



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Valoración de vía aérea difícil con ultrasonido en paciente programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA

Presenta:

Méd. Gral. Hugo Rosales Skewes

Dirigido por:

Méd. Espec. Juan Carlos Delgado Márquez

Querétaro, Qro. a 6 de mayo 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina

“Valoración de vía aérea difícil con ultrasonido en paciente programados para
colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el
Hospital General de Querétaro”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de

Anestesiología

Presenta:

Hugo Rosales Skewes

Dirigido por:

Dr Juan Carlos Delgado Márquez

Med. Esp Juan Carlos Delgado Márquez
Presidente

Med. Esp Noé Serafín Méndez Castellanos
Secretario

Med. Esp Gerardo Enrique Bañuelos Díaz
Vocal

M.C.E. Martha Leticia Martínez Martínez
Suplente

Med. Esp Luis Rodrigo Arteaga Villalba
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Mayo, 2026
México.

Resumen

Introducción: La vía aérea difícil (VAD) representa un desafío crítico en anestesiología, especialmente durante procedimientos bajo anestesia general. Se define como la dificultad inesperada en maniobras esenciales como ventilación con mascarilla, laringoscopia, uso de dispositivos supraglóticos, intubación traqueal o extubación. El proyecto NAP4 identificó que la mala planificación y el uso aislado de escalas predictivas contribuyen a desenlaces adversos. En este contexto, el ultrasonido se ha propuesto como herramienta complementaria en la valoración preoperatoria, al permitir mediciones anatómicas objetivas que podrían correlacionarse con dificultad laríngea durante la intubación. **Objetivo:** Evaluar la efectividad del ultrasonido como herramienta predictiva para la valoración de la vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, en comparación con la escala de Cormack-Lehane. **Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional en 73 pacientes adultos programados para colecistectomía laparoscópica. Se aplicó ultrasonido preoperatorio para medir distancia piel-epiglotis, piel-cuerdas vocales y grasa pretraqueal. Durante la intubación, se clasificó la vía aérea según la escala de Cormack-Lehane. Se calcularon sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) del ultrasonido, utilizando Cormack-Lehane como referencia. **Resultados:** La edad promedio fue de 39 años, con predominancia de adultos jóvenes. El IMC promedio fue de 26.59 kg/m², ubicando a la mayoría en rango de sobrepeso. Según Cormack-Lehane, 15 pacientes (20.5%) presentaron vía aérea difícil (Grado III o IV). Por ultrasonido, se identificaron 33 casos (45.2%) con criterios de VAD. El ultrasonido mostró una sensibilidad del 80.0%, especificidad del 63.8%, VPP del 36.4% y VPN del 92.5%. **Conclusiones:** El ultrasonido demostró alta sensibilidad y valor predictivo negativo, lo que lo posiciona como herramienta útil para descartar vía aérea difícil en la práctica preoperatoria. Sin embargo, su especificidad y VPP fueron limitados, por lo que una prueba positiva no siempre se correlacionó con dificultad real en la laringoscopia.

Palabras clave: Vía aérea difícil, ultrasonido, Cormack-Lehane, anestesia general, colecistectomía laparoscópica, sensibilidad, especificidad.

Abstract

Background: Difficult airway (DA) represents a critical challenge in anesthesiology, especially during procedures under general anesthesia. It is defined as unexpected difficulty in essential maneuvers such as mask ventilation, laryngoscopy, use of supraglottic devices, tracheal intubation, or extubation. The NAP4 project identified poor planning and isolated use of predictive scales as contributing factors to adverse outcomes. In this context, ultrasound has been proposed as a complementary tool for preoperative airway assessment, allowing objective anatomical measurements that may correlate with laryngeal visualization difficulty during intubation. **Objective:** To evaluate the effectiveness of ultrasound as a predictive tool for assessing difficult airway in patients scheduled for laparoscopic cholecystectomy under balanced general anesthesia at the General Hospital of Querétaro, compared to the Cormack-Lehane scale. **Materials and Methods:** An observational study was conducted in 73 adult patients scheduled for laparoscopic cholecystectomy. Preoperative ultrasound was used to measure skin-to-epiglottis distance, skin-to-vocal cords distance, and pretracheal fat thickness. During intubation, airway classification was performed using the Cormack-Lehane scale. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of ultrasound were calculated using Cormack-Lehane as the reference standard. **Results:** The mean age was 39 years, with a predominance of young adults. The average BMI was 26.59 kg/m², placing most patients in the overweight range. According to Cormack-Lehane, 15 patients (20.5%) presented with difficult airway (Grade III or IV). Ultrasound identified 33 cases (45.2%) with DA criteria. Ultrasound showed a sensitivity of 80.0%, specificity of 63.8%, PPV of 36.4%, and NPV of 92.5%. **Conclusions:** Ultrasound demonstrated high sensitivity and negative predictive value, positioning it as a useful tool for ruling out difficult airway in preoperative practice. However, its specificity and PPV were limited, indicating that a positive ultrasound result did not always correlate with actual difficulty during laryngoscopy.

Keywords: Difficult airway, ultrasound, Cormack-Lehane, general anesthesia, laparoscopic cholecystectomy, sensitivity, specificity.

Dedicatorias

A mis padres por siempre estar a mi lado y ser mi apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, a mis hermanos por guiarme en mi camino, a Sara mi compañera en esta etapa, a Malí por ser un pilar fundamental, a mis amigos y seres queridos que estuvieron apoyándome, a todos ellos por la inspiración y motivación.

Agradecimientos

A mis maestros por su atención, apoyo incondicional y su disposición de enseñanza.

ÍNDICE

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vii
Abreviaturas y siglas	viii
I. Introducción	1
II. Antecedentes/estado del arte	2
III.1 Antecedentes	2
III. Fundamentación teórica	9
II.1 Marco Teórico	9
IV. Hipótesis o supuestos	15
V. Objetivos	16
V.1 General	16
V.2 Específicos	16
VI. Material y métodos	17
VI.1 Tipo de investigación	17
VI.2 Población o unidad de análisis	17
VI.3 Muestra y tipo de muestra	17
VI.4 Técnicas e instrumentos	21
VI. 5 Procedimientos	23
VII. Resultados	26
VIII. Discusión	37
IX. Conclusiones	40

X. Propuestas	42
XI. Bibliografía	43
XII. Anexos	47

Abreviaturas y siglas

AUC: Área bajo la curva (Area Under the Curve)

AUROC: Área bajo la curva característica operativa del receptor (Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve)

DAM: Difícil manejo de la vía aérea

DL: Laringoscopia difícil (Difficult Laryngoscopy)

DSHB: Distancia desde el hueso hioides hasta la piel

DSE: Distancia desde la piel hasta la epiglotis

DSV: Distancia desde la piel hasta las cuerdas vocales

DTI: Intubación traqueal difícil (Difficult Tracheal Intubation)

ECMO: Oxigenación por membrana extracorpórea

HMDR: Relación hioides-mandíbula en reposo

HMD: Distancia desde la piel hasta el hioides

IID: Distancia interincisiva

IMC: Índice de masa corporal

NAP4: The 4th National Audit Project sobre complicaciones mayores en el manejo de la vía aérea

ROC: Curva característica operativa del receptor (Receiver Operating Characteristic)

SED: Distancia desde la piel hasta la epiglotis

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

TMD: Distancia tiromentoniana

TMH: Altura tiromental

VAD: Vía aérea difícil

VPN: Valor predictivo negativo

VPP: Valor predictivo positivo

I.INTRODUCCIÓN

La vía aérea difícil (VAD) representa uno de los principales desafíos en anestesiología, especialmente durante procedimientos bajo anestesia general, donde garantizar una ventilación y oxigenación adecuadas es esencial para la seguridad del paciente. La VAD imprevista se define como la dificultad inesperada en una o más maniobras críticas como la ventilación con mascarilla, laringoscopia, uso de dispositivos supraglóticos, intubación traqueal o extubación, incluso cuando son realizadas por personal capacitado (1).

Estudios como el NAP4 han evidenciado que la mala planificación y el uso inadecuado de las clasificaciones son factores determinantes en los desenlaces adversos relacionados con el manejo de la vía aérea (2). Por ello, las guías actuales recomiendan combinar múltiples parámetros clínicos para mejorar la predicción, ya que ninguna escala por sí sola ofrece sensibilidad y especificidad suficientes (3). La incidencia de VAD varía ampliamente entre el 5 y el 22%, dependiendo del contexto clínico y del método de evaluación utilizado (4).

En este escenario, el ultrasonido se ha propuesto como una herramienta complementaria para la valoración preoperatoria de la vía aérea, al permitir mediciones anatómicas objetivas como la distancia piel-epiglotis, piel-cuerdas vocales y el grosor de la grasa pretraqueal. Estas variables pueden correlacionarse con la dificultad en la visualización laríngea durante la laringoscopia directa (5,6).

El presente estudio se realizó en el Hospital General de Querétaro y tuvo como objetivo evaluar la utilidad del ultrasonido en la predicción de vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada. Se compararon los hallazgos ecográficos con la clasificación de Cormack-Lehane obtenida durante la intubación, analizando sensibilidad, especificidad y valores predictivos. Esta investigación busca aportar evidencia sobre el valor del ultrasonido como herramienta accesible y no invasiva para mejorar la planificación anestésica y reducir complicaciones asociadas al manejo de la vía aérea.

II.ANTECEDENTES

La identificación de la vía aérea difícil ha sido una preocupación constante en la práctica médica. Desde los primeros intentos de manejo de la vía aérea, los clínicos han buscado mejorar las técnicas para prever y manejar las dificultades potenciales que puedan surgir durante la intubación. En los primeros años del siglo XX, las técnicas de intubación se realizaban a ciegas, guiándose únicamente por la palpación manual, lo que incrementaba el riesgo de complicaciones.

Un avance significativo se produjo en 1941, cuando Sir Robert Macintosh introdujo la hoja curva para el laringoscopio, permitiendo una mejor visualización de la vía aérea (7). Posteriormente, en 1946, Robert Miller incorporó la hoja recta para el laringoscopio, facilitando aún más el procedimiento (8). Con el tiempo, se desarrollaron diversas escalas y métodos para evaluar la dificultad de la vía aérea, como la escala de Mallampati, la evaluación de la distancia tiromentoniana y la movilidad cervical.

En 1967, Peter Murphy revolucionó el campo de la anestesiología con la introducción del fibrolaringoscopio, que permitió una visualización directa de la vía aérea, reduciendo las complicaciones asociadas a la intubación a ciegas (9). En las décadas posteriores, el desarrollo de nuevas tecnologías y técnicas, como el ultrasonido, ha permitido a los médicos identificar estructuras anatómicas clave y prever con mayor precisión las dificultades potenciales en la intubación (10).

Ningún método está exento de limitaciones como predictor de una dificultad significativa de intubación. Estas numerosas evaluaciones de calidad pueden explicar por qué la incidencia de vías respiratorias difíciles varía del 5% al 22% y el valor predictivo positivo (VPP) es bajo. Un metaanálisis reciente mostró una baja prevalencia de intubación difícil en pacientes con una puntuación de Mallampati III o IV, lo que hace que el sistema de puntuación de Mallampatti sea menos sensible y específico que los parámetros ecográficos medidos (11). Las imágenes de las vías respiratorias proporcionadas por ultrasonido son comparables a la radiografía, lo que la convierte en una alternativa atractiva. La ecografía de la vía aérea ha ido ganando impulso como complemento en el tratamiento de la vía aérea desde que se introdujeron los protocolos de ecografía en el punto de atención y se ha demostrado que está respaldada por datos

clínicos basados en la identificación de la colocación de tubos endotraqueales en pacientes con traumatismos. La ecografía proporciona al clínico una evaluación anatómica dinámica, que es imposible con el examen clínico solo (12).

