



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

**VALORACIÓN DE VÍA AÉREA PEDIÁTRICA POR  
ULTRASONOGRAFÍA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE  
PEDIATRÍA DURANTE ABRIL DE 2018**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

PRESENTA:

**DRA. ELYRIA ARZOLA RODRÍGUEZ**

TUTOR:

**DRA. SILVIA PEÑA OLVERA**





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.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. MARCO TEÓRICO .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	10
5. OBJETIVO GENERAL .....	11
6. OBJETIVO ESPECÌFICO .....	11
7. MATERIAL Y MÉTODOS .....	11
8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES .....	12
9. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS .....	13
10. CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	13
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	14
12. ORGANIZACIÓN .....	14
13. CRONOGRAMA .....	14
14. RESULTADOS .....	15
15. DISCUSIÓN .....	22
16. CONCLUSIONES .....	23
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
18. ANEXOS .....	26

## INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía es útil en al menos 20 especialidades médicas, empleándose sobre todo para realizar diagnósticos, guiar procedimientos y realizar estadiaje, todo ello durante la realización de la exploración física, permitiendo obtener resultados de forma inmediata, además es una técnica sencilla que proporciona una evaluación clínica más exacta con una perfecta localización de las estructuras y por ello se ha introducido con fuerza en Anestesiología, donde se han descrito distintas utilidades como la canalización de accesos vasculares, la realización de bloqueos neuroaxiales y regionales, la evaluación de la función cardiopulmonar y hemodinámica perioperatoria y valoración de la vía aérea (1).

La evaluación de la vía aérea incluye realizar una historia clínica adecuada, una exploración física detallada y la realización de test adicionales. Basándose en la información obtenida se puede desarrollar una estrategia para manejar cada aspecto de la vía aérea del paciente.

Predecir el grado de dificultad en la vía aérea de los niños no es fácil, ya que los predictores que se usan en los pacientes adultos no pueden ser aplicados a los niños. Los predictores que han mostrado buena sensibilidad y especificidad, como la protrusión mandibular, la clasificación de Mallampati y el movimiento de la articulación atlantooccipital son muy difíciles de evaluar en los niños, especialmente en los menores de 3 años (2).

La incidencia de vía aérea difícil pediátrica es baja cuando se compara con la reportada para la población adulta, sin embargo, sus consecuencias pueden ser más devastadoras; la vía aérea difícil inesperada se reporta entre 0.08-1.35% con mayor presentación en menores de 1 año (3.5%) y en pacientes con paladar hendido (4.7%); los pacientes portadores de enfermedades raras o síndromes craneofaciales son los que observan una mayor incidencia.

La ultrasonografía es un método diagnóstico y no invasivo que se ha venido utilizando para la evaluación de la vía aérea superior y que ha demostrado proveer

información anatómica detallada que muchas veces no se observa en el examen clínico (3).

En los últimos años, se ha convertido en una herramienta útil para el manejo de la vía aérea pediátrica. Su uso es seguro, rápido, portátil y tiene alta reproducibilidad lo cual permite hacer evaluaciones dinámicas. Permite obtener imágenes de la boca, la orofaringe, las estructuras infrahioides, la laringe, las cuerdas vocales y la tráquea y así obtener una valoración integral de la vía aérea.

## **MARCO TEÓRICO**

Las diferencias entre la vía aérea de un niño y de un adulto son de gran importancia para el manejo anestésico. El grupo neonatal y los lactantes son los que presentan las mayores diferencias anatómicas de la vía aérea (4).

La vía aérea está involucrada en diversos cambios desde el nacimiento hasta la edad adulta. Estos cambios involucran tanto el cráneo y cara, cavidad oral, laringe y tráquea. Al nacimiento, el neonato presenta una macrocefalia relativa, la cabeza es grande en relación al tamaño corporal además de poseer un occipucio prominente y un cuello corto, características que predisponen a una flexión de la cabeza con la posibilidad de obstrucción de la vía aérea aun con el niño despierto (5).

Las fosas nasales constituyen la principal ruta de ventilación durante los primeros meses de vida, son más pequeñas y se obstruyen fácilmente por secreciones, edema o sangre. La cavidad oral es pequeña, la lengua es relativamente grande y el maxilar pequeño. En los lactantes que yacen en decúbito supino, la lengua tiende a flotar contra el paladar blando en la inspiración y puede permanecer en la misma posición para la espiración pasiva a través de la nariz (6).

La faringe constituye la vía superior común de los tractos respiratorio y alimenticio. Está en comunicación libre con la cavidad nasal, la boca y la laringe, formando la nasofaringe, la orofaringe y la laringofaringe, respectivamente (6).

La laringe del neonato es pequeña de forma tradicional se describe con una forma cónica, amplia en la porción supraglótica y estrecha en la región subglótica; posteriormente cambia a cilíndrica conforme el niño crece. La ubicación más superior de la laringe en los niños puede crear dificultades para visualizar las estructuras laríngeas debido a la angulación más aguda entre la base de la lengua y la abertura laríngea. La epiglotis es larga, ancha, de consistencia laxa y posee forma de U o de omega, los aritenoides son grandes en comparación con la apertura glótica. La glotis en el neonato tiene una posición más cefálica, ubicada a la altura entre C2 y C3; posteriormente para los 2 años de edad ocupa su posición final a la altura de C5. Las cuerdas vocales son más cortas y abarcan alrededor del 50% de la glotis anterior (7). El cartílago cricoides es, funcionalmente, la parte más estrecha de la vía aérea pediátrica, teniendo una forma elíptica y cubierto de mucosa la cual es altamente susceptible a trauma (8).

Debido al pequeño tamaño del cartílago cricoides en los niños y al hecho de que es un anillo completo, la presencia de edema de la mucosa en este sitio comprometerá severamente la vía aérea; además de que esta es altamente distensible y el soporte cartilaginoso está menos desarrollado que en la vía aérea adulta, lo que conlleva a una mayor susceptibilidad al colapso dinámico de la vía aérea (9).

