



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA**

**T E S I S**

**EVALUACIÓN DE MEDICIONES ECOGRÁFICAS COMO PREDICTOR DE VÍA  
AÉREA DIFÍCIL EN EL HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA**

**QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA**

**PRESENTA:**  
**ANA PAULA MÁRQUEZ LUNA**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:** LUIS FERNANDO AGUILAR HIGADERA  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

**COMITÉ TUTOR:** ROBERTO CERECER ANCHETA  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA  
FRANCISCO AGUILAR PALOMARES  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

**Hermosillo Sonora; a 24 de junio del 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA  
VOTO APROBATORIO DEL COMITÉ DE TESIS**

Hermosillo Sonora a

**Dra. María Socorro Medecigo Vite  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN; HOSPITAL  
GENERAL DEL ESTADO DE SONORA**

**A/A: ÁREA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

Por medio de la presente hacemos constar que hemos revisado el trabajo del médico residente de **Tercer** año: **Ana Paula Márquez Luna** de la especialidad de **Anestesiología**. Una vez revisado el trabajo y tras la evaluación del proyecto por medio de seminarios hemos decidido emitir nuestro **voto aprobatorio** para que el sustentante presente su investigación en su defensa de examen y pueda continuar con su proceso de titulación para obtener su grado de médico especialista.

---

**LUIS FERNANDO AGUILAR  
HIGADERA  
Tutor principal**

---

**ROBERTO CERECER ANCHETA  
Asesor de tesis**

---

**FRANCISCO AGUILAR  
PALOMARES  
Asesor de tesis**

# OFICIO DE LIBERACIÓN DE TESIS DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN



SERVICIOS DE SALUD DE SONORA  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA  
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN  
COFEPRIS17CI26030105

Asunto: Dictamen CI 2024-40

Hermosillo, Sonora al 5 de junio de 2024

**DRA. ANA PAULA MARQUEZ LUNA**  
Presente. -

Sirva la presente para informar a usted, en relación a su solicitud de evaluación del Protocolo de Investigación con registro CI 2024-40 Titulado: **“Evaluación de mediciones ecográficas como predictor de vía aérea difícil en el Hospital General del Estado de Sonora”** Posterior a la evaluación del Protocolo de Investigación realizada el día 5 de junio 2024, los integrantes del Comité en Investigación emiten el siguiente dictamen:

## APROBADO

Sin otro particular por el momento me despido con un cordial saludo, quedo de usted para cualquier aclaración o duda.

ATENTAMENTE

  
**DR. DAVID LOMELI ZAMORA**  
Presidente del Comité de Investigación  
Hospital General del Estado de Sonora.



Boulevard Luis Donaldo Colosio Murrieta S/N Colonia las Quintas C.P 83240  
Teléfono 6623199000 Hermosillo, Sonora.

**Asunto: Dictamen CEI 2024-40**

Hermosillo, Sonora al 5 de junio de 2024

**DRA. ANA PAULA MARQUEZ LUNA**  
Presente. -

Sirva la presente para informar a usted, en relación a su solicitud de evaluación del Protocolo de Investigación con registro **CEI 2024-40** Titulado: **“Evaluación de mediciones ecográficas como predictor de vía aérea difícil en el Hospital General del Estado de Sonora”** Posterior a la evaluación del Protocolo de Investigación realizada el día 5 de junio de 2024, los integrantes del Comité de Ética en Investigación emiten el siguiente dictamen:

**APROBADO**

Sin otro particular por el momento me despido con un cordial saludo, quedo de usted para cualquier aclaración o duda.

**ATENTAMENTE**



**DR. MAURICIO BELTRÁN RASCÓN**  
Presidente del Comité de Ética en Investigación  
Hospital General del Estado de Sonora.

## **DEDICATORIA**

A mi abuela Estela mi motivo de regresar a casa.

A mi mamá y mi papá mi fortaleza.

A mi hermana mi mayor inspiración.

Al Roco, mi compañero en esta aventura llamada residencia.

## **INDICE**

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	15
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b> .....	15
<b>HIPÓTESIS CIENTÍFICA</b> .....	16
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	17
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	30
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	38
<b>CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	51

## RESUMEN

El estudio titulado "Evaluación de mediciones ecográficas como predictor de vía aérea difícil en el Hospital General del Estado de Sonora" se enfoca en la necesidad continua de búsqueda de herramientas precisas y confiables para identificar una vía aérea difícil. El objetivo consiste en identificar la medición ecográfica de la vía aérea con mayor predicción (sensibilidad y especificidad) para un Cormack- Lehane mayor de 2. La muestra se conforma por 100 pacientes programados para cirugía electiva bajo anestesia general en el Hospital General del Estado de Sonora. Se utilizaron mediciones ecográficas de la vía aérea como predictor de laringoscopia difícil, con la finalidad de tener una alternativa para mejorar la seguridad del paciente durante la anestesia.

El ultrasonido a pie de cama se caracteriza por ser una técnica no invasiva y económica que ha demostrado ser prometedora en la evaluación de la anatomía de la vía respiratoria. A través de diferentes estudios, se ha observado que mediciones ecográficas específicas, como la distancia mínima desde el hueso hioides a la piel y la distancia desde la piel a la epiglotis, pueden predecir laringoscopias difíciles con alta sensibilidad y especificidad. La finalidad es tener una alternativa para mejorar la seguridad del paciente durante la anestesia.

En cuanto a los resultados se obtuvieron que la principal medición con mayor discriminación corresponde a la distancia de la epiglotis a los tejidos blandos destacó con un área bajo la curva (AUC) de 0.83, demuestra ser un excelente método en la discriminación de casos de vía aérea difícil. Por otro lado, la distancia de las cuerdas vocales a los tejidos blandos también mostró una capacidad adecuada con un AUC de 0.79. En contraste, la distancia del hueso hioides a los tejidos blandos presentó una habilidad moderada con un AUC de 0.62,

mientras que la distancia de las cuerdas vocales a la epiglotis reflejó una capacidad moderada más limitada con un AUC de 0.54. Estos resultados subrayan la efectividad diferencial de cada medida en la predicción de la vía aérea difícil, siendo crucial la selección adecuada para mejorar la precisión clínica.

## INTRODUCCIÓN

La Sociedad Americana de Anestesiología (2022) definió vía aérea difícil como la situación clínica en la que un médico capacitado en cuidados de anestesia experimenta dificultades o fallas anticipadas o imprevistas, que incluyen, entre otras, una o más de las siguientes: ventilación con mascarilla, laringoscopia, ventilación con vía aérea supraglótica, intubación traqueal, extubación o vía aérea invasiva. En lo que respecta a una laringoscopia difícil, es la situación en que no es posible visualizar ninguna porción de las cuerdas vocales después de múltiples intentos de laringoscopia (Apfelbaum et al., 2021).

El Cuarto Proyecto de Auditoría Nacional del Royal College of Anesthetists (RCoA) y la Difficult Airway Society (DAS) (Cook et al., 2011) realizó el estudio NAP4 que es el más grande realizado para estimar la incidencia de complicaciones mayores del manejo de las vías respiratorias en los hospitales del NHS del Reino Unido, en donde se reportaron que las principales complicaciones son necesidad de vía aérea quirúrgica, estancia en UCI imprevista o prolongada, daño cerebral y muerte, con una tasa de mortalidad del 20.7 % de todos los casos, para eventos durante la anestesia del 12 % y la intubación fallida o retrasada o los casos de no poder ventilar representaron el 39 % durante la anestesia.

En la actualidad se realizan una serie de pruebas de exploración física al pie de la cama del paciente que son dependientes del explorador. (Apfelbaum et al., 2021) La evaluación de la escala Cormack Lehane es el estándar de oro para la valoración de la laringoscopia difícil, pero la técnica es invasiva bajo una laringoscopia directa y no se puede realizar para prevenir una vía respiratoria difícil (Chan et al., 2018).

La evaluación de la vía aérea con ultrasonido como complemento de la valoración se ha demostrado que es una herramienta proporciona mayor precisión para identificar una vía aérea difícil (Apfelbaum et al., 2021).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de reducir las complicaciones asociadas al manejo de una vía aérea difícil, que pueden tener consecuencias graves para los pacientes. Actualmente, las pruebas de exploración física para predecir una vía aérea difícil son subjetivas y dependientes del explorador, lo que resalta la necesidad de herramientas más objetivas y confiables.

En la actualidad, las pruebas de exploración física para evaluar la vía aérea son subjetivas y dependientes del explorador, la visualización de las cuerdas vocales es el estándar de oro para la valoración de la laringoscopia difícil (Apfelbaum et al., 2021) comúnmente se utiliza para valorarla es la Escala Cormack-Lehane, pero es invasiva y no puede prevenir una vía aérea difícil. El uso del ultrasonido como herramienta complementaria ha mostrado promesa al proporcionar una evaluación más precisa y no invasiva (Chan et al., 2018).

