



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**Facultad de Medicina**  
**División de Estudios de Posgrado e Investigación**  
**Programa Único de Especializaciones Médicas**

**Especialidad Médica en Anestesiología**  
**Hospital Médica Sur**

**UTILIDAD DE LA EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA CON ULTRASONIDO COMO  
PREDICTOR DE LARINGOSCOPIA DIFÍCIL**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
**Especialista en Anestesiología**

Presenta:  
**Dra. Marcela Leal García**

Tutores de tesis:  
**Dr. Manuel Méndez Beltrán**  
Profesor asociado al curso de Anestesiología en Hospital Médica Sur

Dr. Raúl Guillén Rojas  
Adscrito al servicio de Anestesiología en Hospital Médica Sur

Ciudad Universitaria, CD. MX., Octubre del 2021.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **INVESTIGADORES**

- Investigadores Responsables:

Dr. Manuel Méndez Beltrán

Profesor asociado al curso de Anestesiología en Hospital Médica Sur

Dr. Raúl Guillen Rojas

Adscrito al servicio de Anestesiología en Hospital Médica Sur

- Investigador Principal:

Dra. Marcela Leal García

Residente de tercer año de Anestesiología

- Investigadores asociados:

Dr. Guillermo Castorena Arellano

Profesor titular del curso de Anestesiología en Hospital Médica Sur

Dra. Mariana Calderón Vidal

Profesor adjunto del curso de Anestesiología en Hospital Médica Sur

## **SEDE**

Servicio de Anestesiología en Hospital Médica Sur

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| I. Antecedentes                                 | 5  |
| II. Marco de referencia                         | 6  |
| III. Planteamiento del problema                 | 10 |
| IV. Justificación                               | 10 |
| V. Objetivos                                    | 10 |
| VI. Hipótesis                                   | 11 |
| VII. Diseño                                     | 11 |
| VIII. Material y métodos                        | 12 |
| IX. Validación de datos                         | 18 |
| X. Consideraciones éticas y protección de datos | 19 |
| XI. Descripción de procedimientos               | 23 |
| XII. Resultados                                 | 25 |
| XIII. Discusión                                 | 34 |
| XIV. Conclusiones                               | 36 |
| XV. Referencias                                 | 37 |

## ANTECEDENTES

El reconocimiento de la vía aérea difícil es fundamental para el anesthesiólogo, existe una incidencia de 5.8% de vía aérea difícil (VAD) en la población general sin obesidad, en pacientes con obesidad la incidencia aumenta al 15.8% (1). Las guías de manejo de vía aérea difícil de la ASA la definen como una situación clínica en la que un anesthesiólogo entrenado presenta dificultad para ventilar o intubar a un paciente (3). Las guías canadienses de VAD reportan una incidencia de laringoscopia difícil, en la escala de Cormack-Lehane III y IV de 0.8-7.0% dentro de la sala de operaciones (2). Laringoscopia difícil se define como imposibilidad para visualizar las cuerdas vocales y puede clasificarse de acuerdo a la escala de Cormack-Lehane como la presencia de un grado III o IV (3). La laringoscopia difícil puede ser predicha con diversas escalas (4) con bajos índices de sensibilidad y especificidad (5).

Recientemente ha cobrado relevancia la evaluación de la vía aérea mediante ultrasonido ya que: es rápido, seguro, repetible, portátil y ofrece imágenes dinámicas en tiempo real (6).

El uso del ultrasonido (USG) para predecir una vía aérea difícil ha resultado con éxito en pacientes obesos sometidos a cirugía, en comparación con las escalas de valoración clínica (7), sin embargo en otro estudio con pacientes obesos el uso del USG falló para predecir una vía aérea difícil (8). Koundal y cols en un reciente estudio demostraron una mejor correlación de los valores medidos por ultrasonido: grosor del tejido blando a nivel del hueso hioides, distancia de la piel a la epiglotis, y el índice espacio pre-epiglótico/ distancia de epiglotis a cuerdas vocales (PreE/E-VC) siendo este último el que mejor correlación tuvo (18).

## MARCO DE REFERENCIA

En el campo de la anestesiología la principal causa de morbilidad es relacionada al manejo de la vía aérea. Es por eso que se ha intentado encontrar la manera de predecir una vía aérea difícil mediante escalas de valoración y actualmente se ha intentado el uso del ultrasonido. La asociación de vía aérea difícil de Inglaterra en las guías del 2015 sobre manejo de vía aérea difícil no anticipada mencionan que la valoración preoperatoria de vía aérea debe ser realizada de forma rutinaria para identificar factores que puedan predecir una VAD y planear una estrategia para disminuir el riesgo de complicaciones, sin embargo estos factores no son siempre confiables (9). Las escalas que se utilizan con mayor frecuencia para predecir una vía aérea difícil son: Clasificación de Mallampati modificado que evalúa la visibilidad de las estructuras de la orofaringe cuando la boca se encuentra abierta al máximo con protrusión de la lengua, la divide en 4 clases: 1, paladar blando, fauces, úvula y pilares; 2, paladar blando, fauces y úvula; 3, paladar blando y base la úvula; 4, no se visualiza paladar blando. La clasificación de Patil-Aldrete que se refiere a la distancia tiromentoniana (DTM) es la distancia entre la muesca del borde superior del cartílago tiroideos y el mentón medido con el cuello en extensión, se divide en 3 clases: 1, >6.5 cm; 2, 6-6.5 cm; 3, < 6 cm. La movilidad cervical o Bellhouse-dore se evalúa con el paciente en posición sentada con cabeza en extensión completa, valora la reducción de la extensión de la articulación atlanto-occipital en relación a los 35° de normalidad, se divide en 4 grados: 1, ninguna limitante; 2, 1/3 de limitación; 3. 2/3 de limitación; 4, completa limitante. La protrusión mandibular mide el rango del movimiento de la mandíbula, solicitando al paciente que mueva los dientes inferiores hacia el frente pasando la distancia de los dientes superiores y mordiendo con los dientes inferiores el labio superior, con la siguiente clasificación: 1, los incisivos inferiores se extienden sobre borde vermilion del labio superior; 2, los incisivos inferiores muerden el labio superior pero no se extiende sobre el borde vermilion; 3, los incisivos inferiores no muerden el labio superior. De acuerdo a una revisión sistemática del 2019 sobre 62 estudios donde se realizó valoración de estas escalas para predecir intubación difícil, se encontró que un Mallampati modificado > o = a III presenta una sensibilidad de 55% y especificidad de 87%, la distancia tiromentoniana dentro del rango <4-<7 cm tiene sensibilidad de 45% y especificidad de 86% y la protrusión mandibular clase 3 mostró una sensibilidad de 60% y especificidad de 96%(10).

