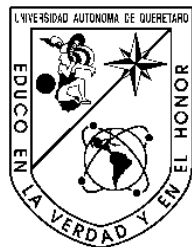


Maria de Lourdes Mora Torres

“ USO DE ULTRASONIDO COMO PREDICTOR DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN PACIENTES
SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL EN EL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DEL RÍO”

2025



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

**“USO DE ULTRASONIDO COMO PREDICTOR DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN
PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL EN EL HOSPITAL
GENERAL SAN JUAN DEL RÍO”**

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGIA

Presenta:

Maria de Lourdes Mora Torres

Dirigido por:

Med. Ivette Mata Maqueda

Co-director:

Med. Esp. Marcela Serrano Hernández

Vocal:

Med. Esp. Gerardo Enrique Bañuelos Días

Suplente:

Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez

Suplente:

Med. Esp. Noé Ramírez Reséndiz

Querétaro, Qro. a 12 de enero de 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

**“USO DE ULTRASONIDO COMO PREDICTOR DE VÍA AÉREA DIFÍCIL
EN PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL EN EL
HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DEL RÍO”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Anestesiología

Presenta:

Maria de Lourdes Mora Torres

Dirigido por:

Dra. Ivette Mata Maqueda

Co-dirigido por:

Dra. Marcela Serrano Hernández

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

(septiembre, 2025).

México.

Resumen

Objetivo: Evaluar el uso del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General San Juan del Río.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, prospectivo y transversal en pacientes adultos de 20 a 50 años, con clasificación ASA I–II, programados para cirugía electiva bajo anestesia general. Se incluyó una muestra de 98 pacientes mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La evaluación preoperatoria de la vía aérea incluyó predictores clínicos convencionales y mediciones ultrasonográficas: distancia hiomental en posición neutra y extendida, distancia piel-hioides, distancia piel-epiglotis y distancia piel-cuerdas vocales, realizadas con ultrasonido portátil Butterfly iQ+. La dificultad de la intubación se definió por un grado de Cormack-Lehane $\geq$ III, más de tres intentos o un tiempo de intubación mayor a 10 minutos. Se realizó análisis estadístico descriptivo e inferencial mediante prueba de chi cuadrada, t de Student o U de Mann-Whitney, así como curvas ROC, considerando significativo un valor de $p < 0.05$. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación y se obtuvo consentimiento informado.

Resultados: La intubación difícil se presentó en el 35.7% de los pacientes. La medición ecográfica de la distancia piel-epiglotis mostró la mayor sensibilidad (91.4%) y valor predictivo negativo (82.4%) para la predicción de vía aérea difícil, superando a los predictores clínicos tradicionales. La escala de Mallampati presentó baja sensibilidad y especificidad.

Conclusiones: El ultrasonido, particularmente la medición de la distancia piel-epiglotis, es una herramienta útil y complementaria para la evaluación preoperatoria de la vía aérea, con mejor capacidad predictiva que las escalas clínicas convencionales, contribuyendo a una mayor seguridad anestésica.

Palabras clave: vía aérea difícil, ultrasonido, anestesia general, intubación traqueal.

Abstract

Objective: To evaluate the use of ultrasound as a predictor of difficult airway in patients undergoing general anesthesia at the Hospital General San Juan del Río.

Material and Methods: A prospective, observational, cross-sectional study was conducted in adult patients aged 20–50 years, classified as ASA physical status I–II, scheduled for elective surgery under general anesthesia. A total of 98 patients were included through non-probabilistic convenience sampling. Preoperative airway assessment consisted of conventional clinical predictors and ultrasound measurements, including hyomental distance in neutral and extended positions, skin-to-hyoid, skin-to-epiglottis, and skin-to-vocal cords distances, obtained using a portable ultrasound device. Difficult intubation was defined as Cormack–Lehane grade $\geq$ III, more than three intubation attempts, or intubation time greater than ten minutes. Statistical analysis included descriptive statistics, chi-square test, Student's t-test or Mann–Whitney U test, and ROC curve analysis. Statistical significance was set at $p < 0.05$. Ethical approval and informed consent were obtained.

Results: Difficult intubation occurred in 35.7% of patients. The skin-to-epiglottis distance showed the highest diagnostic performance, with a sensitivity of 91.4% and a negative predictive value of 82.4%, outperforming traditional clinical predictors. The Mallampati classification demonstrated low sensitivity and specificity.

Conclusions: Ultrasound airway assessment, particularly skin-to-epiglottis distance measurement, is a useful and reliable tool for predicting difficult airway. When used as a complementary method, it may improve preoperative evaluation and enhance anesthetic safety.

Keywords: difficult airway, ultrasound, general anesthesia, tracheal intubation, airway assessment.

Dedicatorias

Dedico este trabajo a Dios, por acompañarme en cada paso de este camino, incluso en los momentos de cansancio y duda, y por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa de mi formación profesional.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante, comprensión y sacrificios a lo largo de este proceso. Por creer en mí aun cuando el camino parecía difícil y por ser mi principal fuente de motivación para seguir adelante. Este logro también les pertenece.

A mis maestros y asesores, por compartir generosamente sus conocimientos, guiarme con profesionalismo y contribuir de manera fundamental a mi crecimiento académico y personal.

A mis pacientes, por recordarme cada día la responsabilidad y el compromiso que implica ejercer la anestesiología con ética y humanidad, y por ser la razón principal de mi vocación y la motivación para realizar este trabajo con el objetivo de mejorar la calidad y seguridad de la atención médica.

Agradecimientos

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y al Hospital General San Juan del Río, instituciones que han contribuido de manera fundamental a mi formación profesional y al desarrollo de esta investigación.

A mi directora de tesis, Dra. Ivette Mata Maqueda, por su orientación, disposición y valiosas aportaciones académicas, que fueron clave para el desarrollo de este protocolo.

A mi codirectora, Dra. Marcela Serrano Hernández, por su guía, paciencia y compromiso académico, así como por compartir su experiencia y conocimientos durante este proceso.

A mis maestros, compañeros residentes y personal de salud, por el aprendizaje compartido, el apoyo y el trabajo en equipo.

Finalmente, agradezco a los pacientes que confiaron y participaron en este estudio, quienes representan la razón principal de este trabajo y del compromiso con una atención médica segura y de calidad.

Índice	
Abstract	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE	v
I. Introducción	1
II. Antecedentes/estado del arte	2
III. Fundamentación Teórica	4
IV. HIPÓTESIS	7
IV.1 Hipótesis específica:	7
V. Objetivos	8
V.1 Objetivo general	8
V.2 Objetivos específicos	8
VI. Material y Métodos	9
VI.1 Tipo de investigación	9
VI.2 Población	10
VI.3 Muestra y tipo de muestra	11
VI.4 Técnicas e instrumentos	12
VI.5 Procedimiento	14
VII. Resultados	15
Tabla 1.	16
Gráfica 1.	17
Gráfica 2.	18
Gráfica 3.	19
Gráfica 4.	20
Tabla 2.	20
VIII. Discusión	22
IX. Conclusiones	24
X. Propuestas	25
XI. Bibliografía	26
XII. Anexos	32
Anexo 1. Carta de consentimiento informado para participar en el estudio	32
Anexo 2. Hoja de datos para analisis	33

I. Introducción

El manejo adecuado de la vía aérea constituye uno de los pilares fundamentales de la práctica anestesiológica, ya que de él depende la correcta oxigenación y ventilación del paciente durante los procedimientos quirúrgicos. La falla en el control de la vía aérea, particularmente durante la inducción de la anestesia general, se asocia con complicaciones graves como hipoxia, daño neurológico, paro cardiorrespiratorio e incluso la muerte, lo que la posiciona como una de las principales causas de eventos adversos en anestesia. A pesar de la existencia de múltiples escalas clínicas para la predicción de una vía aérea difícil, estas herramientas presentan limitaciones importantes en su capacidad predictiva, lo que dificulta la identificación oportuna de pacientes con mayor riesgo.