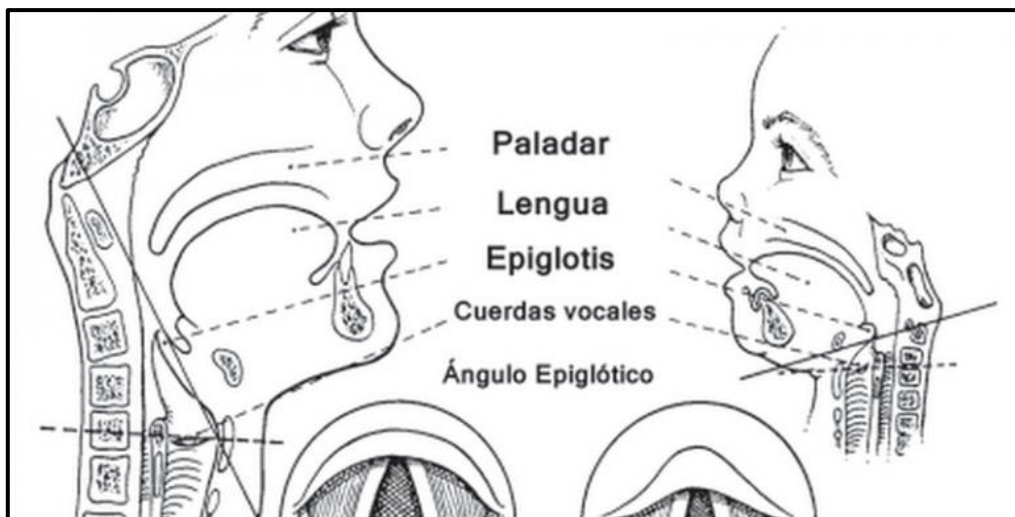


Figura 1. Comparación anatómica de la vía aérea del adulto y del niño

La valoración de la vía aérea en pediatría es más complicada que en el paciente adulto por la falta de cooperación debido a factores como la edad o ansiedad ante el procedimiento. La evaluación pediátrica debe incluir información acerca de las condiciones del nacimiento, complicaciones neonatales, antecedente de trauma o cirugía previa en la vía aérea o estructuras adyacentes, síntomas actuales de infección de vía respiratoria superior, estado dental, dificultad para hablar, respirar o ronquido nocturno. En la exploración física se debe observar el movimiento de extensión cervical, la mandíbula, presencia de macroglosia, alteraciones óticas y síndromes dismórficos asociados. También están descritos factores que aumentan la probabilidad de dificultad en el manejo de la vía aérea como edad menor de 1 año, cirugía cardíaca, ASA III y IV, Mallampati III o IV y bajo índice de masa corporal (10).

Recientemente Fiadjoe y cols. comenzaron el registro PeDI como resultado de un interés especial por parte del grupo de la Sociedad de Anestesia Pediátrica Americana. Su primer informe presenta datos sobre 1018 situaciones de intubación difícil en vía aéreas pediátricas. El registro indica que la técnica más utilizada para la intubación es la laringoscopia directa, seguida de la fibrobroncoscopia y en tercer lugar la videolaringoscopia. Los eventos adversos con mayor incidencia son paro cardíaco e hipoxemia temporal. Lo más interesante es que los hallazgos que sugieren que más de 2 intentos para asegurar la vía aérea con laringoscopia directa y una intubación endotraqueal aparentemente difícil se asocian con mayor posibilidad de intubación fallida y eventos que amenazan la vida (11).

Desde el año 1900 empezaron a realizarse las primeras publicaciones acerca de la utilidad de la ultrasonografía como apoyo en el manejo de la vía aérea. Su incursión en el campo de la Anestesiología ha sido uno de los avances tecnológicos más importantes de los últimos años (12).

La utilidad de la ultrasonografía para la valoración de la vía aérea ha sido estudiada ampliamente en la población adulta. Estudios recientes concluyen que el exceso de tejido pretraqueal se asocia a laringoscopia difícil, llegando a utilizarse como un buen predictor. Se ha concluido que la obtención de medidas de la vía aérea en el

paciente adulto tiene una fuerte correlación con la clasificación de Cormack-Lehane, lo que sugiere que el ultrasonografía puede usarse para complementar la evaluación de la vía aérea preanestésica (13).

Andruszkiewicz y cols. realizaron un estudio en 2016, donde incluyeron 199 pacientes adultos, les realizaron 9 mediciones ultrasonográficas de la vía aérea que incluyeron mediciones de lengua, cavidad oral, distancia de piel a hioides, distancia tiromentoniana y exploración submandibular. Concluyeron que los predictores sonográficos pueden ayudar a identificar a los pacientes con laringoscopia difícil y que los modelos basados en pruebas combinadas, incluyendo la exploración física y las mediciones ultrasonográficas, son las que muestran el mejor valor diagnóstico (14).

El grosor de la región submentoniana, es también un factor importante para el desplazamiento de la lengua al efectuar la laringoscopia en esta región y es posible identificar, a través del ultrasonido, las capas que la componen desde la piel, el tejido subcutáneo, platisma, digástrico, mielohioideo, genohioideo y el geniogloso. Una de las entidades que modifica el grosor de esta área es la obesidad, el cual es un factor pronóstico para una laringoscopia difícil, sin tomar en cuenta el índice de masa corporal. Se recomienda realizar la medición a nivel de la membrana tirohioidea. Ezri en 2003 realizó un estudio en 50 pacientes adultos con obesidad, encontrando que existe una estrecha correlación entre el engrosamiento de los tejidos blandos y la realización de una laringoscopia difícil, con un grosor del área pretraqueal entre 24-32 mm (5).

Una de las principales ventajas del ultrasonido es la naturaleza dinámica de la imagen en tiempo real; al mismo tiempo, también es una potencial debilidad de este instrumento, ya que es operador dependiente. La mayoría de los estudios sobre métodos de enseñanza y curvas de aprendizaje de ultrasonografía de las vías respiratorias provienen de la población adulta. Sin embargo, es probable que los resultados también sean válidos en la población pediátrica y se puedan utilizar, al menos hasta que se disponga de datos específicos para la población pediátrica (15).



Actualmente los estudios muestran suficientes elementos para recomendar su uso en situaciones como identificación y valoración de estructuras anatómicas en la vía aérea; detección estática de intubación fallida o esofágica; mediciones dinámicas de la vía aérea, determinación del tamaño de tubos endotraqueales, predictores de vía aérea difícil en pacientes con cuello desfavorable y técnicas transtraqueales para aseguramiento de la vía aérea (16).

El principio científico de las imágenes de ultrasonido se basa en la generación de ondas de sonido de alta frecuencia más allá del rango audible (20 KHz) y que al penetrar en los diferentes tejidos del cuerpo a diversas velocidades producen ondas reflejadas las cuales son recibidas por el transductor y analizadas por una computadora para producir imágenes (17).