La visualización de la laringe a la laringoscopia directa fue descrita por primera vez por Cormack y Lehane en 1984 y se divide en 4 grados: Grado I, visualización de la apertura

laríngea completa; Grado II, visualización únicamente de la parte posterior de la apertura laríngea; Grado III, visualización de la epiglotis; y Grado 4, visualización solo del paladar blando. Los grados III y IV de la escala de Cormack-Lehane entran comúnmente dentro de la definición de laringoscopia difícil. Tomando en cuenta que se debe tener al paciente en la mejor posición (11). La técnica utilizada para realizar una laringoscopia tradicional consiste en alinear los 3 ejes visuales de la vía aérea: oral, faríngeo y laríngeo, esto se logra colocando al paciente en la posición de “olfateo” que consta de dos componentes: flexión cervical y extensión atlanto-occipital. La flexión cervical aproxima los ejes faríngeo y laríngeo y la extensión atlanto-occipital intenta alinear el eje oral con los otros dos (12).

Adnet y colaboradores realizaron un puntaje que describe el espectro de intubación difícil (IDS), las variables a evaluar son: número de intentos adicionales, a cada intento adicional se le suma 1 punto; número de operadores adicionales que realicen directamente un intento de intubación, cada operador adicional suma 1 punto; número de técnicas de intubación alternativas, cada técnica alterna suma 1 punto: Reposición del paciente, cambio de material (hoja, tubo ET, agregar estilete), cambio de abordaje (orotraqueal/nasotraqueal) o uso de otra técnica (dispositivo alterno). Se deben describir los diferentes tipos de técnicas en orden cronológico; escala de visualización de Cormack-Lehane menos 1 grado, donde Grado I = 0 puntos, Grado II = 1 punto, Grado III = 2 puntos, Grado IV = 3 puntos, si se realiza intubación exitosa a ciegas en el primer intento es = 0 puntos; necesidad de fuerza de elevación excesiva, basada en la impresión del operador; necesidad de presión laríngea y aducción de cuerdas vocales. A cada variable se le asigna 1 punto, y dificultad para la intubación se define como un puntaje IDS mayor a 5 indicando dificultad moderada a alta (13).

El ultrasonido de vía aérea superior puede ser un método de evaluación clínica bastante útil que se realiza a la cama del paciente, Singh Mandeep y colaboradores (14) evaluaron en 24 pacientes voluntarios diferentes estructuras de la vía aérea con ultrasonido, reportando que se pueden visualizar las siguientes estructuras: Hueso hioides, un punto de referencia importante ya que separa la vía aérea superior en dos puntos clave para escanear: región suprahioides e infrahioides. El hueso hioides puede visualizarse con el transductor en forma transversa y se visualiza como una sombra en U invertida hiperecoica superficial. Para examinar la región infrahioides el uso del transductor lineal en posición transversal fue de mayor utilidad. Dentro de la región infrahioides se encuentran las estructuras importantes para evaluar predictores de vía aérea difícil: La epiglotis se visualiza a través de la membrana tirohioides como una estructura curvilínea

hipoecoica, se puede visualizar de forma más fácil al pedirle al paciente que trague saliva o al protruir la lengua. La epiglotis se encuentra rodeada en la parte anterior por el espacio pre-epiglótico el cual es hiperecoico y en la parte posterior por una interfaz brillante linear aero-mucosa. El cartílago tiroideos aparece como una estructura linear hipoecoica en forma de V invertida donde se pueden visualizar las cuerdas vocales falsas y verdades. Cuerdas vocales: se visualizan en 3 posiciones, 1, en membrana tiroiioidea. 2, en cartílago tiroides. 3, membrana cricotiroidea sin embargo la mejor ventana para visualizar las cuerdas vocales es a la altura del cartílago tiroides donde se visualizan las cuerdas falsas y verdaderas al deslizar el transductor en dirección cefalocaudal. Las cuerdas vocales verdaderas aparecen como 2 estructuras triangulares hipoecoicas; las cuerdas vocales falsas se encuentran paralelas y cefálicas a las cuerdas vocales verdades y de apariencia más hiperecoica. Se pueden distinguir durante la fonación observando las cuerdas vocales verdades que se acercan a la línea media y las falsas permanecen inmóviles.

El uso del ultrasonido de vía aérea para predecir una intubación difícil no se considera aún de rutina sin embargo se han realizado varios estudios para determinar las medidas que serían de mayor utilidad. En 2011 Adhikari et al realizaron un estudio piloto para determinar la utilidad del ultrasonido en la intubación difícil en donde midieron en 51 pacientes el grosor del tejido blando de la parte anterior del cuello, encontrando correlación con el grosor de los tejidos a nivel del hueso hioides y de la membrana tiromentoniana con la dificultad a la laringoscopia, sin embargo siendo una muestra pequeña tiene sus limitaciones (15). Jinhong Wu et al realizaron un estudio para predecir vía aérea difícil en donde se valoró con USG la distancia de la piel al hueso hioides, la distancia de la piel a la epiglotis y la distancia de la piel a la comisura anterior de las cuerdas vocales y se encontró que las medidas de corte que se relacionaron con dificultad a la laringoscopia fueron  $>1.40$  cm,  $>2.1$  cm y  $>1.1$  cm respectivamente (16). Recientemente Falchetta et al evaluaron en 301 pacientes el grosor de los tejidos blandos cervicales a nivel de la membrana tiroiioidea donde midieron las distancia de la piel a la epiglotis y a nivel de las cuerdas vocales midiendo la distancia de la piel al ápex de las cuerdas vocales, utilizando estas regiones ya que en una situación de emergencia son las más simples de visualizar. Encontrando que una distancia de piel a epiglotis  $>2.5$  cm puede predecir un Cormack-Lehane IIb, no se encontró ninguna correlación entre la distancia de la piel al ápex de las cuerdas vocales con una laringoscopia difícil (17). En diciembre de 2019 Vishal Koundal evaluaron en 200 pacientes el grosor de los tejidos

blandos del cuello con ultrasonido a nivel del hueso hioides, epiglotis y distancia de epiglotis al punto medio de las cuerdas vocales concluyendo que los valores de corte óptimos para predecir una laringoscopia difícil con su respectiva sensibilidad y especificidad son: distancia de piel a hueso hioides de  $\geq 1.12$  cm (48%, 82%); distancia de piel a epiglotis  $\geq 1.615$  cm (89.7%, 64.8%); relación entre espacio pre-epiglótico y distancia de epiglotis a punto medio de las cuerdas vocales (Pre-E/E-VC)  $\geq 1.77$  cm (82%, 80%). En ese estudio los parámetros ultrasonográficos que presentaron una fuerte correlación positiva como predictores de laringoscopia difícil fueron la relación Pre-E/E-VC y distancia de piel a epiglotis. Sugiriendo que el uso del USG debe ser incorporado en la evaluación pre anestésica de la vía aérea. (18)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la asociación entre la distancia medida con ultrasonido a nivel del hueso hioides, epiglotis y cuerdas vocales, con los Grados III-IV de la escala de Cormack-Lehane a la laringoscopia directa?