Este estudio propone realizar mediciones ecográficas del cuello en 100 pacientes programados para cirugía electiva bajo anestesia general en el Hospital General del Estado de Sonora. Se recolectaron datos demográficos y se realizó una exploración física detallada, incluyendo la evaluación de la escala de Mallampati y la distancia tiromentoniana, entre otros. Las mediciones ecográficas se realizaron al pie de la cama del paciente y se analizaron estadísticamente para determinar su capacidad predictiva en comparación con la escala de Cormack-Lehane.

Los resultados de este estudio tienen el potencial de mejorar la práctica clínica al proporcionar un método más preciso y objetivo para identificar una vía aérea difícil, lo que puede conducir a una reducción de complicaciones y costos asociados con la intubación

traqueal y permitirá a futuro tomar las medidas necesarias para prevenir complicaciones durante la intubación traqueal. Además, la utilización del ultrasonido como complemento en la evaluación de la vía aérea para mejorar la seguridad y la calidad del cuidado anestésico.

El estudio se limita a una muestra de 100 pacientes, lo que puede ser insuficiente para generalizar los resultados a una población más amplia. La ecografía de la vía aérea requiere una curva de aprendizaje, por lo que la precisión de las mediciones puede verse afectada por la experiencia del operador. El ultrasonido tiene una profundidad de penetración limitada, lo que puede dificultar la visualización de estructuras profundas de la vía aérea. Existe la posibilidad de que el estudio pueda verse afectado por sesgos de selección o información, especialmente en la recolección de datos demográficos y en la interpretación de las mediciones ecográficas. Estos sesgos podrían influir en los resultados y en la conclusión del estudio. A pesar de estas limitaciones, el estudio tiene el potencial de contribuir a la mejora de la práctica clínica en el manejo de la vía aérea difícil.

#### Preguntas de investigación

1. ¿Cuál de las mediciones ecográficas de la vía aérea presenta la mayor capacidad predictiva (sensibilidad y especificidad) para identificar un grado de Cormack-Lehane mayor de 2 durante la laringoscopia directa?
2. ¿Cuál es la relación entre el área bajo la curva ROC de la medición del espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea (Espacio pre epiglótico) con la escala Cormack Lahane?

3. ¿Cuál es la relación entre el área bajo la curva ROC de la medición espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales (entrada laríngea) con la escala Cormack Lahane?
4. ¿Cuál es la relación entre el área bajo la curva ROC de la medición del espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides con la escala Cormack Lahane?
5. ¿Cuál es la relación entre el área bajo la curva ROC de la medición de la distancia de cuerdas vocales a epiglotis con la escala Cormack Lahane?

## **JUSTIFICACIÓN**

El manejo de la vía aérea es fundamental para la práctica segura que ejerce el anestesiólogo, el cual debe de contar con las destrezas y habilidades en las técnicas del tracto respiratorio. Someterse a una vía aérea difícil e imprevista implica un desafío en condiciones agudas, ya que se pueden desencadenar complicaciones que se relacionan con morbilidad graves. La valoración de la vía aérea se realiza mediante el historial médico, exploración física y pruebas en la cama del paciente, cada una de estas pruebas tienen un valor predictivo bajo por si solas (Von Roth et al., 2018), se deben de hacer en conjunto para aumentar su valor predictivo, además de ser subjetivas dependiente del explorador (Apfelbaum et al., 2021).

Constantemente se ha desarrollado la búsqueda de predictores de vía aérea con mayor sensibilidad y especificidad, con la finalidad de encontrar una herramienta fácil de utilizar, reproducir, confiable y accesible.

Mediante este estudio se propone realizar mediciones ecográficas del cuello con el objetivo de valorar el predictor con mayor sensibilidad y especificidad de laringoscopia difícil puesto

que la ecografía es una herramienta no invasiva, que no genera radiación, rápida accesible y reproducible en quirófano.

La finalidad de valorar con ecografía la vía aérea es tener mediciones precisas para prevenir y disminuir las consecuencias de una intubación difícil que aumentan la morbimortalidad, el tiempo de hospitalización, el tiempo en cuidados críticos, tiempo dependiente de ventilación mecánica. Esto se traduce como aporte a la institución en una disminución de costos por paciente (Cook et al., 2011).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar la medición ecográfica de la vía aérea con mayor predicción (sensibilidad y especificidad) para un cormack lehane mayor de 2.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Determinar la correlación entre el área bajo la curva ROC de la medición del espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea (Espacio pre epiglótico) con la escala Cormack Lahane.
- Determinar la correlación entre el área bajo la curva ROC de la medición espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales (entrada laríngea) con la escala Cormack Lahane.
- Determinar la correlación entre el área bajo la curva ROC de la medición del espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides con la escala Cormack Lahane.
- Determinar la correlación entre el área bajo la curva ROC de la medición de la distancia de cuerdas vocales a epiglotis con la escala Cormack Lahane.

## **HIPÓTESIS CIENTÍFICA**

Se postula que existe una correlación significativa entre la medición ecográfica de la vía aérea y la predicción de una vía aérea difícil, en términos de sensibilidad y especificidad. Específicamente, se espera que ciertas mediciones ecográficas, como la de tejidos blandos a epiglotis estén asociadas de manera más estrecha con la identificación de una vía aérea difícil, lo que resultará en una mayor sensibilidad y especificidad en comparación con otras mediciones.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes**

A lo largo de los años se han buscado el uso de nuevas herramientas para valorar la vía aérea, así identificar con mayor precisión cuando una vía aérea es difícil. El uso del ultrasonido se ha integrado entre las herramientas en los últimos años, puesto que se puede realizar en la cama del paciente, es económico, no es radiante, tiene una curva de aprendizaje corta y es reproducible. Nos permite medir la anatomía de la vía respiratoria mediante ondas sonoras (Chelikam et al., 2023). Al momento no se cuentan con dimensiones precisas que nos indiquen una vía aérea difícil, se han realizado distintos estudios que tienen diversas poblaciones y no se ha identificado alguna característica consistente que sea más predictiva que otra. (De Heart et al., 2018).

Carsetti et al. (2022) realizaron una revisión sistemática y con el propósito de determinar la capacidad de la ecografía preoperatoria de las vías respiratorias para predecir la dificultad en la laringoscopia directa. Se realizaron búsquedas en bases de datos como Medline, Scopus y Web of Science, obteniendo una muestra total de 6881 pacientes durante el período comprendido entre 2003 y 2020. Las mediciones de las pruebas índice UA-US incluyeron, entre otros parámetros, la distancia de la piel a la epiglotis (DSE), la distancia de la piel al hueso hioides (DSHB), la distancia de la piel a las cuerdas vocales (DSVC) y la relación entre la profundidad del espacio pre epiglótico y la distancia desde la epiglotis hasta las cuerdas vocales (Pre-E/E-VC). El resultado principal evaluado fue el valor predictivo de estas pruebas ecográficas para anticipar la dificultad en la laringoscopia directa, mientras que el resultado secundario consistió en determinar las diferencias de medias (DM) de estas mediciones entre pacientes con laringoscopia directa fácil y difícil. La clasificación de la

visión de laringoscopia directa se basó en el grado de Cormack-Lehane (CL). Los hallazgos principales revelaron que el área bajo la curva (AUC) para DSE, DSHB, DSVC y Pre-E/E-VC fue de 0,87, 0,77, 0,78 y 0,71, respectivamente. En cuanto al resultado secundario, se observó que los pacientes con laringoscopia directa difícil presentaban valores más elevados en DSE, DSVC y DSHB en comparación con aquellos con laringoscopia fácil, con diferencias medias de 0,38 cm (IC del 95%, 0,17–0,58 cm;  $p = 0,0004$ ), 0,18 cm (IC del 95%, 0,01–0,35 cm;  $p = 0,04$ ) y 0,23 cm (IC del 95%, 0,08–0,39 cm;  $p = 0,0004$ ), respectivamente. Sin embargo, se observó un alto nivel de heterogeneidad. Además, se encontró que la distancia hiomental en posición neutra del cuello (HMD-N) y la distancia hiomental en posición extendida del cuello (HMD-E) fueron significativamente más cortas en pacientes con laringoscopia difícil, con diferencias medias de  $-0,33$  cm (IC del 95%,  $-0,43$  a  $-0,19$  cm;  $p < 0,00001$ ,  $I^2 = 0\%$ ,  $p = 0,55$ ) y  $-0,60$  cm (IC del 95%,  $-0$  a  $0,92$  cm;  $p = 0,0003$ ,  $I^2 = 83\%$ ,  $p = 0,001$ ), respectivamente. En cuanto a DSE, los valores de corte oscilaron entre 1,615 y 2,75 cm. Los autores concluyen que, si la medición de DSE se sitúa entre más de 2 a 2,5 cm, podría ser relevante en situaciones de incertidumbre, especialmente después de haber tenido en cuenta otras pruebas rutinarias aplicadas.

