

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**REPETIBILIDAD DE FARINGOMETRIA ACUSTICA EN  
POBLACIÓN PEDIÁTRICA**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR AL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO**

**PRESENTA**

**ANGÉLICA MARGARITA PORTILLO VÁSQUEZ**

**CON ASESOR DE TESIS**

**DR. JOSÉ ROGELIO PÉREZ PADILLA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 10 DE AGOSTO 2015**



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.

## Tabla de contenidos.

Antecedentes .....	3
Pregunta de investigación.....	7
Justificación.....	7
Hipótesis .....	8
Objetivos.....	9
Metodología.....	10
Resultados .....	13
Discusión.....	17
Conclusión.....	20
Bibliografía.....	21
Anexos	

## Antecedentes

El síndrome de la apnea obstructiva del sueño (SAOS) es una enfermedad relativamente frecuente en los niños, con prevalencia entre el 1 y el 5%. (1) Se incluye en el espectro de trastornos hipoventilatorios obstructivos, parte del grupo de trastornos respiratorios del dormir, el cual abarca desde el ronquido primario, pasando por el síndrome de resistencia de la vía aérea hasta el SAOS. (2) El espectro se caracteriza por patrón respiratorio anormal durante el dormir incluyendo ronquido, respiración oral y pausas en la respiración; definiéndose el SAOS como un trastorno de la respiración durante el dormir caracterizado por obstrucción parcial prolongada de la vía aérea superior y/o obstrucción intermitente completa que interrumpe la ventilación normal durante el dormir y los patrones de dormir normales. La enfermedad es causa de morbilidad metabólica (retraso en el desarrollo), cardiovascular (hipertensión sistémica, hipertensión pulmonar y cor pulmonale con falla cardíaca) y neurocognitiva (mal desempeño escolar, trastornos de conducta) en niños (3). Entre los síntomas más frecuentes se encuentran somnolencia diurna, mal desempeño escolar, hiperactividad, respiración oral, ronquidos nocturnos, apneas presenciadas y enuresis. Su fisiopatología se explica por un aumento en la resistencia de la vía aérea durante el dormir, más frecuentemente por una obstrucción debida a hipertrofia adenoamigdalina;(4) aunque existen fenotipos de la enfermedad caracterizados por obesidad, distrofia craneofacial y alteración neuromuscular. La vía aérea infantil, como la adulta, se comporta como un modelo de resistencia de Starling con un tubo simple colapsable, el cual puede describirse como un tubo con extremos proximales y distales rígidos con un área colapsable en medio. La región colapsable se expone a las presiones de los tejidos circundantes, llevando a colapso a altas presiones (presión crítica de cierre). Para crear una oclusión completa la presión arriba y debajo del segmento colapsable deben ser menores que la presión crítica de cierre, lo que se presenta en la hipertrofia amigdalina. Este tejido crece más rápido que el resto de la vía aérea en la infancia temprana, máximo entre 3 y 6 años (5). Asumiendo un flujo constante, una vía aérea estrecha resulta en presión intraluminal más negativa, lo cual incrementa la tendencia de la vía al colapso (6).

Para el diagnóstico de la enfermedad se han estudiado cuestionarios, valoración clínica, estudios radiológicos, parámetros cardiovasculares, marcadores inflamatorios, oximetría nocturna, estudios de sueño domiciliarios y polisomnografía, siendo la última la única en la que se ha demostrado suficiente sensibilidad y especificidad para el uso clínico. (1) Sin embargo, existe un déficit de laboratorios de sueño y particularmente en clínicas con experiencia pediátrica (3); además de ser la prueba costosa, consume mucho tiempo y es extremadamente laboriosa,(5) por lo que no es posible ni pragmático realizarla en todos los niños. Entre los estudios para la valoración de la vía aérea estudiados en niños se encuentran la endoscopía o laringoscopía, evaluación radiológica (cefalometría), collapsabilidad de la vía aérea medida por fluoroscopia y resonancia magnética y faringometría acústica (2).

La faringometría acústica se basa en el principio que una señal de sonido audible se genera en el fondo de un instrumento tubular (tubo de onda) y se transmite a la cavidad examinada por medio de un adaptador anatómicamente encajado (pieza bucal). El pulso acústico es parcialmente reflejado al encontrar un cambio (impedancia) de área. (7). El principio se basa en la relación:

$$Z = rC/A$$

Siendo Z la impedancia (que incluye la resistencia), r la densidad del gas atravesado por la onda acústica, C la velocidad de onda y A el diámetro del tubo. Si se considera r constante y C igual a 0 puede deducirse que la impedancia es inversamente proporcional al área seccional del tubo:

$$A = 1/Z$$

La amplitud y frecuencia de las ondas reflejadas dependen en el área de la vía aérea, mientras que el tiempo para que la onda reflejada regrese es una función de la distancia. Por tanto la relación "presión/tiempo" puede cambiar por "área seccional/distancia". Consecuentemente las reducciones en el espacio anatómico, principalmente aire, producirán cambios en la intensidad de la onda reflejada y en el tiempo para su regreso de una estructura anatómica dada hasta el micrófono. (8)

El estudio fue descrito por primera vez en 1980 por Fredberg, quien hipotetizó y demostró que las características de la vía aérea superior y la tráquea pueden inferirse de datos de reflexión acústica registrada en la boca (8). Se comprobó su reproducibilidad en humanos, modelos de vía aérea y tráquea de perros en 1984, y se determinó que no variaba con cambios en fase de respiración o en el volumen pulmonar en 1985, además de determinarse que el área faríngea media es un mejor índice del tamaño de la vía aérea superior (9). Se validó contra un modelo de vía aérea y resonancia magnética en 1993 (10), y se ha validado también contra tomografía computada y cefalometría (8). Sin embargo, todos los estudios de validación mencionados se han llevado a cabo en sujetos adultos. Las ventajas sobre otros métodos para la valoración objetiva de la vía aérea incluyen la respiración a volumen corriente libre durante la medición, no requerir equilibrio con helio/oxígeno, muestra del área de la vía aérea en tiempo real, rapidez, sin radiación, capacidad de valorar toda la vía aérea simultáneamente y ser no invasivo (7).

