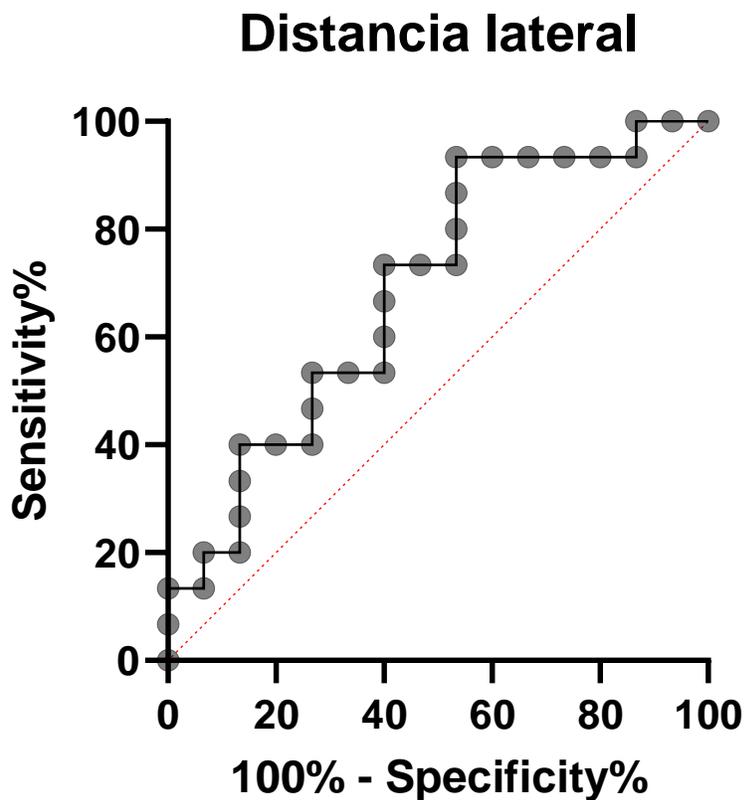


*Gráfica 5: Curvas ROC para variable Distancia Anteroposterior. Se observa regular especificidad y sensibilidad de la variable*

Como se observa en la gráfica 7, la **Distancia Lateral** se acerca a la significancia estadística ( $p = 0.08$ ) en cuanto a la utilidad diagnóstica de la misma. Sin embargo, es un parámetro con utilidad limitada.

*Tabla 9: Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Distancia Lateral*

VARIABLE	VALOR de P = 0.05
Distancia Lateral	0.08
Área Bajo la Curva	0.69



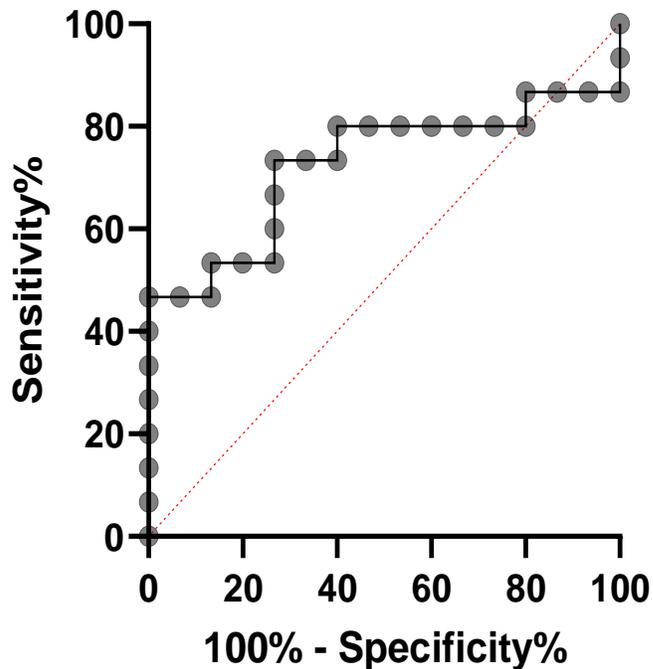
*Gráfica 6: Curvas ROC para variable Distancia Lateral. Se observa regular sensibilidad aunque baja especificidad de la variable.*

El **Área Mínima de Corte Transverso** de la zona de mayor estreches de la vía aérea, se identificó como un parámetro de Alta Sensibilidad en la mayoría de la población evaluada, permitiendo resaltar su alto valor predictivo dentro de todas las variables estudiadas.