## **JUSTIFICACIÓN**

Predecir una vía aérea difícil es de suma importancia para el anestesiólogo ya que el incidente más frecuente durante la anestesia está relacionado al manejo de la vía aérea, presentando riesgos como hipoxemia, bradicardia y paro. Actualmente las escalas de valoración clínica para predecir una vía aérea difícil son poco sensibles y específicas por lo que hay pacientes que presentan una laringoscopia difícil inesperada lo cual podría poner en riesgo la vida del paciente. El uso del ultrasonido puede identificar a los pacientes con probable laringoscopia difícil con mayor éxito que las escalas de valoración clínica, es una herramienta sencilla, no invasiva y rápida por lo que se puede utilizar en todos los pacientes. Identificar en la valoración preoperatoria a los pacientes con laringoscopia difícil ayuda al anestesiólogo a realizar un plan para el manejo adecuado de la vía aérea en caso de presentarse con dificultad, disminuyendo así incidentes y riesgos para el paciente durante la anestesia. Actualmente ya existen estudios que han evaluado estas valoraciones, sin embargo ninguno de ellos se ha realizado en población latina.

## **OBJETIVOS**

Principal: Determinar la asociación que existe entre la distancia medida con ultrasonido a nivel del hueso hioides, epiglotis y cuerdas vocales con los grados III-IV de la escala de Cormack-Lehane a la laringoscopia directa.

Secundario: Comparar las medidas del ultrasonido de vía aérea con las escalas clínicas para predecir laringoscopia difícil.

## **HIPÓTESIS**

Hipótesis: Existe una asociación positiva entre la distancia medida con USG a nivel del hueso hioides, epiglotis y cuerdas vocales con un grado III-IV en la escala de Cormack-Lehane a la laringoscopia directa.

## **DISEÑO**

10.1. Manipulación por el investigador

- Observacional, prospectivo

10.2. Grupo de comparación

- Descriptivo

10.3. Seguimiento

- Transversal

10.4. Asignación de la maniobra

- No aleatorio

10.5. Evaluación

- Ciego

10.6. Participación del investigador.

- Observacional

10.7. Recolección de datos

- Prolectivo

## MATERIAL Y MÉTODOS

1. Universo de estudio. Pacientes mayores de 18 años, programados para cirugía bajo anestesia general con indicación de intubación orotraqueal.

2. Tamaño de la muestra.

a) Estudio descriptivo, la frecuencia con que se presenta el evento principal es de 6% con margen de error de: 5% con nivel de potencia de la prueba de 95%.

Número total de casos del estudio: 87

Número de pacientes para recolectar: 100

3. Muestreo.

- No probabilística: Consecutivo

4. Criterios de Selección:

Criterios de Inclusión.

Pacientes  $\geq 18$  años, programados para cirugía electiva, con indicación de anestesia general con intubación orotraqueal, en el hospital Médica Sur dentro de los meses Abril 2021 – Julio 2021

Criterios de exclusión.

Mujeres embarazadas, anodoncia, tumores en cuello, antecedente de traqueostomía, malformaciones en cabeza y cuello, indicación de intubación con secuencia rápida, quemaduras faciales, antecedente de intubación difícil en cirugías previas, no cooperadores, cirugía previa de cuello, antecedentes de radioterapia en cuello, pacientes con indicación de uso de dispositivo de vía aérea avanzada.

Criterios de eliminación.

Pacientes que presenten vómito durante la inducción de la anestesia, broncoaspiración, convulsiones.

## 5. Definición de variables

| Independientes. <b>(CAUSA)</b>   |                                      | Dependientes. <b>(EFECTO)</b>                 |                                      |
|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Variable   | Escala (intervalo, ordinal, nominal) | Variable                                      | Escala (intervalo, ordinal, nominal) |
| Género   | Nominal                              | Número de intentos >1                         | Numérica discreta                    |
| Edad   | dicotómica                           | Número de operadores >1                       | Numérica discreta                    |
| IMC  | Numérica discreta                    | Número de técnicas de intubación alternativas | Numérica discreta                    |
| ASA-PS   | Intervalo                            | Tipo de técnica alterna                       | Nominal                              |
| Mallampati   | Ordinal                              | Grado Cormack-Lehane - 1                      | Ordinal                              |
| Patil-Aldrete  | Ordinal                              | Presión laríngea externa                      | Nominal dicotómica                   |
| Protrusión mandibular  | Ordinal                              | Fuerza de elevación excesiva                  | Nominal dicotómica                   |
| Bellhouse-dore   | Ordinal                              |   |                                      |
| Distancia de piel a hueso hioides (US)   | Numérica continua                    |   |                                      |
| Distancia de piel a epiglotis (US)   | Numérica continua                    |   |                                      |
| Distancia de epiglotis a cuerdas vocales (US)  | Numérica continua                    |   |                                      |
| Relación P-E/E-CV (espacio pre epiglótico/ distancia epiglotis a punto medio de las cuerdas vocales) | Numérica continua                    |   |                                      |

Nota:

-Número de operadores: número de operadores adicionales que realicen directamente un intento de intubación.

-Técnica de intubación alternativa: Necesidad de reposicionar al paciente, cambio de material (hoja, tubo ET, agregar estilete), cambio de abordaje (oro-traqueal/nasotraqueal) o uso de otra técnica (dispositivo alterno).

## 5. Diagrama de flujo





## 7. Calendario.

- a) Revisión bibliográfica: 3 meses
- b) Elaboración del protocolo: 4 meses
- c) Obtención de la información: 4 meses. Se pretende recabar la información de 2 pacientes por día. (De acuerdo a la base de datos del total de cirugías realizadas en un año que cuentan con las características del protocolo, se realizan aproximadamente 3000 cirugías por año).
- d) Procesamiento y análisis de los datos: 1 mes
- e) Elaboración del informe técnico final: 1 mes
- f) Divulgación de los resultados: 1 mes

Fecha de inicio: Noviembre 2020 terminación: Julio 2021.

- a) Revisión bibliográfica: Noviembre 2020.
- b) Elaboración de protocolo: Noviembre 2020 a Febrero 2021.
- c) Obtención de información: Abril 2021 a Julio 2021.
- d) Procesamiento y análisis de los datos: Agosto 2021.
- e) Elaboración del informe técnico final: Agosto 2021.
- f) Divulgación de los resultados: Septiembre 2021.

## 8. Recursos.

### *Recursos Humanos.*

Investigador principal: Marcela Leal García

Actividad: Revisión bibliográfica, Elaboración de protocolo, obtención de información, elaboración de informe técnico final, análisis de datos.

Número de horas por semana: 14 horas.

Investigador responsable: Manuel Méndez Beltrán

Actividad: Revisión bibliográfica, supervisión de la elaboración de protocolo, recabar información de pacientes.

Número de horas por semana: 5 horas

Investigador: Raúl Guillen Rojas

Actividad: Supervisión de la elaboración de protocolo, obtención de información, análisis de datos.

Número de horas por semana: 4 horas

Investigador: Guillermo Castorena Arellano

Actividad: Revisión bibliográfica, obtención de información, divulgación de resultados.

Número de horas por semana: 4 horas

Investigador: Mariana Calderón Vidal

Actividad: Revisión bibliográfica, obtención de información.

Número de horas por semana: 4 horas

*Recursos materiales.*

Los recursos que se requiere adquirir son:

Ultrasonido, transductor lineal, gel conductor. Proveedor: Área de anestesiología.