En pacientes adultos se cuenta con un protocolo de operación estándar (6), validado para test-retest, el cual es el siguiente:

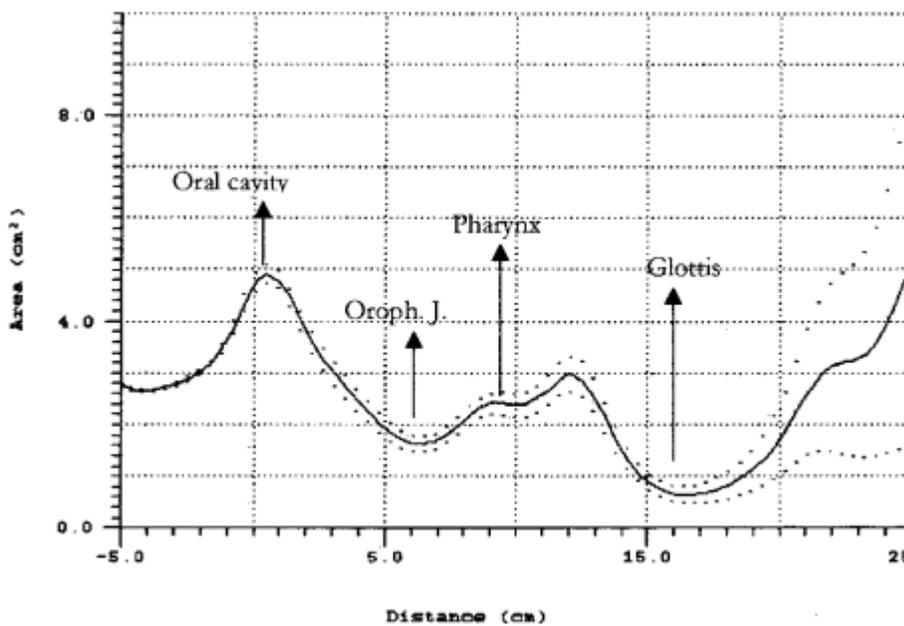
1. Posición del paciente: se sienta al paciente en una silla firme con un respaldo recto y alto, con altura del asiento y respaldo de cabeza ajustables para mantener la cabeza en posición neutral y el tubo de onda en la posición adecuada.
2. Consideraciones del paciente: la prueba se realiza durante respiraciones normales, por tanto se permite al paciente sentarse por unos momentos, mientras se le explica sobre la prueba y su naturaleza. Se le instruye para permanecer quieto durante el procedimiento y fijar la vista en un punto de la pared opuesta que está al mismo nivel. Se les pide que piensen silenciosamente "ohh" para poner la lengua en posición relajada en el piso de la boca y mantener el velo del paladar cerrado.
3. Pieza bucal: está hecha de caucho y diseñada para ser colocada con los dientes hacia el reborde, mordiendo las pestañas protruyentes, y con los labios sobre el reborde para formar un sello acústico.
4. Posición del tubo de onda: se coloca paralelo horizontalmente al piso, preferentemente mantenido en posición por un asistente más que por el paciente, mientras el operador maneja la computadora y observa al paciente y el equipo.

5. Operador: es útil que el operador o voluntario tenga entrenamiento previo para que esté familiarizado y para obtener consistentemente un resultado reproducible.

Encontrándose que las fuentes más comunes de artefactos fueron (12):

- Posición de la cabeza en relación con la columna cervical
- Posición mal controlada de la lengua
- Mala posición del tubo
- Conciencia del paciente de su respiración o un paciente excitado con cambio en el volumen y rango respiratorio.
- Importancia de una curva confiable.

Al realizar el estudio se obtiene la siguiente curva:



Representando el eje vertical el área seccional y el eje horizontal la distancia dentro de la vía aérea, siendo 0.0 cm correspondiente a los incisivos (11).

En pacientes adultos se ha utilizado este estudio para valorar a los pacientes con SAOS y roncodores, encontrándose (entre otros) un aumento en la distensibilidad (compliance) de la faringe (12), disminución en el área seccional faríngea (13), aumento en el área faríngea mínima y promedio posterior al uso del CPAP EXPLICAR UN POCO MAS ESTO QUE NO ESTA CLARO (14) y el área seccional mínima como predictor de gravedad de SAOS (15)

En paciente pediátricos los estudios realizados han encontrado relación del área mínima seccional con la edad, reducción de la misma en niños pretérmino, y con trastorno respiratorio durante el dormir; sin encontrarse relación con tamaño amigdalino (16). Sin embargo, en este estudio se consideraron válidas solamente la mitad de las muestras, por no cooperar adecuadamente los niños con la prueba, además de haberse realizado la medición solamente en una ocasión, y tomar como población a niños de  $9.35 \pm 0.82$  años. En otro estudio (17) se realizaron faringometría

acústicas buscando diferencias entre niños con SAOS pre y postadenoamigdalectomía. En este se recolectaron datos sobre niños de 4 a 16 años, encontrándose reproducibilidad como medida del colapso de la vía aérea, además de normalización en dos tercios de los niños post adenoamigdalectomía. La faringometría posterior a aplicación de solución salina y de anestésico tópico (siendo la diferencia medida para colapso); para asegurar reproducibilidad se realizaron estudios previos con diferencia de una semana entre sí, encontrándose un coeficiente de variación del área seccional de  $8.7 \pm 1.8\%$  y del colapso de  $13.4 \pm 3.2\%$ . Sin embargo, los estudios para asegurar reproducibilidad se realizaron en niños con  $6.7 \pm 0.2$  años, y no se describe si se siguió un protocolo para la toma del estudio aparte de la aplicación de anestésico tópico.

## **Pregunta de investigación**

*¿Puede establecerse un protocolo estándar para la realización de faringometría acústica en niños desde los 3 años de edad que nos proporcione curvas válidas y reproducibles?*

## **Justificación**

El síndrome de apnea obstructiva del sueño en niños es un trastorno relativamente común con secuelas que afectan gravemente la calidad de vida y la longevidad de los niños. Entre los instrumentos con los que se cuenta para su valoración se encuentra la faringometría acústica, la cual basa su funcionamiento en la reflexión de ondas acústicas por cambios de área, produciendo curvas que permiten medir el área transversal de la vía aérea. En adultos este estudio ha sido validado en múltiples ocasiones, contándose ya con un protocolo estándar para su realización y con curvas normales. En niños, en quienes es necesario contar con más alternativas de diagnóstico por la dificultad de realización de polisomnografía, no se cuenta con una validación realizada en pacientes desde la edad más frecuente de la enfermedad (3 años), ni con un protocolo estándar para la realización del estudio.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis alterna**

Las faringometrías acústicas realizadas según el protocolo estándar para adultos en niños desde 3 años producirán curvas con un coeficiente de variación menor a 10%.

### **Hipótesis nula**

Las faringometrías acústicas realizadas según el protocolo estándar para adultos en niños desde 3 años producirán curvas con un coeficiente de variación mayor a 10%.