Para una adecuada evaluación y visualización ultrasonográfica de la vía aérea, el paciente debe estar en posición de olfateo. Como las estructuras a visualizar son superficiales, la mayoría de las ventanas en la vía aérea se pueden obtener con un transductor lineal de alta frecuencia a 7.5MHz. Para optimizar la imagen se requiere usar gel hidrosoluble, eliminando la interfaz de aire y ajustar la configuración del equipo para tejidos blandos superficiales con una profundidad de 2 a 3 cm. El aire no permite el paso de las ondas de ultrasonido, por lo que genera artefactos hiper o hipoeoicos de reverberación que impiden ver las estructuras profundas, pero permite la fácil identificación de la vía aérea, pues es la única estructura en el cuello que produce colas de cometa, reverberaciones y sombra acústica (3).

El compartimento visceral del cuello se encuentra en posición anterior y comprende al hueso hioides, los músculos supra e infrahioides, la faringe, el esófago, la laringe y la tráquea. Las estructuras cartilaginosas como el cricoides y el tiroides se observan como imágenes hipoeoicas homogéneas. Los cartílagos tiroides y cricoides muestran una calcificación variable pero progresiva en relación a la edad, mientras que la epiglotis se presenta hipoeoica a lo largo de toda la vida. Los músculos y el tejido conectivo tienen una imagen estriada hipoeoica. La grasa y las estructuras glandulares son homogéneas y moderadamente hiperecoicas en comparación con estructuras adyacentes, dependiendo de la grasa que contenga el

parénquima glandular. El aire no permite la visualización de las estructuras profundas, mientras que el aire intraluminal lo podemos apreciar como colas de cometa y artefactos de reverberación(3).

La identificación del hueso hioides se puede realizar en vista transversal o longitudinal. Normalmente sigue siendo cartilaginoso en niños pequeños y se visualiza hipoecoico. A medida que se calcifica, aumenta en ecogenicidad y proyecta una sombra acústica posterior (18).

La epiglotis es posible visualizarla en corte transversal con el transductor lineal de alta frecuencia en el espacio tirohioideo. Se caracteriza por una imagen hipoecoica en forma de U precedida en su borde anterior por el espacio pre-epiglótico, que es hiperecoico y se relaciona posteriormente con la interfaz hiperecoica entre la mucosa y el aire (3).

El cartílago tiroides es una de las estructuras de mejor visualización, la cual se describe en eje transversal, como una estructura hipoecoica con relación a las cuerdas vocales, seguida por una sombra acústica que corresponde a la vía aérea. En plano sagital se puede valorar el espacio tirohioideo y la sombra acústica del hueso hioides (3).

El cartílago cricoides se encuentra inferior al cartílago tiroides, es una estructura hipoecoica con forma de U invertida; la sombra acústica inmediatamente posterior corresponde a la vía aérea. Esta ventana es la más importante para realizar mediciones transversales y elegir el tamaño del tubo endotraqueal(3).

La membrana cricotiroidea se puede observar a través de un corte longitudinal a lo largo de la laringe, es una estructura hipoecoica ubicada entre el cartílago tiroideo y el cricoides. A este nivel es posible identificar vasos sanguíneos, de tal manera que si se piensa realizar una punción translaríngea a este nivel, se puede escoger el sitio en donde no se tenga riesgo de punción (3).

Los anillos traqueales se observan en el eje longitudinal como estructuras hipoecoicas en forma semicircular. Entre los espacios traqueales se encuentran los sitios de punción cuando se piensa realizar una traqueotomía percutánea(18).

Existen aplicaciones clínicas confirmadas para el uso de ultrasonido en la vía aérea en niños como medición de diámetro subglótico para seleccionar el tubo endotraqueal, confirmación de intubación endotraqueal, verificación de intubación selectiva, predictores de vía aérea difícil, técnicas translaríngeas guiadas por ultrasonografía y predicción de estridor postextubación (1).

El cartílago cricoides es una estructura hipoecoica en forma de U invertida; la sombra acústica inmediatamente posterior corresponde a la vía aérea. Esta ventana es la más importante para realizar mediciones transversales y elegir el tamaño del tubo endotraqueal. La medición del diámetro transversal de la vía aérea se realiza de borde interno del cricoides a borde interno contralateral. Desde el 2007 se han reportado numerosos casos exitosos de medición del diámetro subglótico a nivel del cartílago cricoides para la selección adecuada del diámetro externo del tubo endotraqueal. Esta herramienta tiene alta correlación en pacientes pediátricos mayores de 12 meses (19).

Cuando el anestesiólogo se enfrenta a la situación de un paciente no ventilable y no intubable puede recurrir a la realización de una cricotirotomía de urgencia. Desafortunadamente, la mayoría de estos dispositivos están diseñados para su uso en adolescentes y adultos, pero no son apropiados para recién nacidos y lactantes. La anatomía única de la laringe infantil, el pequeño tamaño de la membrana cricotiroidea y la dificultad técnica de ubicar las estructuras anatómicas correctas hacen que el uso de la mayoría de estos dispositivos sea poco práctico o incluso completamente peligroso en este grupo de edad (20). Navsa y cols. realizaron un estudio en 2005 con 27 cadáveres de neonatos con el objetivo de medir la membrana cricotiroidea, obteniendo como resultado una longitud promedio de solo  $2.6 \pm 0.7$  mm y un ancho de  $3 \pm 0.63$  mm (21). El ultrasonido puede ayudar a la identificación de las referencias anatómicas para realizar una cricotiroidotomía de urgencia con precisión y rapidez, en un tiempo promedio de visualización de 24.3 segundos (22).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La ultrasonografía de la vía aérea pediátrica es un campo emergente, identificándose nuevas aplicaciones y objetivos. Es concebible que el uso de esta técnica ayude a predecir la intubación traqueal difícil mediante la evaluación de la vía aérea y la identificación de lesiones preexistentes. Los niños que se presentan de manera electiva con vías aéreas difíciles conocidas pueden beneficiarse de la identificación ecográfica de estructuras esenciales como la membrana cricotiroidea, así como la ubicación y profundidad de la tráquea (20).

Sentar las bases en pacientes sanos nos ayudará para comprender mejor la sonoanatomía de nuestra población infantil y posteriormente realizar estudios involucrando el uso de la ultrasonografía en nuestro Instituto en beneficio del manejo seguro y exitoso que brinde calidad al procedimiento anestésico.

## **JUSTIFICACIÓN**

El manejo de la vía aérea es una de las destrezas más importantes del médico anesthesiólogo, ya que cerca del 64% de las muertes relacionadas con anestesia son explicadas por complicaciones en el manejo de la vía aérea tanto en la inducción como en el aseguramiento de la misma(18).