*Recursos financieros.*

No aplica ya que se cuenta con ultrasonido en el área quirúrgica, el cual es utilizado por el servicio de anestesiología de manera rutinaria para realizar diversos procedimientos y no presenta cargos para el paciente.

## VALIDACIÓN DE DATOS

El tamaño muestral se calculó con una frecuencia de 6% de intubación difícil con un nivel de potencia de la prueba de 95%, dando un tamaño muestral de 87, se incluyeron 100 pacientes. Los datos fueron registrados en Excel y para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS v21 para Windows. Se realizaron pruebas de normalidad con Kolmogorov-Smirnov, aquellas con distribución normal se describen con media y desviación estándar (DE) y analizaron con t de Student, y aquellas sin distribución normal se describen con mediana, mínimo y máximo y se analizaron con U de Mann-Whitney, se consideró un valor de  $p < 0.05$  como significativo. El valor predictivo de las pruebas se evaluó calculando la sensibilidad, especificidad y razón de verosimilitud + y -. La evaluación de las puntuaciones de corte óptimas se realizó con curvas de característica operativa del receptor (ROC) y se calculó el área bajo la curva (AUC) para conocer la precisión de los parámetros medidos por ultrasonido.

Presentación de datos:

1. Tabla con variables demográficas y preoperatorias.
2. Tabla de medias y desviación estándar.
2. Diagrama de dispersión

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS Y PROTECCIÓN DE DATOS**

"Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección II, investigación con riesgo mínimo, se anexa hoja de consentimiento informado. Ej.- Estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamiento rutinarios,

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

### ***“Utilidad de la evaluación de vía aérea con ultrasonido como predictor de la laringoscopia difícil”***

***Marcela Leal García***

***R3 Anestesiología. Tel. 5579660640***

Antes de confirmar su participación en este estudio, es importante que entienda en qué consiste, cuales son los beneficios, riesgos y requisitos. Por favor lea detenidamente este documento, analícelo con calma y haga las preguntas necesarias. El personal del estudio le explicará cualquier información que no entienda.

#### **FINALIDAD DEL ESTUDIO**

*Relacionar las medidas obtenidas en el estudio de imagen de vía aérea superior por ultrasonido con la dificultad para visualizar las cuerdas vocales a la intubación.*

#### **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

*El ultrasonido es un estudio de imagen no invasivo, no doloroso, donde se aplicará un gel en la piel y mediante un transductor se podrá visualizar la vía aérea superior.*

#### **PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO**

*Se posicionará acostado con la cabeza neutra, el gel se aplica en el transductor del ultrasonido que posteriormente se pondrá sobre la piel en la región del cuello sin hacer presión, para visualizar la imagen. Tiene una duración de máximo 3 minutos. Y al finalizar se limpiará el gel con una toalla de papel.*

#### **RIESGOS Y POSIBLES MOLESTIAS**

*Puede presentar molestias como son: frío, sensación pegajosa en el cuello. Así como riesgos: enrojecimiento de la zona del cuello o alergia al gel transductor presentando comezón, salpullido. En caso de presentarse algún problema antes mencionado se tomaran acciones: administración de medicamentos contra alergias. Siendo atendido en este hospital.*

#### **PARTICIPACIÓN Y TERMINACIÓN**

Su participación en este estudio es voluntaria. Usted tiene la opción de no aceptar o bien, renunciar en el momento que usted lo desee, sin que esto repercuta en la calidad de la atención médica. En caso de surgir durante el estudio información relevante, se le informará inmediatamente para que pueda evaluar libremente si continúa o no dentro del estudio. El Investigador principal, también tiene la libertad de suspender su participación en el estudio en caso de identificar incumplimiento por su parte, o bien, con el fin de proteger su salud.

## **RESPONSABILIDADES DEL PARTICIPANTE**

*Permanecer en ayuno de acuerdo a las indicaciones previas a su cirugía.*

## **COSTOS ASOCIADOS A SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

*Su participación en el estudio no presenta ningún costo, ya que el uso del ultrasonido es una herramienta adquirida por el servicio de anestesiología para su uso dentro del área quirúrgica.*

## **CONFIDENCIALIDAD**

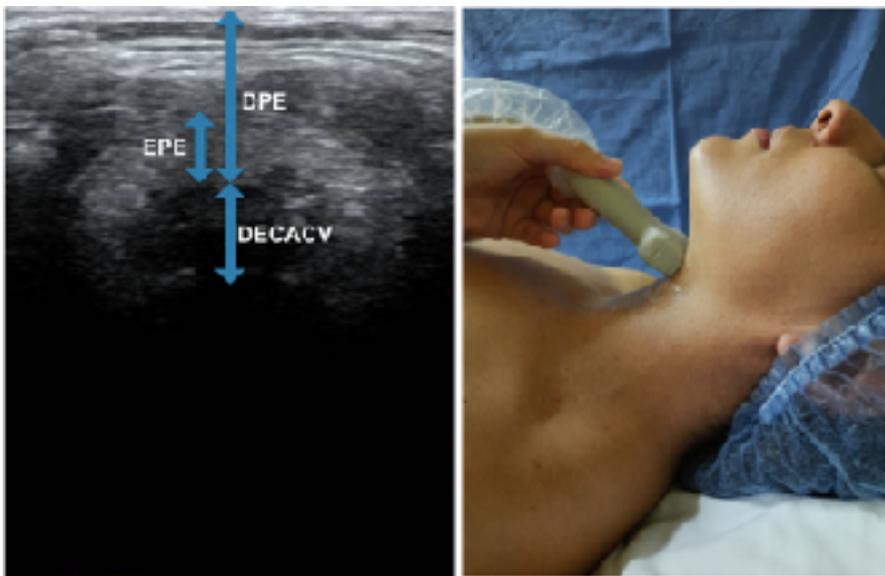
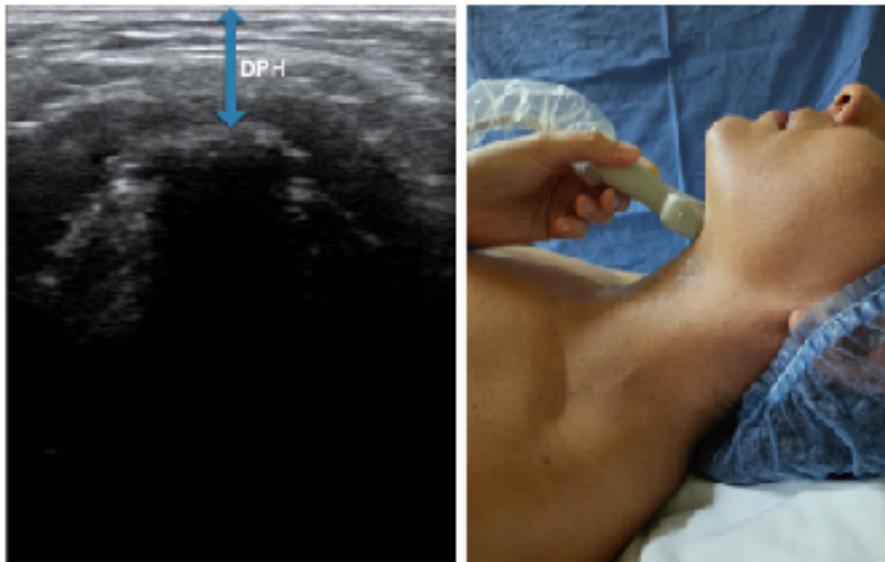
Toda la información correspondiente a su estado de salud y datos personales será manejada de manera estrictamente confidencial por el equipo de investigación.