## **Objetivos**

### **Objetivo principal**

Valorar la repetibilidad de las faringometrías acústicas realizadas en población pediátrica según el protocolo estándar para adultos.

### **Objetivos secundarios**

1. Identificar las fuentes de artefactos y sesgos para la realización del estudio.
2. Determinar los cambios necesarios al protocolo para asegurar la repetibilidad del estudio.
3. Encontrar la edad menor a la que un paciente puede realizar un estudio repetible.

## **Metodología**

### *Tipo de estudio*

Se realizó un estudio observacional, longitudinal, prospectivo.

### *Población*

Se valoraron 24 pacientes, nueve de entre tres a cinco años y quince entre seis y 14 años.

### Criterios de inclusión

Pacientes que acudan a preconsulta o urgencias en el departamento de Otorrinolaringología del INER, familiares de trabajadores del instituto o de pacientes que acudieran a visita.

Edades 3 a 14 años.

Género indistinto.

### Criterios de exclusión

Presencia de malformación craneofacial.

Presencia de alteración en la oclusión dental.

Que refieran no poder completar el estudio.

Padres que no acepten realización del estudio no firmando consentimiento informado.

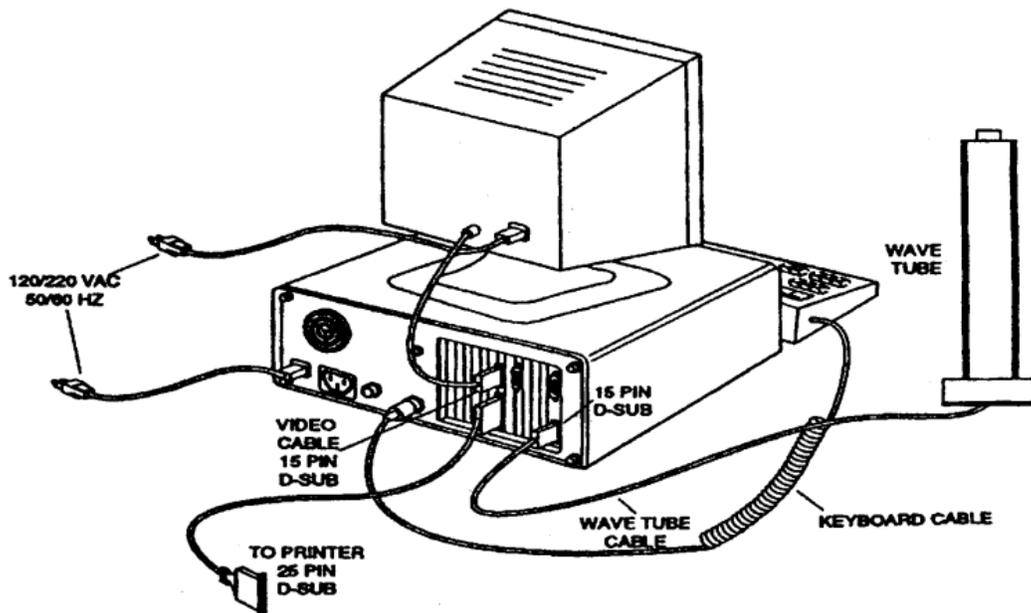
### Criterios de eliminación

Pacientes que no acudieron a cita para realización de medición subsecuente.

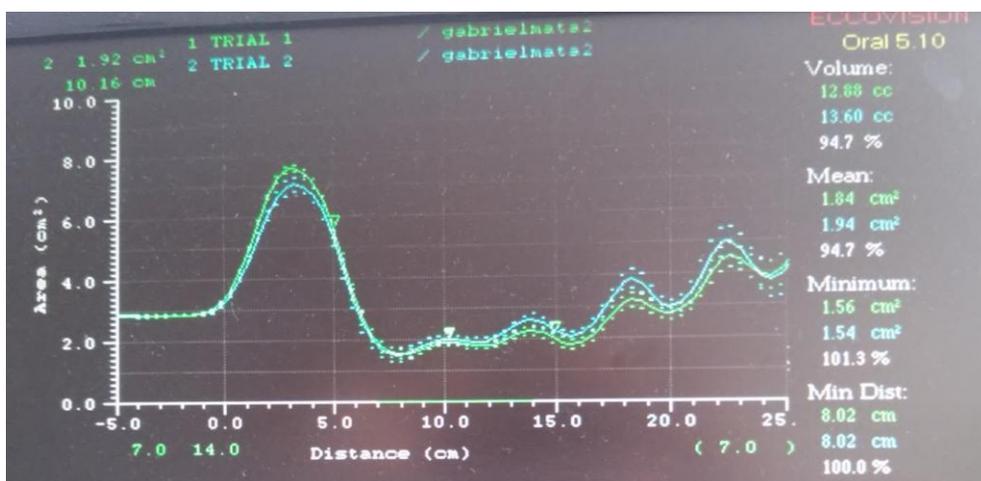
### *Procedimiento*

Se realizó la captación de pacientes en cita de primera vez de preconsulta, urgencias, en los familiares de pacientes que acudieron a visita y en los familiares de trabajadores del instituto. valorándolo para descartar presencia de criterios de exclusión e inclusión, y en caso de poder ser incluido en el estudio, explicándose a padres y a los niños el estudio a realizar y obteniendo firma de consentimiento informado. Se tomará peso y talla del paciente y se calculará su score z. Se registrarán datos generales del paciente por medio de la aplicación del cuestionario de salud (Anexo 1).

Se utilizará para el estudio el equipo EccovisionAcousticPharyngometer, de la empresa SleepGroupSolutions, con el cual se cuenta en la clínica del sueño.



Se realizó el mismo día de la captación (o en día diferente de acuerdo a disponibilidad del paciente) faringometría acústica según protocolo estándar para adultos ya descrito en (6). Aparte de este protocolo se utilizó el protocolo estándar desarrollado en la clínica de trastornos respiratorios del dormir del INER, el cual está basado en este mismo y se presenta en el anexo 2. Incluye la realización de la prueba con respiración oral, nasal y con maniobra de Valsalva. Se consideró una curva aceptable la que según lo que proporcionado por el equipo no mostrara efectos de artefactos, tuviera la morfología característica y variación menor de 10% entre mediciones del equipo, siendo éstas medidas por las líneas punteadas mostradas en la curva:



Se utilizó para disminuir la movilidad del cuello de los pacientes collarín cervical de tamaño adecuado. Además se recortó la boquilla disponible para el estudio en caso que no fuera de tamaño adecuado para la boca del paciente.