En cuanto los estudios con el uso de ultrasonido a pie de cama para la valoración de la vía aérea difícil, se han realizado estudios de precisión para la predicción de laringoscopias difíciles, con excelentes resultados. En el estudio realizado por el Hospital y Centro de Investigación RL Jalappa, Tamaka, Kolar, de enero de 2020 a mayo de 2021 realizado por Sinchana Bhagavan y Kiran Nelamangala, se encontró que los parámetros de la distancia mínima desde el hueso hioides a la piel (DSHB) con una medición contaba con una sensibilidad del 100% y especificidad del 82.95% con valores de corte de curva ROC del

97.4% haciéndola una prueba excelente, para la distancia desde la piel a la epiglotis a medio camino entre el hueso hioides y el cartílago tiroideos (DSEM) hioides con una sensibilidad del 75% y especificidad del 89.77% con valores de corte de curva ROC de 88.8%, concluyendo que se pueden utilizar para predecir laringoscopias difíciles en pacientes adultos, ya que cuentan con un AUC que las hace una prueba confiable para la discriminación de laringoscopias difíciles.

En un estudio observacional prospectivo simple ciego realizado en un hospital universitario en Ospedali Riuniti Ancona (Ancona, Italia) de mayo de 2017 a septiembre de 2017 que incluye 301 pacientes en el cual se midió el espesor del espacio pre glótico a nivel de la membrana tirohioidea se midió como la distancia medida desde la piel a la epiglotis y las distancias entre el espesor cervicales anteriores a dos niveles la membrana tirohioidea y las cuerdas vocales. Midiendo la distancia mediana desde la piel a la epiglotis mDSE y el área pre glótica PEA, se encontró una AUC 0.96 con IC del 95% de 0.86 a 0.93 con valores de cohorte de 2.54 cm y AUC de 0.93 con valor de cohorte de 5.04 cm<sup>2</sup> un IC: 0.89 a 0.95 esto con en relación a un grado Cormack Lehane al menos 2b y la distancia media piel a cuerdas vocales con un AUC de 0.54, siendo los dos primeros excelentes pruebas para determinar vía aérea difícil y el último sin capacidad de discriminación.

El estudio observacional, prospectivo, simple ciego realizado por Alessandri et al. (2019), en el periodo de abril de 2018 hasta julio de 2018, en el Policlínico Umberto I (Roma, Italia). En el estudio se evaluaron 194 pacientes, para determinar la prevalencia de diversas clasificaciones de dificultad de vía aérea (DMV) y su relación con medidas de ultrasonido y laringoscopia difícil. Se registraron las medidas ecográficas siguientes: la distancia más corta desde el istmo tiroideo hasta la superficie de la piel (DSTI), la distancia más corta desde el

hueso hioides hasta la superficie de la piel (DSHB), la distancia más corta desde la piel hasta la comisura anterior de las cuerdas vocales (DSAC), la distancia más corta desde la piel hasta la tráquea al nivel de la incisura yugular (DSTJ), y, a nivel de la membrana tiroidea, la distancia más corta desde la piel hasta el punto de la epiglotis que corresponde a la mitad de la distancia entre el hueso hioides y el cartílago tiroideo (DSEM). Se identificó una correlación positiva entre las medidas ecográficas, siendo la distancia submandibular al hueso hioides (DSHB) la que mostró una mejor correlación con la DMV y la laringoscopia difícil. En el grupo donde la ventilación con mascarilla fue fácil, la media (desviación estándar) de la DSHB fue de 0.88cm (con una desviación estándar de 0.3), mientras que, en el grupo con dificultad de la vía aérea, fue de 1.4 cm (con una desviación estándar de 0.19). La DSHB se reveló como el mejor predictor de DMV según la escala de Han >3, con un área bajo la curva de 0.93.

En México se realizó un estudio en el Hospital Ángeles Mocel por Morales et (2022), en el cual se valoró la distancia piel-epiglotis a través de la membrana tiroidea, con un valor de corte de 27.5 mm (2.75 cm) para predecir vía aérea difícil, la cual incluía a los pacientes con Cormack-Lehane III-IV, con tres o más intentos para intubación endotraqueal y más de 10 minutos para conseguirla. se obtuvo alta especificidad (90.9%) (IC95% de 72.2 a 97.5), VPN 83.3% (IC95% de 64.1 a 93.3%) y una sensibilidad de 50% (IC95% de 21.5 a 78.5%), por lo que se presentaron valores altos para excluir una vía aérea difícil.

## **Vía aérea difícil.**

De acuerdo a los conceptos manejados según la Sociedad Americana de Anestesiología (2022) se entiende como una vía aérea difícil a la situación clínica en la que un médico capacitado en cuidados de anestesia experimenta dificultades o fallas anticipadas o imprevistas, que incluyen, entre otras, una o más de las siguientes: ventilación con mascarilla, laringoscopia, ventilación con vía aérea supraglótica, intubación traqueal, extubación o vía aérea invasiva. En lo que respecta a una laringoscopia difícil, es la situación en que no es posible visualizar ninguna porción de las cuerdas vocales después de múltiples intentos de laringoscopia. (Apfelbaum et al., 2021).

Según Kollmeier et al. (2023) la habilidad para anticipar de manera precisa los desafíos en el manejo de las vías respiratorias de un paciente particular depende de la preparación, experiencia, evaluación de riesgos y criterio clínico del profesional de la salud que esté a cargo. Por otra parte, se ve relacionada y afectada por una serie de factores que incluyen las particularidades del paciente, su historial médico y quirúrgico, así como el entorno clínico en el que se lleva a cabo la intervención.

Se reporta en algunos estudios que el 90% de las vías respiratorias difíciles son imprevistas lo que subraya la importancia de la preparación y prevención adecuada. Por ejemplo, la Base de Datos Danesa de Anestesia (DAD), (Nørskov et al., 2014) en un periodo del 2008 al 2011 realizó un estudio de cohorte observacional en el cual se incluyeron 188 064 casos Se registraron 3,383 (1.86%) casos de intubaciones traqueales difíciles, de los cuales 3,154 (1.73%) fueron imprevistos. El 93% de las intubaciones difíciles no se predijeron antes de la operación. En el análisis de sensibilidad 1, con una nueva categorización, se identificaron

1,060 casos, con un 75% de intubaciones difíciles imprevistas. En el análisis de sensibilidad 2, con una definición ajustada, hubo 2,657 intubaciones difíciles, con un 91% de ellas imprevistas. Las predicciones subjetivas de los anesthesiólogos se fundamentaron en uno o más factores conocidos que indican la probabilidad de una intubación difícil, como resultado estas predicciones fueron insuficientes, ya que se obtuvo un porcentaje por arriba del 90% en el que la vía aérea difícil fue imprevista.

La escala de Cormack-Lehane (C-L) fue descrita en 1984, valora el grado de visualización de las cuerdas vocales, se considera desde entonces el estándar de oro para la valoración de las vías respiratorias. Se cuenta con cuatro grados: grado I es la percepción completa de toda la glotis; grado II es una visión porción posterior de la abertura glótica; el grado III es la vista de la epiglotis únicamente y el grado IV cuando no se contempla ni la epiglotis ni la glotis. Yentis describe una escala modificada, la cual al grado II se le divide en dos (IIA visión parcial de la epiglotis y grado IIB son visibles las aritenoides o la parte posterior de las cuerdas vocales).

Según Krage et al. (2010) considera que la escala de Cormack Lehane tiene variación entre los diferentes observadores, además los anesthesiólogos no cuentan con un dominio total de la escala y que hay confusión entre la identificación de los diferentes grados. En el 2008 se realizó una encuesta en la Reunión Anual de la Unión Europea Sociedad de Anestesiología (ESA) 2008 en Copenhague, Dinamarca para valorar el conocimiento de los grados y la confiabilidad con un simulador de la escala cormack Lahane. Se reportó que 89% afirma conocer la clasificación; sin embargo, sólo el 53% la nombra correctamente. Además, se obtuvo concordancia intraobservador pobre ( $\kappa$  de 0,15), siendo el grado 3 que se identificó menos correctamente que cualquier otro grado.

## **Pruebas de exploración física**

En una valoración pre anestésica se realizan diferentes técnicas de exploración física en la cama del paciente. Para predecir una vía aérea difícil se busca intencionadamente: los incisivos superiores largos, sobremordida prominente, incapacidad para sacar la mandíbula, apertura de boca pequeña, clasificación de Mallampati III o IV, paladar alto y arqueado, Distancia tiromentoniana corta, cuello corto y grueso y la limitación de la movilidad cervical

La escala Patil-Aldrete valora la distancia que existe entre el cartílago tiroideos (escotadura superior) y el borde inferior del mentón. La técnica con la que se realiza es en posición sedente, cabeza extendida y boca cerrada. Cuenta con cuatro clases: clase I distancia mayor de 6.5 cm, clase II distancia de 6 a 6.5 cm, clase III con distancia menor 6 cm. A partir del segundo grado se considera vía aérea difícil

La escala de Mallampati descrita por primera vez en 1983, se compone de tres grados Clase I: se visualizan los pilares del istmo de las fauces, la úvula y el paladar blando. Clase II: se visualiza la base de la úvula y el paladar blando. Clase III: solo se visualiza el paladar blando. En 1987 Samssoon y Young, añaden una IV clase en la cual sólo se visualiza el paladar duro. Esta escala se utiliza para evaluar el espacio físico en la boca y el desplazamiento de la lengua con el que se cuenta para la laringoscopia.