El estudio llevado a cabo por Xu, J., Wang, et. al., en el año 2022, publicado en la revista "BMC Anesthesiology", se centró en establecer un modelo de ecografía multiparamétrica para predecir vías respiratorias difíciles. Se trató de un estudio prospectivo que incluyó a 1000 pacientes adultos sometidos a cirugías electivas con intubación endotraqueal bajo anestesia general. Antes de la anestesia, se realizaron diversas evaluaciones ecográficas que incluían la medición de la distancia hiomental, el grosor de la lengua, la movilidad condilar mandibular, la apertura de la boca, la distancia tiromentoniana y las pruebas de Mallampati modificadas. Los resultados mostraron que el modelo de ultrasonido tenía un área bajo la curva ROC (AUC) de 0,84 para la predicción de laringoscopia difícil (DL), con una sensibilidad de 0,75 y una especificidad de 0,82. Para la predicción de intubación traqueal difícil (DTI), el AUC fue de 0,89, con una sensibilidad de 0,85 y una especificidad de 0,81. En comparación con los métodos convencionales como la apertura de la boca, la distancia tiromentoniana y las pruebas de Mallampati modificadas, el modelo de ultrasonido mostró un mejor rendimiento predictivo para DL y DTI. En conclusión, el estudio demostró que el modelo de ultrasonido es efectivo para predecir vías respiratorias difíciles, ofreciendo un rendimiento superior en comparación con los métodos de evaluación convencionales (13).

El estudio realizado por Carsetti, A., Sorbello, et al., publicado en 2022 en la revista "Anesthesia & Analgesia", evaluó si la ecografía preoperatoria de la vía aérea puede predecir la dificultad de la laringoscopia directa en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general. Para este propósito, se buscó información en las bases de datos Medline, Scopus y Web of Science hasta diciembre de 2020. La población de estudio incluyó a adultos sometidos a cirugía electiva sin anomalías anatómicas claras. Los investigadores utilizaron un modelo bivariado para evaluar la precisión de las pruebas ecográficas en la predicción de laringoscopia difícil. Se consideraron quince estudios para el análisis. La sensibilidad y especificidad de las medidas ecográficas (distancia de la piel a la epiglotis, hueso hioides y cuerdas

vocales) fueron evaluadas, y se encontró que los valores del área bajo la curva (AUC) oscilaban entre 0,71 y 0,87. Los pacientes con laringoscopia difícil presentaron valores más altos en estas medidas que aquellos con laringoscopia fácil. Finalmente, el estudio concluye que las pruebas ecográficas de la vía aérea son diferentes entre pacientes con laringoscopia fácil y difícil, siendo la distancia de la piel a la epiglotis la más estudiada para predecir la laringoscopia difícil. No obstante, se requiere más investigación para estandarizar la evaluación ecográfica y reducir la heterogeneidad en los resultados (14).

Bhargava, V., Rockwell, et al., realizaron un estudio publicado en *Critical Care Medicine* en el año 2023, donde investigaron la predicción de laringoscopia difícil utilizando ultrasonido. Para ello, buscaron datos en diversas fuentes como MEDLINE, Embase, Google Scholar, Web of Science y la Biblioteca Cochrane. Se incluyeron estudios en inglés que describían el uso de ecografía de la vía aérea para identificar laringoscopias difíciles. Los datos obtenidos se agruparon en tres categorías principales: grosor del tejido anterior, posición anatómica y espacio oral. Posteriormente, se llevó a cabo un metanálisis bivariado de efectos aleatorios para derivar estimaciones agrupadas de sensibilidad, especificidad, odds ratio diagnóstico, cociente de probabilidad positivo y cociente de verosimilitud negativo. En los resultados, el grosor del tejido anterior mostró una sensibilidad combinada del 76 % y una especificidad del 77 %, con un área bajo la curva característica operativa del receptor (AUROC) de 0,83. La posición anatómica presentó una sensibilidad combinada del 74 % y una especificidad del 86 %, con un AUROC de 0,87. Por último, el espacio oral mostró una sensibilidad combinada del 53 % y una especificidad del 77 %, con un AUROC de 0,73. En conclusión, las métricas de ecografía de las vías respiratorias se asocian con una laringoscopia difícil en los tres dominios mencionados. Se sugiere que un instrumento de evaluación que combine evaluaciones clínicas y ecográficas puede ser una herramienta precisa para la detección de laringoscopia difícil (15).

Wu, H., y Wang, H., en su artículo publicado en *Contrast Media & Molecular Imaging* en 2022, realizaron un estudio de casos y controles para explorar la eficacia diagnóstica y el valor clínico de la ecografía en la evaluación de la vía aérea difícil. El estudio se llevó a cabo en su hospital entre abril de 2018 y abril de 2021, e incluyó a

220 pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general. El objetivo fue investigar la relación entre diversas medidas ecográficas y la dificultad de la exposición al laringoscopio y la intubación traqueal. Se recogieron datos generales de los pacientes y se midieron parámetros específicos de la vía aérea mediante ultrasonido. Resultados resumidos: Entre los 200 pacientes finalmente incluidos, se encontró dificultad de exposición al laringoscopio en 26 casos (13%) y dificultad de intubación traqueal en 17 casos (8.5%). El peso y el índice de masa corporal (IMC) fueron mayores en los pacientes con dificultad de exposición al laringoscopio e intubación traqueal. La distancia entre incisivos (IID), la distancia tiromentonal (TMD) y la altura tiromental (TMH) fueron menores en los pacientes con dificultades. La distancia entre la piel y la epiglotis (DSE), la distancia entre la piel y las cuerdas vocales (DSV), y la distancia desde la piel hasta el hioides (HMD) fueron mayores en los pacientes con dificultades. El grosor de la lengua y el ancho de la lengua también fueron mayores en los pacientes con dificultades. Las mediciones ecográficas, como HMD, DSE y el grosor de la lengua, mostraron mayor valor predictivo comparado con los indicadores tradicionales. Conclusión: Las mediciones ultrasónicas de parámetros como DSH, DSE, DSV, HMD, y el grosor y ancho de la lengua tienen un valor predictivo significativo para la identificación de vías respiratorias difíciles. Cuando HMD es menor a 5.29 cm y DSE es menor a 4.85 cm, se debe tener precaución con la exposición al laringoscopio y la intubación traqueal (16).

El estudio realizado por Benavides-Zora, D., et al., (2023) en el *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* evaluó la evidencia de la ecografía de la vía aérea para predecir la laringoscopia difícil en pacientes adultos. Diseño: Revisión sistemática de la literatura basada en las guías Cochrane y recomendaciones para la revisión sistemática y metanálisis de estudios diagnósticos, considerando estudios observacionales. Ajuste: Búsqueda bibliográfica en 4 bases de datos: PubMed, Embase, Clinical Trials y Google Scholar, utilizando términos relacionados con la ecografía y la laringoscopia difícil. Participantes: Pacientes adultos mayores de 18 años bajo anestesia general, excluyendo aquellos con anomalías anatómicas evidentes, poblaciones obstétricas, uso de métodos de imagen alternativos y estudios con animales. Intervenciones: Ecografía preoperatoria a pie de cama midiendo distancias y

proporciones relacionadas con la vía aérea. Resultados principales: De los 24 estudios revisados, el SED y el HMDR mostraron una sensibilidad del 75% y 61%, respectivamente, y una especificidad del 86% y 88%, respectivamente. La relación pre-E/E-VC presentó el mejor rendimiento diagnóstico con una sensibilidad del 82% y una especificidad del 83%. Conclusión: Las tres medidas ecográficas comunes (SED, HMDR y pre-E/E-VC) mostraron mejor sensibilidad y especificidad similar a las medidas clínicas para predecir la laringoscopia difícil, aunque se requiere más investigación. (17).

El estudio realizado por Moura, E. C. R., Filho, et al., (2021) en la revista *Obesity Surgery* tiene como objetivo evaluar la correlación de parámetros clínicos y sonográficos como predictores de difícil manejo de la vía aérea (DAM) en pacientes con obesidad, y establecer el valor predictivo de la distancia piel-epiglotis como indicador de un probable DAM. Métodos: Estudio observacional prospectivo de 100 pacientes con obesidad sometidos a cirugía bariátrica durante 12 meses, clasificados en grupos de vía aérea fácil y difícil según la clasificación de Cormack-Lehane. Resultados: La apertura bucal ($p = 0,010$) y la distancia piel-epiglotis ($p = 0,019$) fueron significativamente diferentes entre los grupos de vía aérea fácil y difícil. El valor predictivo de la distancia piel-epiglotis fue de 29,3 mm. Otras variables clínicas, como la circunferencia del cuello y el índice de Mallampati, no mostraron relevancia estadística. Conclusión: La ecografía es un método prometedor para predecir la intubación difícil en la práctica anestésica cuando se utiliza con mediciones y valores de corte estandarizados (18).

El estudio prospectivo y observacional realizado por Tasdemir, O., Kocaoglu, N., et al., llevado a cabo en el Hospital de la Facultad de Medicina de la Universidad de Balikesir entre marzo de 2020 y marzo de 2022, evaluó a 157 pacientes obesos ($IMC \geq 30 \text{ kg.m}^{-2}$) sin antecedentes de cirugías de cabeza y cuello. Utilizando ultrasonido, se midieron los parámetros de los tejidos blandos cervicales anteriores para predecir la dificultad de la vía aérea durante la inducción de la anestesia. Las mediciones incluyeron la distancia entre el hueso hioides y la piel (DSHB), la distancia entre el punto medio de la epiglotis y la piel (DSE), y la distancia entre la comisura anterior de las cuerdas vocales y la piel (DSV). En el grupo de laringoscopia difícil, los valores medios de las mediciones de DSHB, DSE y DSV fueron $18,5 \pm 3,5 \text{ mm}$, $18,3 \pm 3,8 \text{ mm}$ y

18,6 ± 3,4 mm respectivamente. Los valores del área bajo la curva (AUC) para DSHB, DSE y DSV fueron 0,845, 0,827 y 0,850 respectivamente, lo que indica una alta capacidad predictiva de las mediciones para identificar una laringoscopia difícil. Las mediciones ultrasonográficas de los tejidos blandos cervicales anteriores demostraron ser predictivas de la dificultad tanto en la laringoscopia como en la ventilación con mascarilla, aunque mostraron una mejor correlación para predecir la laringoscopia difícil. Esto sugiere que el ultrasonido puede ser una herramienta valiosa para la evaluación de la vía aérea en pacientes obesos antes de la inducción de la anestesia (19).