En años recientes, el ultrasonido ha emergido como una herramienta diagnóstica no invasiva, accesible y reproducible, que permite la visualización directa de las estructuras anatómicas de la vía aérea. Diversos estudios han demostrado que ciertas mediciones ecográficas se correlacionan con la dificultad durante la laringoscopia e intubación traqueal; sin embargo, su uso aún no se encuentra estandarizado ni incorporado de manera sistemática en la evaluación preoperatoria en muchos centros hospitalarios. En el Hospital General San Juan del Río, la valoración de la vía aérea continúa basándose principalmente en métodos clínicos convencionales, lo que evidencia la necesidad de explorar herramientas complementarias que contribuyan a mejorar la seguridad del paciente.

El presente protocolo de investigación se encuentra estructurado en diversos apartados. En el marco teórico se abordan los conceptos fundamentales de la vía aérea difícil, su clasificación, las complicaciones asociadas y los métodos tradicionales de evaluación, así como el fundamento teórico del uso del ultrasonido en la valoración de la vía aérea. Posteriormente, se desarrolla el planteamiento del problema, los

antecedentes, la justificación, las hipótesis y los objetivos del estudio. En el apartado de material y métodos se describen el diseño del estudio, la población, los criterios de selección, las variables, el procedimiento, el análisis estadístico y las consideraciones éticas. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, su discusión y las conclusiones derivadas de la investigación.

La realización de este estudio se justifica por la necesidad de fortalecer la identificación preoperatoria de la vía aérea difícil, con el objetivo de disminuir la incidencia de complicaciones anestésicas y mejorar la toma de decisiones clínicas. Desde una perspectiva social, esta investigación contribuye a incrementar la seguridad del paciente y la calidad de la atención médica en un hospital de segundo nivel. En el ámbito práctico, los resultados pueden favorecer la incorporación del ultrasonido como una herramienta complementaria en la evaluación rutinaria de la vía aérea, optimizando la planificación anestésica. Desde el punto de vista teórico, el estudio aporta evidencia local sobre la utilidad del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil, contribuyendo al cuerpo de conocimiento existente. Asimismo, presenta un valor metodológico al proponer un protocolo estandarizado de evaluación ultrasonográfica que puede ser reproducido en otros contextos clínicos y servir como base para futuras investigaciones.

II. Antecedentes/estado del arte

La identificación preoperatoria de la vía aérea difícil ha sido un tema central en anestesiología debido a su estrecha relación con eventos adversos graves. Desde los trabajos clásicos de Mallampati et al. (1985) y Cormack y Lehane (1984), se han desarrollado múltiples escalas clínicas con el objetivo de anticipar la dificultad en la intubación traqueal. Estas herramientas, aunque ampliamente utilizadas, han demostrado una capacidad predictiva limitada cuando se emplean de manera aislada, con baja sensibilidad y

especificidad para identificar pacientes con vía aérea difícil (Cook et al., 2011; Kheterpal et al., 2009).

Las guías de práctica clínica de la American Society of Anesthesiologists (ASA) y de la Difficult Airway Society (DAS) enfatizan la importancia de la evaluación preoperatoria sistemática y del uso de algoritmos estructurados para reducir complicaciones relacionadas con el manejo de la vía aérea. Sin embargo, también reconocen que ningún predictor clínico por sí solo es suficiente para anticipar de manera confiable una vía aérea difícil, lo que ha motivado la búsqueda de herramientas complementarias (Apfelbaum et al., 2022; Frerk et al., 2015).

En este contexto, el ultrasonido ha surgido como una técnica prometedora para la evaluación de la vía aérea. Su carácter no invasivo, la disponibilidad creciente en los quirófanos y la posibilidad de obtener mediciones objetivas han favorecido su incorporación en diferentes escenarios clínicos. Estudios pioneros demostraron que la ecografía permite identificar estructuras clave como el hioides, la epiglotis, las cuerdas vocales y la membrana cricotiroides, incluso en pacientes con anatomía compleja (Wojtczak, 2012; Kristensen et al., 2016).

Diversas investigaciones han evaluado la utilidad de mediciones ecográficas específicas para predecir la dificultad en la laringoscopia e intubación. Falcetta et al. (2018) reportaron que la distancia piel-epiglotis presentó una alta sensibilidad para identificar laringoscopia difícil, superando a predictores clínicos tradicionales. De manera similar, Gupta et al., citados por Zhou et al. (2022), encontraron que las mediciones ecográficas de tejidos blandos cervicales mostraron mejor desempeño diagnóstico que la escala de Mallampati.

Estudios más recientes han reforzado estos hallazgos. Anushaprasath et al. (2024) compararon parámetros ecográficos con predictores clínicos y concluyeron que las mediciones por ultrasonido tuvieron mayor capacidad diagnóstica para identificar intubación difícil, destacando nuevamente la distancia piel-epiglotis. En población latinoamericana, Hinojosa Castro (2024) y Márquez et al. (2025) reportaron resultados similares, evidenciando una adecuada sensibilidad y valor predictivo negativo de las mediciones ecográficas, lo que respalda su utilidad en distintos contextos clínicos.

A pesar de la evidencia creciente, el uso del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil aún no se encuentra estandarizado en muchos hospitales, particularmente en centros de segundo nivel. Además, existe escasa información local que evalúe su desempeño en poblaciones específicas, lo que limita su implementación sistemática. Por ello, resulta relevante generar evidencia que permita valorar su utilidad como herramienta complementaria en la evaluación preoperatoria de la vía aérea, fortaleciendo la seguridad anestésica y la toma de decisiones clínicas.

III. Fundamentación Teórica

Vía aérea y su importancia en anestesiología

La vía aérea constituye el conjunto de estructuras anatómicas que permiten el paso del aire hacia los pulmones y es esencial para garantizar una adecuada oxigenación y ventilación. En anestesiología, el control de la vía aérea es un componente crítico, ya que durante la anestesia general se pierde la respiración espontánea y los mecanismos de protección, haciendo indispensable asegurar su permeabilidad de forma inmediata y efectiva. La incapacidad para manejar la vía aérea de manera adecuada se asocia con hipoxia, hipercapnia, daño neurológico irreversible y aumento de la morbilidad y mortalidad perioperatoria (Apfelbaum et al., 2022).

Concepto de vía aérea difícil

La American Society of Anesthesiologists define la vía aérea difícil como aquella situación clínica en la que un anestesiólogo entrenado experimenta dificultad para ventilar con mascarilla facial, intubar la tráquea o ambas condiciones. Esta dificultad puede manifestarse por la necesidad de múltiples intentos, tiempos prolongados de intubación o el uso de dispositivos alternativos. La vía aérea difícil puede ser prevista o no prevista, y su identificación temprana es fundamental para la planificación de estrategias seguras de manejo (Frerk et al., 2015).

Clasificación de la vía aérea difícil

La vía aérea difícil puede clasificarse desde diferentes enfoques. La clasificación anatómica incluye alteraciones estructurales como macroglosia, micrognatia, obesidad y masas cervicales. La clasificación fisiológica considera condiciones que afectan la oxigenación, como hipoxemia o edema de la vía aérea. Finalmente, la vía aérea puede clasificarse como prevista o inesperada, dependiendo de si la dificultad se anticipa durante la evaluación preoperatoria o se identifica durante el procedimiento anestésico (Cook et al., 2011).

Predictores clínicos de vía aérea difícil

Con el objetivo de anticipar la dificultad en la intubación traqueal, se han desarrollado diversas escalas clínicas. La clasificación de Mallampati evalúa la visibilidad de las estructuras orofaríngeas con el paciente en sedestación y boca abierta. La distancia tiromentoniana y la distancia hiomental permiten estimar el espacio disponible para el desplazamiento de la lengua durante la laringoscopia. La clasificación de Cormack-Lehane describe la visibilidad de la glotis durante la laringoscopia directa y se utiliza como referencia intraoperatoria de dificultad (Mallampati et al., 1985; Cormack & Lehane, 1984).