Según la guía de la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos de 2022 para el tratamiento de la vía aérea difícil en cuanto a los rasgos anatómicos faciales valorados. No se encontró alguna característica como consistentemente y que fuera más predictiva que otra.

De acuerdo a la revisión sistemática publicada por Von Roth et al. (2018), donde se evaluó la sensibilidad y especificidad de las pruebas de cabecera para predecir las vías respiratorias

difíciles. Se reportaron los siguientes resultados individuales para cada una de las pruebas a pie de cama; la prueba de Mallampati, se estimó una sensibilidad resumida de 0,40 (intervalo de confianza [IC] del 95%: 0,16 a 0,71) y una especificidad resumida de 0,89 (IC del 95%: 0,75 a 0,96). Para la prueba de Mallampati modificada, con una sensibilidad resumida de 0,53 (IC del 95%: 0,47 a 0,59) y una especificidad resumida de 0,80 (IC del 95%: 0,74 a 0,85). Para la distancia tiromentoniana con una sensibilidad resumida de 0,37 (IC del 95%: 0,28 a 0,47) y una especificidad resumida de 0,89 (IC del 95%: 0,84 a 0,93). Para la prueba de apertura de la boca, estimada la sensibilidad resumida de 0,22 (IC del 95%: 0,13 a 0,33) y una especificidad resumida de 0,94 (IC del 95%: 0,90 a 0,97). Se concede mayor sensibilidad y especificidad si se realizan de manera conjunta, sin embargo, de estas no se tiene claro el valor Kapa de cada una. En este caso, la prueba de Mallampati modificada tiene la sensibilidad más alta (53%), lo que significa que es mejor para identificar correctamente a las personas con vías respiratorias difíciles, continúa teniendo un valor de sensibilidad muy pobre, sin embargo, la prueba de apertura de la boca tiene la especificidad más alta (94%), lo que significa que es mejor para identificar correctamente a las personas sin vías respiratorias difíciles.

### **Uso de la ecografía en medicina**

El ultrasonido (US), una técnica de imagen que solía ser exclusiva de los radiólogos, en la actualidad ha sido ampliamente aceptada por otras áreas de la medicina. El uso de ultrasonido a pie de cama, también conocido como ultrasonido punto de atención (POCUS, por sus siglas en inglés), se refiere a la aplicación de la ecografía directamente en el lugar donde se encuentra el paciente, ya sea en la sala de emergencias, la unidad de cuidados intensivos, el quirófano o incluso en entornos prehospitalarios. Una de las principales ventajas del

ultrasonido a pie de cama es su capacidad para proporcionar información diagnóstica inmediata sin la necesidad de trasladar al paciente a un departamento de radiología. Además, el ultrasonido a pie de cama es una herramienta segura, no invasiva, económica, no radiante, reproducible y que puede repetirse según sea necesario para guiar la gestión clínica continua del paciente. Esta técnica se ha convertido en una herramienta invaluable para los médicos en diversas especialidades ya que se puede realizar simultáneo a la exploración física y a la reanimación del paciente, además que proporciona información diagnóstica inmediata y puede ayudar a guiar procedimientos clínicos en tiempo real. Se ha utilizado en diferentes ámbitos de la medicina de forma para crear diagnósticos a través de la valoración cardiaca, tiroides, vasos sanguíneos, mamas, pulmones, cerebro, nervio óptico, liquido libre en cavidad abdominal, apéndice, entre otros órganos valorables. Para realizar procedimientos a través de la visualización de la sonoanatomía como la colocación de catéter venoso central, sondas pleurales, catéteres periféricos y bloqueos regionales en anestesiología. Además de uso terapéutico para dirigir la terapia hídrica y hacer cambios en el manejo de forma dinámica, principalmente se ha utilizado en terapia intensiva y en embarazadas con tendencia a la congestión hídrica como son las pacientes con preeclampsia (Chelikam et al., 2023).

Cabe recalcar que el ultrasonido funciona con ondas sonográficas, en las que se valora dependiendo de la penetración, la capacidad de reflejar y transmitir las ondas sonoras. Entre esto encontramos diferentes rangos de ecogenicidad, estos son hiper ecoico (mayor lucidez, color blanco), hipoeicoico (menor lucidez, color gris), anecoico (color negro) (Chelikam et al., 2023).

## **Uso de la ecografía en anestesiología**

En la anestesiología el uso del ultrasonido se ha adaptado para la realización de procedimientos como son de; anestesia regional, la valoración de vía aérea y la localización de accesos vasculares. (You-Ten et al., 2018). Por otra parte, se ha utilizado para la valoración pre anestésica en la que se incluye la valoración del llenado gástrico para disminución del riesgo de broncoaspiración, la valoración cardiaca En individuos con inestabilidad hemodinámica, un ecocardiograma transtorácico (ETT) enfocado (FOCUS) resulta beneficioso para analizar la función ventricular izquierda y derecha en su totalidad y en regiones específicas, así como para valorar posibles problemas valvulares y detectar la presencia de derrames pericárdicos clínicamente relevantes. La evaluación pulmonar se recomienda para examinar la dificultad para respirar, la falta de oxígeno, la presión arterial baja, lesiones en el tórax, inflamación de la pleura y molestias en el pecho. Además, se emplea para analizar las áreas donde el aire y líquido se interfieren en los pulmones. (Kalagara et al., 2022)

Se ha considerado una herramienta útil en el área porque no es invasiva. El anestesiólogo que cuenta con capacitación y las habilidades de la sono-anatomía de la vía aérea, podrá identificar vías respiratorias difíciles y anormales, lo cual puede ser útil para realizar procedimientos no invasivos como la correcta colocación del tubo y procedimiento invasivos como bloqueos regionales, cricotiroidectomía y traqueostomía. (Kolli & Singh, 2021).

## **Ecografía para la valoración de vía aérea.**

Para valorar y determinar la anatomía de una vía aérea existen métodos invasivos como son el uso de una tomografía computarizada, resonancia magnética o la radiografía, estos

instrumentos someten al paciente a radiación además de ser costosos y necesitar acudir a una sala de radiología (Apfelbaum et al., 2021).

Para la valoración ultrasonográfica al pie de cama, se sugiere dividir la vía aérea superior en dos partes: suprahiodea e infrahiodea. Para capturar imágenes infrahiodeas, que son estructuras superficiales, como la membrana cricotiroidea o la epiglotis, se sugiere el uso de un transductor lineal de alta frecuencia (6-13 MHz). En cambio, para estructuras más profundas para el área suprahiodea, que es la región subglótica y la lengua, se recomienda un transductor curvilíneo de baja frecuencia (2-5 MHz) (Chang et al., 2023) Para realizar el escaneo, el paciente debe estar acostado boca arriba con la cabeza hacia atrás y el cuello flexionado para explorar las estructuras superiores, y con el cuello extendido para explorar las estructuras inferiores (Kolli & Singh, 2021).

Carsetti et al. (2022) describe dos métodos para la valoración de vía aérea; El método descrito por Situ-LaCasse y Adhikari y el TACA de Kristensen et al. El primer método proporciona un enfoque sistemático para identificar las estructuras anatómicas relevantes de las vías respiratorias superiores mediante ultrasonido. El procedimiento descrito para la identificación de estructuras anatómicas mediante ultrasonido sigue una serie de pasos detallados:

- Base de la lengua: Coloque la sonda de ultrasonido en la parte superior y anterior del cuello e inclínela hacia arriba para visualizar la base de la lengua, que se muestra como una estructura alargada y curvada debido a su composición muscular y grasa.

- Hueso hioides: Dirigiendo el ángulo de la sonda hacia abajo para observar el hueso hioides, que se presenta como forma de cúpula con un borde hiperecoico y con sombra acústica posterior.
- Epiglotis y músculos de la correa: Deslice la sonda hacia caudal mientras mantiene el ángulo, visualizando la epiglotis como una banda hipoeoica junto con dos estructuras circulares hipoeoicas que forman una apariencia similar a una "cara de rana".
- Cartílago tiroides y cuerdas vocales: Desplazando la sonda hacia caudal para localizar el cartílago tiroides en forma de V invertida o triangular, seguido de las cuerdas vocales de manera triangular y los aritenoides.
- Membrana cricotiroidea: la sonda hacia caudal para enfocar esta banda hiperecoica, situada caudal al cartílago tiroides y cefálico cartílago cricoides ambos hipoeoicos.
- Cartílago cricoides: la sonda hacia caudal para visualizar este cartílago, que aparece como una estructura hipoeoica en forma arco de "c" o una herradura.
- Tráquea y esófago: la sonda hacia caudal hasta que aparezca la tráquea en forma de U invertida, junto con el esófago en el lado izquierdo, que se asemeja a un "ojo de buey".