*Tabla 10: Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Area Mínima de Corte Transverso*

VARIABLE	VALOR de P = 0.05
Área Mínima de corte Transverso	0.03
Área Bajo la Curva	0.72

## ÁREA MÍNIMA DE CORTE TRANSVERSO

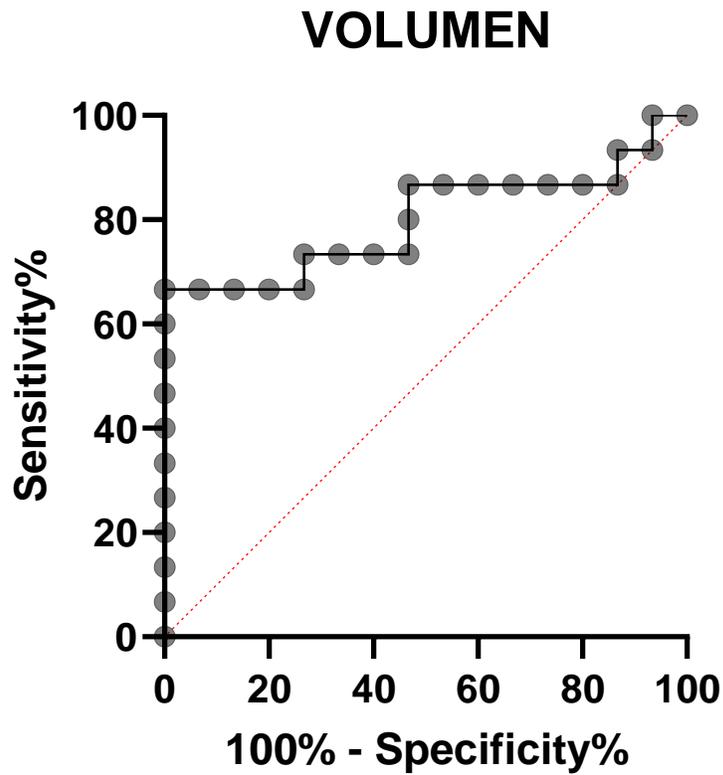


*Gráfica 7: Curvas ROC para variable area minima de corte transversal. Se observa buena especificidad y sensibilidad de la variable así como una Área Bajo la Curva significativa para diagnóstico de pacientes sanos como enfermos.*

Finalmente, el **Volúmen** de la vía aérea segmentada, a través de una significancia contundente representada en la gráfica ( $p = 0.005$ ) permite visualizar su valor en cuanto a la sensibilidad y especificidad de esta variable.

*Tabla 11: Significancia estadística y valor de área bajo la curva asociada a variable Volumen*

VARIABLE	VALOR de P = 0.05
Volúmen	0.005
Área Bajo la Curva	0.80



*Gráfica 8: Curvas ROC para variable Volumen. Se observa buena especificidad y sensibilidad de la variable así como un Área Bajo la curva cercana a 1 que ejemplifica mejor variable tomográfica evaluada.*

Tabla 12 : comparación entre variables Tomográficas entre grupo de pacientes Sanos y pacientes con S.A.O.S.

	<b>SANOS</b> PROMEDIO $\pm$ DV		<b>CON S.A.O.S</b> PROMEDIO $\pm$ DV		<b>VALOR P</b>	<b>ÁREA BAJO LA CURVA (AUC)</b>
<b>GENERO</b>	M = 8	F = 7	M = 6	F = 9	---	---
<b>EDAD</b>	31.33 $\pm$ 7.23		36.53 $\pm$ 7.61		0.065	---
<b>DISTANCIA A.P.</b>	10.04 $\pm$ 3.96		8.95 $\pm$ 4.81		0.503	0.58
<b>DISTANCIA LATERAL</b>	21.98 $\pm$ 8.85		16.41 $\pm$ 6.66		0.061	0.68
<b>A.M.C. T</b>	191.0 $\pm$ 85.37		161.0 $\pm$ 144.8		0.494	0.72
<b>VOLUMEN</b>	23.25 $\pm$ 7.18		17.92 $\pm$ 8.51		0.074	0.80

*F = femenino, M = masculino, AP: distancia anteroposterior, AMCT: área mínima de corte transversal*

## 9. DISCUSIÓN

Históricamente, las radiografías cefalométricas han sido utilizadas como herramientas diagnósticas para alteraciones dento-esqueléticas así como para la valoración de la anatomía de la vía aérea en pacientes con diagnóstico de S.A.O.S. Sin embargo, dadas las características bidimensionales de las mismas, solo nos permite tener un panorama limitado de una estructura dinámica y compleja, tridimensionalmente hablando. Desde la introducción de la tomografía de Haz Cónico en los 90's, la variabilidad de usos de esta modalidad imagenológica ha aumentado exponencialmente con el paso del tiempo. En cuanto a la vía aérea, nos permite realizar valoraciones en los 3 planos del espacio (cortes axiales, coronales y sagitales), reconstrucciones 3D, mediciones transversales y volumétricas de la misma.