Para consultar mis derechos, puedo contactar al Comité de Ética e Investigación en Estudios Humanos, al teléfono 5424-7200 Ext. 4157



## DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Previa firma del consentimiento informado se realizará la valoración el día de la cirugía (en el área de pre anestesia) a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión. Durante la valoración preoperatoria se recolectarán los datos de las variables clínicas a estudiar y las escalas clínicas de predicción de vía aérea difícil: Escala de Mallampati modificado, se medirá con el paciente en posición de sedestación sobre su camilla, se le pedirá que abra la boca, protruya la lengua y realice una fonación para que la base de la lengua descienda y se expongan las estructuras de la faringe; escala de distancia tiromentoniana (Patil-Aldrete) se medirá con el paciente en posición supina y el cuello en extensión utilizando una cinta métrica; escala de Bellhouse-Doré se medirá con el paciente sentado con cabeza en extensión completa y escala de protrusión mandibular, pidiéndole al paciente que intente morder su labio superior con la dentadura inferior. Se utilizará ultrasonido portátil (general electric), con transductor lineal de 10-13MHz. Se le pedirá al paciente adopte la posición de decúbito supino con posición de la cabeza neutral, sin extensión del cuello. El transductor del USG se colocará en posición transversal submandibular para buscar el hueso hioides el cual se visualiza como una sombra en U invertida hiperecoica superficial midiendo la distancia de la piel al hueso hioides, posteriormente se colocará sobre el cuello a la altura de la membrana tirohioidea y se buscará la epiglotis la cual se muestra como una estructura curvilínea hipoecoica con borde delimitado por una interface aero-mucosa lineal hiperecoica, se medirá la distancia de piel a epiglotis (espacio pre-epiglótico) tomando como referencia la línea media. Se medirá a la altura del cartílago tiroides la distancia de la epiglotis a la comisura anterior de las cuerdas vocales con el transductor en posición transversa, las cuales se muestran como una estructura en forma de V hiperecoica. Con las medidas del espacio pre epiglótico y distancia de epiglotis a punto medio de las cuerdas vocales se obtendrá la relación de estas dos (P-E/E-CV).



DPH: Distancia de piel a laringe, DPC: Distancia de piel a epiglottis, DPCACV: Distancia de piel a comisura anterior de cuerdas vocales, EPE: Espacio preepiglótico, DECACV: Distancia de epiglottis a comisura anterior de las cuerdas vocales.

## RESULTADOS

Se incluyeron 100 pacientes adultos sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general con incubación orotraqueal. La población estudiada fue un grupo de edad entre 18 a 90 años, de ellos 45% hombres y 55% mujeres. El índice de masa corporal (IMC) osciló entre 17.2 y 39.9kg/m<sup>2</sup>, siendo el peso y el IMC significativamente mayor en los pacientes pertenecientes a CL 3 y 4 (p 0.01 y p 0.001, respectivamente) (Tabla 1). Se encontró que 41% tenían CL grado 1, 32% CL grado 2, 20% CL grado 3 y 7% CL grado 4, por lo tanto, la incidencia de laringoscopia difícil fue del 27%. El 59% de los pacientes se clasificó como ASA-PS 2. La tabla 1 muestra la distribución del grado de CL en comparación con las variables medidas. El grupo de laringoscopia "Fácil" clasificado como una visión de CL 1 y 2 tuvo una mediana de DPH de 0.77cm, y en el grupo de laringoscopia "Difícil" con visión de CL 3 y 4 la mediana fue de 1.06cm, encontrándose una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (P 0.0001). En el caso de la DPE, DPCACV y EPE las diferencias entre grupos también fueron significativas (DPE mediana de 1.6cm vs 1.83cm, p 0.0001, DPCACV mediana 0.68cm vs 0.81cm, p 0.0001, EPE media de 0,65cm vs 0.74cm, p 0.002). Las diferencias entre grupos también fue significativa en los parámetros clínicos de Mallampati, protrusión mandibular y Patil-Aldrete (p 0.003, p 0.002 y p 0.002, respectivamente).

Se llevó a cabo el análisis de estimación de riesgo, donde la DPH obtuvo un OR de 5.042 con un IC 95% de 3.136 a 8.106 y una p de 0.001, por lo que se consideró significativa su probabilidad de asociación positiva a laringoscopia difícil para esta población. La DPE y R-DPE/DECACV también resultaron con asociación positiva para laringoscopia difícil (OR 3.36, IC 95% 1.38 a 8.13, p 0.002 y OR 3.95, IC 95% 2.8 a 5.5, p 0.07, respectivamente).

Utilizando una curva ROC (Tabla 3), se encontró que una DPH  $\geq 1.12$ cm se asoció a laringoscopia difícil (AUC 0.890, p 0.0001) con una sensibilidad del 40% y especificidad del 98%. En el caso de la DPE, se asoció a laringoscopia difícil con un punto de corte  $\geq 1.615$ cm (AUC 0.691, p 0.004) con sensibilidad de 81% y especificidad del 52%, y la R-DPE/DECAV con punto de corte  $\geq 1.77$ cm de igual manera se asoció a CL 3 y 4 a la laringoscopia con sensibilidad del 66% y especificidad del 57% (AUC 0.639, p 0.034) (Figura 1, 2 y 3). Se calculó la sensibilidad, especificidad, LR+ y LR- y precisión de los parámetros incluidos en el estudio (Tabla 3).