Este estudio fue realizado por Srinivasarangan, Madhu; et al., y se publicó en el Journal of Emergencies, Trauma, and Shock en el año 2021. El objetivo de este estudio es examinar la asociación entre las mediciones ecográficas de los tejidos blandos anteriores del cuello y las vías respiratorias difíciles, según la clasificación de Cormack Lehane. Se realizó un estudio prospectivo durante 18 meses en pacientes que requirieron intubación y que acudieron al servicio de urgencias. En 60 casos se obtuvieron mediciones ecográficas de tejido blando anterior del cuello a nivel de membrana tirohioidea, hueso hioides y cuerdas vocales. Otro examinador que estaba ciego a las mediciones de ultrasonido realizó la intubación endotraqueal y anotó la clasificación de Cormack-Lehane. Se utilizaron estadísticos descriptivos como media, desviación estándar, frecuencia y porcentaje. La estadística inferencial, como la prueba t de Student y el análisis de la curva de características operativas del receptor (ROC), se realizaron utilizando el software SPSS versión 22. El grosor de los tejidos blandos anteriores del cuello a nivel del hueso hioides en los pacientes difíciles fue de 0,73 cm (intervalo de confianza del 95% = 0,65-0,80) en comparación con los pacientes fáciles de 0,47 cm (intervalo de confianza del 95% = 0,44-0,51) con un $p = 0,001$ y a nivel de la membrana tirohioidea en los pacientes difíciles fue de 1,83 cm (intervalo de confianza del 95% = 1,7-1,89) en comparación con los pacientes fáciles de 1,46 cm (intervalo de confianza del 95% = 1,41-1,51) con una $p = 0,001$. El área bajo la curva ROC fue significativa en los tres niveles, con el más alto a nivel de la membrana tirohioidea de 0,99 y el menor a nivel de las cuerdas vocales de 0,79, el área bajo la curva fue de 0,92 a nivel del hueso hioides. Las mediciones ecográficas del tejido blando anterior del

cuello pueden ser utilizadas como herramienta de detección por un médico de urgencias para detectar una intubación difícil (20).

El estudio de Yadav, Vani; et al., publicado en el Bali Journal of Anesthesiology en el período de octubre a diciembre de 2023, compara la evaluación clínica y la ecográfica de la vía aérea en la predicción de la vía aérea difícil. En este estudio prospectivo y observacional, 200 pacientes fueron clasificados según los criterios laringoscópicos de Cormack-Lehane. La evaluación clínica incluyó la puntuación de Mallampati, la distancia tiromentonial y el espacio interincisivo, mientras que los parámetros ecográficos evaluados fueron la distancia entre la piel y las cuerdas vocales, la distancia entre la piel y la epiglotis, la distancia hiomental y el grosor de la lengua. Se utilizó un análisis de regresión para determinar la precisión de estos parámetros en predecir una vía aérea difícil. Los resultados mostraron que el 16% de los pacientes presentaron laringoscopia difícil. Los predictores clínicos y ecográficos demostraron ser precisos en la predicción de una intubación difícil, con la distancia piel-cuerdas vocales siendo la más precisa. La conclusión del estudio sugiere que un enfoque combinado de ambos métodos podría mejorar la predicción de una vía aérea difícil (21).

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Definición de vía aérea difícil

La vía aérea difícil (VAD) imprevista es un evento potencialmente mortal durante el manejo de la vía respiratoria, una de las principales funciones del anestesiólogo durante un procedimiento bajo anestesia general, es mantener una adecuada ventilación y oxigenación que se logra con una vía aérea permeable (22). La VAD es definida como la vía aérea en la cual un médico capacitado con atención de anestesia experimenta dificultad imprevista en una o más de las siguientes acciones: ventilación de mascarilla, laringoscopia, ventilación con un dispositivo de vía aérea supraglótica, intubación traqueal o extubación (23).

El NAP4 (The 4th National Audit Project sobre complicaciones mayores en el manejo de la vía aérea) es uno de los trabajos más interesantes en el campo de la VAD, menciona que el mal uso de las clasificaciones, así como mala planificación son los principales determinantes de los malos resultados asociados al tratamiento de la VAD (24).

Las guías actuales combinan varias clasificaciones para predecir la vía aérea difícil (VAD), ya que ninguna clasificación por sí sola es suficiente. Predecir una VAD es complejo y depende de múltiples estructuras, unidades funcionales y la experiencia del operador. Todos los factores involucrados pueden combinarse de diversas maneras, lo que hace que la evaluación de una VAD implique numerosos parámetros cualitativos y cuantitativos. Esto también explica por qué la incidencia de vías respiratorias difíciles y de intubación difícil varía del 5 % al 22 % (25).

La preparación para el manejo de una VAD incluye: la disponibilidad de equipo para el manejo de vía aérea difícil, informar al paciente, preoxigenación y posicionamiento (23), y como parte del manejo se incluyen intervenciones como: solicitar ayuda, optimización de la oxigenación, utilización de dispositivos de manejo de vía respiratoria no invasivo, técnicas combinadas, intervención de manejo de VAD invasiva y ECMO (23).

Escalas de predicción de VAD

Muchos estudios han intentado desarrollar test que sean fáciles de aplicar, que no tomen mucho tiempo realizarlas y que no necesiten equipo especial, tienen sus propias limitaciones y por si solas no están completas (26). El uso de estas escalas por separado son malos predictores de la VAD, sin embargo, la combinación de las mismas mejora su predicción de la VAD, a continuación, se describen las escalas utilizadas para su valoración:

1) Distancia tiromentoniana o Patil Aldreti

Es un indicador del espacio mandibular, la escala también refleja si el desplazamiento de la lengua por el laringoscopio será difícil (desde la escotadura de la glándula tiroides hasta el mentón en cm) se mide con el paciente con el cuello extendido (anexo 1).

- Clase I >6.5 cm
- Clase II 6-6.5cm
- Clase III <6cm

Se reporta una sensibilidad del 37% y una especificidad del 89% con un VPP bajo del 16% y un VPN de 8.4% (27)

2) Mallampati modificado

La vista orofaríngea se clasificó según la escala de Mallampati modificada. A los pacientes sentados se les pide que abran la boca por completo y saquen la lengua sin fonación. Los casos fueron clasificados como (anexo 2):

- Clase I, donde se veían paladar blando, fauces, úvula y pilares Clase II donde eran visibles paladar blando, fauces y úvula
- Clase III, donde el paladar blando y la base de la úvula eran visibles
- Clase IV donde el velo del paladar no es visible.

Se reporta una sensibilidad del 53% y una especificidad del 80%, VPP 13% (6)

3) Protrusión mandibular

La mordida del labio superior se clasificó como:

Clase I donde los incisivos superiores pueden morder el labio superior por encima de la línea de Vermiglión

Clase II donde los incisivos inferiores pueden morder el labio superior por debajo de la línea de Vermiglión

Clase III donde los incisivos inferiores no pueden morder el labio superior (anexo 3)

La Escala de protrusión mandibular, también conocida como la prueba de mordida del labio superior, tiene una sensibilidad del 67% y una especificidad del 92% para predecir una vía aérea difícil (28).

4) Cormack Lehane

La laringoscopia está clasificada en grados según la escala de Cormack Lehane en donde el Grado 1 en donde se ven las cuerdas vocales completas, Grado 2 donde las aritenoides están visibles, Grado 3 donde solo la epiglotis esta visible, Grado 4 donde la epiglotis no es visible; donde Cormack Lehane grado 3 y 4 se considera una visión laparoscópica difícil (anexo 4). La escala de Cormack-Lehane tiene una sensibilidad del 80% y una especificidad del 50% para predecir una vía aérea difícil (29).

5) Apertura Oral o distancia interincisivos

Mide distancia entre incisivos superiores e inferiores, cuando la apertura oral se encuentra en su máximo si protruir la lengua, cuando el paciente tiene adoncia se deberá medir la distancia entra la encía superior e inferior a nivel de la línea media se clasifica en:

- Clase I >3cm
- Clase II 2.6-3cm
- Clase III 2-2.5 cm
- Clase IV <2cm

Se reporta una sensibilidad del 22% y una especificidad del 94% con un VPP del 33.7% (27).

6) Bellhouse- Dore

Evalúa los grados de movilidad cervical, fue descrita en 1988 por Bellhouse y Dore en su artículo "Criteria for estimating likelihood of difficult endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope" Se evalúa con el paciente en sedestación con la cabeza en extensión completa, valora los grados de reducción de la extensión de la articulación atlanto occipital en relación con los 35^a de normalidad.

- Grado I: >35°
- Grado II: 22°-34°
- Grado III: 12°-21°
- Grado IV: <12°

La Escala de Bellhouse-Dore, que evalúa los grados de movilidad cervical, tiene una sensibilidad del 75% y una especificidad del 80% para predecir una vía aérea difícil (30).

7) Distancia esternomentoniana

Es indicador de la extensión de la cabeza y movilidad del cuello, se evalúa con el paciente en sedestación, cabeza en completa extensión y boca cerrada, valora la distancia desde el manubrio esternal al borde inferior del mentón:

- Clase I: >13cm
- Clase II: 12-13 cm
- Clase III: 11-12 cm
- Clase IV: <11cm

Se reporta una sensibilidad del 33% y una especificidad del 92% (6).

Ultrasonido en la VAD

El ultrasonido es una herramienta multidisciplinaria que ha ido tomando auge y se enfila a ser una de las principales herramientas en el manejo de la VAD como

predictor, así como también en el momento de la intubación y para corroborar una adecuada colocación de tubo endotraqueal. La evaluación ecografía de las vías respiratorias superiores es una herramienta emergente para la predicción de vías respiratorias difíciles, particularmente cuando los puntos de referencia anatómicas son difíciles de palpar, en situaciones de emergencia y pacientes inconscientes (31).

Es una herramienta prometedora ya que es segura, rápida, repetible, portátil, disponible en la mayoría de unidades médicas y también por la obtención de imágenes dinámicas en tiempo real (32). El espectro de aplicaciones para el uso del ultrasonido tiene un crecimiento tremendo aunado al bajo costo, es no invasivo y relativamente con una curva de aprendizaje corta. El fallo en la intubación está asociado con alta morbilidad y mortalidad. La incidencia de fallo en la intubación es de 1 en 2000 en una operación electiva y la incidencia de 1 en 50-100 en la sala de urgencias o terapia intensiva (33).

El ultrasonido se recomienda para la identificación de estructuras anatómicas de la vía aérea, detección de intubación fallida, mediciones dinámicas y determinación del tamaño de tubos endotraqueales. La medición anatómica de las vías respiratorias superiores mediante ecografía podría mejorar la predicción de la vía aérea difícil. Se ha utilizado con éxito la ecografía para evaluar la movilidad de la articulación temporomandibular (ATM) y medir el grosor de la lengua. La movilidad de la ATM se mide antes de la anestesia con una sonda de alta frecuencia colocada delante del oído. A los pacientes se les pide abrir y cerrar la boca, y se mide dinámicamente la distancia de deslizamiento del cóndilo mandibular. La medición de la lengua se realiza con el paciente en posición supina, con la cabeza en posición de olfateo y la lengua relajada, usando una sonda convexa de baja frecuencia en el plano sagital medio de la barbilla. El grosor del cuerpo de la lengua se mide mediante ultrasonido (34).

En estudios actuales se ha llegado a la conclusión de que el grosor de la lengua puede ser un predictor independiente de la laringoscopia difícil como de la intubación traqueal difícil. Algunos pacientes suelen tener una mayor cantidad de depósitos de tejido adiposo en los tejidos oral y faríngeo, lo que disminuye el tamaño de las vías respiratorias y cambia la forma de la orofaringe. Los pacientes con cuello corto

y una gran circunferencia contribuye al desarrollo de la obstrucción de las vías respiratorias y aumenta la probabilidad de una laringoscopia directa difícil para la intubación endotraqueal (35).

Evaluación Ecográfica de la Vía Aérea:

1).- Distancia piel-epiglotis: La mediana de la distancia entre la piel y la epiglotis es de 12.2 mm en pacientes con vía aérea difícil, en comparación con 10.6 mm en pacientes sin dificultades para la intubación. Esto significa que, en promedio, los pacientes con vía aérea difícil tienen una mayor distancia entre la piel y la epiglotis.

2).- Distancia piel-cuerdas vocales: La distancia entre la piel y las cuerdas vocales es un buen indicador para predecir una vía aérea difícil. Si esta distancia es mayor a 2.3 cm (o 23 mm), se asocia con una mayor probabilidad de tener una vía aérea difícil.