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la efectividad de la Tomografía Cone Beam para el diagnóstico de S.A.O.S. En la literatura existen múltiples artículos que han intentado evaluar las diferentes variables tomográficas que pudieran auxiliarnos con este objetivo.

*Abramson* en 2010 <sup>(40)</sup> realizó un estudio tomando en cuenta 16 variables Tomográficas mientras que *Takumi Ogawa* en 2007 <sup>(31)</sup> reduce esta cantidad a 6 parámetros tomográficos y 3 parámetros antropométricos. En nuestro estudio realizamos la toma de 4 parámetros tomográficos (Distancia anteroposterior, distancia latero medial y área transversal de la zona de mayor estrechez de la vía aérea, así como el volumen) y 3 parámetros antropométricos (edad, sexo y condición sistémica).

### **GÉNERO y EDAD**

Respecto al género de individuos con la afección en cuestión, encontramos datos similares a los reportados por la literatura en cuanto a una relación hombre/mujer de 2:1 respectivamente, así como de una edad promedio de 36.5 en enfermos y 31.3 en sanos. *Mansoor* <sup>(35)</sup> asocia esta relación al mayor colapso de las vías respiratorias en la unión orofaríngea en el sexo masculino, así como también a una mayor predisposición de circunferencia cervical aumentada.

En relación a la edad, múltiples autores <sup>(35, 3)</sup> han señalado que en general el S.A.O.S aumenta en grupos etarios mayores, la edad media del grupo de sujetos con S.A.O.S fue de 36.5 años, mayor que la edad media de la muestra (31.3 años). Según *Young* esto puede deberse a que, con el avance de la edad, las personas muestran decline en altura y peso debido a la compresión de los discos intervertebrales, pérdida de tono y masa muscular, reducción del agua corporal y alteraciones posturales, que causa un cambio de posición del hueso hioides. Con base a nuestro estudio, podríamos explicar que dichos promedios de edad se basan en la poca o nula actividad física de parte de los pacientes en este rango de edad y/o su enfoque a actividades laborales que los predispone a malos hábitos alimenticios, así como almacenamiento de tejido graso.

Cabe mencionar, que nuestro estudio se delimitó el rango de edad de los estudios tomográficos basado en los datos de *Shendel* <sup>(36)</sup>, quien describe que ya no existen cambios en la vía aérea asociados al crecimiento en este periodo de tiempo.

### **DISTANCIA ANTEROPOSTERIOR**

Este parámetro ha sido uno de los más utilizados y estandarizados para valoraciones bidimensionales de la vía aérea, siendo el principal en la Cefalometría de McNamara. *Takumi*, en su estudio tomográfico, reportó que existe un estrechamiento estadísticamente significativo de la vía aérea en relación anteroposterior de los pacientes con enfermedad. Los datos de nuestro estudio, aunque sí coinciden con las declaraciones de *Takumi*; se observaron que no eran estadísticamente significativos lo cual pudiera deberse a la cantidad de pacientes evaluados.

La posición anteroposterior de la lengua, así como la inclinación de la cabeza, están estrechamente relacionada con la profundidad de la orofarínge así como la relación sagital de la mandíbula. Se sabe que los pacientes con agrandamiento de las amígdalas tienen una postura extendida de la cabeza y una postura más antero inferior de la lengua, lo cual disminuye las medidas en esta zona. *Guijarro et al* en 2011 refieren que un cambio de 10 grados en la angulación cráneo cervical puede producir un cambio de 4 mm en el espacio aéreo posterior.

Múltiples opiniones existen en la literatura sobre la posición mandibular con respecto a la base craneal y su relación con las vías aéreas. *El y Palomo* en 2015 encontraron que la distancia anteroposterior y el volumen de la vía aérea orofaríngea fueron menores en pacientes Clase II esquelética en comparación con pacientes Clase I y III.