Por otro lado, el método TACA de Kristensen et al. se centra en la identificación específica de la membrana cricotiroidea y las estructuras circundantes. Este método se enfoca en la orientación transversal del ultrasonido para identificar las estructuras mencionadas y proporciona puntos de referencia en la piel para procedimientos clínicos. Utiliza el acrónimo "TACA" para representar los pasos:

- "T" (cartílago tiroides y triangular): Posicionando el transductor de forma transversal a lo largo de la parte frontal del cuello, en dirección al cartílago tiroides el cual se distinguirá claramente por su forma triangular.
- "A" (línea de aire o interfaz aire-mucosa): Desplace el transductor en dirección caudal para exponer la membrana cricotiroidea. Esta aparecerá como una línea brillante o hiperecoica, observarse líneas blancas paralelas, que son artefactos de reverberación, así como sombras acústicas.
- "C" (cartílago cricoides y circular): Proceda a mover el transductor más hacia caudal para localizar el cartílago cricoides, el cual es reconocible por su aspecto hipoeicoico en forma de "C" o herradura, delineado por un borde blanco.
- "A" (línea de aire o interfaz aire-mucosa): desplace el transductor hacia arriba en dirección craneal hasta alcanzar el punto medio de la membrana cricotiroidea. Punto para realizar procedimientos clínicos.

Dentro de las técnicas destacadas, se encuentra la identificación del cartílago cricoides para llevar a cabo la cricotiroidectomía, la localización del cartílago tiroides para los bloqueos tiroideos, la evaluación de las vías respiratorias mediante la identificación del hueso hioides, la ubicación precisa y segura de una traqueotomía percutánea mediante la identificación de los anillos traqueales, y por último, la identificación del esófago para verificar la intubación endotraqueal o esofágica. En el caso de la intubación endotraqueal, se observará un único signo de bala (una interfaz de aire-mucosa única con una sombra más prominente del artefacto posterior), junto con un deslizamiento pulmonar bilateral. Por otro lado, la intubación esofágica se caracteriza por un signo de doble tracto y la ausencia de deslizamiento pulmonar bilateral (Kalagara et al., 2022).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Taxonomía de la investigación**

Estudio prospectivo, observacional, correlacional, descriptivo y transversal.

### **Población y periodo de estudio**

150 pacientes programados para procedimiento electivo que amerite Anestesia General, en el Hospital General del Estado de Sonora en el Periodo de mayo - junio 2024.

### **Muestreo estadístico**

Se seleccionarán aleatoriamente los pacientes de la lista de aquellos programados para procedimientos electivos que cumplan con los criterios de inclusión del estudio.

### **Criterios de selección de la muestra**

#### **Criterios de inclusión**

- Pacientes mayores de 18 años menores de 80 años.
- Pacientes programados para cirugía electiva sometidos a anestesia general.
- Autorización mediante un consentimiento informado.

#### **Criterios de exclusión**

- Pacientes cualquier patología que cause limitación en el movimiento cabeza-cuello (fractura de columna cervical, artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, previa instrumentación de columna, etc).
- Pacientes menores de 18 años y mayores de 80 años.

- Pacientes que no cooperan.
- Antecedentes de laringoscopia o intubación difíciles.
- Pacientes que no cuentan con consentimiento informado.
- Más de tres intentos de intubación.
- Uso de video laringoscopia.

### **Criterios de eliminación**

- Necesidad de vía aérea quirúrgica inesperada.

### **Recursos empleados**

#### **Recursos físicos**

- Ecógrafo modelo MINDRAY DC- 40 Exp

#### **Recursos humanos**

- 100 pacientes programados para procedimiento electivo que amerite Anestesia General, en el Hospital General del Estado de Sonora en el Periodo de mayo - junio 2024.

### **Descripción metodológica**

1. Se elegirán a los pacientes de acuerdo a los criterios de inclusión, exclusión y eliminación.
2. Se les informó a los pacientes acerca de la valoración ultrasonográfica y se les proporcionó el consentimiento informado.
3. Se realizará recolección de variables demográficas: edad, sexo, nacionalidad, IMC, Peso, Talla, ASA.

4. Se realizó exploración física: escala de Mallampati, escala Patil Aldreti (distancia tiromentoniana), escala Bellhouse Dore, apertura bucal en centímetros y puntuación total de riesgo de Wilson.
5. Se realizó las mediciones de vía aérea ultrasonográficas con ecógrafo modelo MINDRAY DC- 40 Exp
6. Se posiciona al paciente en decúbito supino con inclinación máxima de la cabeza y elevación del mentón, en la cama de valoración pre quirúrgica, con previa asepsia del cuello, se colocó gel transductor y se realizó medición ecográfica:
  - a. Espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea (Espacio pre epiglótico).
  - b. Espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales (entrada laríngea).
  - c. Espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides.
  - d. Distancia de cuerdas vocales a epiglotis
6. Se ingresa paciente a quirófano, se coloca en decúbito supino a la altura de la apófisis xifoides del anesthesiólogo, se realiza monitorización tipo 1 de signos vitales: Presión arterial, pulso oxímetro (medición saturación y frecuencia cardiaca), colocación de 5 electrodos para monitorización de electrografía. Se realiza neuromonitorización de relajación neuromuscular con TOF. Se realiza pre oxigenación durante 3 minutos con Fio2 al 100%, se da inducción anestésica con opioide fentanilo (2-3 mcg/kg), lidocaína (1 mg/kg), hipnótico propofol (1 a 2 mg/kg) y relajante neuromuscular rocuronio (0.6 a 1.2 mg/kg) se espera el pico máximo de acción del medicamento a

los 3 minutos se corrobora neuro monitorización con TOF al contar con el nivel máximo de relajación neuromuscular y al obtener la apnea farmacológica, se ejecuta la laringoscopia directa con hoja MAC 3 por un experto con mayor de 3 años de experiencia, se realiza la valoración del Cormack Lehane.

7. Se recolectaron los datos en plataforma de excel.

### Categorización de variables

Variable	Tipo de variable	Clasificación de la variable	Definición	Indicador
Escala de mallampati modificado	Independiente	Cuantitativa discreta	Clase I: se visualizan los pilares del istmo de las fauces, la úvula y el paladar blando. Clase II: se visualiza la base de la úvula y el paladar blando. Clase III: solo se visualiza el paladar blando. Clase IV: sólo se visualiza el paladar duro.	Clase 1 al 4
Escala Patil Aldreti - distancia tiromentoniana	Independiente	Cuantitativa Discreta	Valora la distancia que existe entre el cartílago tiroides (escotadura superior) y el borde inferior del mentón. clase I distancia mayor de 6.5 cm, clase II distancia de 6 a 6.5 cm, clase III con distancia menor 6 cm.	I al IV
Escala Bellhouse Dore	Independiente	Cuantitativa discreta	Valoración de la movilidad cervical, angulo normal de 35°.	Grado I al IV

			Grado I: ninguna limitante; grado II: 1/3 de limitación; grado III: 2/3 de limitación; grado IV: completa limitante	
Apertura bucal	Independiente	Cuantitativa Discreta	Distancia interincisiva a la apertura bucal medida en cm	Clase I: más de 3.5 cm Clase II: menor o igual a 3.5 cm.
Puntuación total de riesgo de Wilson	Independiente	Cuantitativa discreta	Se valoran los factores de riesgo del paciente: movimientos de cabeza y cuello, protrusión mandibular, articulación temporo-mandibular y distancia interinsicivos,	Cada factor tiene un valor de 0, 1, 2, la suma de estos máximo es 10
Espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea	Independiente	Cuantitativa Continua	Medición ecográfica del la distancia del espacio pre epiglótico	Centímetros (cm)
Espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales	Independiente	Cuantitativa Continua	Medición ecográfica de la distancia de la entrada laríngea	Centímetros (cm)
Espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides	Independiente	Cuantitativa Continua	La distancia de medición ecográfica de la piel al hueso hioides.	Centímetros (cm)

Distancia de cuerdas vocales a epiglotis	Independiente	Cuantitativa Continua	Medición ecográfica de	Centímetros (cm)
Escala de cormack Lahane	Dependiente	Cuantitativa Discreta	Visualización de las cuerdas vocales ala laringoscopia directa. Grado I es la percepción completa de toda la glotis; grado II grado II es una visión porción posterior de la abertura glótica .El grado III es la vista de la epiglotis únicamente y el grado IV cuando no se contempla ni la epiglotis ni la glotis	I al IV

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis descriptivo de los datos demográficos y un análisis de normalidad de los datos por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov de las variables independientes discretas. Asimismo, se comparó el área entre las mediciones ecográficas bajo la curva ROC y la Escala Cormack-Lehane como estándar de oro. También, para determinar la relación entre las mediciones ecográficas y el grado de dificultad de la vía aérea se utilizará el coeficiente de correlación de Spearman. Adicionalmente, se empleará el índice de Youden para identificar los puntajes de corte óptimos para las mediciones ecográficas. Se calcularán la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de las mediciones ecográficas del espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea, espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales, espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides y la distancia de cuerdas vocales a epiglotis.