3).- Tejido blando pretraqueal: Los pacientes con un grosor del tejido blando pretraqueal mayor a 28 mm tienden a tener una vía aérea difícil.

4).- Medición de la grasa pretraqueal: Para medir correctamente la grasa pretraqueal, se toma una ventana transversal a nivel de las cuerdas vocales y se mide el diámetro anteroposterior (de adelante hacia atrás) en la línea media desde la piel hasta la tráquea. Luego, se miden 15 mm hacia la derecha y 15 mm hacia la izquierda de esta línea. Se suman los tres valores obtenidos (uno en la línea media y dos laterales). Si el resultado es mayor a 28 mm, se puede predecir que la laringoscopia será difícil. En resumen, las mediciones de ultrasonido que se mencionan son distancias y grosores específicos relacionados con la anatomía de la vía aérea. Valores mayores en estas mediciones se asocian con una mayor probabilidad de tener una vía aérea difícil durante la laringoscopia (31,36).

IV. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H_a)

El uso del ultrasonido como herramienta predictiva es más efectivo para la valoración de la vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, en comparación con los métodos tradicionales, como la escala de Cormack Lehane.

Hipótesis nula (H_0)

El uso del ultrasonido como herramienta predictiva no es más efectivo para la valoración de la vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, en comparación con los métodos tradicionales, como la escala de Cormack Lehane.

V. OBJETIVOS

V.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad del ultrasonido como herramienta predictiva para la valoración de la vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, en comparación con los métodos tradicionales como la escala de Cormack Lehane.

V.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar a la población de pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, considerando variables demográficas y clínicas relevantes.
2. Identificar la vía aérea difícil mediante mediciones por ultrasonido (grasa pretraqueal, distancia piel a cuerdas vocales y distancia piel a epiglotis)
3. Identificar la vía aérea difícil mediante la clasificación de la escala de Cormack Lehane.
4. Obtener la sensibilidad, especificidad y los valores predictivos del ultrasonido frente a la clasificación de Cormack Lehane.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

VI.1 Tipo de investigación

Estudio observacional, retrospectivo, transversal, de prueba diagnóstica.

VI.2 Población o unidad de análisis:

Pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

VI. 3 Muestra y tipo de muestra

Para calcular el tamaño de muestra, teniendo como antecedente que la vía aérea difícil se presenta entre el 5 y 20% (20) de los pacientes, se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2}$$

Donde:

1. n es el tamaño de la muestra.
2. Z es el valor de Z correspondiente al nivel de confianza (1.96 para un nivel de confianza del 95%).
3. p es la proporción esperada.
4. E es la precisión o margen de error.

Se propuso un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y una proporción esperada del 5% (20). Al sustituir estos valores en la fórmula, se obtuvo:

$$n = (1.96)^2 \cdot 0.05 \cdot (1 - 0.05) / (0.05)^2$$

$$n = 3.8416 \cdot 0.05 \cdot 0.95 / 0.0025$$

$$n = 0.182972 / 0.0025$$

$$n \approx 73.2$$

Tamaño de muestra de 73 pacientes para el estudio, con el fin de asegurar un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Criterios de selección:

A. Criterios de inclusión

- 1.- Pacientes mayores de 18 años.
- 2.- Clasificación ASA I-III.
- 3.- Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.
- 4.- Pacientes programados para colecistectomía laparoscópica.

B. Criterios de exclusión

- 1.- Pacientes con antecedentes de cirugía de vía aérea.
- 2.- Pacientes con malformaciones congénitas de la vía aérea.

C. Criterios de eliminación

- 1.- Pacientes con datos incompletos o insuficientes para el análisis estadístico.
- 2.- Si hay errores técnicos en la obtención de las imágenes ultrasonográficas que impidan una correcta evaluación.

Variables estudiadas

Variables estudiadas

Este estudio incluyó variables socio-demográficas, clínicas y ecográficas con el propósito de identificar factores asociados a la presencia de vía aérea difícil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general. Las variables independientes fueron:

- Edad, definida como el tiempo transcurrido desde el nacimiento, registrada en años completos.
- Ocupación, entendida como la actividad laboral desempeñada por el paciente al momento del estudio, clasificada en cinco categorías: ama de casa, empleada, obrera, comerciante y otros.
- Índice de masa corporal (IMC), calculado como el peso en kilogramos dividido entre el cuadrado de la estatura en metros, utilizado para valorar el estado nutricional.

- Estado civil, definido como la situación legal de unión del paciente, categorizada en unión libre, casada, divorciada o viuda.
- Clasificación de Cormack-Lehane, que evalúa la visibilidad de las estructuras laríngeas durante la laringoscopia directa. Presencia de vía aérea difícil según Cormack-Lehane, determinada por grados III y IV de dicha escala.
- Evaluación ecográfica de la vía aérea, que incluyó mediciones anatómicas como distancia piel-epiglotis, piel-cuerdas vocales y grosor del tejido blando pretraqueal.
 - Predicción ecográfica de vía aérea difícil, establecida por valores que se correlacionan con dificultad en la intubación.

La **vía aérea difícil (VAD)**, se define como la presencia de dificultad en una o más maniobras críticas durante el manejo de la vía aérea, incluyendo ventilación con mascarilla, laringoscopia, uso de dispositivos supraglóticos, intubación traqueal o extubación, incluso cuando son realizadas por personal capacitado. Esta condición representa un riesgo significativo durante la anestesia general y requiere planificación anticipada para evitar complicaciones graves.

Escala aplicada:

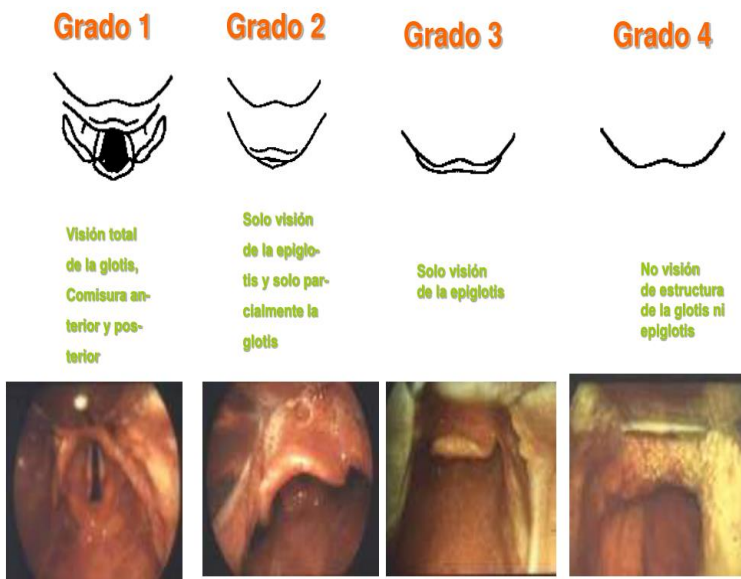
Escala de Cormack y Lehane en 1984 fue descrita y clasifica la visibilidad laríngea en cuatro grados:

Grado	Descripción
I	Cuerdas vocales completamente visibles
II	Aritenoides visibles, cuerdas parcialmente
III	Solo epiglotis visible
IV	Epiglotis no visible

Fuente: Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. Anaesthesia. 1984;39(11):1105-1111 (34).

Figura V Clasificación de la vía aérea de Cormack-Lehane

Laringoscopia : Cormack-Lehane .



Se considera vía aérea difícil cuando se obtiene un grado III o IV. Esta escala ha demostrado una sensibilidad del 65%, especificidad del 93%, valor predictivo positivo (VPP) del 75% y valor predictivo negativo (VPN) del 89%.

Mediciones ecográficas:

El modelo ecográfico propuesto por Xu et al. (2022), mostró un rendimiento superior en la predicción de laringoscopia difícil (DL) e intubación traqueal difícil (DTI), con un AUC de 0.84 para DL y 0.89 para DTI; además, de una sensibilidad y especificidad superiores al 80%. Este modelo incluyó mediciones como distancia hiomental, grosor de lengua, movilidad condilar mandibular, apertura bucal, distancia tiromentoniana y clasificación de Mallampati modificada. Este estudio incluyó solo las mediciones anatómicas: distancia piel-epiglotis, piel-cuerdas vocales y grosor del tejido blando pretraqueal.

VI.4 Técnicas e instrumentos

VI. 5 Procedimientos

- 1) Se obtuvo la autorización del Comité de Ética en Investigación y del Comité de Investigación.
- 2) Valoración preoperatoria en la consulta de anestesia

Durante la consulta preoperatoria, se realizó una evaluación ecográfica de la vía aérea por parte de un ultrasonografista capacitado. Las mediciones se efectuaron con el paciente en posición supina y cabeza en posición de olfateo, utilizando una sonda lineal de alta frecuencia. Las variables anatómicas valoradas fueron:

a) Distancia piel-epiglotis

Medición en plano sagital desde la superficie cutánea anterior del cuello hasta el borde superior de la epiglotis.

Valor de referencia:

≥12.2 mm se asocia con vía aérea difícil.

b) Distancia piel-cuerdas vocales

Medición en plano transversal desde la piel anterior del cuello hasta el nivel de las cuerdas vocales.

Valor de referencia:

>23 mm (2.3 cm) indica mayor probabilidad de vía aérea difícil.

c) Tejido blando pretraqueal

Medición del grosor del tejido blando entre la piel y la tráquea, realizada en línea media.

Valor de referencia:

>28 mm se asocia con dificultad en la laringoscopia.

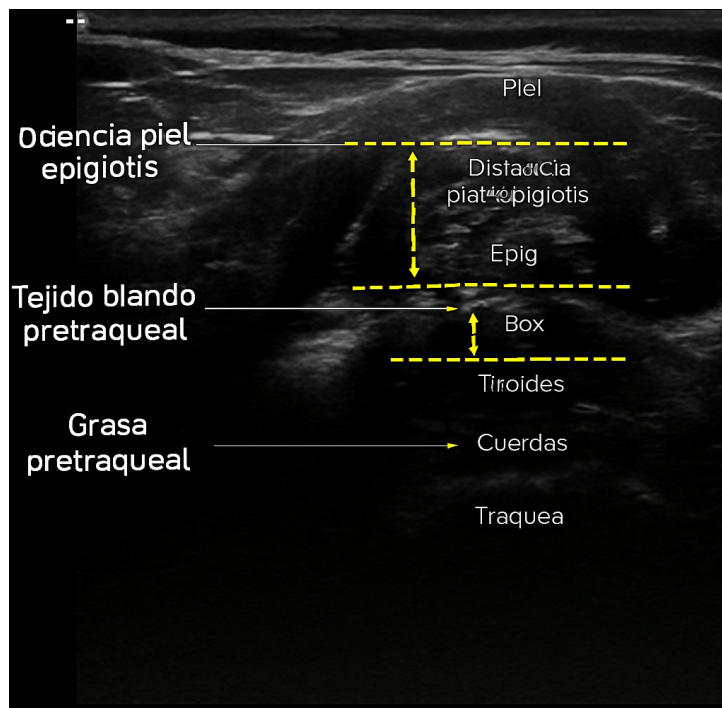
d) Medición de la grasa pretraqueal

Se realizó en una ventana transversal a nivel de las cuerdas vocales. Se midió el diámetro anteroposterior desde la piel hasta la tráquea en tres puntos: línea media, 15 mm a la derecha y 15 mm a la izquierda.

Valor de referencia:

Suma total >28 mm predice laringoscopia difícil.

Imagen ecográfica de mediciones de la vía aérea



Fuente: Diagnostic Accuracy of Ultrasound Measurements of Anterior Neck Soft Tissue in Determining a Difficult Airway. J Emerg Trauma Shock

Durante la intubación endotraqueal, se clasificó a los pacientes según la escala de Cormack-Lehane, que evalúa la visibilidad de las estructuras laríngeas durante la laringoscopia directa. Se consideró vía aérea difícil cuando se obtuvo un grado III o IV (ver figura 4).