En la revisión de la bibliografía, no se encontraron estudios descriptivos sobre las mediciones de la vía aérea en población pediátrica de México. El conocimiento de las estructuras, el tamaño de ellas y la creación de una base de datos accesible que muestre los cambios en la vía respiratoria a medida que el paciente pediátrico crece, son de relevancia para nuestra área ya que las complicaciones pediátricas de las vías respiratorias continúan siendo una de las principales fuentes de morbilidad y mortalidad perioperatoria.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la utilidad de la ultrasonografía en la valoración de la vía aérea pediátrica en pacientes del Instituto Nacional de Pediatría.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Obtener mediciones de la vía aérea de pacientes pediátricos de diferentes edades y sexo en el Instituto Nacional de Pediatría.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo de Estudio**

Observacional, retrospectivo y descriptivo

### **Población de estudio**

Población pediátrica de 6 meses a 8 años de edad, programados para cirugía electiva en el Instituto Nacional de Pediatría

### **Selección y tamaño de muestra**

El muestreo será por conveniencia

### **Criterios de inclusión**

Población pediátrica de 6 meses a 8 años, ASA I y II, programados para cirugía electiva en el Instituto Nacional de Pediatría durante el mes de Abril de 2018.

### **Criterios de exclusión**

Población pediátrica menor de 6 meses o mayor de 8 años, ASA III-IV, cirugía de urgencia, que presentaron alguna patología laríngea, traqueal o masa en el cuello

## Criterios de eliminación

Pacientes en los que, a pesar de cumplir los criterios de inclusión, sea imposible realizar las mediciones por no lograr una identificación adecuada de las estructuras.

## Definición Operacional de la Variables

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Diámetro subglótico</b>	Distancia que existe entre el borde interno del cricoides al borde interno contralateral	Milímetros (mm)	Razón
<b>Distancia piel-cartílago tiroideo</b>	Distancia que existe entre la piel y el cartílago tiroideo	Milímetros (mm)	Razón
<b>Tamaño de la membrana cricotiroidea</b>	Distancia que existe borde superior e inferior de la membrana cricotiroidea	Milímetros (mm)	Razón
<b>Edad</b>	Período cronológico entre la fecha de nacimiento a la actualidad	Años	Razón
<b>Talla</b>	Altura de una persona medida en centímetros desde el vértex hasta los pies	Centímetros (cm)	Razón

<b>Peso real</b>	Masa del cuerpo medida en kilogramos	Kilogramos (kg)	Razón
<b>Género</b>	Condición de tipo orgánica que diferencia al hombre de la mujer	1. Femenino 2. Masculino	Nominal

## TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

Se reclutaron en el estudio a los pacientes que se les realizó la valoración preanestésica para cirugía electiva en el Instituto Nacional de Pediatría y que cumplieron con los criterios de selección durante el período de Abril de 2018.

Se seleccionaron los pacientes conforme su llegada al área de quirófano. Se tomaron las mediciones de la vía aérea con el ultrasonido (Ecógrafo eZono 4000 con sonda lineal 3-12 MHz), los cuales consistieron en el diámetro subglótico, tamaño de membrana cricotiroidea y distancia de piel a cartílago tiroideo y se anotaron los datos y resultados en la hoja de recolección de datos (Anexo 1).

## ÉTICA

No existen riesgos en el estudio. Y el posible beneficio del estudio será definir la utilidad de la valoración de vía aérea pediátrica por ultrasonografía.

De acuerdo a los Códigos Internacionales de Ética de la Investigación, Código de Nuremberg (1947), 18ª Asamblea Mundial Médica (AMM 1964), Declaración de Helsinki 1.29 asamblea (AMM, Tokio 1975), Helsinki II enmendada en la 35ª AMM (Venecia 1983) y 41ª, AMM (Hong-Kong 1989).

- I. Principios básicos y II. Investigación médica asociada a la atención profesional (Investigación clínica) y del Consentimiento Informado de las pacientes Declaración de Helsinki II, artículo 19).

## PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La base de datos se elaboró en el programa de cómputo Excel. Para el análisis descriptivo de los datos, se hizo uso del Programa Estadístico para Ciencias Sociales SPSS.

Las técnicas descriptivas que se utilizaron estuvieron en función del tipo de variable a medir. Para las variables nominales se utilizó moda y rango. Para las variables medidas en escala de razón se utilizó el promedio y la desviación estándar.

## ORGANIZACIÓN

### Recursos humanos

Personal médico del servicio de Anestesiología del instituto Nacional de Pediatría

### Recursos materiales

Ultrasonido eZono 4000 con sonda lineal 3-12 MHz

### Recursos económicos

No se cuenta con recursos económicos externos

### Cronograma

ETAPAS	Abril 2018	Mayo 2018	Junio 2018	Julio 2018
Formulación del proyecto	X			
Revisión bibliográfica	X			
Creación de Material y Métodos	X			
Presentación y aprobación del Comité de Ética		X		



Aplicación de instrumentos de medición			X	
Recopilación y análisis de datos			X	
Elaboración de Informe				X
Correcciones				X
Presentación Final				X

## RESULTADOS

El total de la población de estudio fue de 69 pacientes de ambos sexos (Figura X1), los cuales se encontraron distribuidos en edades entre 0 a 8 años. A todos se les realizó la valoración de la vía aérea por ultrasonografía tomando en cuenta las variables antes mencionadas.

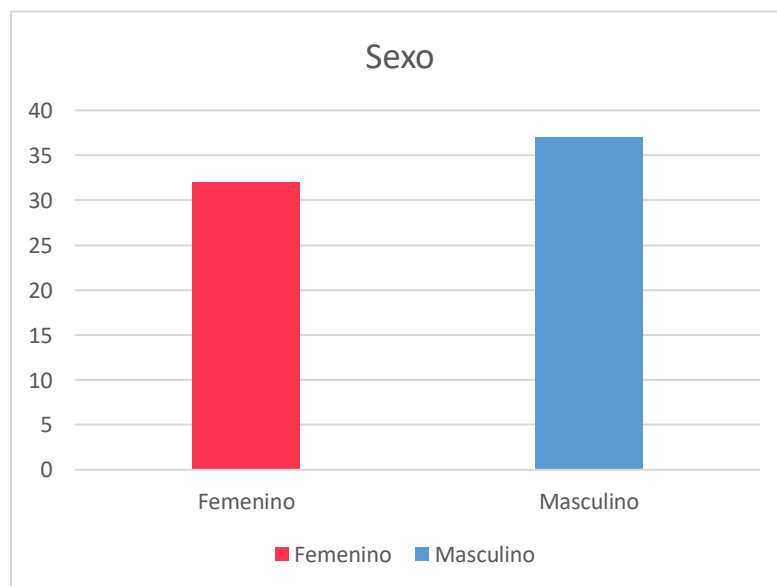


Figura X1. Distribución por sexo de los pacientes reclutados para el estudio.