A pesar de su uso extendido, estos predictores presentan limitaciones importantes, ya que su sensibilidad y especificidad son variables y dependen del evaluador, por lo que no permiten una predicción confiable cuando se utilizan de forma aislada (Kheterpal et al., 2009).

Ultrasonido en la evaluación de la vía aérea

El ultrasonido es una herramienta de imagen no invasiva que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para visualizar estructuras anatómicas en tiempo real. En el contexto de la vía aérea, permite identificar cartílagos, hueso hioides, epiglotis, cuerdas vocales y tejidos blandos cervicales, incluso en pacientes con anatomía compleja o limitada visualización directa (Kristensen et al., 2021).

Su portabilidad, ausencia de radiación ionizante y reproducibilidad lo convierten en una herramienta atractiva para la evaluación preoperatoria de la vía aérea, así como para la confirmación de la intubación traqueal y la localización de la membrana cricotiroides en situaciones de emergencia.

Mediciones ultrasonográficas como predictores de vía aérea difícil

Diversos estudios han evaluado parámetros ecográficos específicos para predecir la dificultad en la intubación. Entre los más estudiados se encuentran la distancia hiomental en posición neutra y extendida, la distancia piel-hioides, la distancia piel-epiglotis y la distancia piel-cuerdas vocales. Estas mediciones reflejan el espesor de los tejidos blandos y la movilidad de las estructuras cervicales, factores que influyen directamente en la visualización glótica durante la laringoscopia (Falcetta et al., 2018).

Particularmente, la distancia piel-epiglotis ha demostrado una alta sensibilidad y valor predictivo negativo para identificar vía aérea difícil, superando en varios estudios a los predictores clínicos tradicionales, lo que

respalda su utilidad como herramienta complementaria (Anushaprasath et al., 2024).

Relevancia del ultrasonido como herramienta complementaria

El uso del ultrasonido no pretende sustituir la evaluación clínica tradicional, sino complementarla, integrando información objetiva que permita mejorar la capacidad predictiva global. La combinación de predictores clínicos y ecográficos ha mostrado incrementar la exactitud diagnóstica, optimizar la planificación anestésica y reducir la incidencia de complicaciones relacionadas con el manejo de la vía aérea (Gomes et al., 2021).

En este sentido, la incorporación del ultrasonido en la evaluación preoperatoria de la vía aérea representa una estrategia con potencial impacto clínico, especialmente en entornos hospitalarios donde la identificación temprana de la vía aérea difícil es crucial para mejorar la seguridad del paciente

IV. HIPÓTESIS

El uso de ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General San Juan del Río, tiene una sensibilidad del 92%-100% y una especificidad del 83%-100% para confirmar la correcta colocación del tubo endotraqueal

IV.1 Hipótesis específica:

La identificación temprana de una vía aérea difícil mediante escalas como Mallampati y Cormack-Lehane disminuye el riesgo de intubaciones fallidas y reduce la morbilidad perioperatoria.

La identificación temprana de una vía aérea difícil mediante medidas establecida y guiadas por ultrasonido en cuello disminuye el riesgo de intubaciones fallidas y reduce la morbilidad perioperatoria

El uso de videolaringoscopios mejora la tasa de éxito en la intubación traqueal en pacientes con vía aérea difícil en comparación con la laringoscopia convencional.

La capacitación en algoritmos de manejo de la vía aérea difícil, como los propuestos por la ASA y la Difficult Airway Society, reduce la incidencia de complicaciones graves, como hipoxia y aspiración pulmonar.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Evaluar el uso de ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General San Juan del Río

V.2 Objetivos específicos

1. Describir a la población en estudio
2. Describir el procedimiento al que será sometido el paciente
3. Determinar la utilidad del ultrasonido en la evaluación preoperatoria de la vía aérea en pacientes que serán sometidos a anestesia general.
4. Identificar las mediciones ultrasonográficas que se correlacionan con una vía aérea difícil en pacientes del Hospital General San Juan del Río.
5. Comparar la efectividad del ultrasonido con otros métodos convencionales de predicción de vía aérea difícil, como la escala de Mallampati o la distancia tiromentoniana.
6. Relación de las medidas ultrasonográficas y/o predictores de vía aérea difícil y la escala de POGO/Cormack-Lahene

7. Analizar la incidencia de vía aérea difícil en pacientes evaluados con ultrasonido y determinar su relación con complicaciones anestésicas.
8. Describir las ventajas y limitaciones del ultrasonido como herramienta para la predicción de vía aérea difícil en el entorno hospitalario.

VI. Material y Métodos

VI.1 Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un estudio observacional, prospectivo, transversal y analítico.

Es observacional, ya que no se realiza ninguna intervención o asignación deliberada de tratamientos sobre los participantes; las variables de estudio se miden tal como ocurren en la práctica clínica habitual durante la evaluación preoperatoria y el manejo anestésico de la vía aérea.

Es prospectivo, debido a que la recolección de los datos se realizó de manera planificada a partir del inicio del estudio, registrando las mediciones clínicas y ultrasonográficas antes del procedimiento anestésico, y documentando posteriormente los hallazgos intraoperatorios relacionados con la intubación traqueal.

Se clasifica como transversal, ya que la evaluación de las variables se llevó a cabo en un solo momento por paciente, durante el periodo perioperatorio, sin seguimiento a largo plazo.

Asimismo, es un estudio analítico, dado que no solo se describen las características de la población, sino que se analiza la asociación entre los predictores clínicos y ultrasonográficos de la vía aérea y la dificultad real de la intubación, mediante pruebas estadísticas inferenciales. Además, se

evalúa la capacidad diagnóstica del ultrasonido a través del cálculo de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de probabilidad, comparándolo con métodos convencionales.

Este diseño metodológico es adecuado para cumplir con el objetivo de evaluar el uso del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil, permitiendo generar evidencia clínica relevante sin modificar el manejo anestésico estándar, garantizando la seguridad de los pacientes y la validez de los resultados.

VI.2 Población

La población de estudio estuvo constituida por pacientes adultos programados para cirugía electiva bajo anestesia general en el Hospital General San Juan del Río, durante el periodo establecido para la realización de la investigación.

La población objetivo incluyó pacientes de 20 a 50 años de edad, de ambos sexos, con clasificación ASA I–II según la American Society of Anesthesiologists, quienes aceptaron participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado. Estos pacientes fueron sometidos a evaluación preoperatoria de la vía aérea mediante métodos clínicos convencionales y mediciones ultrasonográficas, previo a la inducción anestésica.

La población accesible correspondió a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y que se encontraron disponibles durante el periodo de recolección de datos, atendidos en el área quirúrgica del Hospital General San Juan del Río.

La delimitación de la población se estableció con el fin de homogeneizar las características clínicas de los participantes, reducir la influencia de factores de confusión y permitir una evaluación más precisa del uso del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en un entorno hospitalario de segundo nivel.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

Muestra

La muestra estuvo conformada por 98 pacientes adultos programados para cirugía electiva bajo anestesia general en el Hospital General San Juan del Río, durante el periodo de recolección de datos. Los participantes cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y aceptaron participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado.

El tamaño de la muestra se determinó con base en estudios previos relacionados con el uso del ultrasonido como predictor de vía aérea difícil, considerando un nivel de confianza del 95% y una potencia estadística del 80%. La selección de la muestra permitió contar con un número suficiente de pacientes para evaluar la asociación entre las mediciones ultrasonográficas y la dificultad en la intubación traqueal.

Tipo de muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y que se encontraron disponibles durante el periodo de estudio. Este tipo de muestreo fue elegido debido a las características del entorno hospitalario, la disponibilidad de los pacientes y la factibilidad operativa para la realización de las mediciones ultrasonográficas en el periodo preoperatorio.