### **DISTANCIA MEDIO LATERAL**

*Bianchi et al* <sup>(41)</sup> refiere ventajas significativas de la TAC sobre la radiografía lateral, reportando incrementos significativos en cuanto a distancias medio laterales en pacientes sanos. Contrariamente, *Takumi et al*, refirieron no encontrar diferencias significativas entre ambos grupos. Nuestro estudio coincide con los datos de Bianchi, en que los pacientes enfermos presentan una menor distancia medio lateral de la faringe. Sin embargo, al tomarse en cuenta que la toma de la Tomografía es en posición erguida, este dato podría ser engañoso pues, se sabe que el S.A.O.S es una enfermedad del dormir y por ende, de presentarse en un posición decúbito supino lo cual, por gravedad aumentaría la distancias laterales por compresión de estructuras anatómicas. Es de hacer notar que existen factores anatómicos como la hipertrofia adenoidea que pudieran asociarse a zonas de restricción lateral, conllevando a alteraciones en estas medidas.

### **ÁREA MÍNIMA DE CORTE TRANSVERSAL**

En referencia al Área Mínima de Corte Transversal (A.M.C.T), se han descrito múltiples publicaciones en los que refirieren dicho parámetro tomográfico como el más específico con fines de mediciones de la vía aérea. *Isono et at.* justifica esta aseveración pues la vista tomográfica en el que se realiza dicha medición es el corte axial el cual es el más fisiológico por presentarse perpendicular al flujo del aire. *Schendel et al en 2012*, ha sido el primero en proponer una Guía de Probabilidad de enfermedad en base a esta variable, generando por primera vez una estandarización en base a edad y etapa del desarrollo (Probabilidad Alta =  $\leq 52 \text{ mm}^2$ , Probabilidad intermedia =  $> 52 \text{ a } 110 \text{ mm}^2$  y Probabilidad baja  $\geq 110 \text{ mm}^2$ ).

Este valor, en nuestro estudio, fue estadísticamente significativo, aunque encontrándose con datos de pacientes enfermos y sanos, fuera por el rango propuesto por Schendel. Es probable que la razón detrás de la variabilidad de datos, se encuentre en la *automatización* del Software utilizado por el autor (Vultus), mientras que en nuestro caso, la medida se realizó de manera *manual* utilizando On Demand versión 3.0.

## **VOLÚMEN**

De acuerdo a los resultados de este estudio, el valor principal de volumen para el grupo de sanos era mayor que para el grupo de enfermos. Nuestros datos coinciden con los descritos por *Lowe et al* en el cual demuestra datos volumétricos menores en pacientes con diagnóstico de S.A.O.S; resaltando su papel fundamental en la valoración tomográfica de las vías aéreas. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con una estandarización para el volumen de las vías respiratorias, probablemente porque es extremadamente variable y depende de múltiples factores como lo son la postura de la cabeza, el patrón esquelético, la etapa de la respiración, la región volumétrica de interés, así como el software utilizado para su medición. Con respecto a los valores medios para pacientes enfermos, los hallazgos suelen ser bastante confusos y dispares dependiendo de los límites anatómicos usados para definir la vía aérea superior o los métodos usados para medir el volumen.

Finalmente, a pesar del hecho de que la Tomografía Cone Beam no presenta la mayor resolución y que no sea el estudio más específico para valoración de la vía aérea; es una tecnología que ha sido desarrollada continuamente abriendo el campo para la identificación y valoración de distintas patologías de cabeza y cuello; incluyendo las que afectan la vía aérea. Tiene la gran ventaja de presentar una menor radiación y exposición que la tomografía médica, un menor costo económico, así como ser un estudio rutinario para las diferentes especialidades odontológicas.

Con relación a las vías aéreas y en base a lo descrito en la literatura y los datos extraídos de nuestro estudio, podemos demostrar la utilidad de la Tomografía en el diagnóstico de anomalías anatómicas de la vía aérea a través de la medición precisa de distancias

anteroposteriores, latero mediales, transversales y volumétricas, siendo esta última, el parámetro más confiable. Es de hacer notar que las alteraciones también pueden presentarse en pacientes pediátricos, y como tal, resaltar su utilidad para ese grupo poblacional.