La media para la edad de las niñas y niños fue de 4.5 y 4.0 años respectivamente (rango 0 – 8 años), los cuales se distribuyeron con la frecuencia mostrada en la Figura X2.

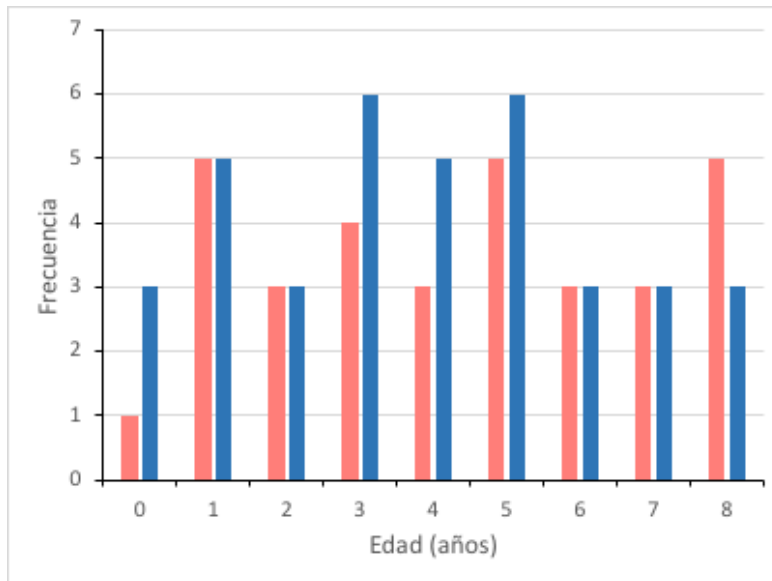


Figura X2. Distribución por edad de los pacientes reclutados (niñas en mostradas en barra rosa y niños en barras azul)

Para el análisis del peso obtenido no hubo diferencia en la media entre sexos, la media del grupo femenino fue de 13.6 kg (4.6-27 kg) y para el grupo del sexo masculino la media fue de 13.7 kg (7.5-34 kg) (Figura X3)

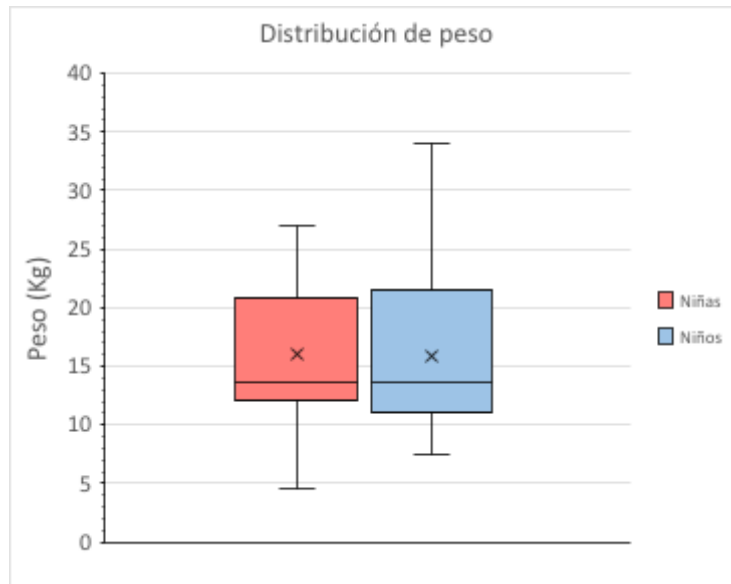


Figura X3. Distribución del peso por sexo.

En el parámetro de talla se observaron medias de 95.5 y 90 cm para niñas y niños, respectivamente. Los rangos para ambos grupos fueron 69-125 cm para el sexo femenino y 59-126 cm para el sexo masculino (Figura X4).

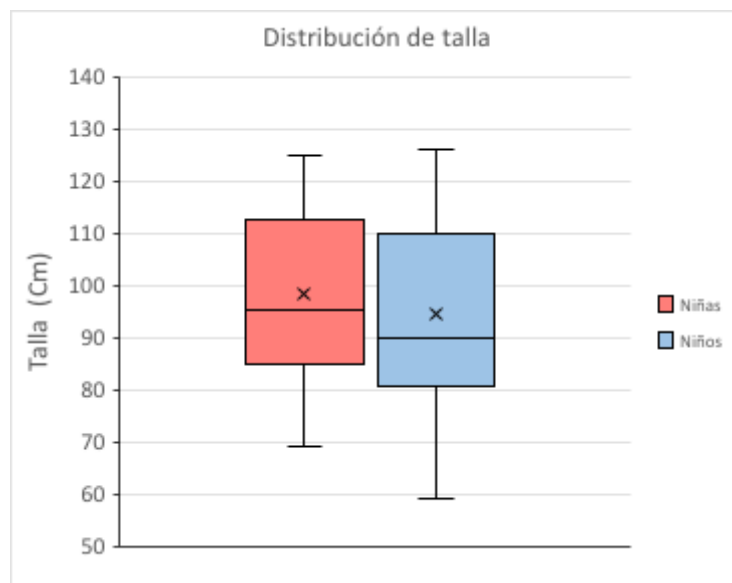
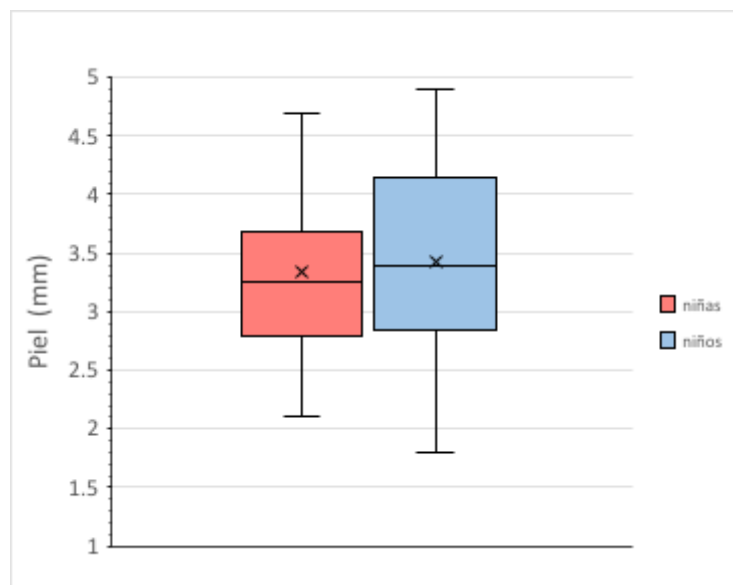