El muestreo por conveniencia permitió la recolección sistemática de datos sin modificar la práctica clínica habitual, garantizando la seguridad de los pacientes y la viabilidad del estudio. No obstante, se reconoce que este tipo de muestreo puede limitar la generalización de los resultados, lo cual se consideró en la interpretación de los hallazgos

VI.4 Técnicas e instrumentos

Técnicas

Para la recolección de la información se emplearon técnicas de observación clínica directa y medición objetiva, aplicadas de manera sistemática durante el periodo preoperatorio e intraoperatorio de los pacientes incluidos en el estudio.

La evaluación clínica de la vía aérea se realizó mediante la exploración física convencional, utilizando escalas y mediciones estandarizadas ampliamente aceptadas en la práctica anestesiológica, como la clasificación de Mallampati, la distancia tiromentoniana y la valoración de la movilidad cervical. Estas evaluaciones fueron efectuadas durante la valoración preanestésica.

La evaluación ultrasonográfica de la vía aérea se llevó a cabo como técnica complementaria, con el paciente en posición supina, cuello en posición neutra y posteriormente en extensión. Se utilizó un protocolo estandarizado para la identificación de las estructuras anatómicas cervicales y la obtención de las mediciones ecográficas establecidas en el estudio.

Durante el periodo intraoperatorio, se aplicó la técnica de observación directa para registrar las condiciones de la intubación traqueal, documentando el grado de Cormack-Lehane, el número de intentos, el

tiempo de intubación y el dispositivo utilizado, información que permitió clasificar la intubación como fácil, difícil o fallida.

Instrumentos

Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron los siguientes:

1. Ficha de recolección de datos

Instrumento diseñado específicamente para el estudio, en el cual se registraron las variables sociodemográficas, antecedentes clínicos, predictores clínicos de vía aérea difícil, mediciones ultrasonográficas y datos intraoperatorios relacionados con la intubación traqueal. Esta ficha permitió la sistematización y organización uniforme de la información obtenida.

2. Equipo de ultrasonido portátil

Se utilizó el dispositivo Butterfly iQ+, un ultrasonido portátil de alta resolución, acoplado a un dispositivo móvil, que permitió la visualización en tiempo real de las estructuras anatómicas de la vía aérea. Se empleó un transductor lineal en modo B para la identificación del hueso hioides, epiglotis y cuerdas vocales, así como para la medición de las distancias ecográficas incluidas en el estudio.

3. Escalas clínicas de evaluación de la vía aérea

Se utilizaron instrumentos clínicos validados, como la clasificación de Mallampati, la distancia tiromentoniana y la escala de Cormack-Lehane, los cuales forman parte de la valoración anestésica habitual y permitieron la comparación con las mediciones ultrasonográficas.

4. Expediente clínico

Se consultó el expediente clínico para obtener información complementaria sobre antecedentes médicos, clasificación ASA y datos relevantes para la caracterización de la población de estudio.

La combinación de estas técnicas e instrumentos permitió obtener información clínica y ecográfica confiable, objetiva y reproducible, asegurando la validez de los datos y el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

VI.5 Procedimiento

Una vez aprobado el protocolo por el Comité de Ética e Investigación del Hospital General San Juan del Río, se inició la recolección de datos durante el periodo establecido. A los pacientes programados para cirugía electiva bajo anestesia general se les explicó el objetivo del estudio y, tras aceptar su participación, se obtuvo el consentimiento informado por escrito.

Evaluación preoperatoria

Previo al ingreso a quirófano, durante la valoración preanestésica, se realizó la evaluación clínica de la vía aérea de cada paciente. Esta incluyó la aplicación de los predictores convencionales: clasificación de Mallampati, medición de la distancia tiromentoniana y valoración de la movilidad cervical. Asimismo, se registraron los datos sociodemográficos y antecedentes clínicos relevantes a partir del expediente clínico.

Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación ultrasonográfica de la vía aérea. El paciente se colocó en posición supina, con el cuello en posición neutral y posteriormente en extensión. Las mediciones ecográficas se realizaron utilizando un equipo de ultrasonido portátil Butterfly iQ+ con transductor lineal en modo B. Se identificaron las estructuras anatómicas cervicales y se midieron de manera estandarizada las siguientes distancias: hiomental en posición neutra, hiomental en posición extendida, piel-hueso hioides, piel-epiglotis y piel-cuerdas vocales. Todas las mediciones fueron realizadas por un solo operador entrenado, con el fin de reducir la variabilidad

entre evaluadores. Los valores obtenidos se registraron en la ficha de recolección de datos.

Inducción anestésica e intubación

La inducción de la anestesia general se realizó conforme a los protocolos establecidos por el hospital, sin modificaciones derivadas de la participación en el estudio. Durante la intubación endotraqueal, se documentó el dispositivo utilizado (laringoscopia directa o videolaringoscopia), el grado de Cormack-Lehane o POGO observado, el número de intentos de intubación y el tiempo requerido para lograrla.

Registro y clasificación de la intubación

Con base en los hallazgos intraoperatorios, la intubación traqueal se clasificó como fácil, difícil o fallida, de acuerdo con los criterios establecidos en el protocolo. Posteriormente, los datos clínicos y ultrasonográficos fueron integrados en una base de datos para su análisis.

Análisis de la información

Finalmente, se realizó el análisis estadístico para evaluar la asociación entre las mediciones ultrasonográficas y la dificultad real de la intubación, así como para comparar el desempeño diagnóstico del ultrasonido con los predictores clínicos convencionales, de acuerdo con el plan de análisis previamente definido.

VII. Resultados

En la tabla 1 se presentan las características demográficas y antecedentes de enfermedades de los pacientes del estudio (n=98). Como se observa, de los 98

pacientes el 66.3% (n=65) fueron masculinos, y se encontró que la intubación difícil se asoció significativamente con el sexo masculino ya que tuvieron el 88.6% de los casos con dificultad en la intubación (valor de $p < 0.01$). La edad promedio de los pacientes fue de 36.7 ± 8.4 años.

En relación con los antecedentes el tabaquismo mostró una asociación inversa (valor de $p < 0.01$) ya que los pacientes que negaron tener este antecedente fueron los que tuvieron una intubación difícil. El 32.7% (n=32) fueron positivos para alcoholismo, de estos 8 presentaron intubación difícil. Por otra parte, en cuanto a obesidad el 51% (n=50) tuvieron obesidad I o II y 27 de estos tuvieron intubación difícil. Tanto la variable alcoholismo como la obesidad no mostraron una significancia estadística con la dificultad en la intubación.

El 91.8% (n=90) de los pacientes presentaron Diabetes Mellitus tipo II, HAS y Dislipidemias. De los 90 que fueron positivos en estos padecimientos, el 100% (35) de la intubación difícil se presentó en los positivos con una asociación estadísticamente significativa (valor de $p < 0.02$).

Tabla 1.

Características sociodemográficas y antecedentes de los pacientes, n=98.