Se solicitó a cada paciente realización de respiración oral, nasal y realización de maniobra de Valsalva para registro de área seccional mínima faríngea y glótica, registrándose tres curvas con cada maniobra. De cada maniobra se tomaron en cuenta el diámetro mínimo y promedio, el volumen faríngeo y la distancia mínima.

Durante duración del estudio se registraron las fuentes de artefactos. Se realizó una segunda medición el mismo día dos a tres horas posterior a la primera, siguiendo los mismos parámetros, excepto que en pacientes quienes no hayan podido realizar Valsalva no se realizó la misma. Se realizó una tercera medición 7 a 10 días posterior a la primera, siguiendo la misma técnica.

#### *Análisis estadístico*

Se analizó cada variable con coeficiente de variación, valorando así la repetibilidad intra prueba (en las tres pruebas realizadas en cada prueba) e interprueba (entre las tres ocasiones en que se realizó la prueba). Se realizó además análisis con U de Man Whitney para encontrar diferencias entre los coeficientes de población menor y mayor a 6 años, además se utilizó correlación con rho de Spearman para buscar relación del coeficiente de variación con edad y fecha de prueba.

#### *Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información*

Los datos fueron recolectados de forma primaria, directamente de las faringometrías realizadas, además del peso y talla de cada niño y del cuestionario de salud. Para las faringometrías se fotografiaron los resultados de cada paciente, para realizar al final del estudio el análisis estadístico.

#### *Consideraciones éticas*

La faringometría acústica es un método diagnóstico no invasivo y poco molesto para el paciente ya que sólo se le pide realizar respiración normal sin pedir por ejemplo espiración forzada como en la espirometría. Siendo ésta una población de riesgo con necesidad de contar con más estudios diagnósticos para el SAOS se justifica la realización del estudio a pesar de las molestias posibles. Se solicitará consentimiento informado de los padres y también asentimiento de los candidatos a participar.

## Resultados

Se estudiaron 24 pacientes, con edades entre 3.44 y 13.78 años, siendo la mayoría del género masculino (58%). El score Z se encontró mayor a lo normal en 7 niños, encontrándose sólo 1 en rango de desnutrición. De los pacientes estudiados solamente 3 se encontraban en estudio por probable apnea obstructiva del sueño, negando el resto ronquido nocturno.

**Tabla 1. Datos generales.**

<i>Género</i>	Masculino	58% (14)
	Femenino	42% (10)
<i>Edad</i>	Mediana, RIC	7.78 (RIC 4.31)
<i>Score Z</i>	< 1 (normal)	66.67% (16)
	>1, <2 (sobrepeso)	18.75% (3)
	>2 (obesidad)	16.6% (4)
	<-2 (desnutrición)	4.17% (1)

Se realizó la prueba según lo especificado en metodología, siendo el tiempo mínimo entre la primer y segunda prueba de dos horas y máximo de 4, y entre la segunda y tercera mínimo de 7 días y máximo de 10. Se realizaron las maniobras de respiración oral, nasal y Valsalva, no siendo posible obtener curvas aceptables según el reporte del faringometro en ningún paciente con maniobra de Valsalva, por lo que se evaluaron solamente las otras dos maniobras. En 4 pacientes no se realizó maniobra oral, siendo analizada solamente nasal.

Se obtuvieron los siguientes resultados de las mediciones realizadas, en ambas maniobras:

**Tabla 2. Dimensiones faríngeas.**

	<b>MANIOBRA</b>	<b>MEDIANA(RIC)</b>
<b>VOLUMEN (CM<sup>3</sup>)</b>	Nasal	2.98 (1.3)
	Oral	11.76 (7.07)
<b>ÁREA MEDIA (CM<sup>2</sup>)</b>	Nasal	0.68 (0.27)
	Oral	1.68 (1.01)
<b>ÁREA MÍNIMA (CM<sup>2</sup>)</b>	Nasal	0.49 (0.09)
	Oral	1.31 (0.79)
<b>DISTANCIA MÍNIMA (CM)</b>	Nasal	11.09 (1.7)
	Oral	9.68 (2.66)

En la maniobra nasal, durante la realización de las tres pruebas, se encontró que no todos los pacientes realizaron maniobras repetibles según el coeficiente de variación en las cuatro variables:

**Tabla 3. CIV intraprueba. Maniobra nasal.**

	<b>PRUEBA</b>	<b>MEDIANA(RIC)</b>	<b>% MAYOR AL 0.10</b>
<b>VOLUMEN</b>	Prueba 1	0.040 (0.09)	27%
	Prueba 2	0.064 (0.045)	13%
	Prueba 3	0.051 (0.054)	4%
<b>ÁREA MEDIA</b>	Prueba 1	0.037 (0.09)	27%
	Prueba 2	0.063 (0.045)	13%
	Prueba 3	0.049 (0.05)	4%
<b>ÁREA MÍNIMA</b>	Prueba 1	0.043 (0.097)	27%
	Prueba 2	0.037 (0.07)	22%
	Prueba 3	0.058 (0.052)	9%
<b>DISTANCIA MÍNIMA</b>	Prueba 1	0.016 (0.03)	9%
	Prueba 2	0.017 (0.135)	26%
	Prueba 3	0.017 (0.134)	26%

Resultados similares se encontraron durante la realización de la prueba con maniobra de respiración oral:

**Tabla 4. CIV intraprueba. Maniobra oral.**

	<b>PRUEBA</b>	<b>MEDIANA(RIC)</b>	<b>% MAYOR AL 0.10</b>
<b>VOLUMEN</b>	Prueba 1	0.064 (0.04)	5%
	Prueba 2	0.049 (0.04)	5%
	Prueba 3	0.076 (0.06)	25%
<b>ÁREA MEDIA</b>	Prueba 1	0.064 (0.04)	5%
	Prueba 2	0.049 (0.02)	5%
	Prueba 3	0.076 (0.07)	25%
<b>ÁREA MÍNIMA</b>	Prueba 1	0.082 (0.07)	25%
	Prueba 2	0.065 (0.07)	35%
	Prueba 3	0.067 (0.088)	25%
<b>DISTANCIA MÍNIMA</b>	Prueba 1	0.028 (0.15)	20%
	Prueba 2	0.009 (0.03)	20%
	Prueba 3	0.107 (0.18)	50%

Al realizar el análisis interprueba (análisis de los promedios de las pruebas en sus tres aplicaciones), se obtuvieron los siguientes resultados para ambas maniobras:

**Tabla 5. CIV interprueba.**

	MANIOBRA	MEDIANA(RIC)	% MAYOR AL 0.10
<b>VOLUMEN</b>	Nasal	0.083 (0.05)	25%
	Oral	0.117 (0.10)	60%
<b>ÁREA MEDIA</b>	Nasal	0.083 (0.05)	29%
	Oral	0.119 (0.11)	65%
<b>ÁREA MÍNIMA</b>	Nasal	0.085 (0.08)	33%
	Oral	0.139 (0.13)	65%
<b>DISTANCIA MÍNIMA</b>	Nasal	0.708 (0.02)	92%
	Oral	0.040 (0.08)	20%

Se identificaron como artefactos el movimiento cefálico de los pacientes, sobre todo en los pacientes menores de 6 años, el cual disminuyó considerablemente con el uso de collarín cervical. Se encontró además la impaciencia de los pacientes al momento de realizar el estudio, obteniéndose curvas no aceptables en caso de que la prueba se prolongara más de diez minutos. Además se encontró difícil que los pacientes mantuvieran un ritmo de respiración oral estable. No se encontró problema con la posición de la lengua, la cual fue correcta en todos los casos. Se encontró en ocasiones dificultad para la realización de la medición por producir los pacientes el fonema /o/.

Se compararon los coeficientes de variación entre los pacientes menores y mayores de seis años para determinar la existencia de diferencia significativa entre los coeficientes de variación interprueba de ambos grupos, no encontrándose significancia con la prueba de U de Mann Whitney.

**Tabla 5. CIV entre edades.**

	MANIOBRA	MEDIANA(RIC) (MENOR 6 AÑOS)	MEDIANA (RIC) (MAYOR 6 AÑOS)	P
<b>VOLUMEN</b>	Nasal	0.084 (0.14)	0.082 (0.04)	1
	Oral	0.122 (0.06)	0.098 (0.13)	0.167
<b>ÁREA MEDIA</b>	Nasal	0.083 (0.14)	0.084 (0.05)	1
	Oral	0.121 (0.04)	0.097 (0.13)	0.120
<b>ÁREA MÍNIMA</b>	Nasal	0.117 (0.14)	0.076 (0.06)	0.84
	Oral	0.15 (0.08)	0.118 (0.15)	0.432
<b>DISTANCIA MÍNIMA</b>	Nasal	0.707 (0.05)	0.709 (0.02)	0.64
	Oral	0.018 (0.14)	0.050 (0.08)	0.837

Se buscó la existencia de correlación entre el coeficiente de variación y la edad de pacientes y la fecha de la prueba, para determinar si la edad podría tener relación con la menor repetibilidad, o si el realizar la prueba al inicio o al final del estudio influía en la repetibilidad de la misma. Utilizando la prueba de rho de Spearman se encontraron los siguientes resultados:

**Tabla 6. Correlación con edad y fecha de prueba.**

	<b>VoIN</b>	<b>PromN</b>	<b>MinN</b>	<b>DMN</b>	<b>VoO</b>	<b>PromO</b>	<b>MinO</b>	<b>DMO</b>
<b>Fecha Corr</b>	-0.446	-0.484	-0.157	-0.539	0.062	0.1	0.035	0.305
<i>p</i>	0.37	<b>0.022</b>	0.484	<b>0.010</b>	0.812	0.703	0.894	0.234
<b>Edad Corr</b>	-0.155	-0.219	-0.597	0.129	-0.195	-0.247	-0.07	0.102
<i>p</i>	0.470	0.304	<b>0.002</b>	0.548	0.424	0.307	0.775	0.679

En los cuales se observa que se encuentra significancia en la correlación de la fecha de la prueba con el área promedio con maniobra nasal y la distancia mínima con maniobra nasal. Se encontró además significancia en la correlación de la edad con el área mínima por maniobra nasal. No se encontró significancia con ninguna de las mediciones en la maniobra oral.

## Discusión

La reflectometría acústica es una técnica que permite la medición no invasiva de estimados de distancias y área seccionales. Ésta técnica se ha utilizado para la investigación del síndrome de apnea obstructiva del sueño, buscándose su uso tanto para ahondar en la fisiopatología de la enfermedad (15) como en diagnóstico temprano de la enfermedad (14). En los pacientes pediátricos su estudio ha sido menor que en adultos, aunque se ha reportado su utilidad (16) y se ha utilizado para valorar la colapsabilidad de la vía aérea (17). La repetibilidad de la prueba se ha reportado en dichos estudios con un coeficiente de variación menor al 10%, aunque para realizar la validación no se conoce cuántos pacientes menores de seis años entraron al estudio. Es de primordial importancia incluir a pacientes de este grupo de edad por ser el que presenta la disparidad en el crecimiento de tejido linfóide que lleva al origen del SAOS (4).

En el presente estudio se valoró la repetibilidad de la faringometría acústica utilizando el protocolo para la prueba desarrollado en la clínica de trastornos respiratorios del dormir del INER (Anexo 2), el cual está basado en el descrito por Kamal en (7). El protocolo mencionado ha sido usado hasta el momento en pacientes adultos obteniéndose resultados reproducibles, pero el mismo no se ha probado para su uso en pacientes pediátricos. Se implementó como anexo al mismo el uso de collarín cervical para disminuir los movimientos cefálicos durante el desarrollo de la prueba. Se valoró a 24 niños, incluyendo 9 menores de 6 años, contando con edades desde los 3 años hasta los 13 y mostrando todos los pacientes incluidos en el estudio gran cooperación para la realización. Las instrucciones brindadas de acuerdo al protocolo no causaron confusión en los pacientes, ni se encontró que mostraran rechazo al uso de la boquilla para la realización del estudio. No se encontró tampoco dificultad para comprensión por parte de los pacientes sobre la colocación de la boquilla posterior a demostración.

En pacientes adultos se han realizado diversos estudios para comprobar la repetibilidad de la faringometría acústica. Entre los primeros se encuentra el realizado por Brooks et al en 1989 (9). En el mismo se valoró la repetibilidad utilizando diferentes boquillas, y se buscó la medición más repetible entre el área faríngea promedio, el área máxima y el volumen faríngeo. El coeficiente de variación descrito para la medición más repetible (el área promedio) tuvo un promedio de 0.08 tanto en el mismo día como en días diferentes, describiéndose además para el volumen 0.08 en mismo día y 0.12 en días diferentes. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo, siendo solamente el coeficiente de variación del área media ligeramente mayor.