Figura X4. Distribución por talla

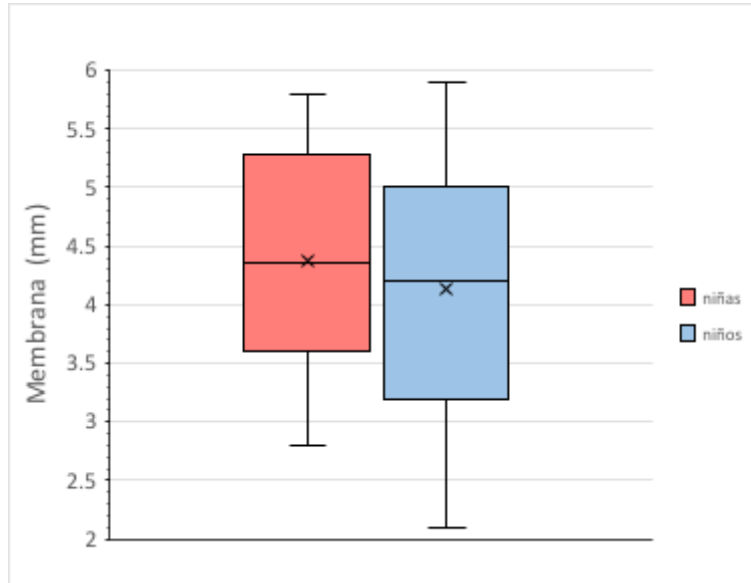
En cumplimiento del objetivo principal del proyecto se realizaron las determinaciones de la distancia entre la piel y el cartílago tiroideo (Figura X5A), del tamaño de la membrana cricotiroidea (Figura X5B) y del diámetro subglótico (Figura 5C) las cuales se muestran por sexo.

En la variable de la distancia de piel a cartílago tiroideo la media en niñas fue de 3.25 mm (2.1-4.7 mm) y en niños fue 3.4 mm (1.8-4.9 mm). En el tamaño de la membrana cricotiroidea se encontró una media de 4.35 mm (2.8-5.8 mm) en niñas y de 4.2 cm (2.1-5.9 mm) en niños. La medición del diámetro subglótico en niñas se obtuvo una media de 6.8 mm (5.4-7.7 mm) y en niños se obtuvo una media de 6.5 mm (4.1-7.8 mm).

A)



B)



C)

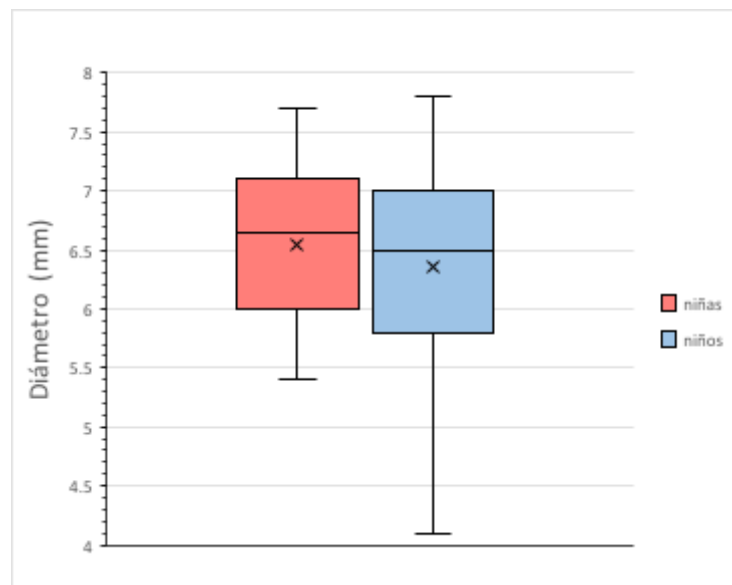


Figura X5. Distribución por sexo de la distancia de la piel al cartílago (panel A), del tamaño de la membrana cricotiroides (panel B) y del diámetro subglótico (panel C).

Además, se estratificaron los pacientes de acuerdo a su edad. En la distancia de la piel al cartílago tiroideo se observó un incremento sostenido en esta variable conforme se incrementa la edad del paciente, así los pacientes de 0 a 1 año de edad tienen medias de 2.1 y 2.8 mm respectivamente; mientras que los pacientes mayores de 6 años la media se ubica por encima de los 4 mm (Figura X6).

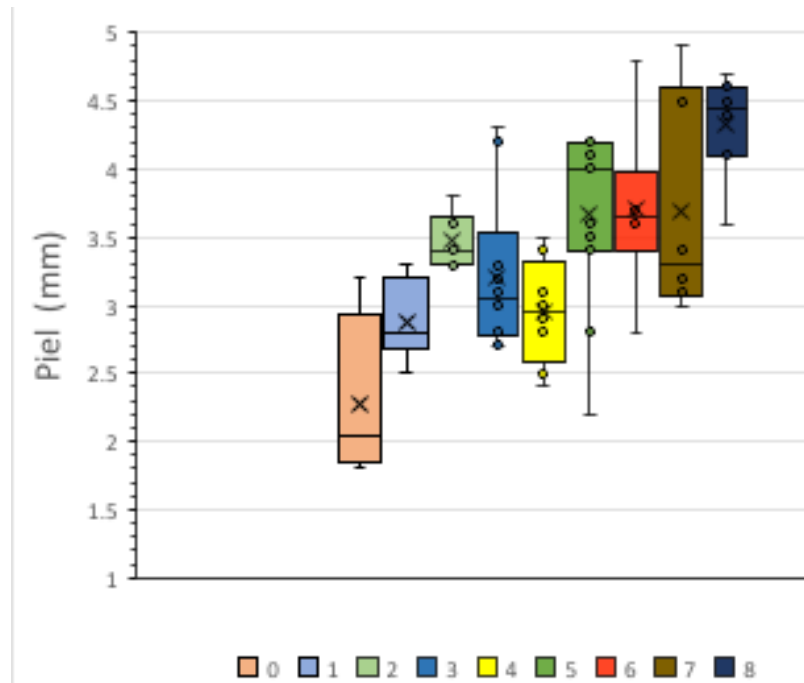


Figura X6. Distancia de la piel al cartílago por edad del paciente.

Las mediciones del tamaño de la membrana cricotiroides también fueron consistentes en su incremento conforme a la edad, los menores de 1 año muestran un tamaño inferior a los 3.5 mm, mientras que los mayores de 6 años tienen medianas por encima de los 5.2 mm (Figura X7).