	Intubación difícil		Intubación no difícil		Total		p*
	F	%	F	%	F	%	
Sexo							
Femenino	4	11.4	29	46.0	33	33.7	<0.01
Masculino	31	88.6	34	53.9	65	66.3	
Tabaquismo							
Positivo	0	0	40	63.49	40	41	<0.01
Negativo	35	100	23	36.51	58	59	
Alcoholismo							
Positivo	8	22.9	24	38.10	32	32.7	NS
Negativo	27	77.1	39	61.90	66	67.3	
Obesidad							
Sin obesidad	8	22.9	40	63.5	48	48.9	NS
Obesidad I	8	22.9	16	25.4	24	24.5	

Obesidad II	19	54.3	7	11.1	26	26.5	
Diabetes Mellitus							
Positivo	35	100	55	87.3	90	91.8	<0.02
Negativo	0	0	8	12.7	8	8.2	
HAS							
Positivo	35	100	55	87.3	90	91.8	<0.02
Negativo	0	0	8	12.7	8	8.2	
Dislipidemia							
Positivo	35	100	55	87.3	90	91.8	<0.02
Negativo	0	0	8	12.7	8	8.2	

Fuente: Pacientes programados para cirugía electiva, Hospital General de San Juan del Rio, Qro., 2025

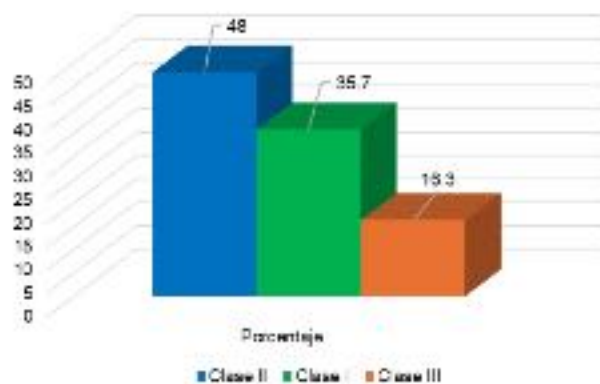
* Chi Cuadrada (χ^2) con un nivel de confianza del 95%.

El 83.7% (n=82) de los pacientes se clasificaron en Clase I o II de la prueba Mallampati, hallazgo asociado con una vía aérea fácil. Sin embargo, en la muestra de estudio y comparado con el 35.7% que tuvieron intubación difícil, la prueba Mallampati puede tener errores en la anticipación a una intubación compleja.

Gráfica 1

Gráfica 1.

Clasificación Mallampati de los pacientes del estudio, n=98.

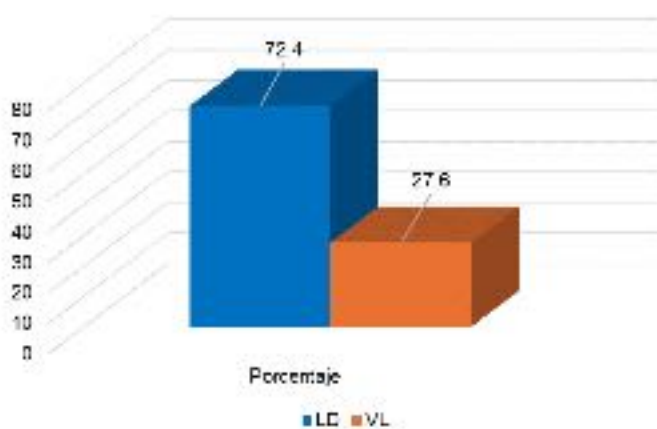


Fuente: Pacientes programados para cirugía electiva, Hospital General de San Juan del Rio, Qro., 2025

En la gráfica 2, se presenta la frecuencia de la laringoscopia directa vs la video laringoscopia se advierte que en la mayoría de las intubaciones se uso la laringoscopia directa con un 72.4% (n=71), continua siendo la primera elección, mientras que el uso de la video laringoscopia se elige cuando el médico se anticipa a situaciones de dificultad en el paciente.

Gráfica 2.

Dispositivos empleados para la intubación del paciente, n=98.



Fuente: Pacientes programados para cirugía electiva, Hospital General de San Juan del Rio, Qro., 2025

Se hicieron diferentes mediciones ecográficas y posterior a esto se clasificaron en sin riesgo vía aérea difícil y con riesgo vía aérea difícil, la primera fue el Índice de Distancia Hioideo mentón, en donde el 31.3% de los pacientes presentó dificultad, es decir tuvieron la movilidad restringida lo que dificulta el alineamiento

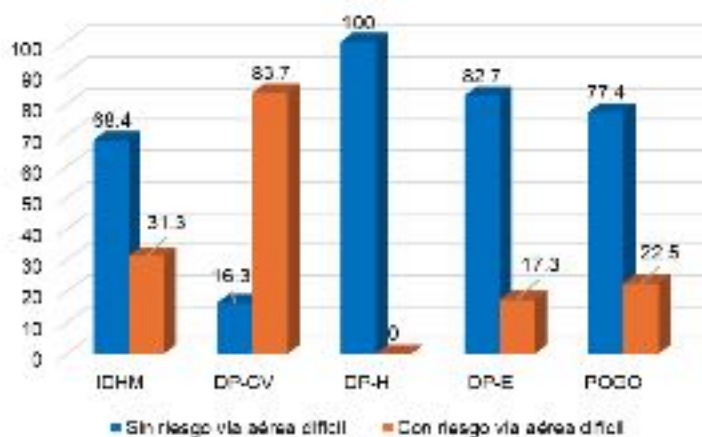
de los ejes durante la laringoscopia. En relación con la Distancia Piel Cuerdas Vocales se observó que el 83.7% de los pacientes tuvieron riesgo para vía aérea difícil, indica que el espesor de los tejidos blandos de cuello es importante, esto da como resultado la deficiente visualización de la glotis y una intubación difícil.

Por otra parte, la Distancia Piel Hioides, todos los pacientes se clasificaron como riesgo de vía aérea difícil, llama la atención este hallazgo debido a que nos es común, quizá en la muestra de pacientes del estudio hay un notable tejido blando en la parte anterior del cuello, o bien sus medidas antropométricas influyeron en esta medición. Con respecto a la Distancia Piel Epiglotis el 82.7% de los pacientes presentaron riesgo de vía aérea difícil, representado por un aumento en el espesor pre epiglótico y se asocia con un resultado de Cormack en III–IV.

En la medición mediante el POGO, se encontró que el 77.41% de los resultados fueron compatibles con una intubación fácil y 22.5% a la difícil. Aproximadamente uno de cada cinco pacientes tuvo una visualización pobre de la glotis, lo que incrementa la dificultad en la intubación. Gráfica 3

Gráfica 3.

Riesgo de vía aérea difícil a partir de predictores ecográficos, n=98.

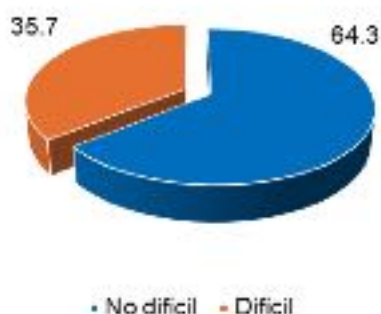


Fuente: Pacientes programados para cirugía electiva, Hospital General de San Juan del Rio, Qro., 2025

En la gráfica 4 se observa que el 35.7% de los pacientes tuvieron intubación difícil, porcentaje más elevado al que se presenta en la literatura, uno de los datos clínicos que puede estar asociado con este resultado es que el 100% de los pacientes son diabéticos y tienen dislipidemia.

Gráfica 4.

Resultado global de dificultad en la intubación, n=98



Fuente: Pacientes programados para cirugía electiva, Hospital General de San Juan del Rio, Qro., 2025

En la siguiente tabla se resumen los resultados de la eficiencia diagnóstica de cada predictor incluido en esta investigación:

Tabla 2.

Eficiencia diagnóstica de los predictores incluidos en el estudio.

Prueba Dx	Sensibilidad	Especificidad	VPP ^a	VPN ^b	RPP ^c	RPN ^d	Odds ratio
Mallampati	22.9%	12.7%	12.7%	22.9%	0.26	6.07	0.04
IDHM	22.9%	63.5%	25.8%	60%	0.63	1.21	0.52
DP-CV	77.1%	12.7%	32.9%	50%	0.88	1.8	0.49
DP-E	91.4%	22.2%	40%	82.4%	1.18	0.39	3.05
POGO	0%	71%	0%	70.9%	0	1.41	0

Fuente: Base de datos elaboración propia, 2025

^a Valor Predictivo Positivo; ^b Valor Predictivo Negativo, ^c Razón de Probabilidad Positiva y ^d Razón de Probabilidad Negativa

Al realizar los diferentes cálculos de pruebas diagnósticas que se incluyen en la tabla 2, se identificó que los predictores clínicos estudiados son diferentes en cuanto a su capacidad de descartar ya sea los casos de pacientes con dificultad en la intubación o aquellos que no tienen dicha dificultad. La clasificación Mallampati mostró baja sensibilidad y especificidad, por lo que es una prueba limitada para identificar o bien para descartar pacientes con dificultad en la intubación. Datos que se confirman con las razones de probabilidad LR+ de 0.26 y LR- de 6.07, por lo que como un predictor aislado no representa un valor clínico significativo. El odds ratio marca la ausencia de asociación positiva con intubación difícil.