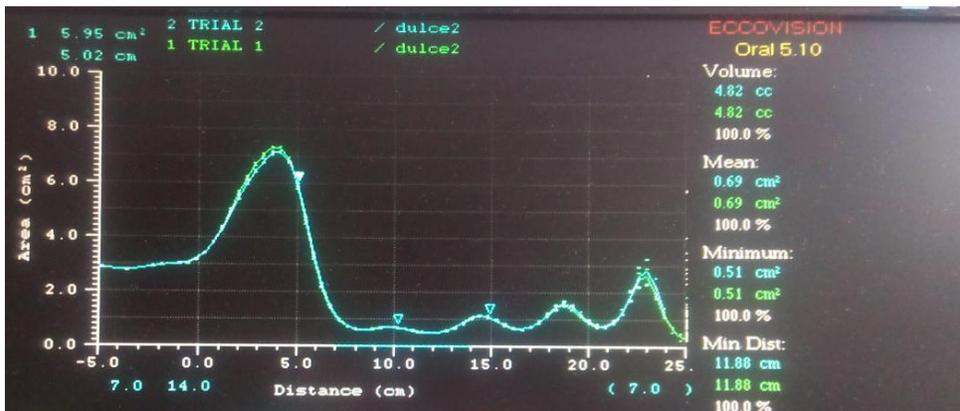
Se investigó también tanto la repetibilidad como la variación entre las mediciones nasal y oral por Marshall et al en (10), en 1992. En este estudio se reporta un coeficiente de variación de alrededor del 10%, considerándolo aceptable, y reportando que en diez sujetos el coeficiente intraprueba fue del 10% con máximo de 25%, e intraprueba de 13% con desviación estándar de 3% en el área faríngea mínima, resultados que son muy similares a los encontrados en este estudio. Se encontró asimismo la disminución fisiológica del área con la respiración nasal.

Kamal en 2004, el estudio más reciente de repetibilidad en adultos (7) estudió el área promedio de pacientes sanos y con diagnóstico de SAOS, encontrando en pacientes sanos coeficiente intraprueba de 0.08, interprueba de 0.008, mientras que en pacientes con diagnóstico de SAOS el coeficiente intraprueba fue de 0.19, mientras que el interprueba fue de 0.001. El ANOVA para todas las mediciones fue no significativo.

En pacientes pediátricos se ha descrito (16) un coeficiente para el área media de 0.08, y para el área mínima de 0.11, para las mediciones intraprueba, lo que corresponde con lo encontrado en el presente estudio. En estudio para medir colapsabilidad (17) se encontró un coeficiente de variación intraprueba del área seccional faríngea de 0.09 de promedio en niños sanos, con un coeficiente de repetibilidad (interprueba) de 0.016 en niños sanos. Ambos valores corresponden a lo encontrado en el presente estudio.

Como se ha comentado, los valores encontrados, aunque mayores al 10% ideal, son aceptables y están dentro de lo reportado en estudios previos. Esto aplica tanto a los estudios realizados a pacientes mayores como menores de 6 años, encontrándose coeficientes interprueba aceptables tanto para área media (0.121) como mínima (0.15) en dicha población. Es necesario sin embargo realizar un estudio más amplio dirigido específicamente a niños de esta edad para poder comprobarla por completo.

La maniobra por medio de respiración nasal moviliza el paladar hacia anterior, disminuyendo el área y volumen faríngeos. Es útil para determinar el sitio de unión de cavidad oral con orofaringe, donde se encuentra el área mínima:



Su realización es además más sencilla para los niños por influir menos la variación en la respiración. Sin embargo los datos de área mínima, promedio y volumen son menos útiles para la detección de patología por el mismo cierre del paladar blando. La mayor facilidad para la realización del estudio llevó a que esta maniobra contara con coeficientes menores en comparación a la maniobra oral, la cual requiere una mayor cooperación del paciente.

Kamal (7) menciona las fuentes comunes de error en el estudio, entre las cuales incluye:

1. Posicionamiento del paciente. Esta fuente de artefacto fue controlada en el estudio con el adecuado control de los movimientos desde el momento de sentarse en la silla de examen (control de hombros), el fijar la vista y colocación de collarín cervical en caso necesario (control de movimientos cervicocefálicos). Además de la colocación en paralelo al piso del tubo de onda.
2. Variaciones fisiológicas del área durante la respiración. Se controló explicando al paciente la necesidad de mantener una respiración tranquila y estable, cercana a la normal, además de tener un tiempo de descanso en la silla previo a la realización de procedimiento. Sin embargo, el mismo hecho de realizar el estudio, o la ansiedad al realizar mediciones

repetidas, cambió en muchos pacientes el ritmo de respiración, siendo ésta la fuente de error de más difícil control. Fue necesario en por lo menos 5 pacientes realizar la prueba durante 15 minutos, para poder obtener curvas adecuadas.

3. Boquilla y pieza de onda. Se utilizó la boquilla estándar incluida en el equipo, recortándola levemente en caso de ser necesario por el tamaño de la boca del paciente. El tubo de onda se mantuvo paralelo al piso movilizándolo la silla en caso necesario.
4. Posición del paladar blando y de la lengua. Se controló la posición de la lengua con el uso de la boquilla, la cual incluye posicionador de lengua. La posición del paladar se controló instruyendo al paciente sobre pensar “ooo” durante el proceso, encontrándose el problema que muchos niños vocalizaban el fonema, lo que interrumpía el estudio y prolongaba el tiempo de realización.

Se realizó prueba de rho de Spearman para encontrar si había relación entre la edad de los pacientes y la fecha de la prueba con el coeficiente de variación. Esto por como los pacientes menores de 6 años pueden tener dificultad para la realización que lleve a menor repetibilidad. La fecha de realización para verificar que no hubiera influencia por el realizador de la prueba. Las correlaciones significativas se encontraron en la maniobra nasal, que como se mencionó no aporta los datos más importantes para la aplicación clínica del estudio; además que las tres correlaciones encontradas son relativamente bajas, siendo la mayor de edad con el área mínima. No puede concluirse por tanto una relación entre la edad o la fecha de la prueba y la repetibilidad de las mismas.

Entre las limitantes del estudio se encontró la dificultad para la captación de pacientes, puesto que el tiempo de espera y el asistir una semana posterior fueron impedimentos importantes para gran cantidad de pacientes a los que se les entrevistó para entrar al estudio. Esto ocasionó el cambio en la población estudiada, con la disminución de pacientes con patología de vía aérea superior.

## **Conclusión**

La faringometría acústica realizada según el protocolo estándar desarrollado en la clínica de trastornos respiratorios del INER lleva a la obtención de mediciones repetibles en pacientes pediátricos, tanto en el área mínima, área media y volumen faríngeos. Es necesario realizar estudios con mayor población para determinar la repetibilidad en pacientes menores de 6 años, además de encontrar maniobras para disminuir la variabilidad de la respiración durante el estudio.