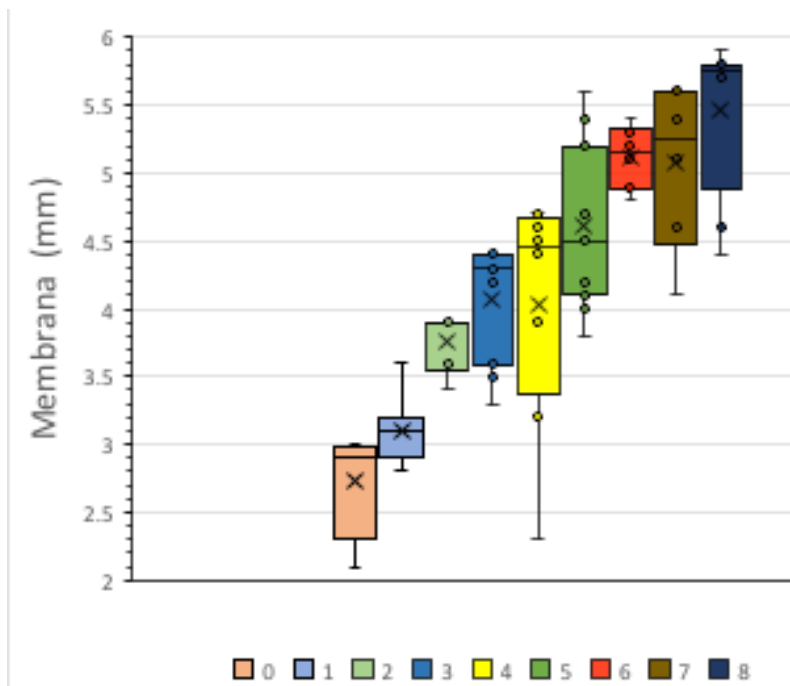


Figura X7. Tamaño de membrana cricotiroidea de acuerdo a la edad.

Finalmente, la evaluación del diámetro subglótico presentó el mismo comportamiento creciente conforme a la edad. Los pacientes de 3 años mostraron diámetros superiores a los obtenidos en pacientes de 4 años, sin embargo, en la gráfica de la población de estudio se observa un patrón de crecimiento sostenido.

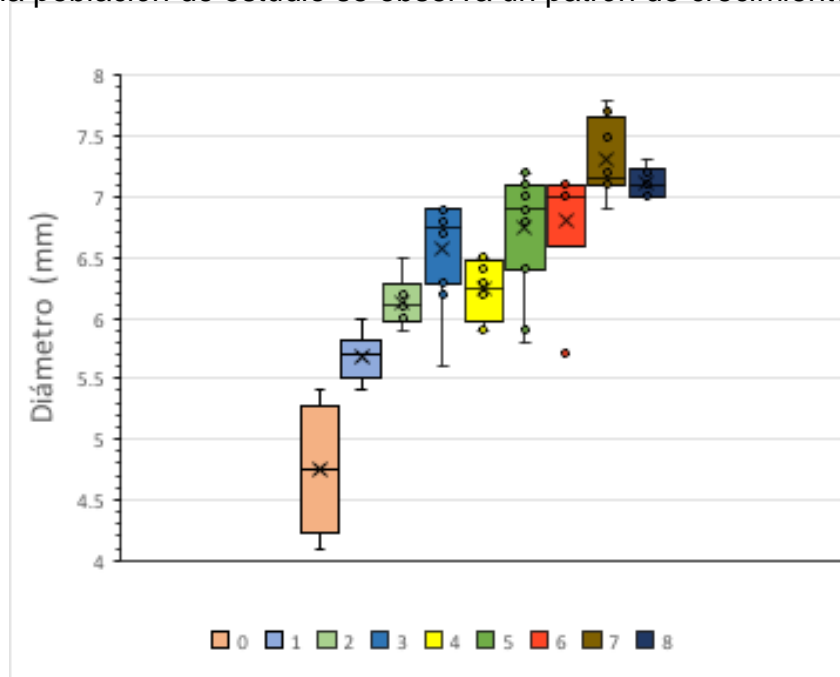


Figura X8. Tamaño del diámetro subglótico de acuerdo a la edad.

## DISCUSIÓN

Las características generales de la población de estudio por sexo mostraron un comportamiento similar en cuanto a las variables de peso, talla y edad. La media de edad en el sexo femenino fue de 4.5 años y en el sexo masculino fue de 4 años.

Cumpliendo con el objetivo principal del estudio, se realizaron las mediciones de la distancia de piel a cartílago tiroideo y del tamaño de la membrana cricotiroidea, se observó un crecimiento exponencial de las medidas conforme a la edad, lo cual era un resultado esperado.

En cuanto al tamaño de la membrana cricotiroidea es importante mencionar que los resultados muestran que un paciente menor a 1 año de edad tiene un tamaño de membrana cricotiroidea menor a 3 mm mientras que un paciente de 8 años puede hasta duplicar este valor, el cual es cercano a los 6 mm.

Con respecto a los resultados obtenidos de la medición del diámetro subglótico se observó el mismo comportamiento creciente conforme a la edad, aunque esta variable fue la que mostró mayor variabilidad entre los individuos, lo que puede ser explicado a que la medición, para ser más constante, debe ser obtenida bajo condiciones similares.

La utilidad de las variables medidas en la valoración de la vía aérea pediátrica por ultrasonografía ha sido demostrada en los últimos años. Estudios recientes sugieren que la medición del diámetro subglótico, el cuál es la porción más estrecha de la vía aérea pediátrica, predice de forma óptima el tamaño del tubo endotraqueal. Shibasaki y cols. en 2010 mostraron que la medición del diámetro subglótico por ultrasonografía tuvo mejor predicción del tamaño del tubo en comparación al uso de fórmulas estándares basadas en la edad y la altura (23).

Altun y cols. en 2016 realizaron un estudio en 50 niños de 1 a 6 años, en el cual el objetivo principal era investigar la tasa de éxito en la selección del tubo endotraqueal por ultrasonografía en el primer intento. Reportaron una tasa de éxito del 86%, concluyendo que el diámetro subglótico medido por USG es un predictor confiable para estimar el tamaño apropiado del tubo en población pediátrica (24).



Si bien, el tiempo que se necesita para realizar la valoración no fue medido ni incluido como variable, realizar las mediciones ultrasonográficas en los pacientes pediátricos cooperadores, fue un método rápido, que involucró entre 3 a 5 minutos para la obtención de resultados, tomando en cuenta que se va adquiriendo mayor destreza conforme se realizan las mediciones de la vía aérea. La mayoría de los estudios sobre métodos de enseñanza y curvas de aprendizaje en la ultrasonografía de la vía aérea provienen de la población adulta. Sin embargo, reportan que es probable que los resultados también sean válidos en la población pediátrica y se puedan utilizar hasta que se disponga de datos específicos para la población pediátrica (1).