Por su parte, el índice de distancia hioideo mentoniana (IDHM-R) tuvo un comportamiento mínimamente superior al de Mallampati. La especificidad fue moderada con un Valor Predictivo negativo casi del 60%. La sensibilidad fue baja, por lo que tampoco es una prueba para detectar casos de intubación difícil. Con los valores de las razones de probabilidad y del odds ratio se confirma que no es un predictor confiable si se utiliza de manera independiente.

A diferencia de estas mediciones, las ecográficas de los tejidos blandos presentaron mejor eficiencia como pruebas diagnósticas en cuanto a sensibilidad.

Por ejemplo la distancia piel cuerdas vocales tuvo una sensibilidad del 77.1%, es decir una adecuada capacidad para identificar la mayoría de los pacientes con dificultad en la intubación. Pero su especificidad fue baja, lo que ocasiona falsos positivos , y la hace una prueba con utilidad clínica limitada.

En cuanto a la distancia piel epiglotis tuvo un mejor desempeño con sensibilidad de 91.4% y un VPN de 82.4%, muestra capacidad para descartar la dificultad en la intubación cuando el resultado es negativo. Su especificidad fue baja y la razón de probabilidad positiva también baja, sin embargo, el odds ratio mayor a 3 evidencia asociación significativa con la intubación difícil.

El POGO, no mostró utilidad como prueba predictiva pre operatoria, no identifica casos de intubación difícil, y es porque se evalúa durante la laringoscopia y no antes de dicho procedimiento. A pesar de este hallazgo, mostró una especificidad moderada y un VPN alto, lo que indica que una buena visualización glótica se relaciona con la intubación no difícil.

Es pertinente comentar que no se pudo calcular la eficiencia diagnóstica del predictor distancia piel hioides, debido a que todos los pacientes mostraron dificultad en la intubación, el argumento principal de este resultado es que los pacientes presentaron mayor espesor de tejidos blandos cervicales, por lo que probablemente por eso sobrepasaron el punto de corte en este predictor.

De todas los predictores clínicos que se presentaron en la tabla 2, la DP-E supero a las mediciones tradicionales o convencionales en cuanto a la dificultad de la intubación. Las mediciones ecográficas son de utilidad para descartar dificultad en la intubación, pero deben formar parte de otras evaluaciones clínicas.

VIII. Discusión

Falcetta, et al (2018) en su estudio para evaluar la capacidad predictiva de las mediciones ecográficas de la vía aérea para identificar la laringoscopia difícil en pacientes adultos sometidos a anestesia general, incluyó 200 pacientes de ambos

sexos con clasificación ASA I-III. En estos pacientes la prueba Mallampati tuvo baja sensibilidad para determinar intubación difícil, la distancia piel epiglotis tuvo alta sensibilidad y de igual manera del valor predictivo negativo. En su muestra el IMC se asoció con una intubación difícil. Estos resultados son similares a los de la presente investigación en cuanto a que los pacientes con obesidad tuvieron mayor intubación difícil y con el resultado del predictor distancia piel epiglotis. Hallazgos que también coinciden con el estudio para comparar la efectividad de predictores clínicos y ecográficos para predecir la intubación difícil en pacientes adultos por Gupta et al. citados por Cheng-Mao Zhou et al. (2022) estudiaron 150 pacientes con ASA I-II, midieron cinco predictores.

De las mediciones con ultrasonido nuevamente la distancia piel epiglotis tuvo sensibilidad mayor y tanto el IMC como la circunferencia cervical se relacionaron con la intubación difícil. Los resultados de estos estudios y los de la presente investigación evidencian que el ultrasonido tiene mejor capacidad diagnóstica que la prueba Mallampati, así como la importancia de considerar variables de tipo antropométrico porque dificultan la intubación.

Anushaprasath, et al (2024) con el objetivo de evaluar la utilidad de parámetros ecográficos frente a predictores clínicos, estudiaron 130 pacientes adultos, de cirugía electiva y con anestesia general, en los resultados principales reportaron que las mediciones ecográficas tuvieron mayor capacidad diagnóstica de intubación difícil que los parámetros clínicos. También refieren que el IDHM tuvo bajo valor predictivo al analizarlo de manera independiente y el IMC de los pacientes se asoció con la dificultad de la intubación. Esto es similar a lo encontrado en esta investigación, ya que el IDHM tuvo baja sensibilidad comparado con las mediciones ecográficas y la condición de obesidad de la muestra también se relacionó con la intubación difícil.

En 2024, Hinojosa estudio 90 pacientes de un hospital de tercer nivel, con el objetivo de determinar la utilidad de la distancia piel epiglotis medida a través de ultrasonido, específicamente la comparo con Mallampati. Esta última tuvo un desempeño diagnóstico bajo para discriminar a los pacientes con intubación difícil,

mientras que la DP-E tuvo sensibilidad alta y un alto valor predictivo negativo, resultados que apoyan directamente los de este estudio y sobre todo que estos hallazgos son similares en población hispana.

Por su parte, Márquez, et al. (2025) con el objetivo de identificar la medición ecográfica de la vía aérea con mayor predicción para un Cormack- Lehane mayor de 2, realizó cuatro mediciones con ultrasonido en 91 pacientes del hospital general de Sonora, México, con cirugía electiva y anestesia general. Reportaron que la medición con mayor discriminación la distancia de la epiglotis a los tejidos blandos destacó con un área bajo la curva (AUC) de 0,83 y la distancia de las cuerdas vocales a los tejidos blandos con un AUC de 0,79. Resultado que se relaciona directamente con el de la presente investigación ya que también el predictor distancia piel epiglotis, con alta sensibilidad y alto valor predictivo negativo.

Los resultados de las diferentes investigaciones reflejan que las mediciones por ultrasonido son más eficientes para identificar la vía aérea difícil, que las mediciones convencionales. También se reconoce que cuando se combinan las mediciones ultrasonográficas con las mediciones clínicas incrementan la exactitud e las pruebas diagnósticas.

IX. Conclusiones

A partir de los objetivos de la investigación se destaca que los pacientes masculinos, con enfermedades como diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica o bien dislipidemias presentan de manera significativa una mayor dificultad en la intubación.

El ultrasonido disminuye el riesgo de intubación difícil cuando el resultado es negativo, ya que de todas las mediciones la distancia piel epiglotis tuvo una alta sensibilidad y baja razón de probabilidad negativa. Esta medición fue la que como predictor tuvo el más alto odds ratio, es decir mayor correlación entre este predictor y la identificación de los casos con intubación difícil. También se reafirma que las mediciones tradicionales como Mallampati y el índice de la distancia hioideo

mentoniana tuvieron baja sensibilidad y poca capacidad para descartar casos de intubación difícil.

En relación con las hipótesis del estudio, se acepta parcialmente que la identificación temprana de una vía aérea difícil mediante medidas establecida y guiadas por ultrasonido en cuello disminuye el riesgo de intubaciones fallidas y reduce la morbilidad perioperatoria.

Se destaca la incidencia elevada de vía aérea difícil en los pacientes del estudio, por lo que es importante el uso del ultrasonido para la planificación de la anestesia y minimización de riesgos. Siempre buscando las pruebas que sean más sensibles para identificar estos casos.