## 10. CONCLUSIONES

1. El tamaño de la muestra de 15 pacientes por grupo, resultó con una muy baja potencia estadística.
2. La vía aérea de los pacientes con S.A.O.S es diferente en forma y tamaño en comparación a la de los pacientes sin enfermedad.
3. Los hombres presentan mayores anomalías en la vía aérea que las mujeres.
4. La Tomografía Cone Beam si tiene alto valor de sensibilidad y especificidad para diagnóstico de S.A.O.S de origen Periférico, sin embargo, para el diagnóstico de S.A.O.S de origen Central, no es útil.
5. La Tomografía Cone Beam permite la identificación exacta de la zona de colapso, así como factores de riesgo asociados al mismo.
6. La zona de mayor constricción es la orofaringe, específicamente en la zona del plano oclusal inferior o zona retroglotal.
7. Los valores tomográficos más precisos para valoración de vías aéreas son:
  - a. Área mínima de Corte Transverso
  - b. Volumen
8. Hoy por hoy, la polisomnografía sigue siendo el estándar de oro para el diagnóstico certero de S.A.O.S independientemente del origen. La valoración de la vía aérea mediante Tomografía Cone Beam sigue siendo un complemento diagnóstico que permite al clínico la identificación temprana de parámetros que podrían ayudar a la prevención, así como a la intervención temprana de esta enfermedad.

9. Los parámetros tomográficos evaluados en nuestro estudio resultaron ser los de mayor utilidad para el diagnóstico de la enfermedad, sin embargo, no son los únicos con utilidad demostrable. La longitud de la vía aérea, la medición desde el plano mandibular a hioides así como la longitud del velo del paladar podrían ser otros tres valores útiles para este objetivo.
  
10. La odontología general, así como sus diferentes especialidades, tienen un papel contributivo importante en la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad.
  
11. El diagnóstico de S.A.O.S sigue siendo clínico. Aunque existan alteraciones polisomnográficas y/o tomográficas que sugieran enfermedad, estos complementos son inútiles, sin una adecuada relación con los signos y síntomas referidos por el paciente.

## 11. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

### Limitaciones

- Sabemos que la cantidad de tomografías valoradas fue insuficiente. Dadas las características particulares del año en que se realizó el estudio, así como la emergencia mundial por la Pandemia COVID-19 se tuvo reducir el número de estudios revisados por la restricciones en cuanto a los estudios clínicos.
- Por lo mencionado anteriormente, en nuestro estudio, no se dispuso de datos sobre el peso corporal y la altura de los pacientes. Podría haber sido interesante incluir estos parámetros en nuestro estudio.
- La tomografía es un estudio que se hace en pacientes despiertos y en posición erguida, mientras que el S.A.O.S es una enfermedad del dormir.
- La cantidad de estudios con tantas variables en la toma de la tomografía, así como los diferentes límites anatómicos útiles descritos para segmentar la zona a estudiar hace difícil la estandarización de parámetros y por ende una clasificación de los mismos.
- Para la medición de la variable Volumen, se tuvo que extraer mediante un software de lectura tomográfica diferente (NemoFab) el cual no es de acceso para la población universitaria de la facultad de Odontología.

## Perspectivas

- Se sugiere realizar un protocolo para la Toma de la TAC Cone Bean dirigido, no solo a visualización de estructuras esqueléticas sino a la caracterización adecuada de la vía aérea tomando en cuenta la posición de la lengua, la fase de la respiración en la que se realiza la toma, la inclinación de la cabeza, etc.
- Respecto a los parámetros tomográficos utilizados, se sugiere tomar en cuenta la longitud de la vía aérea, la relación volumétrica de la lengua y su relación con la enfermedad, así como sugerir una fórmula para la estandarización de la forma de la vía aérea en pacientes enfermos *versus* pacientes sanos.
- Es necesario la actualización del Software OnDemand que se utiliza en el área de radiología de la Facultad de Estomatología de la UASLP, pues el que se presenta actualmente no tiene las herramientas para poder realizar la segmentación volumétrica de la vía aérea.
- Se propone realizar un estudio similar al nuestro, tomando en cuenta una mayor cantidad de tomografías revisadas enfocadas a la población pediátrica con S.A.O.S.
- La tendencia a futuro es la realización de estudios con imagen radiográficas *dinámicas* que nos pudieran auxiliar en la visualización del comportamiento de la vía aérea, así como su relación con las estructuras anatómicas que la rodean.
- En un intento por generar una estandarización de dichos parámetros; proponemos la siguiente Escala de Riesgo para valoración e interpretación en base a *Volumen* tomográfico, tomando en cuenta los límites anatómicos utilizados en nuestro estudio, así como su utilización para pacientes adultos sin enfermedad respiratoria previamente conocida:

RIESGO	VALOR VOLUMÉTRICO
Alto	10 a 20 mm <sup>3</sup>
Intermedio	21 a 25 mm <sup>3</sup>
Bajo	≥ 26 mm <sup>3</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.Maimó-Bordoy A., Mir-Sagristá L., Mir-Viladrich I. y cols. *Síndrome de apneas obstructivas del sueño (SAOS). Aspectos generales.* Medicina Balear.1995; 10(4): 195-202.
- 2.Bates C.J. McDonald J.P. *The relationship between severity of obstructive sleep apnoea/hypopnoea síndrome (OSAHS) and lateral cephalometric radiograph values: A clinical diagnostic tool.* Surgeon. 2005; 3(5): 336-346.
- 3.Young T., Palta M., Dempsey J., et al. *The occurrence of sleep- disordered breathing among middleaged adults.* N Engl J Med. 1993; 328:1230-35.
- 4.Iber C., Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan SF for the American Academy of Sleep Medicine. *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications.* American Academy of Sleep Medicine. 2007.
- 5.Kapur V., Blough D.K., Sandblom R.E., et ál. *The medical cost of undiagnosed sleep apnea.* Sleep 1999; 22 : 749-55.
- 6.Carrillo-Alduenda J.L., Arredondo-Del Bosque F.M., Reyes-Zúñiga M. y cols. *Síndrome de apnea obstructiva del sueño en población adulta.* Neumol Cir Torax, 2010; 69(2): 103-115.
- 7.Punjabi NM: *The Epidemiology of Adult Obstructive Sleep Apnea.* Proc Am Thorac Soc. 2008; 5:136-143.
- 8.Covarrubias-Gomez A. Guevara-Lopez U, Haro-Valencia R. *El síndrome de apnea obstructiva del sueño y su importancia en la medicina perioperatoria.* Rev Med Inst Mex Seguro Soc.2007; 45 (4): 371-380.

- 9.Palla A, Digiorgio M, Carpenè N, et ál. *Sleep apnea in morbidly obese patients: prevalence and clinical predictivity*. Respiration 2009; 78: 134-40.
- 10.Öztürk Ö., Hakan-Tuna S., Alkış H. et al. *Comparison of Cephalometric Variables in Non-obese and Obese Patients with Obstructive Sleep Apnea*. Balkan Med J 2011; 28: 244-251
- 11.Sakurai S, Cui R, Tanigawa T, Yamagishi K, Iso H. *Alcohol consumption before sleep is associated with severity of sleep-disordered breathing among professional Japanese truck drivers*. Alcohol Clin Exp Res 2007; 31: 2053-2058.
- 12.Ye L, Pien GW, Weaver TE. *Gender differences in the clinical manifestation of obstructive sleep apnea*. Sleep Med 2009; 10: 1075-1084.
- 13.Torre-Bouscoulet L., Vázquez-García J.C., Muiño A., et ál; and PLATINO Group. *Prevalence of sleep-related symptoms in four Latin American cities*. J Clin Sleep Med 2008; 4: 579-585.
- 14.Kripke DF, Ancoli-Israel S, Klauber MR, Wingard DL, Mason WJ, Mullaney DJ. *Prevalence of sleep-disordered breathing in ages 40-64 years: a population-based survey*. Sleep 1997; 20:65-76.
- 15.Yu X, Fujimoto K, Urushibata K, Matsuzawa Y, Kubo K. *Cephalometric analysis in obese and nonobese patients with obstructive sleep apnea syndrome*. Chest 2003; 124:212-8.
- 16.Cistulli PA. *Craniofacial abnormalities in obstructive sleep apnoea: implications for treatment*. Respirology 1996; (1):167-174.
- 17.Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, et al. *The relationship between obesity and craniofacial structure in obstructive sleep apnea*. Chest 1995; 108:375-81.
- 18.Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Temel Kavramları ve Dişhekimliğindeki Kullanım Alanları. Elluru VENKATESH, Snehal Venkatesh ELLURU. *Cone beam*

*computed tomography: basics and applications in dentistry.* J Istanbul Univ Fac Dent 2017; 51(3): 102-121.

19.Finlayson Antonio F., Epifanio Rodolfo. *La tomografía computarizada de haz cónico.* Revista Usta salud, 2008; 7: 125-131.