**Tabla 1.** Características de los pacientes,  $N = 100$

| Variable                                 | Cormack-Lehane 1 y 2<br>"Fácil" | Cormack-Lehane 3 y 4<br>"Difícil" | Valor de p |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Hombre                                   | 29                              | 16                                | 0.81       |
| Mujer                                    | 44                              | 11                                |            |
| Edad (Años)                              | 53.8 ± 18.3                     | 56.3 ± 15.6                       | 0.54       |
| IMC (Kg/m <sup>2</sup> )                 | 24.27 ± 3.37                    | 27.4 ± 4.13                       | 0.001      |
| Peso (Kg)                                | 67 (44 - 95)                    | 75 (55 - 102)                     | 0.011      |
| Talla (m)                                | 1.65 (1.46 - 1.88)              | 1.65 (1.45 - 1.8)                 | 0.849      |
| ASA-PS 1                                 | 21                              | 6                                 | 0.321      |
| ASA-PS 2                                 | 40                              | 19                                |            |
| ASA-PS 3                                 | 12                              | 2                                 |            |
| DPH (cm)                                 | 0.77 (0.54 - 1.2)               | 1.06 (0.68 - 1.68)                | 0.000      |
| DPE (cm)                                 | 1.6 (1.12-2.09)                 | 1.83 (1.19 - 2.37)                | 0.000      |
| DPCACV (cm)                              | 0.68 (0.5 - 1.02)               | 0.81 (0.58 - 1.18)                | 0.000      |
| EPE (cm)                                 | 0.65 ± 0.11                     | 0.74 ± 0.13                       | 0.002      |
| DECACV (cm)                              | 0.92 ± 0.15                     | 0.95 ± 0.21                       | 0.461      |
| R-EPE/DECACV                             | 0.71 (0.36 - 1.32)              | 0.75 (0.54 - 1.30)                | 0.113      |
| R-DPE/DECACV                             | 1.73 (1.23 - 2.48)              | 1.87 (1.39 - 2.90)                | 0.034      |
| IDS                                      | 1 (0 - 3)                       | 5 (2 - 9)                         | 0.000      |
| Clasificación de Mallampati modificado 1 | 24                              | 4                                 | 0.003      |
| Clasificación de Mallampati modificado 2 | 31                              | 8                                 |            |
| Clasificación de Mallampati modificado 3 | 17                              | 10                                |            |
| Clasificación de Mallampati modificado 4 | 1                               | 5                                 |            |
| Clasificación de protrusión mandibular 1 | 47                              | 12                                | 0.002      |
| Clasificación de protrusión mandibular 2 | 26                              | 11                                |            |
| Clasificación de protrusión mandibular 3 | 0                               | 4                                 |            |
| Clasificación de Bellhouse-Dore 1        | 44                              | 10                                | 0.074      |
| Clasificación de Bellhouse-Dore 2        | 23                              | 10                                |            |
| Clasificación de Bellhouse-Dore 3        | 5                               | 6                                 |            |
| Clasificación de Bellhouse-Dore 4        | 1                               | 1                                 |            |
| Clasificación de Patil-Aldrete 1         | 29                              | 5                                 | 0.002      |
| Clasificación de Patil-Aldrete 2         | 39                              | 13                                |            |
| Clasificación de Patil-Aldrete 3         | 5                               | 9                                 |            |

Las variables de distribución normal se muestran cómo media ± Desviación estándar, el resto como mediana, mínimo y máximo. IMC: Índice de masa corporal, ASA: American Society of anesthesiologists physical status, DPH: Distancia de piel a Hioides, DPE: Distancia de piel a epiglotis, DPCACV: Distancia de piel a comisura anterior de cuerdas vocales, EPE: Espacio preepiglótico, DECACV: Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, R-EPE/DECACV: Relación de espacio preepiglótico/Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, R-DPE/DECACV: Relación de Distancia de piel a epiglotis/Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, DE: Desviación estándar, IDS: Intubation Difficulty Scale.

**Tabla 2.** Correlación de parámetros medidos por ultrasonido con laringoscopia difícil

| Parámetro                                       | OR    | IC 95%        | Valor de p |
|---|-------|---------------|------------|
| <b>DPH</b>                                      | 5.042 | 3.136 - 8.106 | 0.0001     |
| <b>DPE</b>                                      | 3.36  | 1.388 - 8.134 | 0.002      |
| <b>DPCACV</b><br>(Con punto de corte<br>0.69cm) | 3.958 | 2.801 - 5.594 | 0.07       |
| <b>EPE</b><br>(Con punto de corte<br>0.66cm)    | 2.63  | 1.22 - 5.67   | 0.007      |
| <b>R-DPE/DECACV</b>                             | 2.125 | 1.059 - 4.264 | 0.027      |

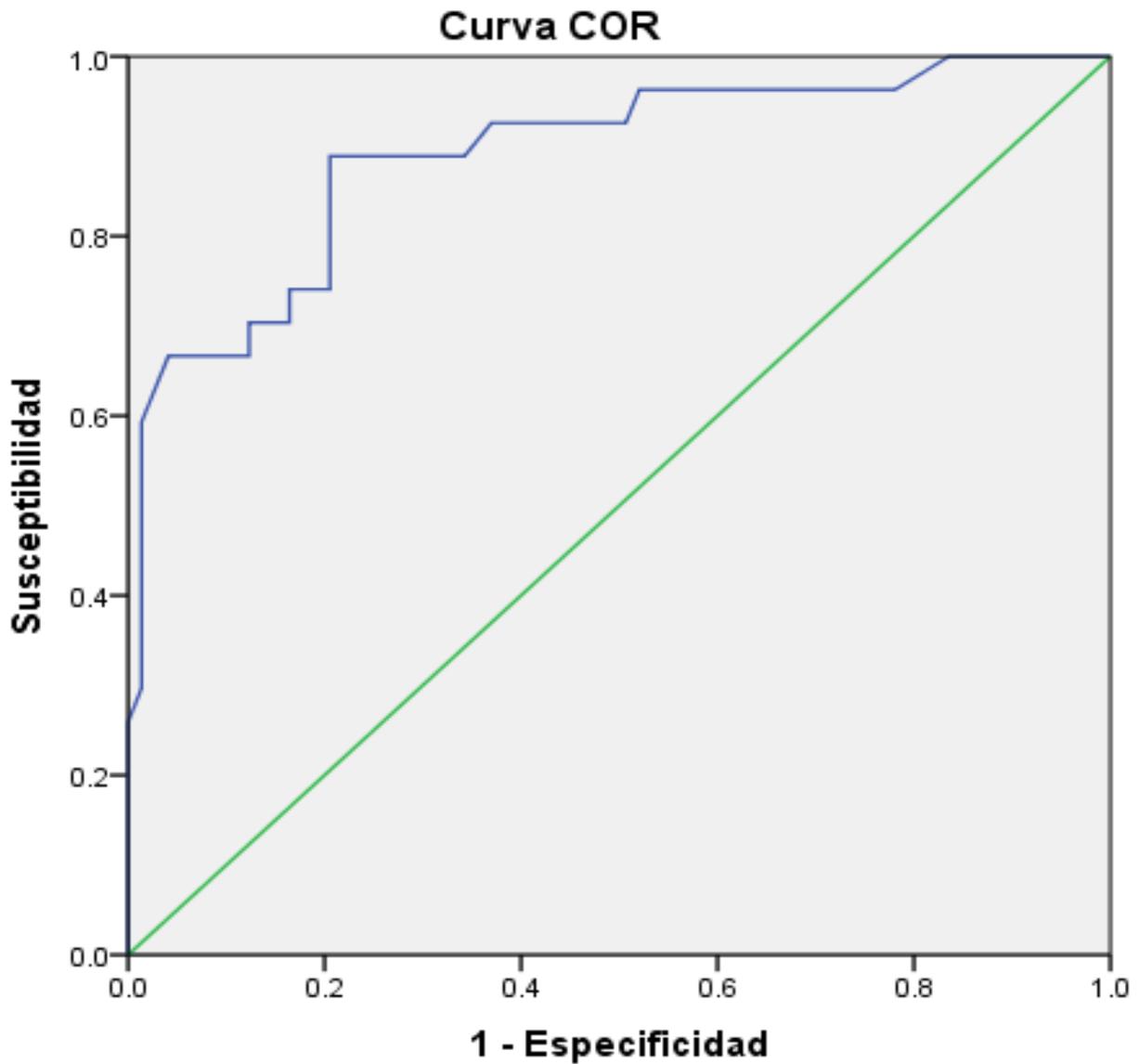
DPH: Distancia de piel a Hioides, DPE: Distancia de piel a epiglotis, DPCACV: Distancia de piel a comisura anterior de cuerdas vocales, EPE: Espacio preepiglótico, DECACV: Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, R-EPE/DECACV: Relación de espacio preepiglótico/Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, R-DPE/DECACV: Relación de Distancia de piel a epiglotis/Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, OR: Odds ratio, IC: Intervalo de confianza.