Determinación de vía aérea difícil

Se estableció la presencia de vía aérea difícil por dos vías:

1. Ecográfica, cuando alguna de las mediciones superaba los valores de referencia.
2. Intraoperatoria, según la clasificación de Cormack-Lehane.

Recolección de datos

Se utilizó un formulario estructurado para capturar la información obtenida de los expedientes clínicos, incluyendo la evaluación ecográfica preoperatoria y la clasificación intraoperatoria.

Una vez completados los formularios, se generó una base de datos en Microsoft Excel. Posteriormente, se exportó al software SPSS Statistics versión 20 para realizar el análisis estadístico correspondiente.

Definición del plan de procesamiento y presentación de la información

Análisis estadístico: Se importó la base de datos al software SPSS Statistics versión 20. Se realizaron análisis descriptivos, así como pruebas de sensibilidad y especificidad del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil.

Análisis univariado de la información: Para las variables numéricas se emplearon medidas de tendencia central (promedios) y frecuencias para las para las variables cualitativas.

Análisis bivariado de la información: Se calculó la especificidad y sensibilidad del ultrasonido utilizando la escala de Cormack Lehane como criterio de referencia. En primer lugar, todos los pacientes programados para colecistectomía laparoscópica fueron evaluados con ultrasonido a cada paciente, registrando las medidas de distancia piel-epiglotis, distancia piel-cuerdas vocales, y grasa pretraqueal.

Los resultados obtenidos del ultrasonido se compararon con los de la escala de Cormack Lehane en el evento quirúrgico, para identificar casos de verdaderos positivos (pacientes con vía aérea difícil según ambos métodos), falsos

positivos (pacientes identificados como vía aérea difícil solo por el ultrasonido), verdaderos negativos (pacientes sin vía aérea difícil según ambos métodos) y falsos negativos (pacientes con vía aérea difícil no identificados por el ultrasonido).

A partir de estos datos, se calculó la sensibilidad del ultrasonido, que es la proporción de verdaderos positivos correctamente identificados, y la especificidad, que es la proporción de verdaderos negativos correctamente identificados. Estos cálculos permitieron evaluar la precisión del ultrasonido en la identificación de vías aéreas difíciles en comparación con el criterio de referencia establecido por la escala de Cormack Lehane.

Para la descripción de variables categóricas se emplearon tablas de frecuencia y gráficas estadísticas.

Consideraciones éticas

En este estudio se respetan principios internacionales como el Código de Núremberg, que exige consentimiento voluntario del participante, siendo este relevante en la valoración de vía aérea por ultrasonido, se garantiza que la persona comprenda el propósito, beneficios y limitaciones del estudio, así como cualquier riesgo asociado (aunque estos sean mayores a mínimos), los principios de este Código siguen siendo esenciales en la regulación de cualquier estudio o intervención clínica que implique procedimientos diagnósticos, en este caso la valoración de la vía aérea mediante ultrasonido (USG).

De acuerdo con el código se establece que todo procedimiento de investigación debe perseguir beneficios sociales o clínicos valiosos, en este estudio el valor radica en mejorar la precisión diagnóstica en la identificación de estructuras anatómicas críticas, confirmar el tamaño de tubo endotraqueal adecuado o predecir una vía aérea difícil, de igual manera que el uso de USG presenta un perfil de riesgo extremadamente bajo.

La Declaración de Helsinki, en su última versión de octubre del 2024, prioriza el bienestar del participante, exige el consentimiento informado y refuerza los principios éticos alrededor del respeto, la participación activa, la justicia, la transparencia y la protección de los participantes, basándonos en esto, en este estudio el equipo

investigador está claramente identificado (médicos, técnicos de USG, anesthesiólogos) y cada uno tiene responsabilidad ética, los participantes proporcionan su consentimiento informado, comprendiendo que el ultrasonido podría proporcionar datos anatómicos pero también tener limitaciones o riesgos (aunque bajos), en el estudio se promueve una investigación más humana, responsable y centrada en el beneficio tanto individual como colectivo, minimizando riesgos y garantizando que los participantes sean tratados con dignidad y justicia.

Las Pautas CIOMS-WHO, que promueven equidad, protección de poblaciones vulnerables y revisión ética independiente. Se garantiza confidencialidad, retiro voluntario, y evaluación de riesgos mínimos conforme a los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

Los aspectos éticos de esta investigación se apegan a los Principios de la Ley General de Salud aplicados a investigación biomédica y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (DOF, 2 abril 2014), los cuales establecen los principios éticos y científicos fundamentales que deben regir toda investigación realizada en seres humanos, de acuerdo a esto el presente trabajo se considera una investigación con riesgo mayor al mínimo, ya que implica observar claramente las estructuras que se van a evaluar (por ejemplo, membrana cricotiroides, compartimentos del cuello), cómo se va a medir, quién lo va a realizar, y qué variables se van a correlacionar con dificultad de la vía aérea. Aunque el uso de ultrasonido presenta un perfil de seguridad favorable y efectos adversos mínimos su uso requiere consentimiento por escrito, ya sea del paciente o de su representante legal, explicándole los objetivos, posibles consecuencias y riesgos. La clasificación como riesgo mayor al mínimo se fundamenta en que la intervención puede ocasionar incomodidad del paciente, la manipulación del cuello en traumatismos cervicales o la interferencia con otras intervenciones urgentes.

Además, se considera el uso de ultrasonido como un técnica médica (diagnóstica) cuyo conocimiento puede mejorar la atención clínica, obliga a demostrar que el uso del ultrasonido para valorar la vía aérea es necesario frente a otras técnicas,

al implicar el uso de medio como es la Ultrasonografía existe una “razonable seguridad” de que no hay daños innecesarios para los participantes.

Por lo tanto, en este estudio se garantiza el cumplimiento de los principios éticos establecidos en el Reglamento, así como en la Declaración de Helsinki, el Código de Núremberg y las Pautas CIOMS, incluyendo revisión por comité de ética, consentimiento informado, monitoreo de eventos adversos y respeto a la autonomía de los participantes.

VII. RESULTADOS

Los pacientes incluidos en el estudio presentaron una edad promedio de 39.07 años, con una desviación estándar de ± 10.66 años, y un rango de edad entre 19 y 61 años, lo que indica una población predominantemente de adultos jóvenes.

La distribución por grupos de edad muestra que la mayoría de los pacientes se concentran entre los 29 y 48 años, con 25 casos en cada decenio (34.2%), lo que representa el 68.4% de la muestra total. Este patrón confirma que la población evaluada es predominantemente adulta joven y adulta media, lo cual es consistente con el perfil típico de pacientes programados para colecistectomía laparoscópica.

Los extremos de edad —entre 19 y 28 años (13.7%) y entre 49 y 68 años (17.8%)— están menos representados, lo que sugiere una menor frecuencia de indicación quirúrgica en estos rangos.

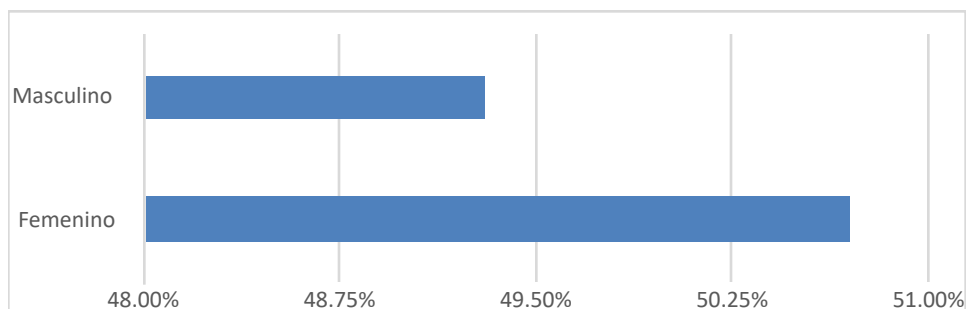
Tabla VII.1 Distribución por grupos de edad en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica

Grupos de edad	Frecuencia	Porcentaje
19 – 28	10	13.7
29 – 38	25	34.2
39 – 48	25	34.2
49 – 58	11	15.1
59 – 68	2	2.7
Total	73	100.0

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

La muestra está compuesta por 37 mujeres (50.7%) y 36 hombres (49.3%).

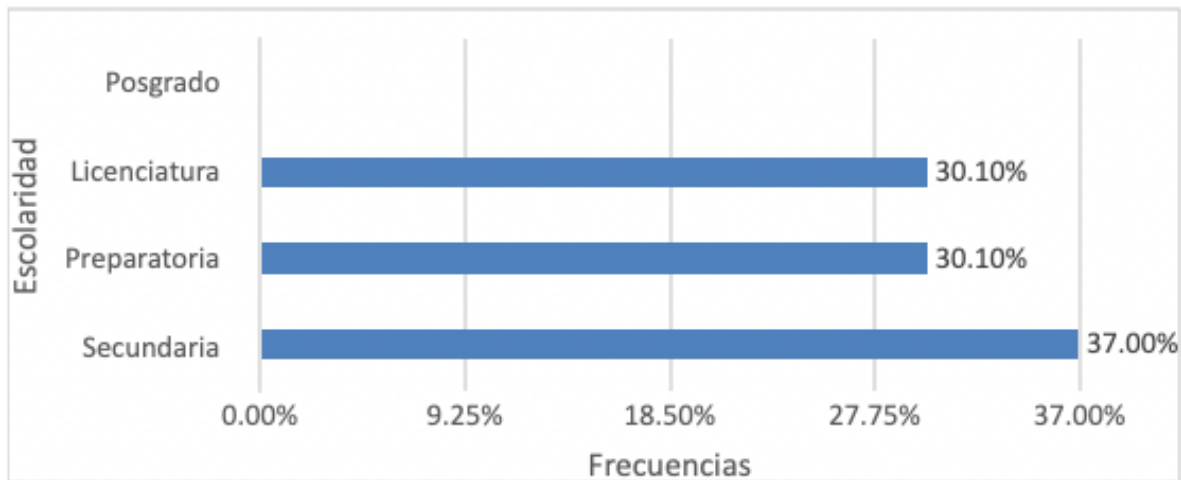
Figura 1. Distribución por sexo en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada



Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

En una muestra de 73 pacientes, la distribución por nivel educativo revela una predominancia de escolaridad media y superior. Solo dos personas (2.8%) reportaron no tener estudios o contar únicamente con primaria, mientras que el resto posee al menos secundaria. Específicamente, 27 pacientes (37.0%) tienen estudios de secundaria, 22 (30.1%) cursaron preparatoria, y otros 22 (30.1%) cuentan con licenciatura.