20.R KW Schulze b, NA Drage. *Cone-beam computed tomography and its applications in dental and maxillofacial radiology.* Section of Oral Radiology, University Medical Center of the Johannes Gutenberg-University Mainz, Augustusplatz 2002; 55-62.

21.Arana-Fdez. de Moya, Estanislao Buitrago-Vera, Pedro Benet-Iranzo, Francisco, Tobarra-Pérez, *Computerized tomography: introduction to dental techniques.* Eva RCOE, 2006, 11(3), 311 – 322.

22.Pérez Rodríguez Paula Viviana, Tobar Luz Nelly. *Evaluación de la vía aérea superior en pacientes con SAHOS mediante cefalometría 3d y multiplanar* Universidad del Rosario. 2005; 36(5):350-357

23.Ilson Sepúlveda A. *Volumetric reconstruction of temporal bone by Cone Beam (CBCT)* Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello 2014; 74: 191-194

24.Gina D Roque-Torres, Abraham Meneses-López, Frab Norberto Bóscolo, Solange María De Almeida, Francisco Haiter Neto. *Cone beam computed tomography use in orthodontics, functional facial orthopedics.* Rev Estomatol Herediana. 2015; 25(1):60-77.

25.Nelson S, Hans M. *Contribution of craniofacial risk factors in increasing apneic activity among obese and nonobese habitual snorers.* Chest 1997;111:154-62.

26.Flemons W.W., *Obstructive Sleep Apnea*. N Engl Med; 2002: 347(7): 498-504

27.Mareque Bueno J., Martínez Fuster X., González Lagunas J. y cols. *Avance geniogloso en el tratamiento del síndrome de apnea obstructiva del sueño*. Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac. 2005; 27(3): 161-166.

28.Torre-Bouscoulet L., Castorena-Maldonado A. *Pros y contras de la simplificación de los métodos diagnósticos en adultos con apnea obstructiva del sueño*. Rev Inst Nal Enf Resp Mex. 2008; (2) 21a

29.Sunitha C., Kumar S. *Obstructive sleep apnea and its management Indian Journal of Dental Research*. 2010; 21(1): 119-124

30.Ronchi P., Novelli G., Colombo L., *Effectiveness of maxilomandibular advancement in obstructive sleep apnea patients with and without skeletal anomalies*. J Oral Maxillofac Surg. 2010; 39(6): 541-547

31.Takumi Ogawa, Reyes Enciso, Werner H. Shintaku, Glenn T. Clark. *Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontology 2007;(103)102-8

32.Aylin Yucel, Mehmet Unlu, Alpay Haktanir, Murat Acar, Fatma Fidan. *Evaluation of the upper airway cross-sectional area Changes in diferent degrees of severity of obstructive sleep apnea syndrome: cephalometric and dynamic CT study*. Am J Neuroradiol 2005; 26-29.

33.Bravo Felipe, Navarrete Andrea, Niño Andrea, Rodriguez Enzo, Ardia Carlos M, Guzman Carmen. *Evaluación tridimensional de la vía aérea mediante tomografía computarizada de haz de cono*. 2012; 39(6): 541-547

34.Hung Hsiag Tso, Janice S Lee, John C Huang, Koutaro Maki, David Hatcher, Arthur J Miller. *Evaluation of the human airway using cone-beam*

*computerized tomography*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Nov;108(5):768-76.

35.Mansoor Madani<sup>1</sup>, Farideh Madani. *Epidemiology, pathophysiology, and clinical features of obstructive sleep apnea*. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 2009 Nov;21(4):369-75.

36.Stephen A Schendel<sup>1</sup>, Richard Jacobson, Sadri Khalessi. *Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis*. J Oral Maxillofac Surg 2012 Sep;70(9):2174-83.

37.Dan Grauer<sup>1</sup>, Lucia S H Cevidanes, Martin A Styner, James L Ackerman, William R Proffit. *Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 Dec;136(6):805-14.

38.Guerrero-Zúñiga Selene, Torre-Bouscoulet Luis. *Los trastornos del sueño en México. A propósito de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Neumol Cir Torax 2018; 77 (3):183-185.