Kristensen y cols. en 2015 reportaron que 1 hora de capacitación que consistió en aprendizaje electrónico, una conferencia y 20 minutos de capacitación práctica resultaron en más del doble de tasa de éxito en la identificación correcta de la membrana cricotiroidea en comparación con el método de palpación tradicional (15).

Además, Kristensen y cols. en 2014 realizaron una revisión de la literatura concluyendo que, como regla general, se recomiendan un mínimo de 25 exámenes supervisados principalmente por personal del servicio de Radiología, para poder obtener una adecuada habilidad en el uso del ultrasonido en la vía aérea (25).

## **CONCLUSIÓN**

En los últimos años la ultrasonografía se ha convertido en una herramienta útil para el manejo de la vía aérea pediátrica. Su uso es seguro, portátil y rápido, permitiendo hacer evaluaciones dinámicas, además de ser un procedimiento sencillo y con alta repetibilidad.

Conocer las sonoanatomía en el paciente sin predictores de vía aérea difícil es necesario para poder adquirir destreza e identificar las estructuras de manera eficiente para poder apoyarnos de la ultrasonografía en casos de urgencia en el manejo de la vía aérea pediátrica.

La curva de aprendizaje para el uso de la ultrasonografía en la vía aérea es sencilla y fácil de reproducir, además de ser una herramienta adicional para mejorar la seguridad de los procedimientos y, en última instancia, influir en el resultado del manejo anestésico, por lo que es importante agregar este método de valoración de la vía aérea en la visita preanestésica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Stafrace S, Engelhardt T, Teoh W, Kristensen M. Essential ultrasound techniques of the pediatric airway. *Pediatric Anesthesia*. 2015;26:122-31.
2. Karkouti K, Rose DK, Wigglesworth D, Cohen MM. Predicting difficult intubation: A multivariable analysis. *Can J Anesth*. 2000;47:730-9.
3. Sánchez M, Martínez E, Luis} Nd, Mariscal ML. Ecografía y manejo de la vía aérea2014; 1(30):[427-54 pp.].
4. Tobias J. Pediatric airway anatomy may not be what we thought: implications for clinical practice and the use of cuffed endotracheal tubes. *Pediatric Anesthesia*. 2014;25:9-19.
5. Carrillo R, Nava J, Romero G, Cádiz C. Evaluación ultrasonográfica de la vía aérea superior. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2014;37(2):123-30.
6. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19:1-8.
7. Ríos A, Medina L, Gómez M, Aguirre O. La vía aérea pediátrica: algunos conceptos para tener cuenta en el manejo anestésico. *Revista Colombiana de Anestesiología*. 2012;40(3):199-202.
8. Tariq M, Rafiq M, Terkawi R, Moore-Clingenpeel M, AlSohaibani M. Cricoid and left bronchial diameter in the pediatric population. *Pediatric Anesthesia*. 2016;26:608-12.
9. Schmidt A, Weiss M, Engelhardt T. The paediatric airway. Basic principles and current developments. *EJA*. 2014;31:293-9.
10. Harless J, Ramaiah R, Bhananker S. Pediatric airway management. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2014;4(1):65-71.
11. Fiadjoe J, Nishisaki A, Jagannathan N. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. *Lancet*. 2016;4:37-48.
12. Gooden C. An Update on Pediatric Airway Management. *International Anesthesiology Clinics*. 2017;55(1):86-96.
13. Jagadish G, Kurdi M. Upper airway imaging and its role in preoperative airway evaluation. *Med J DY Patil Univ*. 2016;9:300-6.
14. Andruszkiewicz P, Wojtczak J, Sobczyk D, Stach O, Kowalik I. Effectiveness and Validity of Sonographic Upper Airway Evaluation to Predict Difficult Laryngoscopy. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2016;35(10):2243-52.

15. Kristensen M, Teon W, Rudolph S. Structured approach to ultrasound-guided identification of the cricothyroid membrane: a randomized comparison with the palpation method in the morbidly obese. *Br J Anaesth.* 2015;114:1003-4.
16. Bae J, Byon H, Han S. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. *Journal of the Association of Anaesthetist of Great Britain and Ireland.* 2011;66:994-8.
17. G. Bajracharya, Truong A, Truong D, Cata J. Ultrasound-Assisted Evaluation of the Airway in Clinical Anesthesia Practice: Past, Present and Future. *International Journal of Anesthesiology & Pain Medicine.* 2015;1(1):1-10.
18. Zamudio M, Casas F. El uso del ultrasonido en el manejo de la vía aérea. *Revista Colombiana de Anestesiología.* 2015;43(4):307-13.
19. Kim E, Kim S, Kim W, Kim H. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:1124-30.
20. Cote C, Hartnick C. Pediatric transtracheal and cricothyrotomy airway devices for emergency use: which are appropriate for infants and children? *Pediatric Anesthesia* 2009;19(1):66-76.
21. Navsa N, Tossel G, Boon J. Dimensions of the neonatal cricothyroid membrane – how feasible is a surgical cricothyroidotomy? *Paediatr Anaesth.* 2005;15:402-6.
22. Nicholls S, Sweeney T, Ferre R, Strout T. Bedside sonography by emergency physicians for the rapid identification of landmarks relevant to cricothyrotomy. *Am J Emerg Med.* 2008;26:852-6.
23. Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, Shimizu F, Shime N, Sessler D. Prediction of Pediatric Endotracheal Tube Size by Ultrasonography. *Anesthesiology.* 2010;113(4):819-824.
24. Altun D, Sungur M, Ali A, Bingul E, Ozkan Seyhan T, Camci E. Ultrasonographic Measurement of Subglottic Diameter for Paediatric Cuffed Endotracheal Tube Size Selection: Feasibility Report. *Turkish Journal of Anesthesia and Reanimation.* 2017;44(6):301-305.
25. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O et al. Ultrasonography for clinical decisionmaking and intervention in the airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging* 2014; 5: 253–279.

## ANEXO 1: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio \_\_\_\_\_

<b>Edad (años)</b>	
<b>Talla (cm)</b>	
<b>Peso (kg)</b>	
<b>Sexo:</b> 1. Femenino 2. Masculino	
<b>D P-T (mm)</b>	
<b>DSG (mm)</b>	
<b>Membrana cricotiroidea (mm)</b>	