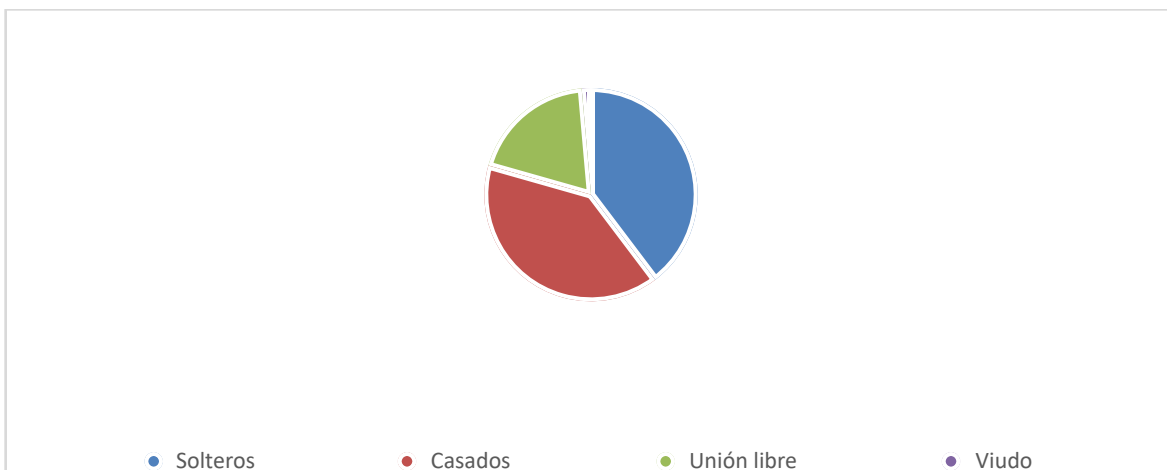
Figura 2. Distribución por nivel educativo en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada



Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

La distribución por estado civil muestra una composición equilibrada entre personas solteras (29 casos, 39.7%) y casadas (29 casos, 39.7%), que en conjunto representan el 79.5% de la población estudiada. Además, 14 pacientes (19.2%) viven en unión libre, mientras que solo 1 paciente (1.4%) se identificó como viuda.

Figura 3. Distribución por estado civil en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada

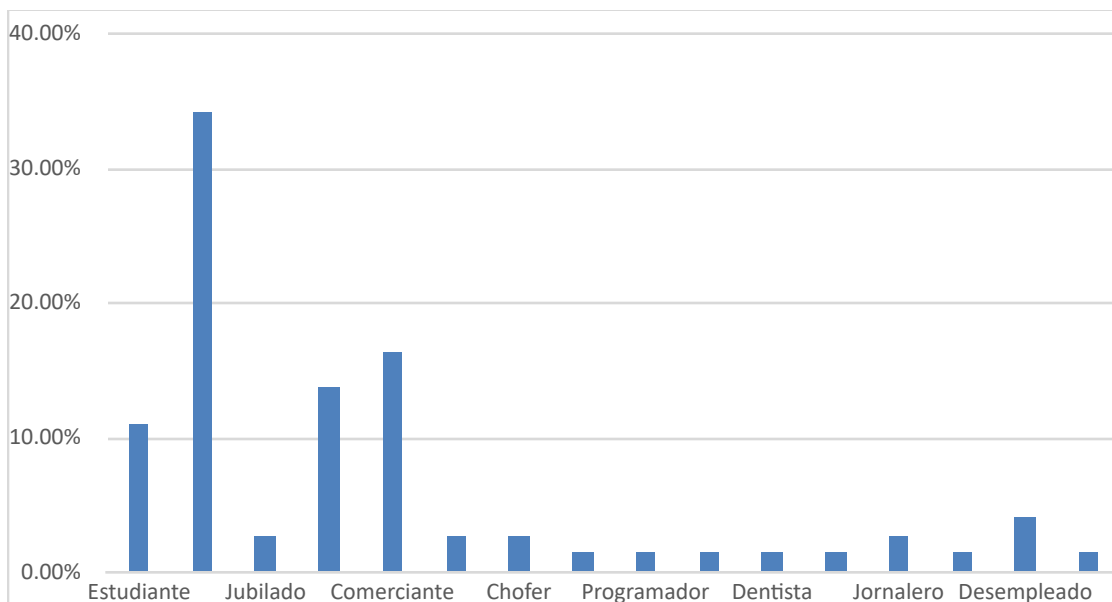


Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

La muestra incluye una diversidad ocupacional amplia, con predominancia de personas empleadas (25 casos, 34.2%) y comerciantes (12 casos, 16.4%). También se observa una representación significativa de quienes se dedican al hogar (10 casos, 13.7%) y estudiantes (8 casos, 11.0%), lo que refleja una mezcla entre población económicamente activa, dependiente y en formación.

El resto de las ocupaciones se distribuye en categorías individuales o de baja frecuencia, como jubilados, albañiles, choferes, profesionales (veterinario, programador, maestro, dentista, contador, arquitecto), jornaleros, trabajadora social y personas desempleadas.

Figura 4. Distribución por ocupación en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada



Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

Tabla VII.2 Características sociodemográficas		
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	36	49.3
Femenino	37	50.7
Escolaridad		
Analfabeta o primaria	2	2.8
Secundaria	27	37
Preparatoria	22	30.1
Licenciatura	22	30.1
Estado civil		
Soltero	29	39.7
Casado	29	39.7
Unión libre	14	19.2
Viudos	1	1.4
Ocupación		
Empleados	25	34.2
Comerciantes	12	16.4
Hogar	10	13.7
Estudiante	8	11
Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.		

El índice de masa corporal promedio fue de 26.59 ± 4.69 kg/m² (19.00 a 38.90 kg/m²).

La distribución por clasificación de Cormack-Lehane en los pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada

muestra que más de la mitad de los casos (38 pacientes; 52.1%) fueron clasificados como Grado I, lo que indica una visualización laríngea óptima durante la laringoscopia directa. Otros 20 pacientes (27.4%) presentaron Grado II, lo que representa una visualización parcial de las estructuras glóticas. En conjunto, los grados I y II comprenden el 79.5% de la muestra, reflejando una predominancia de vía aérea no difícil.

Por otro lado, 12 pacientes (16.4%) fueron clasificados como Grado III, y 3 pacientes (4.1%) como Grado IV, lo que corresponde a los casos considerados como vía aérea difícil bajo esta escala. En total, 15 pacientes (20.5%) presentaron grados III o IV, lo que permite dimensionar la prevalencia de dificultad en la visualización laríngea en este grupo quirúrgico.

Tabla VII.3 Clasificación de la vía aérea, según la escala de Cormack-Lehane

Clasificación de la vía aérea, según la escala de Cormack Lehane	Frecuencia	Porcentaje
Grado I	38	52.1
Grado II	20	27.4
Grado III	12	16.4
Grado IV	3	4.1
Total	73	100.0

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

De los 73 pacientes evaluados, se identificó vía aérea difícil según la clasificación de Cormack-Lehane en 15 casos, lo que representa el 20.5% del total. En contraste, 58 pacientes (79.5%) no presentaron criterios de vía aérea difícil bajo esta escala (Tabla VII.4)

Tabla VII.4 Frecuencia de vía aérea difícil según la escala de Cormack-Lehane

Vía área	Frecuencia	Porcentaje
Difícil	15	20.5
No difícil	58	79.5
Total	73	100

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

Los valores ecográficos obtenidos reflejan variabilidad anatómica entre los pacientes evaluados. La distancia piel-epiglotis presentó una media de 17.01 mm, superior al punto de corte reportado en la literatura (12.2 mm), lo que sugiere que una proporción significativa de pacientes podría presentar vía aérea difícil. La distancia piel-cuerdas vocales, con una media de 22.98mm, también supera el umbral de 23 mm asociado con dificultad en la intubación, reforzando su valor como predictor. Por último, el grosor de grasa pretraqueal, con una media de 23.80 mm.

En una muestra de 73 pacientes, 33 casos (45.2%) fueron clasificados con *vía aérea difícil* mediante criterios ecográficos, mientras que 40 pacientes (54.8%) no presentaron dicha condición.

Tabla VII.5 Frecuencia de vía aérea difícil según criterios ecográficos		
Vía área	Frecuencia	Porcentaje
Difícil	15	45
No difícil	58	55
Total	73	100

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de mediciones ecográficas en pacientes evaluados por sospecha de vía aérea difícil

Mediciones ecográficas	Media (mm)	Mediana (mm)	Desv. (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Distancia piel-epiglotis (mm) Vía aérea difícil >10.6 mm	17.01	16.90	1.727	12.40	23.30
Distancia piel-cuerdas (mm) Vía aérea difícil >23mm	22.98	24.00	4.263	14	32
Grasa pretraqueal (mm) Vía aérea difícil >28mm	23.80	24.00	3.756	15.30	31.00

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

El ultrasonido muestra una alta sensibilidad (80%) y un elevado valor predictivo negativo (92.5%), lo que lo convierte en una herramienta útil para descartar vía aérea difícil. Sin embargo, su especificidad (63.8%) y valor predictivo positivo (36.4%) son más bajos, lo que indica que una prueba positiva por ultrasonido no siempre coincide con dificultad real según Cormack-Lehane.

Tabla 4. Prueba diagnóstica de vía aérea difícil por ultrasonido y clasificación de Cormack-Lehane				
Vía aérea difícil medida por ultrasonido	Escala de Comarck-Lehane		Total por ultrasonido n(%)	
	Vía aérea difícil n(%)	Vía aérea no difícil n(%)		
Vía aérea difícil	12 (%) (VP)	21 (%) (FP)	33	Valor predictivo positivo VPP / VP+FP = 12 / 12+21= 36.4%
Vía aérea no difícil	3 (FN)	37 (VN)	40	Valor predictivo negativo VPN / VN+FN = 37 / 37+3 = 92.5%
Total por Cormack-Lehane	15	58	73	
	Sensibilidad VP / VP+FN= 12 / 12+3= 80.0%	Especificidad VN / VN+FP 37 / 37+21= 63.8%		

VP: Verdaderos positivos; FP: Falsos positivos; FN: Falsos negativos; VN: Verdaderos negativos; VPP: Valor predictivo positivo; VPN: Valor predictivo negativo.

Sensibilidad = $VP / (VP + FN) = 12 / (12 + 3) = 80.0\%$

→ El ultrasonido detecta correctamente el 80% de los casos difíciles según Cormack-Lehane.

Especificidad = $VN / (VN + FP) = 37 / (37 + 21) = 63.8\%$

→ El ultrasonido descarta correctamente el 63.8% de los casos no difíciles.

Valor predictivo positivo (VPP) = $VP / (VP + FP) = 12 / (12 + 21) = 36.4\%$

→ Cuando el ultrasonido indica vía aérea difícil, solo el 36.4% realmente lo son según Cormack.

Valor predictivo negativo (VPN) = $VN / (VN + FN) = 37 / (37 + 3) = 92.5\%$

→ Cuando el ultrasonido indica vía aérea no difícil, el 92.5% realmente no lo son según Cormack.

Fuente: Mediciones realizadas a pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro, durante marzo-agosto 2025.

VIII. DISCUSIÓN

La identificación de la vía aérea difícil (VAD) ha sido una preocupación constante en la práctica anestésica desde los primeros intentos de intubación a ciegas en el siglo XX. Los avances tecnológicos —como la introducción del laringoscopio curvo por Macintosh en 1941, el recto por Miller en 1946 y el fibrolaringoscopio por Murphy en 1967— mejoraron la visualización laríngea, pero no resolvieron por completo la necesidad de predicción preoperatoria confiable (16–18).

Diversas escalas clínicas como Mallampati, la distancia tiromentoniana y la movilidad cervical han sido utilizadas para anticipar dificultades, aunque con limitaciones en sensibilidad y especificidad (19–20). Un metaanálisis reciente mostró que Mallampati III o IV tiene baja prevalencia de intubación difícil, lo que reduce su utilidad como predictor aislado.

En este contexto, la ecografía ha emergido como una herramienta complementaria para la evaluación dinámica de la vía aérea. Wu et al. (24) (2022) desarrollaron un modelo multiparamétrico ecográfico que alcanzó una sensibilidad de 75% y especificidad de 82% para laringoscopia difícil, con un AUC de 0.84. Para intubación traqueal difícil, el AUC fue de 0.89, con sensibilidad de 85% y especificidad de 81%, superando el rendimiento de métodos clínicos convencionales.