Los análisis comprometidos en esta investigación se ejecutaron en el software MINTAB.

El nivel de significancia que se establecerá para los todos los análisis estadísticos es de  $p < 0,05$ , por tanto, si la probabilidad es menor del 5% se considera que no se debe al azar.

Es importante tener en cuenta posibles sesgos de selección o información en la recolección y análisis de datos, por consiguiente, se tomarán medidas para minimizar su impacto. Además, se reconocerán las limitaciones del estudio: 1) el tamaño de la muestra de 100 pacientes, lo que puede ser insuficiente para generalizar los resultados a una población más amplia; 2) la ecografía de la vía aérea requiere una curva de aprendizaje, por lo que la precisión de las mediciones puede verse afectada por la experiencia del operador; 3) el ultrasonido tiene una profundidad de penetración limitada, lo que puede dificultar la visualización de estructuras profundas de la vía aérea.

En resumen, este plan estadístico proporciona un marco para el análisis de los datos que permitirá evaluar la utilidad de las mediciones ecográficas en la predicción de la vía aérea difícil y su potencial impacto en la práctica clínica.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

El comité de ética del Hospital General del Estado de Sonora ha aprobado y validado el estudio. Antes de participar, los participantes deben dar su consentimiento informado, entendiendo plenamente los riesgos y beneficios de la evaluación ultrasonográfica de la vía aérea. Se asegura la confidencialidad de la información y se protege la identidad de los participantes mediante un manejo seguro de los datos. Como objetivo el beneficiar a los participantes al prevenir la vía aérea difícil, minimizando riesgos y complicaciones de una

vía aérea difícil no advertida. Los resultados serán interpretados y utilizados de manera responsable, evitando cualquier distorsión o exageración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

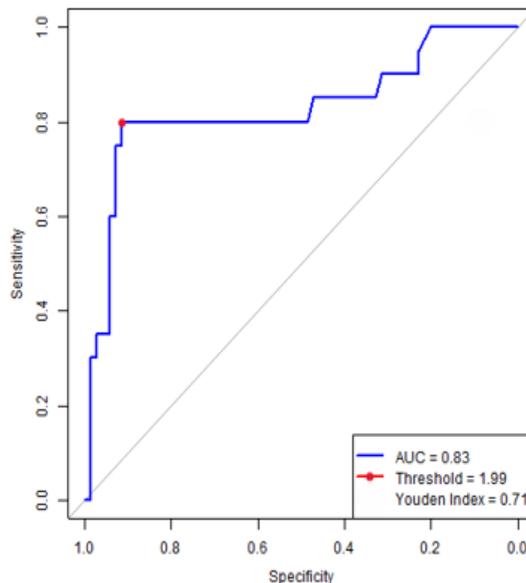
Los puntos de corte evaluados muestran una amplia gama de efectividad en la discriminación entre casos positivos y negativos según el índice de Youden (como se puede observar en la Tabla 1). En el primer punto de corte, el cual es la distancia de las cuerdas vocales a epiglotis con relación a la escala de Cormack Lahane, se identificaron los siguientes puntos; un índice de Youden de 0.26, revela una baja capacidad discriminatoria debido a su alta sensibilidad de 0.85 y baja especificidad de 0.41, lo que resulta en numerosos falsos positivos. En contraste, el segundo punto de corte, corresponde a la distancia de cuerdas vocales a tejidos blandos en relación con el grado visual de la escala de Cormack Lahane, se obtuvo un índice de Youden de 0.53, se considera moderadamente efectivo, equilibrando una sensibilidad del 0.70 y una especificidad del 0.83 para identificar adecuadamente tanto verdaderos positivos como negativos. El tercer punto de corte, representa la distancia de tejidos blando al hueso hioides en relación con la escala de Cormack Lahane, con un índice de 0.31, muestra poca efectividad con su baja sensibilidad de 0.45 y alta especificidad de 0.86, lo que indica una propensión a generar falsos negativos. Por último, el cuarto punto de corte, corresponde a la distancia de la epiglotis a los tejidos blandos y el grado en la escala de Cormack-Lehane destaca con un índice de Youden de 0.71, indicando una alta efectividad debido a su alta sensibilidad (0.80) y especificidad (0.91), demostrando ser capaz de discriminar con precisión entre casos positivos y negativos, por lo tanto, se minimizan tantos falsos positivos como falsos negativos. Esta última resultó la mejor prueba para discriminar una vía aérea difícil.

Variable	AUC	threshold	Sensibilidad	Especificidad	youden
CV_Epiglotis	0.54	0.67	0.85	0.41	0.26
TB_Cuerdas Vocales	0.79	2.85	0.70	0.83	0.53
TB_Hioides	0.62	0.69	0.45	0.86	0.31
TB_Epiglotis	0.83	1.99	0.80	0.91	0.71

Tabla 1. Valores obtenidos respecto AUC, threshold, sensibilidad, especificidad y el índice youden.

En la comparación entre la medición de la distancia de la epiglotis a los tejidos blandos y el grado en la escala de Cormack-Lehane para predecir la vía aérea difícil, se obtuvo un área bajo la curva ROC (AUC) de 0.83, indicativo de un buen desempeño del método. Se identificó un punto de corte óptimo de 1.99 cm para esta distancia, que demuestra una alta sensibilidad (0.80) y especificidad (0.91) en la predicción de un índice de Cormack mayor a 2, lo que sugiere una alta efectividad para detectar casos de vía aérea difícil a partir de esta medida (ver Gráfica 1).

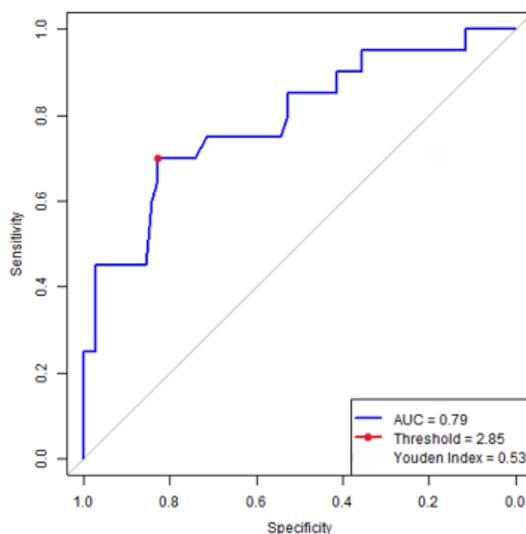
**GRÁFICA CURVA ROC RELACIÓN ENTRE DISTANCIA ENTRE TEJIDOS BLANDOS A EPIGLOTIS**



Gráfica 1. Curva Roc relación entre distancia de Tejidos blandos a epiglotis. Eje de la X especificidad y eje de la Y sensibilidad. AUC= 0.83

En la comparación entre la distancia de las cuerdas vocales a los tejidos blandos y el grado en la escala de Cormack-Lehane para predecir la vía aérea difícil, se encontró un área bajo la curva ROC (AUC) significativa de 0.79. Este resultado indica que nuestro modelo tiene una buena capacidad para distinguir entre pacientes con un índice de Cormack mayor a 2 y aquellos con un índice menor o igual a 2. Asimismo, se identificó un punto de corte óptimo de 2.85 cm para la distancia medida, con una sensibilidad del 70% y una especificidad del 83% (Ver Gráfica 2).