X. Propuestas

A partir de los hallazgos obtenidos en la presente investigación, se plantean las siguientes propuestas orientadas a fortalecer la evaluación preoperatoria de la vía aérea y mejorar la seguridad anestésica:

1. Incorporación del ultrasonido como herramienta complementaria en la evaluación preoperatoria de la vía aérea

Se propone integrar de manera sistemática el ultrasonido en la valoración preanestésica, particularmente la medición de la distancia piel-epiglotis, como complemento de las escalas clínicas tradicionales, con el objetivo de mejorar la identificación temprana de la vía aérea difícil.

2. Elaboración de un protocolo institucional de evaluación ultrasonográfica de la vía aérea

Se sugiere el desarrollo e implementación de un protocolo estandarizado que incluya las mediciones ecográficas con mayor capacidad predictiva, lo cual permitiría uniformar criterios, disminuir la variabilidad entre evaluadores y optimizar la toma de decisiones anestésicas en el Hospital General San Juan del Río.

3. Capacitación del personal médico en ultrasonido de la vía aérea

Se propone fortalecer la formación de médicos anestesiólogos y residentes mediante programas de capacitación y entrenamiento en ultrasonido de la vía aérea, con énfasis en la identificación de estructuras anatómicas y en la interpretación de las mediciones ecográficas relevantes.

4. Uso del ultrasonido para la planificación anticipada del manejo de la vía aérea

La información obtenida por ultrasonido puede emplearse para seleccionar de forma anticipada la estrategia más adecuada de intubación, el dispositivo óptimo y la disponibilidad de equipos avanzados, reduciendo el número de intentos fallidos y las complicaciones asociadas.

5. Desarrollo de futuras líneas de investigación

Se propone la realización de estudios multicéntricos, con muestras más amplias y muestreo probabilístico, que permitan validar los puntos de corte de las mediciones ecográficas y evaluar su reproducibilidad. Asimismo, se sugiere explorar la combinación de predictores clínicos y ecográficos mediante modelos predictivos o herramientas de inteligencia artificial.

6. Extensión del uso del ultrasonido a otros escenarios clínicos

Se plantea evaluar la utilidad del ultrasonido de la vía aérea en otros contextos, como cirugía de urgencia, pacientes con obesidad mórbida o en áreas críticas, con el fin de ampliar su aplicación clínica y fortalecer la seguridad del paciente.

XI. Bibliografía

1. Apfelbaum, J. L., Hagberg, C. A., Caplan, R. A., et al. (2022). Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*, 136(1), 31–81.
2. Chrimes, N. (2016). The Vortex approach: Management of the unanticipated difficult airway. *BJA Education*, 16(3), 98-101.
3. Cormack, R. S., & Lehane, J. (1984). Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*, 39(11), 1105-1111.

4. Frerk, C., Mitchell, V. S., McNarry, A. F., et al. (2015). Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *British Journal of Anaesthesia*, 115(6), 827-848.
5. Mallampati, S. R., Gatt, S. P., Gugino, L. D., et al. (1985). A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: A prospective study. *Canadian Anaesthetists' Society Journal*, 32(4), 429-434.
6. Patil, V. U., Stehling, L. C., & Zauder, H. L. (1983). Predicting the difficulty of intubation. *Anesthesiology Review*, 10, 32-33.
7. Samsoon, G. L. T., & Young, J. R. (1987). Difficult tracheal intubation: A retrospective study. *Anaesthesia*, 42(5), 487-490.
8. Walls, R. M., Murphy, M. F., & Luten, R. C. (2004). *Manual of Emergency Airway Management*. Lippincott Williams & Wilkins.
9. Cook, T. M., 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. *British Journal of Anaesthesia*, 106(5), 617-631.
10. Kheterpal, S., Han, R., Tremper, K. K., et al. (2009). Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology*, 110(4), 891-897.
11. Kristensen, M. S., Teoh, W. H., & Graumann, O. (2021). Ultrasonography for airway assessment in an anticipated difficult airway. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 65(5), 576-586.
12. You-Ten, K. E., Siddiqui, N., Teoh, W. H., & Kristensen, M. S. (2018). Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Canadian Journal of Anesthesia*, 65(4), 473-484.
13. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project. *Br J Anaesth*. 2011;106(5):617-31.
14. Aziz MF, Brambrink AM, Healy DW, et al. Success of intubation rescue techniques after failed direct laryngoscopy in adults: A retrospective

- comparative analysis from the Multicenter Perioperative Outcomes Group. *Anesthesiology*. 2016;125(4):656-66.
15. Katz JA, Avram MJ. 4th national audit project of the royal college of anaesthetists and the difficult airway society: Major complications of airway management in the United Kingdom: Report and findings. *Anesthesiology*. 2012;116(2):496–496.
 16. You-Ten KE, Siddiqui N, Teoh WH, Kristensen MS. Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Can J Anaesth*. 2018;65(4):473–84.
 17. Andruszkiewicz P, Wojtczak J, Sobczyk D, Stach O, Kowalik I. Effectiveness and validity of sonographic upper airway evaluation to predict difficult laryngoscopy. *J Ultrasound Med*. 2016;35(10):2243–52.
 18. Petrisor C, Szabo R, Constantinescu C, Prie A, Hagau N. 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. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2018;50(2):110–6.
 19. Wojtczak JA. Submandibular sonography: assessment of hyomental distances and ratio, tongue size, and floor of the mouth musculature using portable sonography. *J Ultrasound Med*. 2012;31(4):523–8.
 20. Gomes SH, Simões AM, Nunes AM, Pereira MV, Teoh WH, Costa PS, et al. Useful ultrasonographic parameters to predict difficult laryngoscopy and difficult tracheal intubation-A systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:671658.
 21. Kristensen MS, Teoh WH, Rudolph SS. Ultrasonographic identification of the cricothyroid membrane: best evidence, techniques, and clinical impact. *Br J Anaesth*. 2016;117 Suppl 1:i39–48.
 22. Gobatto AL, Besen BA, Cestari M, Pelosi P, Malbouisson LM. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy: A systematic review of randomized controlled trials and meta-analysis. *J Intensive Care Med*. 2020;35(5):445–52.

23. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*. 2015;62(4):413–23.
24. Lin MJ, Gurley K, Hoffmann B. Bedside ultrasound for tracheal tube verification in pediatric emergency department and ICU patients: A systematic review. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(10):e469–76.
25. Pfeiffer P, Bache S, Isbye DL, Rudolph SS, Rovsing L, Børghlum J. Verification of endotracheal intubation in obese patients - temporal comparison of ultrasound vs. auscultation and capnography. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012;56(5):571–6.
26. Abbasi S, Farsi D, Zare MA, Hajimohammadi M, Rezai M, Hafezimoghdam P. Direct ultrasound methods: a confirmatory technique for proper endotracheal intubation in the emergency department. *Eur J Emerg Med*. 2015;22(1):10–6.
27. Arya R, Schrifft D, Choe C, Al-Jaghbeer M. Real-time tracheal ultrasound for the confirmation of endotracheal intubations in the intensive care unit: An observational study. *J Ultrasound Med*. 2019;38(2):491–7.
28. Zamani HM, Sharifi MD, Rajabi H, et al. Screening Characteristics of Bedside Ultrasonography in Confirming Endotracheal Tube Placement; a Diagnostic Accuracy Study. *Emerg Tehran*. 2017;5(1):e19.
29. Sahu AK, Bhoi S, Aggarwal P, Mathew R, Nayer J, T AV, et al. Endotracheal tube placement confirmation by ultrasonography: A systematic review and meta-analysis of more than 2500 patients. *J Emerg Med*. 2020;59(2):254–64.
30. Zaytseva A, Kurepa D, Ahn S, Weinberger B. Determination of optimal endotracheal tube tip depth from the gum in neonates by X-ray and ultrasound. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33(12):2075–80.
31. Singh S, Jindal P, Ramakrishnan P, Raghuvanshi S. Prediction of endotracheal tube size in children by predicting subglottic diameter using ultrasonographic measurement versus traditional formulas. *Saudi J Anaesth*. 2019;13(2):93–9.