## **Bibliografía**

1. Marcus CL, Brooks LJ, Ward SD, et al. Diagnosis and Management of Childhood Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *PEDIATRICS* 2012;130 (3) e714
2. Muzumdar H, Arens R. Diagnostic Issues in Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Proc Am Thorac Soc.* 2008 February 15; 5(2): 263–273
3. Alexander NS, Schroeder JW. Pediatric Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Pediatr Clin N Am* 60 (2013) 827–840
4. Katz ES, D'Ambrosio CM. Pediatric Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Clin Chest Med* 31 (2010) 221–234
5. Schwengel DA, Dalesio NM, Stierer TL. Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Anesthesiology Clin* 32 (2014) 237–261
6. Kamal I. Normal standard curve for acoustic pharyngometry. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;124:323-30
7. Kamal I. Test-retest validity of acoustic pharyngometry measurements. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130:223-8
8. Gelardi M, del Guidice AM, Cariti F, et al. Acoustic pharyngometry: clinical and instrumental correlations in sleep disorders. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2007;73(2):257-65.
9. Brooks LJ, Byard PJ, Fouke JM, Strohl KP. Reproducibility of measurements of upper airway area by acoustic reflection. *J Appl Physiol* (1985). 1989 Jun;66(6):2901-5.
10. Marshall IJ, Maran NJ, Martin S, Jan MA, Rimmington JE, Best JJ, Drummond GB, Douglas NJ. Acoustic reflectometry for airway measurements in man: implementation and validation. *Physiol Meas.* 1993 May;14(2):157-69.
11. Sleep Group Solutions.. *Eccovision Acoustic Pharyngometer: operator manual.* Sleep Group Solutions. 2003
12. Brown IG, Bradley TD, Phillipson EA, Zamel N, Hoffstein V. Pharyngeal compliance in snoring subjects with and without obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis.* 1985 Aug;132(2):211-5.
13. Bradley TD, Brown IG, Grossman RF, Zamel N, Martinez D, Phillipson EA, Hoffstein V. Pharyngeal size in snorers, nonsnorers, and patients with obstructive sleep apnea. *N Engl J Med* 1986; 315:1327-1331
14. Corda L, Redolfi S, Montemurro LT, La Piana GE, Bertella E, Tantucci C. Short- and long-term effects of CPAP on upper airway anatomy and collapsibility in OSAH. *Sleep Breath.* 2009 May;13(2):187-93. doi: 10.1007/s11325-008-0219-1. Epub 2008 Sep 25.
15. Deyoung PN, Bakker JP, Sands SA, Batool-Anwar S, Connolly JG, Butler JP, Malhotra A. Acoustic pharyngometry measurement of minimal cross-sectional airway area is a significant independent predictor of moderate-to-severe obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2013 Nov 15;9(11):1161-4. doi: 10.5664/jcsm.3158.

16. Monahan KJ, Larkin EK, Rosen CL, Graham G, Redline S. Utility of noninvasive pharyngometry in epidemiologic studies of childhood sleep-disordered breathing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jun 1;165(11):1499-503
17. Gozal D, Burnside MM. Increased upper airway collapsibility in children with obstructive sleep apnea during wakefulness. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004 Jan 15;169(2):163-7. Epub 2003 Oct 2

## Anexo 1

Fecha de llenado:  /  /   
DIA MES AÑO

Folio: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES DEL NIÑO(A)**

1. Nombre completo de su hijo(a): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
NOMBRE(S) A. PATERNO A. MATERNO
2. Marque con una X el sexo de su hijo:      1  niño      2  niña
3. Fecha de nacimiento del niño(a):  /  /   
DIA MES AÑO
4. Lugar de nacimiento de su hijo(a): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
DELEGACION O MUNICIPIO ESTADO

**ANTECEDENTES Y HABITOS EN CASA**

1. ¿El niño(a) nació antes de los 9 meses, es decir, fue prematuro?  
 1  Si      2  No
2. ¿De cuántos meses de embarazo nació el niño o niña?  
 Meses
3. ¿Cuál fue el peso de su hijo(a) al nacer?  
 Ejemplo: 3.850 Kg         Kg  
     Kg
4. ¿Su hijo recibió leche materna los primeros tres meses de vida?  
 1  Si      2  No
5. ¿La madre del niño (a) fumó durante el embarazo?  
 1  Si      2  No
6. ¿El niño (a) necesitó terapia intensiva al nacer?  
 1  Si      2  No
7. ¿El niño (a) necesitó oxígeno al salir del hospital?  
 1  Si      2  No
8. ¿La madre del niño(a) fuma dentro de casa?  
 1  Si      2  No
9. ¿El padre del niño (a) fuma dentro de casa?  
 1  Si      2  No

10. Sin contar al padre y a la madre del niño ¿alguna otra persona fuma dentro de casa?  
 1  Si      2  No
11. Sin considerar el kínder ¿Cuántos años de escuela COMPLETOS estudió el padre del niño?  
  Años
12. Sin considerar el kínder ¿Cuántos años de escuela COMPLETOS estudió la madre del niño?  
  Años
13. Marque con una X el combustible que utilizan en casa para cocinar (puede ser más de uno):
- a) Electricidad..... 1
- b) Gas ..... 2
- c) Leña ..... 3
- d) Carbón..... 4
- e) Otro..... 5
- f) Especifique: \_\_\_\_\_
14. ¿Utilizan leña o carbón para calentar las habitaciones de la casa en forma habitual?  
 1  Si      2  No
15. ¿Tiene ventanas el dormitorio o habitación donde duerme el niño(a)?  
 1  Si      2  No

16. ¿Hay alguna avenida principal grande a menos de dos cuadras de la casa donde vive el niño(a)?

1  Si                      2  No

#### SALUD GENERAL

17. ¿Alguna vez en la vida algún médico le ha dicho que su hijo tenía o tiene alguna de las siguientes enfermedades:

- a) Enfermedades del corazón?..... 1  Si    2  No  
 b) Enfermedades del hígado?.....1  Si    2  No  
 c) Enfermedades del riñón? .....1  Si    2  No  
 d) Reflujo gastroesofágico?.....1  Si    2  No  
 e) Problemas para pasar el alimento?.....  
 ..... 1  Si    2  No

18. Otras enfermedades que le haya diagnosticado un médico y que todavía tenga?  
 Especifique cual: \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDAD FISICA

19. ¿Cuántos días a la semana su hijo(a) realiza ejercicio físico tan intenso que lo haga respirar rápido o agitadamente? :

\_\_\_\_\_ Días

20. Durante una semana normal, ¿Cuántas horas a la semana su hijo(a) ve televisión en promedio?

\_\_\_\_\_ Horas

#### HABITOS DE SUEÑO

21. ¿A qué hora acostumbra dormirse su hijo?