**GRÁFICA CURVA ROC RELACIÓN ENTRE DISTANCIA DE CUERDAS VOCALES A TEJIDO BLANDO**

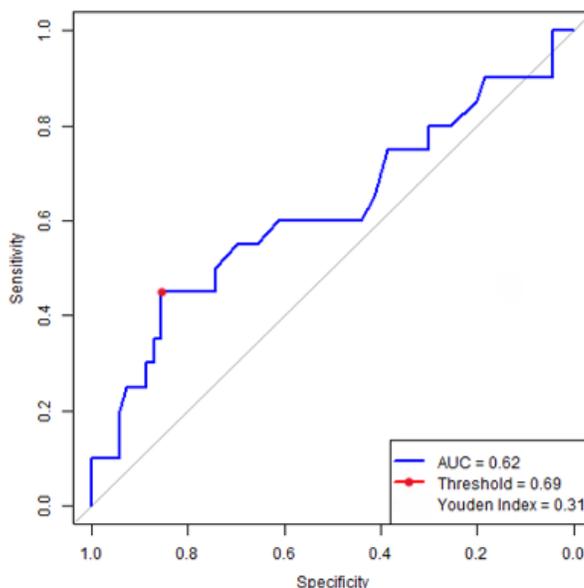


Gráfica 2. Curva Roc relación entre distancia de cuerdas vocales a tejido blando. Eje de la X especificidad y eje de la Y sensibilidad. AUC= 0.79

Para evaluar la relación entre la distancia entre el hueso hioides y el tejido blando y el grado de la escala de Cormack-Lehane como predictor de dificultad en la vía aérea, empleamos una curva ROC. El análisis reveló un área bajo la curva (AUC) de 0.62, lo que indica que nuestro modelo tiene una habilidad moderada para diferenciar entre pacientes con diversos grados de visibilidad de las cuerdas vocales durante la intubación. Se identificó un umbral óptimo de 0.69 para la distancia medida, logrando una especificidad del 86% y una sensibilidad del

45%. Aunque la sensibilidad es limitada, el modelo acierta en el 86% de los casos en los que los pacientes no experimentan dificultad en la vía aérea (grado de Cormack-Lehane  $\leq 2$ ), lo cual minimiza los diagnósticos erróneos en la clasificación (ver Gráfica 3).

**GRÁFICA CURVA ROC RELACIÓN ENTRE DISTANCIA DE HUESO HIODES A TEJIDO BLANDO**

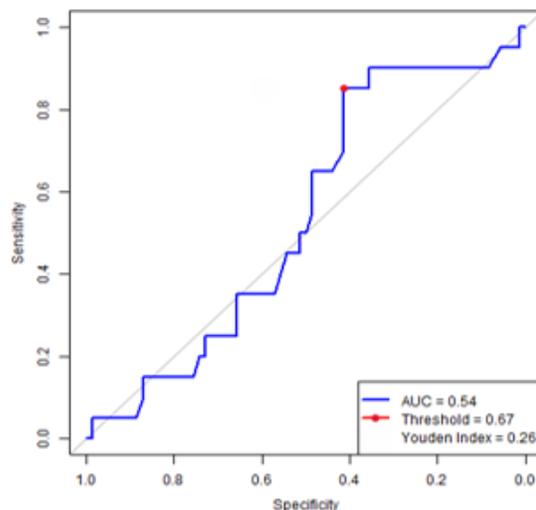


Gráfica 3. Curva Roc relación entre distancia de hueso hiodes a tejido blando. Eje de la X especificidad y eje de la Y sensibilidad. AUC= 0.69

La evaluación de la relación entre la distancia de las cuerdas vocales a la epiglotis y el grado en la escala de Cormack-Lehane para predecir la dificultad en la vía aérea se realizó mediante una curva ROC. Esta herramienta demostró un área bajo la curva (AUC) de 0.54, confirmando que el modelo tiene una capacidad moderada para distinguir entre diferentes grados de visibilidad de las cuerdas vocales. Se determinó un umbral de corte de 0.67 para la distancia medida, el cual representa el punto de equilibrio donde el modelo optimiza su capacidad para identificar tanto los verdaderos positivos como los falsos positivos. El índice de Youden resultante fue de 0.26, lo que indica una capacidad discriminatoria relativamente limitada. Esto se debe a una alta sensibilidad de 0.85, indicativa de que el modelo es eficaz

para detectar la mayoría de los casos de vía aérea difícil según la escala de Cormack-Lehane. No obstante, la baja especificidad de 0.41 revela que el modelo también genera muchos falsos positivos al clasificar erróneamente (ver Gráfica 4)

**GRÁFICA CURVA ROC RELACIÓN ENTRE DISTANCIA ENTRE CUERDAS VOCALES A EPIGLOTIS**



Gráfica 4. Curva Roc relación entre distancia de cuerdas vocales a epiglotis. Eje de la X especificidad y eje de la Y sensibilidad. AUC= 0.54

## DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó que la distancia de la epiglotis a los tejidos blandos presentó el resultado con mejor precisión de discriminación diagnóstica para predecir una vía aérea difícil, ya que cuenta con un área bajo la curva ROC (AUC) de 0.83, esta medida mostró una sensibilidad del 80% y una especificidad del 91% en la predicción de un Cormack-Lehane mayor a 2. El punto de corte óptimo fue de 1.99 cm, lo que resultó en un índice de Youden de 0.71, indicando una alta efectividad para discriminar entre casos positivos y negativo. Estos hallazgos son consistentes con los resultados reportados por Carsetti et al. (2022), quienes encontraron que la distancia de la piel a la epiglotis (DSE) tenía un AUC de 0.87

para la predicción de laringoscopia difícil. Además, Bhagavan y Nelamangala (2021) reportaron una sensibilidad del 100% y especificidad del 82.95% para la DSHB con una AUC de 97.4%.

En la comparación entre la distancia de las cuerdas vocales a los tejidos blandos y el grado en la escala de Cormack-Lehane para predecir la vía aérea difícil, se encontró un área bajo la curva ROC (AUC) significativa de 0.79. Este resultado indica que nuestro modelo tiene una buena capacidad para distinguir entre pacientes con un índice de Cormack mayor a 2 y aquellos con un índice menor o igual a 2. Asimismo, se identificó un punto de corte óptimo de 2.85 cm para la distancia medida, con una sensibilidad del 70% y una especificidad del 83% (ver Gráfica 2). Estos resultados muestran una capacidad de discriminación decente, aunque no tan alta como la de otras medidas reportadas en la literatura, como el AUC de 0.78 para la distancia de la piel a las cuerdas vocales (DSVC) encontrado por Carsetti et al. (2022).

Para evaluar la relación entre la distancia entre el hueso hioides y el tejido blando y el grado de la escala de Cormack-Lehane como predictor de dificultad en la vía aérea, empleamos una curva ROC. El análisis reveló un área bajo la curva (AUC) de 0.62, lo que indica que nuestro modelo tiene una habilidad moderada para diferenciar entre pacientes con diversos grados de visibilidad de las cuerdas vocales durante la intubación. Se identificó un umbral óptimo de 0.69 cm para la distancia medida, logrando una especificidad del 86% y una sensibilidad del 45%. Aunque la sensibilidad es limitada, el modelo acierta en el 86% de los casos en los que los pacientes no experimentan dificultad en la vía aérea (grado de Cormack-Lehane  $\leq 2$ ), lo cual minimiza los diagnósticos erróneos en la clasificación (ver Gráfica 3). Estos resultados muestran una capacidad de discriminación moderada, comparada con otras medidas

reportadas en la literatura, como el AUC de 0.77 para la distancia de la piel al hueso hioides (DSHB) encontrado por Carsetti et al. (2022)

El estudio realizado por Sinchana Bhagavan y Kiran Nelamangala, (2021) encontró que los parámetros de la distancia mínima desde el hueso hioides a tejidos blandos contaban con una sensibilidad del 100% y especificidad del 82.95% con valores de corte de curva ROC del 97.4% haciéndola una prueba excelente y para la distancia desde la tejidos blando a la epiglotis con una sensibilidad del 75% y especificidad del 89.77% con valores de corte de curva ROC de 88.8%. En comparación con los resultados del estudio realizado que se obtuvo para la distancia entre el hueso hioides y el tejido blando en la curva ROC un área bajo la curva (AUC) de 0.62, especificidad del 86% y una sensibilidad del 45% obteniendo una sensibilidad baja. Por otra parte en este estudio se presentaron mayor precisión de discriminación para la distancia de tejidos blandos a epiglotis un área bajo la curva ROC (AUC) de 0.83, sensibilidad (0.80) y especificidad (0.91) Siendo este último el que nos dio mejor discriminación con mayor sensibilidad y especificidades definiéndolo como el mejor test en nuestra población.

Falcetta et al. (2018) midió el espesor del espacio pre glótico a nivel de la membrana tirohioidea se midió como la distancia medida desde la piel a la epiglotis encontró una AUC 0.96 con IC del 95% de 0.86 a 0.93 con valores de cohorte de 2.54 cm en relación a un grado Cormack Lehane al menos 2b. En comparación con el resultado obtenido en este estudio con un valor de cohorte optimo 1.99 cm, sensibilidad 80% y especificidad 91%.

## CONCLUSIONES

En este estudio para la determinación de predicción de vía aérea difícil por medio de la evaluación ultrasonográfica encontramos que todas nuestras mediciones tienen capacidad discriminativa por arriba de 0.5. Sin embargo únicamente la distancia de epiglotis a tejidos blandos y distancia entre las cuerdas vocales a tejidos blandos son las únicas mediciones con una capacidad discriminativa que les otorga la distinción de ser un buen test, con un AUC de 0.83 y 0.79 respectivamente otorgándoles una sensibilidad de 80% y especificidad de 91% y del 70% y 83% de acuerdo a los puntos de cohorte establecidos para cada medición de 1.99 cm y 2.85 cm respectivamente, siendo la primera la mejor de todas para nuestra población, destacando una mayor especificidad y sensibilidad que las mediciones reportadas por el único estudio en México realizado hasta el momento en el estudio realizado por Monzalvo et al. (2022) “Evaluación de la vía aérea difícil a través de ultrasonido con transductor lineal”.