**Tabla 3.** Rendimiento de los parámetros medidos por ultrasonido para predecir laringoscopia difícil

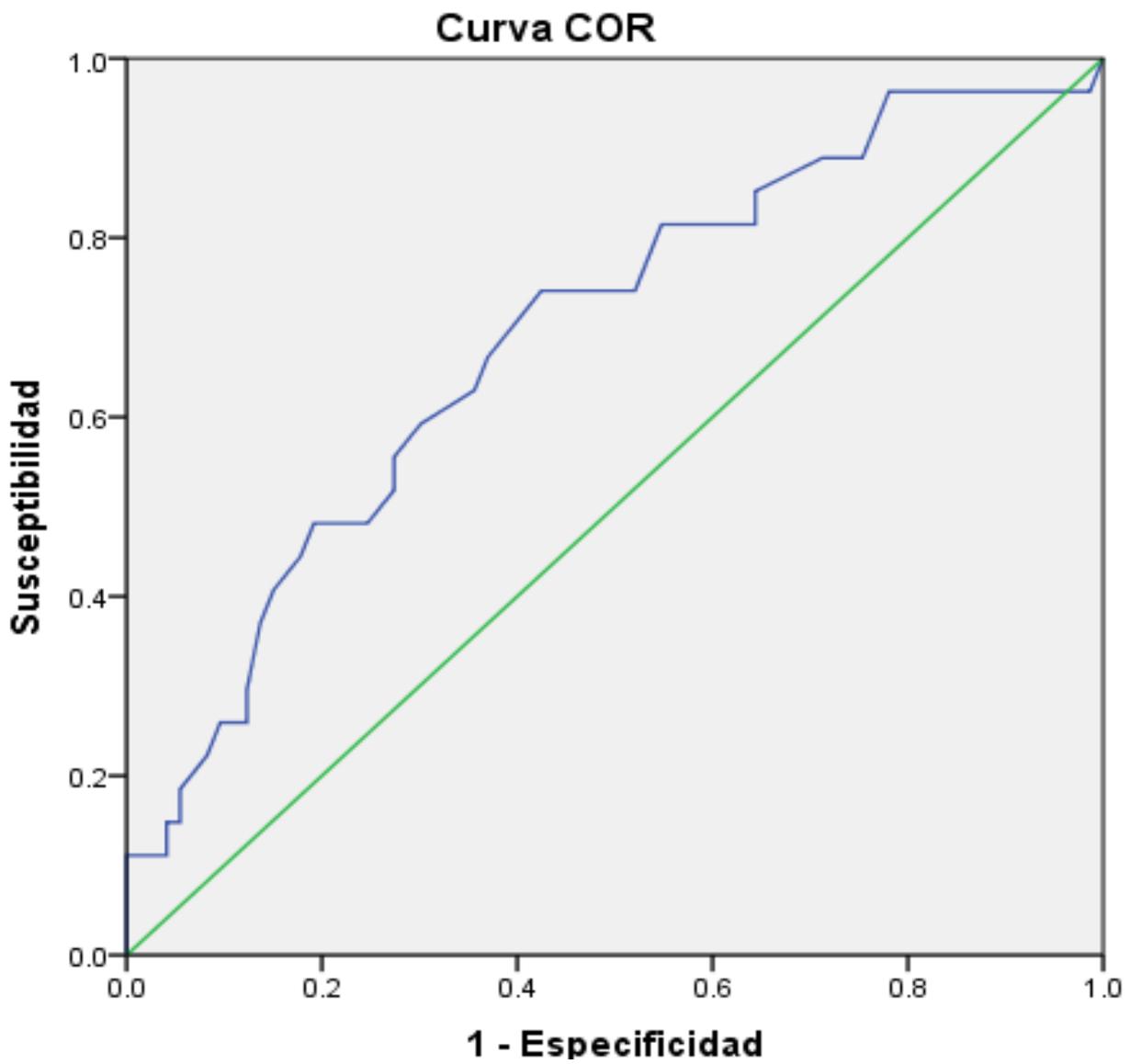
| Parámetro        | Punto de corte (cm) | AUC   | Sensibilidad (%) | Especificidad (%) | IC 95%        | LR + | LR - | Valor de p |
|------------------|---------------------|-------|------------------|-------------------|---------------|------|------|------------|
| DPH              | ≥1.12               | 0.890 | 40               | 98                | 0.81 - 0.96   | 29.7 | 0.60 | 0.0001     |
| DPE              | ≥1.615              | 0.691 | 81               | 52                | 0.57 - 0.80   | 1.72 | 0.35 | 0.004      |
| R-DPE/<br>DECACV | ≥1.77               | 0.639 | 66               | 57                | 0.50 - 0.77   | 1.6  | 0.57 | 0.034      |
| DPCACV           | ≥0.69               | 0.793 | 85               | 52                | 0.681 - 0.906 | 1.77 | 0.28 | 0.001      |
| EPE              | ≥0.66               | 0.691 | 74               | 56                | 0.57 - 0.80   | 1.68 | 0.46 | 0.004      |

DPH: Distancia de piel a Hioides, DPE: Distancia de piel a epiglotis, DPCACV: Distancia de piel a comisura anterior de cuerdas vocales, EPE: Espacio preepiglótico, DECACV: Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, R-DPE/DECACV: Relación de Distancia de piel a epiglotis/Distancia de epiglotis a comisura anterior de las cuerdas vocales, AUC: Área bajo la curva, IC: Intervalo de confianza, LR: Razón de verosimilitud.