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ PM

22. ¿A qué hora acostumbra despertarse su hijo?

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ AM

23. ¿Con qué frecuencia ha notado que su hijo (a) ronque durante los últimos 6 meses?

- a) Nunca (menos de una noche al mes)..... 1   
 b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) .....2   
 c) Frecuentemente (1 a 2 noches  
 por semana) ..... 3   
 d) Por lo general (3 a 5 noches  
 por semana) .....4   
 e) Siempre (todas la noches) .....5

24. ¿Con que frecuencia durante los últimos 6 meses, ha notado que el niño(a) deja de respirar por algunos momentos cuando está dormido?

- a) Nunca (menos de una noche al mes)..... 1   
 b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) .....2   
 c) Frecuentemente (1 a 2 noches  
 por semana) ..... 3   
 d) Por lo general (3 a 5 noches  
 por semana) .....4   
 e) Siempre (todas la noches) ..... 5

25. ¿Con qué frecuencia durante los últimos 6 meses ha notado que el niño(a) cuando duerme respira como si se estuviera ahogando?

- a) Nunca (menos de una noche al mes)..... 1   
 b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) .....2   
 c) Frecuentemente (1 a 2 noches  
 por semana) ..... 3   
 d) Por lo general (3 a 5 noches  
 por semana) .....4   
 e) Siempre (todas la noches) ..... 5

#### SALUD RESPIRATORIA

26. ¿Alguna vez ha escuchado que su hijo tenga silbidos o chiflidos en el pecho?

1  Si                      2  No

27. En los últimos 12 meses, ¿ha tenido su hijo silbidos o chiflidos en el pecho?

1  Si                      2  No

28. En los últimos 12 meses, ¿ha notado que su hijo tenga chiflidos o silbidos al respirar durante o después de correr o hacer ejercicio?

1  Si                      2  No

29. ¿Al niño(a) alguna vez en su vida le ha diagnosticado un médico alguna de las siguientes enfermedades respiratorias:

- a) Bronquitis.....1  Si    2  No  
 b) Sinusitis.....1  Si    2  No  
 c) Neumonía.....1  Si    2  No  
 d) Asma.....1  Si    2  No  
 e) Rinitis.....1  Si    2  No  
 f) Tuberculosis.....1  Si    2  No  
 g) Otitis.....1  Si    2  No  
 h) Fibrosis quística .....1  Si    2  No  
 l) Alergias.....1  Si    2  No  
 j) Bronquiolitis .....1  Si    2  No  
 k) Hiperreactividad bronquial 1  Si    2  No



## Anexo 2. Protocolo estándar.

### INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSIO VILLEGAS" FARINGOMETRÍA ACÚSTICA

---

#### INDICACIONES PARA EL PROCEDIMIENTO

##### Antes de comenzar:

16. Verificar que la habitación donde se realizará la medición se encuentre cerrada, completamente libre de ruido y a una temperatura entre 20 y 23 grados C.
17. Verificar que el paciente cuente con el cuestionario de síntomas de vía aérea superior completo. Interrogar al paciente sobre patología faríngea previa o actual, así como procedimientos quirúrgicos realizados previamente en cavidad oral, faringe o laringe.
18. Colocar al paciente sentado, erguido, con la cabeza recargada en el cabezal) de la silla de exploración (éste se debe encontrar en el mismo plano vertical del tórax) y los brazos sobre el descansabrazos de la silla, mirando hacia un punto fijo enfrente y a la altura de la cabeza.

##### Medición basal

19. Iniciar programa en opción "4" del menú principal y separar "con mucho cuidado" la plataforma electrónica del dispositivo emisor para colocar el filtro desechable sobre este último. Recolocar la plataforma electrónica y cerrar perfectamente el tornillo de ajuste en el extremo distal.
20. Colocar la pieza bucal de plástico en la boca del paciente, explicándole al individuo que la lengua debe quedar por debajo de la barra horizontal de la pieza. Recargar el extremo vertical de la pieza por fuera de los dientes.
21. Colocar el tubo emisor montado, en la pieza bucal, paralelo al plano del piso, y pedir al paciente que cierre los labios de forma que quede sellada por completo la unión de la pieza con el dispositivo emisor.
22. Verificar que la gráfica correspondiente a la medición que se quiere registrar se encuentre seleccionada. Seleccionar la opción "AQUIRE" en el menú de la pantalla.
23. Iniciar medición solicitando al paciente que respire en forma normal, pensando como si estuviera diciendo "oooh" en silencio, y oprimir el botón de "Start/Stop" en el dispositivo emisor. Volver a oprimir dicho botón al finalizar la medición.
24. Retirar el dispositivo emisor junto con la pieza oral.

##### Medición con respiración nasal y valsalva

8. Realizar nuevamente lo explicado en el paso 5 y 6.
9. Iniciar medición solicitando al paciente que respire por la nariz y oprimir el botón de "Start/Stop" en el dispositivo emisor. Volver a oprimir dicho botón al finalizar la medición.
10. Verificar nuevamente que la gráfica correspondiente a la medición deseada quede seleccionada.
11. Iniciar nueva medición solicitando al paciente que realice una maniobra de valsalva sostenida (que puje y apriete el abdomen) y oprimir el botón de "Start/Stop" en el dispositivo emisor. Volver a oprimir dicho botón al finalizar la medición.
12. Retirar el dispositivo emisor.

##### REPORTE DE RESULTADOS

8. Describir para cada medición el área de unión orofaríngea expresada en cm<sup>2</sup>, el área faríngea máxima en cm<sup>2</sup>, el área glótica en cm<sup>2</sup>, el área faríngea promedio (desde la unión orofaríngea a la glotis) en cm<sup>2</sup>.
9. Reportar el volumen faríngeo (área bajo la curva entre la unión orofaríngea y la glotis) expresado en cm<sup>3</sup>
10. Reportar el volumen calculado para cada fosa nasal, la cual se expresa en cm<sup>3</sup>

---

Kamal I., Normal standard curve for acoustic pharyngometry, *Otolaryngol HeadNeck Surg*, 2001, 124(3), 323-330.

Kamal I., Test-retest validity of acoustic pharyngometry measurements, *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 130(2), 223-228

Gun Jung, Young Cho, Grunstein R., et al, Predictive Value of Kushida Index and Acoustic Pharyngometry for the evaluation of Upper Airway in Subjects with or without obstructive sleep apnea, *J Korean Med Sci*, 2004, 19: 662-667.