Carsetti et al. (22) (2022) confirmaron que las mediciones ecográficas como la distancia piel-epiglotis, piel-hioides y piel-cuerdas vocales presentan diferencias significativas entre pacientes con laringoscopia fácil y difícil, con AUC entre 0.71 y 0.87. Bhargava et al. (2023) agruparon los predictores ecográficos en tres dominios: grosor de tejido anterior, posición anatómica y espacio oral, con sensibilidades entre 53% y 76% y especificidades entre 77% y 86%, y AUC de hasta 0.87.

Wu y Wang (24) (2022) demostraron que parámetros como la distancia piel-epiglotis (DSE), piel-cuerdas vocales (DSV) y piel-hioides (HMD), junto con el grosor y ancho de la lengua, tienen mayor valor predictivo que los indicadores clínicos tradicionales. Benavides-Zora et al. (24) (2023) identificaron que la relación pre-E/E-VC,

el SED y el HMDR presentan sensibilidades entre 61% y 82% y especificidades entre 83% y 88%, confirmando la utilidad diagnóstica de la ecografía.

En pacientes con obesidad, Moura et al. (26) (2021) y Tasdemir et al. (27) (2022) demostraron que mediciones como DSHB, DSE y DSV tienen alta capacidad predictiva, con AUC superiores a 0.82. Srinivasarangan et al. (28) (2021) reportaron un AUC de 0.99 para la membrana tirohioidea, destacando la utilidad del ultrasonido en contextos de urgencia. Yadav et al. (29) (2023) concluyeron que un enfoque combinado entre evaluación clínica y ecográfica mejora la precisión diagnóstica.

En este estudio, realizado en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada, se identificó vía aérea difícil en 15 casos (20.5%) según la clasificación de Cormack-Lehane, y en 33 casos (45.2%) según criterios ecográficos. La tabla de contingencia permitió calcular los siguientes indicadores diagnósticos:

- Sensibilidad: 80.0%
- Especificidad: 63.8%
- Valor predictivo positivo (VPP): 36.4%
- Valor predictivo negativo (VPN): 92.5%

Estos resultados coinciden con los reportes de Bhargavay Benavides-Zora (23,25), quienes destacan la utilidad del ultrasonido como herramienta de tamizaje negativo. La alta sensibilidad y VPN observadas en nuestra muestra respaldan su uso para descartar vía aérea difícil con alta confianza.

Las mediciones anatómicas obtenidas por ultrasonido —como la distancia piel-epiglotis (17.01 mm) y la grasa pretraqueal (media: 23.80 mm)— se alinean con los valores reportados por Wu y Tasdemir (24,27). Además, el IMC promedio de 26.59 kg/m² ubica a la mayoría de los pacientes en el rango de sobrepeso, condición que puede influir en la visibilidad laríngea y en la dificultad de intubación.

En conjunto, nuestros hallazgos confirman que el ultrasonido es una herramienta útil para la evaluación preoperatoria de la vía aérea, especialmente por su alta sensibilidad y capacidad para descartar dificultad. Sin embargo, su especificidad y

VPP más bajos indican que una clasificación positiva por ultrasonido no siempre coincide con dificultad real según Cormack-Lehane, por lo que se recomienda su uso como complemento y no como sustituto de la evaluación clínica.

IX. CONCLUSIONES

El estudio permitió caracterizar a una población quirúrgica predominantemente adulta joven y adulta media, con una edad promedio de 39 años y una distribución equitativa por sexo. La mayoría de los pacientes presentó sobrepeso (IMC promedio de 26.59 kg/m²), lo que pudo representar un factor adicional de riesgo para vía aérea difícil.

Las mediciones anatómicas obtenidas por ultrasonido revelaron una distancia piel-epiglotis promedio de 17.01 mm y piel-cuerdas vocales de 22.98 mm, con variabilidad moderada. El grosor de la grasa pretraqueal osciló entre 15.30 mm y 31.00 mm (media de 23.80 mm), lo que pudo influir en la visibilidad de las estructuras laríngeas durante la evaluación ecográfica.

La distribución por edad mostró una concentración del 68.4% de los pacientes entre los 29 y 48 años, mientras que los extremos de edad estuvieron menos representados. En cuanto al nivel educativo, predominó la escolaridad media y superior, con solo un 2.8% de pacientes sin estudios o con primaria.

La clasificación de Cormack-Lehane evidenció que el 79.5% de los pacientes presentó vía aérea no difícil (Grados I y II), mientras que el 20.5% mostró dificultad en la visualización laríngea (Grados III y IV). En contraste, la evaluación ecográfica identificó vía aérea difícil en el 45.2% de los casos, lo que reflejó una mayor sensibilidad del método para detectar alteraciones anatómicas potencialmente relevantes.

El análisis de desempeño diagnóstico del ultrasonido, tomando como referencia la clasificación de Cormack-Lehane, arrojó los siguientes resultados:

- Sensibilidad: 80.0% → El ultrasonido detectó correctamente el 80% de los casos difíciles.
- Especificidad: 63.8% → El ultrasonido descartó correctamente el 63.8% de los casos no difíciles.
- Valor predictivo positivo (VPP): 36.4% → Cuando el ultrasonido indicó vía aérea difícil, solo el 36.4% realmente lo fueron.

- Valor predictivo negativo (VPN): 92.5% → Cuando el ultrasonido indicó vía aérea no difícil, el 92.5% realmente no lo fueron.

Estos hallazgos respaldaron el uso del ultrasonido como herramienta complementaria en la evaluación preoperatoria de la vía aérea. Su alta sensibilidad y elevado VPN lo posicionaron como un recurso útil para descartar dificultad en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada. No obstante, se recomendó interpretar los hallazgos positivos con cautela y en conjunto con otras variables clínicas, dado su menor especificidad y VPP.

En conjunto, el estudio aportó evidencia sobre la utilidad del ultrasonido como método no invasivo para la predicción de vía aérea difícil, especialmente en contextos quirúrgicos programados. Se concluyó que su integración en la valoración preanestésica puede mejorar la planificación anestésica, optimizar la seguridad del paciente y reducir complicaciones asociadas a la intubación difícil. Además, se destacó la importancia de correlacionar los hallazgos ecográficos con escalas clínicas convencionales y características antropométricas, para una valoración integral y más precisa de la vía aérea.

X. PROPUESTAS

1. Validar los criterios ecográficos en poblaciones más amplias y diversas, incluyendo pacientes con obesidad severa, antecedentes de cirugía cervical o patologías laríngeas, para fortalecer su aplicabilidad clínica.
2. Explorar modelos predictivos multivariados que integren variables ecográficas, antropométricas y clínicas, con el fin de mejorar la precisión en la identificación de vía aérea difícil.
3. Comparar el desempeño del ultrasonido con otras herramientas de predicción, como escalas clínicas, videolaringoscopia o tomografía, para definir su rol complementario o sustitutivo en distintos escenarios anestésicos.
4. Estudiar la curva de aprendizaje y reproducibilidad interobservador en la medición ecográfica de vía aérea, para establecer estándares de entrenamiento y certificación.
5. Evaluar el impacto del uso sistemático de ultrasonido en la seguridad anestésica, incluyendo tasas de éxito en la intubación, tiempo de inducción y eventos adversos relacionados con vía aérea difícil.
6. Diseñar estudios prospectivos que correlacionen hallazgos ecográficos con desenlaces clínicos, permitiendo establecer umbrales anatómicos con valor predictivo real y utilidad operativa.

XI. BIBLIOGRAFIA

Apfelbaum, J. L., Hagberg, C. A., Caplan, R. A., Blitt, C. D., Connis, R. T., Nickinovich, D. G., ... American Society of Anesthesiologists Task Force. (2022). Practice guidelines for management of the difficult airway: An updated report. *Anesthesiology*, 136(1), 31–81. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004002>

Bellhouse, C. P., & Dore, C. (1988). Criteria for estimating likelihood of difficult endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia*, 43(2), 153–157.

Benavides-Zora, D., Jaramillo, M. C., Townsley, M. M., Franco, V., González, S., Hoyos, C., et al. (2023). Diagnostic performance of airway ultrasound for the assessment of difficult laryngoscopy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 37(7), 1101–1109.

Bhargava, V., Rockwell, N. A., Tawfik, D., Haileselassie, B., Petrisor, C., & Su, E. (2023). Prediction of difficult laryngoscopy using ultrasound: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care Medicine*, 51(1), 117–126.

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 & Analgesia*, 134(4), 740–750. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005839>

Chou, H. C., et al. (2011). Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation*, 82(10), 1279–1284.

Chun, R., Kirkpatrick, A. W., Sirois, M., Sargasyn, A. E., Melton, S., & Hamilton, D. R. (2004). Where's the tube? Evaluation of hand-held ultrasound in confirming endotracheal tube placement. *Prehospital and Disaster Medicine*, 19(4), 366–369.

Cook, T. M., Woodall, N., & Frerk, C. (2011). Major complications of airway management in the UK: Results of the Fourth National Audit Project (NAP4). *British Journal of Anaesthesia*, 106(5), 617–631.

Durán Mendoza, E. A., Calle Álvarez, E. S., & Mesa, C. (2025). Valoración ecográfica de la vía aérea como predictor de vía aérea difícil: Revisión sistemática. *Revista Chilena de Anestesia*, 54(2), 155–165.

Fernández-Vaquero, M. A., Charco-Mora, P., García-Aroca, M. A., & Greif, R. (2023). Preoperative airway ultrasound assessment in the sniffing position: A prospective observational study. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 73(5), 539–547. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2022.07.003>

Gomes, S. H., Simões, A. M., Nunes, A. M., Pereira, M. V., Teoh, W. H., Costa, P. S., et al. (2021). Useful ultrasonographic parameters to predict difficult laryngoscopy and difficult tracheal intubation: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 8, 671658. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.671658>

Hall, E. A., Showaihi, I., Shofer, F. S., Panebianco, N. L., & Dean, A. J. (2018). Ultrasound evaluation of the airway in the emergency department: A feasibility study. *Critical Ultrasound Journal*, 10(1), 3.

Largo-Cali, M. D., & Carrera-Reyes, R. E. (2023). Predicción de la vía aérea difícil mediante las escalas Mallampati y Cormack-Lehane durante anestesia general en cirugías de emergencia [Tesis de grado, Universidad Católica de Cuenca]. MQRInvestigar.

Macintosh, R. R. (1943). A new laryngoscope. *The Lancet*, 241(6233), 205.

Miller, R. A. (1946). A new laryngoscope blade. *Anesthesiology*, 7(2), 205–206.

Morales Gámez, J. L., Athié García, J. M., Cortes Barenque, M. F., et al. (2022). Evaluación de la vía aérea difícil a través de ultrasonido con transductor lineal. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 20(4), 307–315.

Moura, E. C. R., Filho, A. S. M., de Oliveira, E. J. S. G., Freire, T. T., da Cunha Leal, P., de Sousa Gomes, L. M. R., et al. (2021). Comparative study of clinical and ultrasound parameters for defining a difficult airway in patients with obesity. *Obesity Surgery*, 31, 4118–4124.

Murphy, P. (1967). A fiber-optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia*, 22(3), 489–491.

Safavi, M., Honarmand, A., Yaraghi, A., Attari, M., Khazaei, M., & Zamani, M. (2015). Comparison of five methods in predicting difficult laryngoscopy. *Advanced Biomedical Research*, 4(1), 122. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.158033>

Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. (2023). Guía para el manejo de la vía aérea difícil. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 70(6), 321–335. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2023.08.002>

Tasdemir, O., Kocaoglu, N., Demir, H. F., Ugun, F., & Sagir, O. (2024). Ultrasound-based airway assessment in obese patients as a valuable tool for predicting difficult airway. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 74(6), 844539.