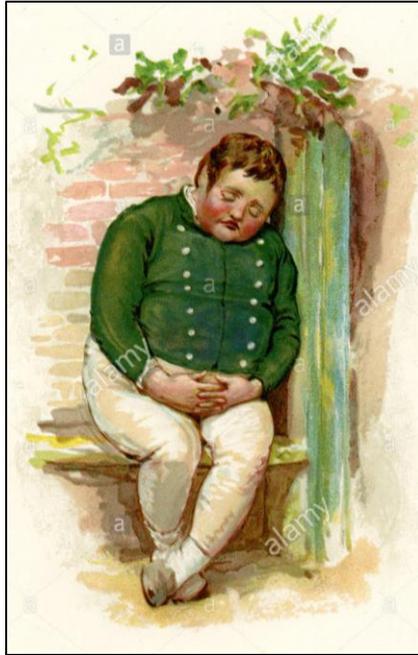
39.Elluru Venkatesh, Snehal Venkatesh Elluru. *Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry*. J Istanbul Univ Fac Dent. 2017;2 (51)102-121.

40. Zachary Abramson, Srinivas Susarla, Meredith August. *Three-Dimensional Computed Tomographic Analysis of Airway Anatomy in Patients With Obstructive Sleep Apnea*. J Oral Maxillofac Surg 2010, 68: 354-362.

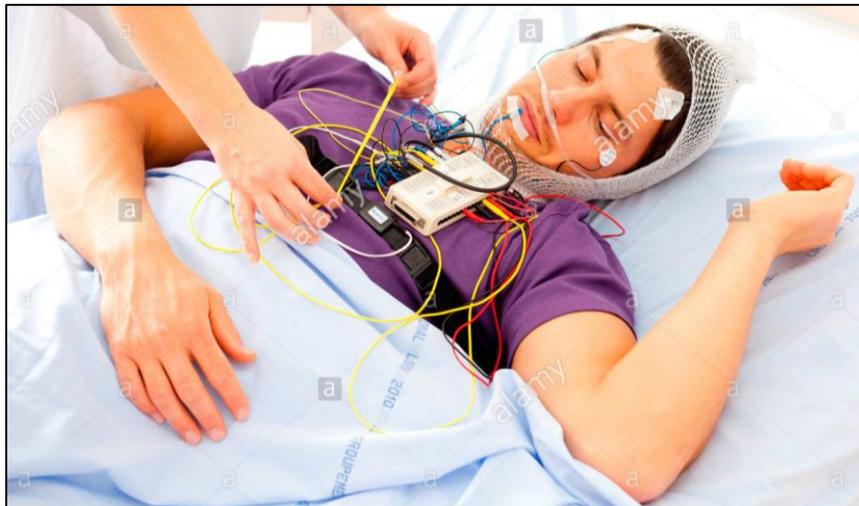
41.Quevedo Maria, Hernandez Adalsa, Zabrano Elba. Upper airways evaluation through cephalometric tracing. Rev Odontol Univ Cid Sao Paulo 2017 (29), 276 – 288.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I: IMÁGENES RELACIONADAS**



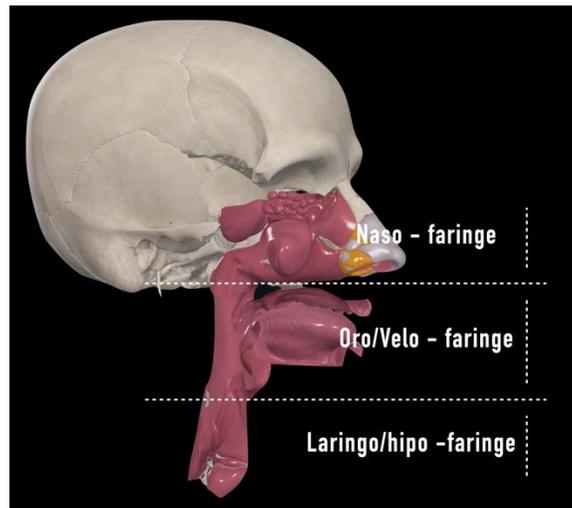
**Imagen 1:** Joe, sujeto descrito por Charles Dickens, con características sugerentes a S.A.O.S



**Imagen 2:** Estudio de Polisomnografía llevado a cabo al dormir



*Imagen 3:* Tomografía Cone Bean llevandose a cabo



*Imagen 4:* División anatómica de la Faringe

## **ANEXO II: CARTA APROBACION COMITÉ DE ÉTICA**

### ANEXO III: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Proyecto de Protocolo	■					
Aprobación del comité de ética	■					
Recolección de Datos		■	■			
Análisis de Datos				■	■	
Presentación de Resultados						■