Con estas dos mediciones podemos mejorar de manera significativa la predicción de evaluación de vía aérea difícil agregado a los métodos convencionales a pie de cama del paciente. De esta forma se evitarían y se pudiera prevenir una vía aérea difícil inesperada.

Con esta valoración ultrasonográfica se propone realizarse como parte de toda exploración de vía aérea tanto en quirófano, como en hospitalización con pacientes que pueden ser candidatos a intubación. De esta forma prevenir con el equipo necesario para evitar y disminuir las complicaciones de una vía aérea difícil y una intubación difícil.

## LITERATURA CITADA

- Apfelbaum, J. L., Hagberg, C. A., Connis, R. T., Abdelmalak, B., Agarkar, M., Dutton, R. P., Fiadjoe, J. E., Greif, R., Klock, P. A., Mercier, D., Myatra, S. N., O'Sullivan, E., Rosenblatt, W. H., Sorbello, M., & Tung, A. (2021). 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology (Philadelphia)*, *136*(1), 31-81. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000004002>
- Chelikam, N., Vyas, A., Desai, R., Khan, N., Raol, K., Kavarthapu, A., Kamani, P., Ibrahim, G., Madireddy, S., Pothuru, S., Shah, P., & Patel, U. (2023). Past and Present of Point-of-Care Ultrasound (PoCUS): A Narrative Review. *Curēus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.50155>
- Cook, T., Woodall, N., & Frerk, C. (2011). Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: Anaesthesia. *British Journal Of Anaesthesia*, *106*(5), 617-631. <https://doi.org/10.1093/bja/aer058>
- Nørskov, A. K., Rosenstock, C., Wetterslev, J., Astrup, G., Afshari, A., & Lundstrøm, L. H. (2014). Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia*, *70*(3), 272-281. <https://doi.org/10.1111/anae.12955>
- Chan, S. M. M., Wong, W. Y., Lam, S. K. T., Wong, O. F., Law, W. S. S., Shiu, W. Y. Y., & Mak, P. Y. E. (2018). Use of ultrasound to predict difficult intubation in Chinese population by assessing the ratio of the pre-epiglottis space distance and the distance between epiglottis and vocal folds. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*, *25*(3), 152–159. <https://doi.org/10.1177/1024907917749479>

- Andruszkiewicz, P., Wojtczak, J. A., Sobczyk, D., Stach, O., & Kowalik, I. (2016). Effectiveness and validity of sonographic upper airway evaluation to predict difficult laryngoscopy. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 35(10), 2243–2252. <https://doi.org/10.7863/ultra.15.11098>
- Yilmaz Canan, Karasu, D., DilektaslıEvren, Taha, A., Özgünay, Ş. E., & KorfaliGulsen. (2018). An evaluation of ultrasound measurements of anterior neck soft tissue and other predictors of difficult laryngoscopy in morbidly obese patients. *Bariatric Surgical Practice and Patient Care*, 13(1), 18–24. <https://doi.org/10.1089/bari.2017.0038>
- Monzalvo, H. A., Moreno, E. M. S., Barenque, M. F. C., García, J. M. A., & Gámez, J. L. M. (2022). Evaluación de la vía aérea difícil a través de ultrasonido con transductor lineal. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 20(4), 307-311. <https://doi.org/10.35366/107113>
- Petrişor, C., Szabó, R., Constantinescu, C., Prie, A., & Hagău, N. (2018). Ultrasound-based assessment of hyomental distances in neutral, ramped, and maximum hyperextended positions, and derived ratios, for the prediction of difficult airway in the obese population: a pilot diagnostic accuracy study. *Anaesthesiology, Intensive Therapy*, 50(2), 110–116. <https://doi.org/10.5603/ait.2018.0017>
- Falcetta, S., Cavallo, S., Gabbanelli, V., Pelaia, P., Sorbello, M., Zdravković, I., & Donati, A. (2018). Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy. *European Journal of Anaesthesiology*, 35(8), 605–612. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000832>

- Falcetta, S., Cavallo, S., Gabbanelli, V., Pelaia, P., Sorbello, M., Zdravković, I., & Donati, A. (2018b). Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy. *European Journal of Anaesthesiology*, 35(8), 605–612. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000832>
- Pinto, J. O. G., Cordeiro, L., Pereira, C., Gama, R., Fernandes, H. L., & Assunção, J. P. (2016). Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *Journal of Critical Care*, 33, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.01.029>
- B. S. Abdelhady, M. A. Elrabiey, A. H. Abd Elrahman & E. E. Mohamed (2020) Ultrasonography versus conventional methods (Mallampati score and thyromental distance) for prediction of difficult airway in adult patients, *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 36:1, 83-89, DOI: 10.1080/111101849.2020.1768631
- YilmazCanan, Karasu, D., DilektashıEvren, Taha, A., Özgünay, Ş. E., & KorfalıGulsen. (2018b). An evaluation of ultrasound measurements of anterior neck soft tissue and other predictors of difficult laryngoscopy in morbidly obese patients. *Bariatric Surgical Practice and Patient Care*, 13(1), 18–24. <https://doi.org/10.1089/bari.2017.0038>
- Krage, R., Van Rijn, C., Van Groeningen, D., Loer, S. A., Schwarte, L. A., & Schober, P. (2010). Cormack–Lehane classification revisited. *British Journal Of Anaesthesia*, 105(2), 220-227. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq136>

Kollmeier, B. R., Boyette, L. C., Beecham, G. B., Desai, N. M., & Khetarpal, S. (2023, 10 abril).  
Difficult airway. StatPearls - NCBI Bookshelf.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470224/>

Chang, M., Berra, L., & Bittner, E. A. (2023). Bedside Ultrasound: The Silent Guardian for Upper Airway Assessment and Management. *Seminars In Ultrasound, CT, And MRI/Seminars In Ultrasound, CT, And MRI*. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2023.12.006>

Kolli, S. S., & Singh, M. (2021). POCUS Spotlight: Airway Ultrasound. *ASRA News*, 46(3).  
<https://doi.org/10.52211/asra080121.046>

You-Ten, K. E., Siddiqui, N., Teoh, W. C., & Kristensen, M. S. (2018). Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Canadian Journal Of Anaesthesia/Canadian Journal Of Anesthesia*, 65(4), 473-484. <https://doi.org/10.1007/s12630-018-1064-8>

Alessandri, F., Antenucci, G., Piervincenzi, E., Buonopane, C. E., Bellucci, R., Andreoli, C., Fegatelli, D. A., Ranieri, M., & Bilotta, F. (2019). Ultrasound as a new tool in the assessment of airway difficulties. *European Journal Of Anaesthesiology*, 36(7), 509-515.  
<https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000989>

Carsetti, A., Sorbello, M., Adrario, E., Donati, A., & Falcetta, S. (2022). Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesia And Analgesia/Anesthesia & Analgesia*, 134(4), 740-750. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000005839>

Kalagara, H., Coker, B. J., Gerstein, N. S., Kukreja, P., Deriy, L., Pierce, A., & Townsley, M. M. (2022). Point-of-Care Ultrasound (POCUS) for the Cardiothoracic Anesthesiologist. *Journal Of Cardiothoracic And Vascular Anesthesia*, 36(4), 1132-1147. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.01.018>

## ANEXOS

### Instrumento de evaluación:

Nombre del paciente:

exp

fecha:

- Edad: \_\_\_\_\_
- Sexo: \_\_\_\_\_
- Peso: \_\_\_\_\_
- Talla: \_\_\_\_\_
- IMC: \_\_\_\_\_
- ASA: \_\_\_\_\_

### exploración física:

- escala de Mallampati: \_\_\_\_\_
- escala Patil Aldreti: \_\_\_\_\_
- escala Bellhouse Dore: \_\_\_\_\_
- apertura bucal en centímetros: \_\_\_\_\_
- puntuación total de riesgo de Wilson: \_\_\_\_\_

### Medición ecográfica:

- Espesor de tejidos blandos cervicales anteriores a la membrana tirohioidea (Espacio pre epiglótico): \_\_\_\_\_
- Espesor de los tejidos blandos cervicales anteriores a las cuerdas vocales (entrada laríngea): \_\_\_\_\_
- Espesor de tejido blando cervicales anteriores al hueso hioides.: \_\_\_\_\_
- Distancia de cuerdas vocales a epiglotis: \_\_\_\_\_

Escala de Cormack Lahane: \_\_\_\_\_

Valorado por: \_\_\_\_\_