32. Hao J, Zhang J, Dong B, Luo Z. The accuracy of ultrasound to predict endotracheal tube size for pediatric patients with congenital scoliosis. *BMC Anesthesiol.* 2020;20(1):183.
33. Sutagatti JG, Raja R, Kurdi MS. Ultrasonographic estimation of Endotracheal Tube size in pediatric patients and its comparison with physical indices based formulae: A prospective study. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(5):UC05–08.
34. Uya A, Gautam NK, Rafique MB, Pawelek O, Patnana SR, Gupta-Malhotra M, et al. Point-of-care ultrasound in sternal notch confirms depth of endotracheal tube in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2020;21(7):e393–8.
35. Dong F, Zhu C, Xu H, Wang J, Zhu Y, Fan Q, et al. Measuring Endotracheal Tube Depth by Bedside Ultrasound in Adult Patients in an Intensive Care Unit: A Pilot Study. *Ultrasound Med Biol.* 2017;43(6):1163–70
36. Anushaprasath, U, Kumar M, Kamal, M, Bhatia, P Kalaria, N, Paliwal, B, Gupta SK, Mohammed, S, Sharma, A. Evaluation and comparison of sonographic difficult airway assessment parameters with clinical airway predictors. (2024) *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* Jul-Sep; 40(3) 422-431.
37. Falcetta, S, Cavallo, S, Gabbanelli, V, Pelaia, P, Sorbello, M, Zdravkovic, I, Donati, A (2018) Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy. *European Journal of Anaesthesiology* 35(8): 605-612. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000832
38. Hinojosa Castro, C. (2024). *Predicción de intubación difícil empleando distancia piel a epiglotis medido por ultrasonido en el Centro Médico Naval 2024.* <https://hdl.handle.net/20.500.12727/15881>
39. Marquez, A.P. et al (2025) Evaluación de mediciones ecográficas como predictor de vía aérea difícil. *Revista Chilena de Anestesia* Vol. 54 Núm. 6 pp. 885-890 <https://doi.org/10.25237/revchilanestv54n6-15>

40. Reyes MHA, Montelongo FJ, Tapia VR, et al. Predicción de vía aérea difícil a través de escalas clínicas versus ultrasonográficas. Med Crit. 2024;38(8):659-663. doi:10.35366/120012.
41. Zhou CM, Wang Y, Xue Q, Yang JJ, Zhu Y. Predicting difficult airway intubation in thyroid surgery using multiple machine learning and deep learning algorithms. Front Public Health. 2022 Aug 10;10:937471. doi: 10.3389/fpubh.2022.937471 [Predicting difficult airway intubation in thyroid surgery using multiple machine learning and deep learning algorithms - PMC](#)

Índice de cuadros

<i>Tabla 1.</i>	16
<i>Gráfica 1.</i>	17
<i>Gráfica 2.</i>	18
<i>Gráfica 3.</i>	19
<i>Gráfica 4.</i>	20
<i>Tabla 2.</i>	20
<i>Anexo 1. Carta de consentimiento informado para participar en el estudio</i>	32
<i>Anexo 2. Hoja de datos para análisis</i>	33

XII. Anexos

Anexo 1. Carta de consentimiento informado para participar en el estudio

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Título del Estudio:

"Uso de ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General San Juan del Río"

Investigador Principal:

Maria de Lourdes Mora Torres
Departamento de Anestesiología
Hospital General San Juan del Río

Objetivo del Estudio:

El propósito de este estudio es evaluar la utilidad del ultrasonido tiroideo como herramienta para predecir la vía aérea difícil en pacientes que serán sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general. Se compararán los resultados obtenidos mediante ultrasonido con las escalas tradicionales de predicción de la vía aérea difícil (Mallampati, Cormack-Lehane, entre otras).

Procedimientos Involucrados:

Su participación en el estudio consiste en que realice un ultrasonido en cuello para la evaluación de predictores de vía aérea.

1. Evaluación de la vía aérea preoperatoria mediante las escalas tradicionales de predicción (Mallampati y Cormack-Lehane).
2. Evaluación mediante ultrasonido para medir la distancia tiromentoniana, el espesor del cartilago tiroideo y otros parámetros relacionados con la vía aérea.
3. Procedimiento de intubación en el contexto de la anestesia general

Posibles Beneficios del Estudio:

El estudio podría proporcionar información valiosa sobre la efectividad del ultrasonido en la predicción de la vía aérea difícil, lo que podría mejorar la seguridad en el manejo de la vía aérea en el futuro.

Posibles Riesgos y Molestias:

El ultrasonido no presenta riesgos conocidos para su salud y no debería causarle molestias. La evaluación de la vía aérea mediante las escalas tradicionales tampoco conlleva riesgos significativos. Los riesgos principales asociados a la intubación son inherentes a cualquier procedimiento quirúrgico bajo anestesia general, pero serán manejados por profesionales capacitados para minimizar cualquier complicación.

Confidencialidad:

Toda la información recopilada durante el estudio será tratada con la más estricta confidencialidad. Los resultados obtenidos se utilizarán únicamente con fines de investigación y no se divulgarán sin su consentimiento. Los datos serán anonimizados para garantizar su privacidad y se le informará su tipo de vía aérea posterior a realizar el ultrasonido.

Participación Voluntaria:

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Puede decidir no participar o retirarse en cualquier momento sin que esto afecte la atención médica que recibirá durante su procedimiento quirúrgico. Si decide retirarse, no enfrentará consecuencias negativas en su tratamiento, ni en atenciones futuras en este hospital.

Contacto para Preguntas e Inquietudes:

Si tiene alguna pregunta sobre el estudio, los procedimientos involucrados o desea obtener más información antes de tomar su decisión, puede contactar al investigador principal:

Dra. Maria de Lourdes Mora Torres

Cel. 4431717982

Correo: drameratorres@gmail.com

Declaración de Consentimiento:

Yo, _____, confirmo que he leído (o se me ha leído) la información anterior sobre el estudio y que entiendo los procedimientos, riesgos y beneficios posibles. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Por lo tanto, doy mi consentimiento para participar en este estudio de investigación.

Firma del Paciente:

[Nombre del Paciente]

Fecha: _____

Firma del Investigador:

[Nombre del Paciente]

Fecha: _____

"Uso de ultrasonido como predictor de vía aérea difícil en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital General San Juan del Río"											
Iniciales:			Fecha:			Género: M F					
Expediente:						Edad:					
Teléfono:					Dirección:						
Antecedentes Personales Patológicos (alergias, comorbilidades):											
Ocupación		Empleado		Autoempleado		Ama de casa		Jubilado o pensionado		Desempleado	
Tabaquismo:		Activo actual		Pasivo actual		Activo abandonado		Pasivo abandonado		Negado	
Alcoholismo		Todos los días		3 veces por semana		1 vez por semana		3 o menos veces por mes		Negado	
Diabetes Mellitus		Sí				No					
Hipertensión arterial		Sí				No					
Dislipidemia		Sí				No					
Obesidad		Sobrepeso		Obesidad I		Obesidad II		Obesidad III		Obesidad IV	
Mallampati		Clase I		Clase II		Clase III		Clase IV			
Laringoscopia directa		Sí		No		Videolaringoscopia			Sí		No
Cormack-Lehane		Grado _____				POGO			_____ %		
Distancia hiomental en posición neutra		< 3.43		> 4.55		Distancia piel-hueso hioides			> 1,28		< 1,28
Distancia hiomental en posición extendida		< 5.5		> 5.5		Distancia piel-epiglotis			> 2,8		< 2,8
Distancia piel-cuerdas vocales		> 2.8		< 1.75		Intubación			Fácil		Difícil
									Fallido		

Anexo 2. Hoja de datos para análisis