Wu, H., & Wang, H. (2022). Diagnostic efficacy and clinical value of ultrasonography in difficult airway assessment. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2022, 4706438.

Xu, J., Wang, Y., Zhang, Y., Zhang, L., Li, Y., Zhang, X., et al. (2022). A multiparameter ultrasound model for predicting difficult airway. *BMC Anesthesiology*, 22(1), 267. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01883-4>

Yadav, V., Khandelwal, H., Govil, N., & Negi, A. S. (2023). Comparison between clinical and ultrasound-guided airway assessment in predicting difficult airway. *Bali Journal of Anesthesiology*, 7(4), 220–223. https://doi.org/10.4103/bjoa.bjoa_180_23

Yao, W., & Wang, B. (2017). Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult tracheal intubation? *British Journal of Anaesthesia*, 118(4), 601–609. <https://doi.org/10.1093/bja/aex051>

XII. ANEXOS

Anexo 1

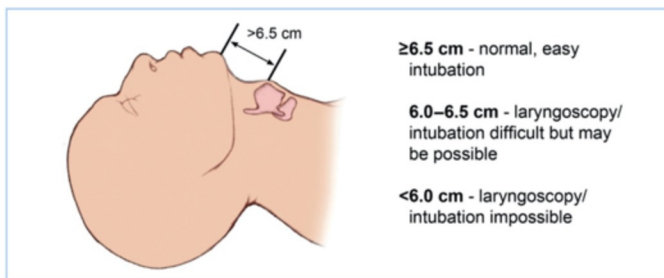


FIGURA 1 Mandibular space. (Patil V. Fibre-optic Endoscopy in Anaesthesia: Visualizing the Difficult Airway. Chicago, IL: Year Book Medical; 1983; Bellhouse CP, Doré C. Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intensive Care*. 1988; 16:329–337; Frerk CM. Predicting difficult intubation. *Anaesthesia*. 1991; 46:1005–1008.) (30,31)

Anexo 2

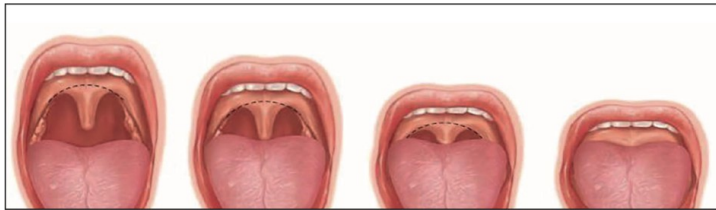


Fig. 2. Clasificación de la vía aérea de Mallampati. De izquierda a derecha:

Clase 1: paladar blando, fauces, úvula y pilares tonsilares anteriores y posteriores visibles.

Clase 2: paladar blando, fauces, úvulas visibles.

Clase 3: paladar blando, base de la úvula visible.

Clase 4: solo paladar duro.

Zimmerman, B., Chason, H., Schick, A., Asselin, N., Lindquist, D., & Musisca, N. Assessment of the thyromental height test as an effective airway evaluation tool. *Annals of Emergency Medicine*, 2021;77(3), 305–314. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2020.10.010> (32)

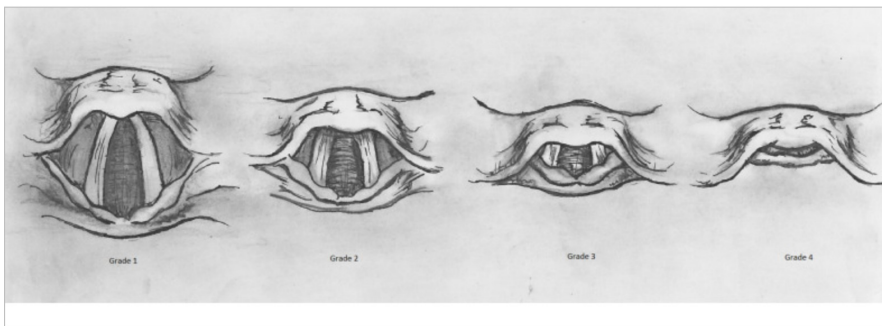
Anexo 3



Figura 3 Clasificación de la vía aérea de Mallampati

Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* 1985;32(4):429-434 (33).

Anexo 4



Cormack-Lehane Grading System. Contributed by Dr. Sean Hunt, DO

Figura 4 Clasificación de la vía aérea de Cormack-Lehane

Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia.* 1984;39(11):1105-1111 (34).

Anexo 5

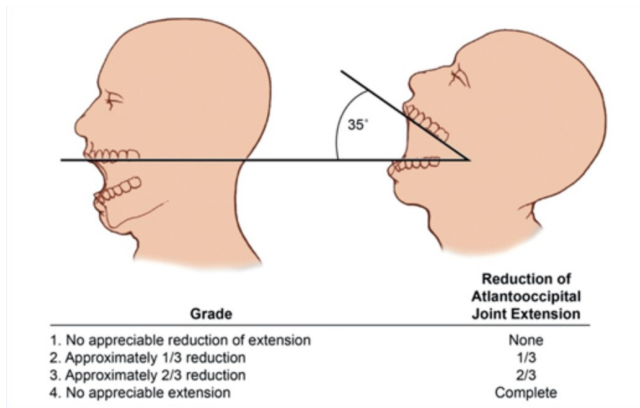
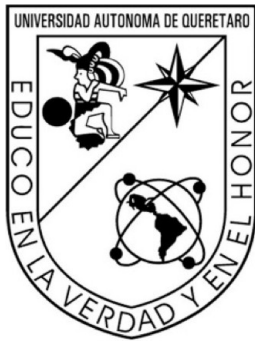
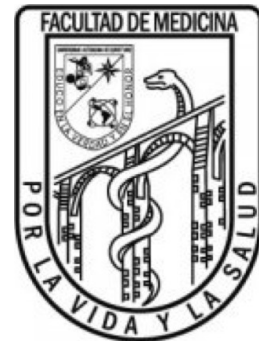


Figura 5 Clinical method for quantitating atlanto-occipital joint extension. (Bellhouse CP, Doré C. Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intensive Care*. 1988; 16:329-337.) (35)

Anexo 6



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO FACULTAD DE
MEDICINA
ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGÍA



CONSENTIMIENTO

Título: Valoración de vía aérea difícil con ultrasonido en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro

Santiago de Queretaro, Queretaro a: _____

Representante Legal: _____

Por medio del presente, acepto participar en el estudio de investigación. Se le ha preguntado si quiere participar en este estudio de investigación (cuando se enuncie estudio se referirá a "estudio de investigación"). Su decisión es libre y voluntaria. Si no desea ingresar al estudio, su negativa no le causará consecuencia alguna. La siguiente información le describe el estudio y la forma en que participará como voluntario. Tome el tiempo necesario para hacer preguntas como requiera acerca del estudio, el médico responsable del estudio o el personal encargado del estudio podrán contestar cualquier pregunta que tenga respecto a este consentimiento o del estudio mismo. Por favor lea cuidadosamente este documento.

Objetivo del estudio: Valorar la vía aérea difícil con ultrasonido en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro.

Responsabilidades del voluntario: Autorización de los datos contenidos en el expediente clínico de realizarme un ultrasonido para valorar la vía aérea.

Riesgos: Ninguno.

Beneficios y riesgos del voluntario: Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la sociedad dada la investigación que se está llevando a cabo.

Eliminación de los sujetos participantes: Como voluntario, usted iniciará el estudio sin ninguna clase de presión y podrá por su propia voluntad abandonar el mismo en el momento en que lo desee.

Confidencialidad de la información: El Hospital General de Querétaro guardará con estricta confidencialidad la información médica obtenida en este estudio, incluyendo los datos personales y de identificación de los voluntarios participantes. Sólo el personal del IMSS Bienestar, monitor del estudio, auditores, y los miembros de las Comisiones de Ética e Investigación del Hospital General de Querétaro, cuando se requiera, podrán revisar su historia clínica y la información obtenida durante el estudio. Si se decide publicar los resultados de este estudio, en todo momento se mantendrá la confidencialidad de sus datos de identificación de cada paciente.

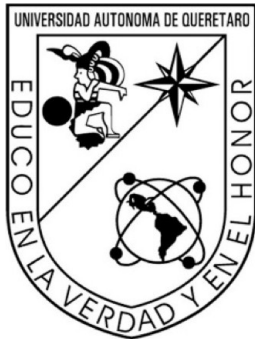
Dudas o aclaraciones: Ante cualquier duda puede comunicarse vía telefónica con el director del proyecto de investigación Med. Gral. Hugo Rosales Skewes y al tutor de tesis Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez al teléfono 771 204 4824.

Firma y datos:

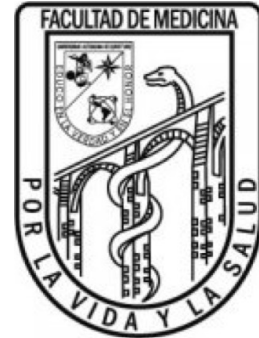
Nombre y firma del participante Nombre y firma del investigador

Nombre y firma de testigo Nombre y firma de testigo

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
QUERÉTARO FACULTAD DE
MEDICINA
ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGÍA



Formulario de Recolección de Datos

o Edad:

1. Dato: _____ años.

o Ocupación:

2. Dato:

1. 1. Ama de casa

2. 2. Empleada

3. 3. Obrera

4. 4. Comerciante

5. 5. Otros: _____

o Índice de Masa Corporal (IMC):

3. Dato: _____ (IMC).

o Estado civil:

4. Dato:

1. 1. Unión libre
2. 2. Casada
3. 3. Divorciada
4. 4. Viuda

o Clasificación de Cormack Lehane:

5. Dato:

1. Grado 1: Cuerdas vocales completas
2. Grado 2: Aritenoides visibles
3. Grado 3: Solo la epiglotis visible
4. Grado 4: Epiglotis no visible

o Vía aérea difícil por Cormack Lehane:

6. Dato:

1. 1. Sí
2. 2. No

o Evaluación ecográfica de la vía aérea:

7. Distancia piel-epiglotis (mm): _____

8. Distancia piel-cuerdas vocales (mm): _____

9. Medición de la grasa pretraqueal (mm): _____

o Vía aérea difícil por ultrasonido:

10. Dato:

1. 1. Sí

2. 2. No

Aviso de Confidencialidad

El presente estudio titulado "Valoración de vía aérea difícil con ultrasonido en pacientes programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general balanceada en el Hospital General de Querétaro" se encuentra sujeto a estrictos lineamientos de confidencialidad. Toda la información recopilada durante el desarrollo del estudio será utilizada exclusivamente con fines académicos y de investigación médica.

Se garantiza que los datos personales de los participantes, así como cualquier información que permita su identificación, estarán protegidos conforme a las disposiciones legales vigentes. Únicamente los responsables del estudio, Med. Gral. Hugo Rosales Skewes y Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez, tendrán acceso a los datos recopilados, los cuales serán tratados de manera confidencial y bajo las medidas de seguridad correspondientes.

Queda prohibida la divulgación, reproducción o uso no autorizado de cualquier información relacionada con este estudio sin el consentimiento previo, expreso y por escrito de los responsables de este.

En caso de dudas, aclaraciones o solicitudes adicionales, favor de contactar a los responsables en los siguientes medios:

Dr. Hugo Rosales Skewes: italic_hrs9@hotmail.com, Tel. 7712044824

Dr. Juan Carlos Delgado Márquez: Jcrlsdm@gmail.com, Tel. 4424675613

Agradecemos su confianza y colaboración para el desarrollo de esta investigación.