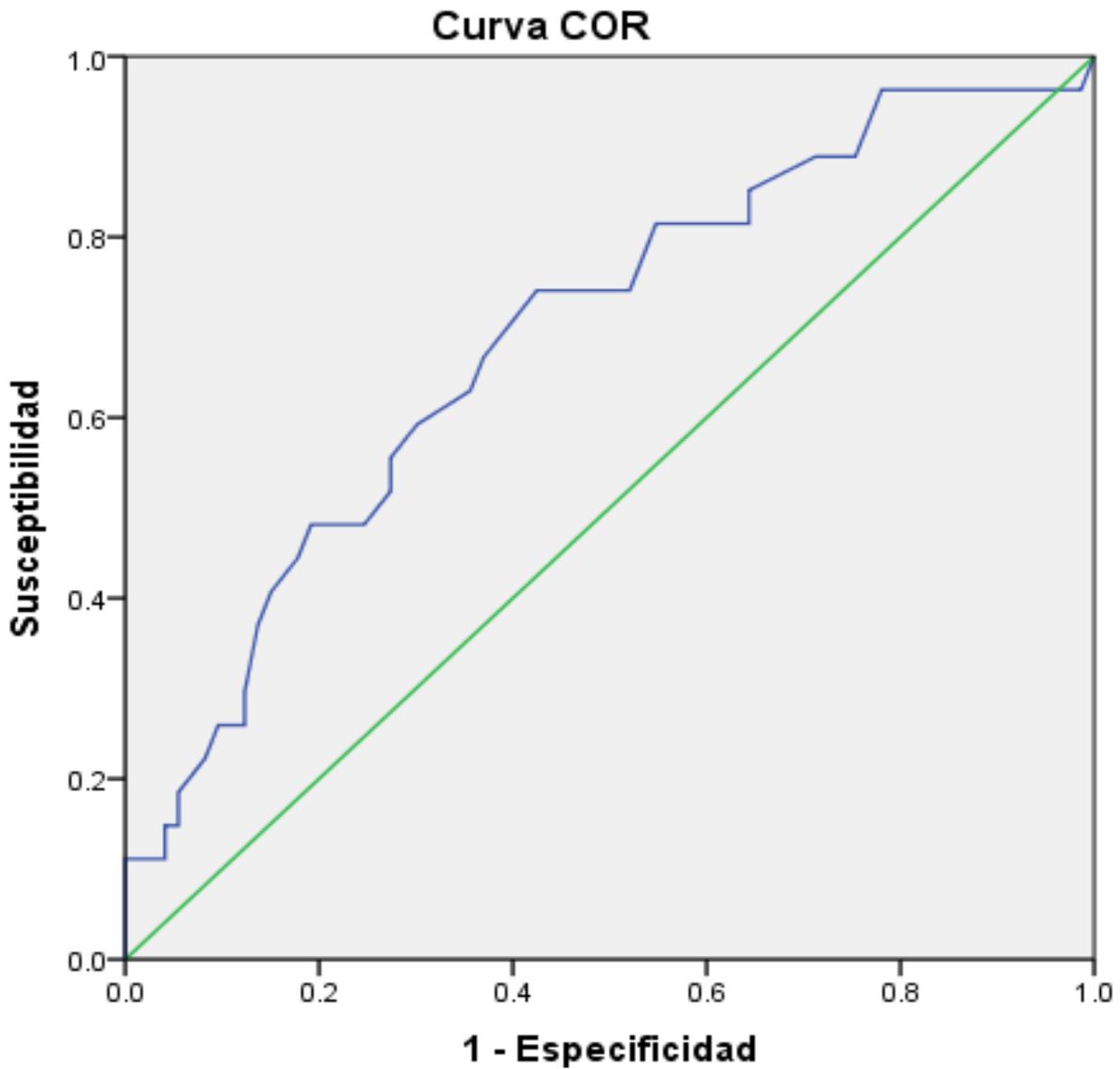
**Figura 1.** Curva ROC del valor predictivo de la distancia de piel a hioides (DPH) para predecir laringoscopia difícil.



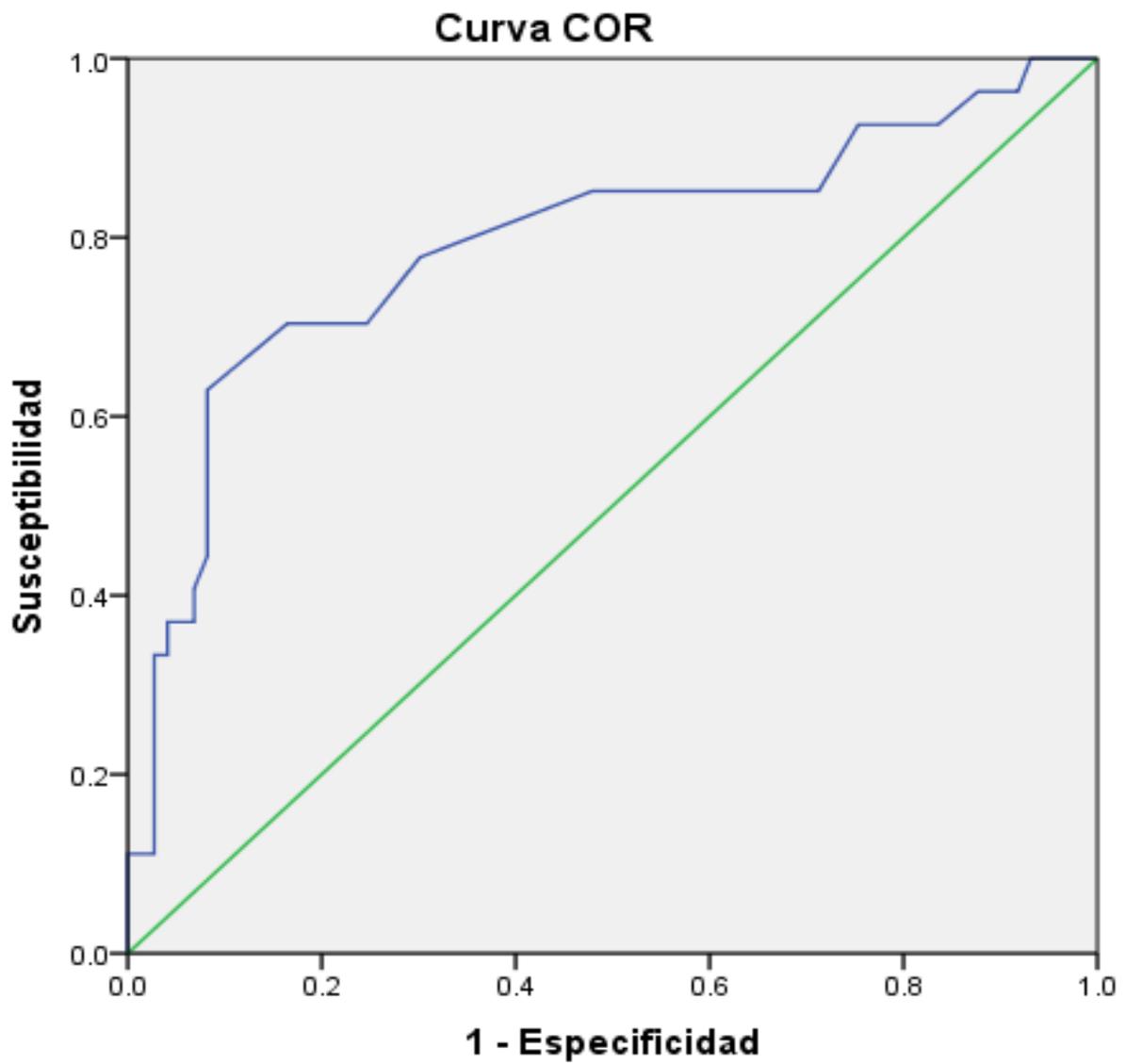
**Figura 2.** Curva ROC del valor predictivo de la distancia de piel a epiglotis (DPE) para predecir laringoscopia difícil.



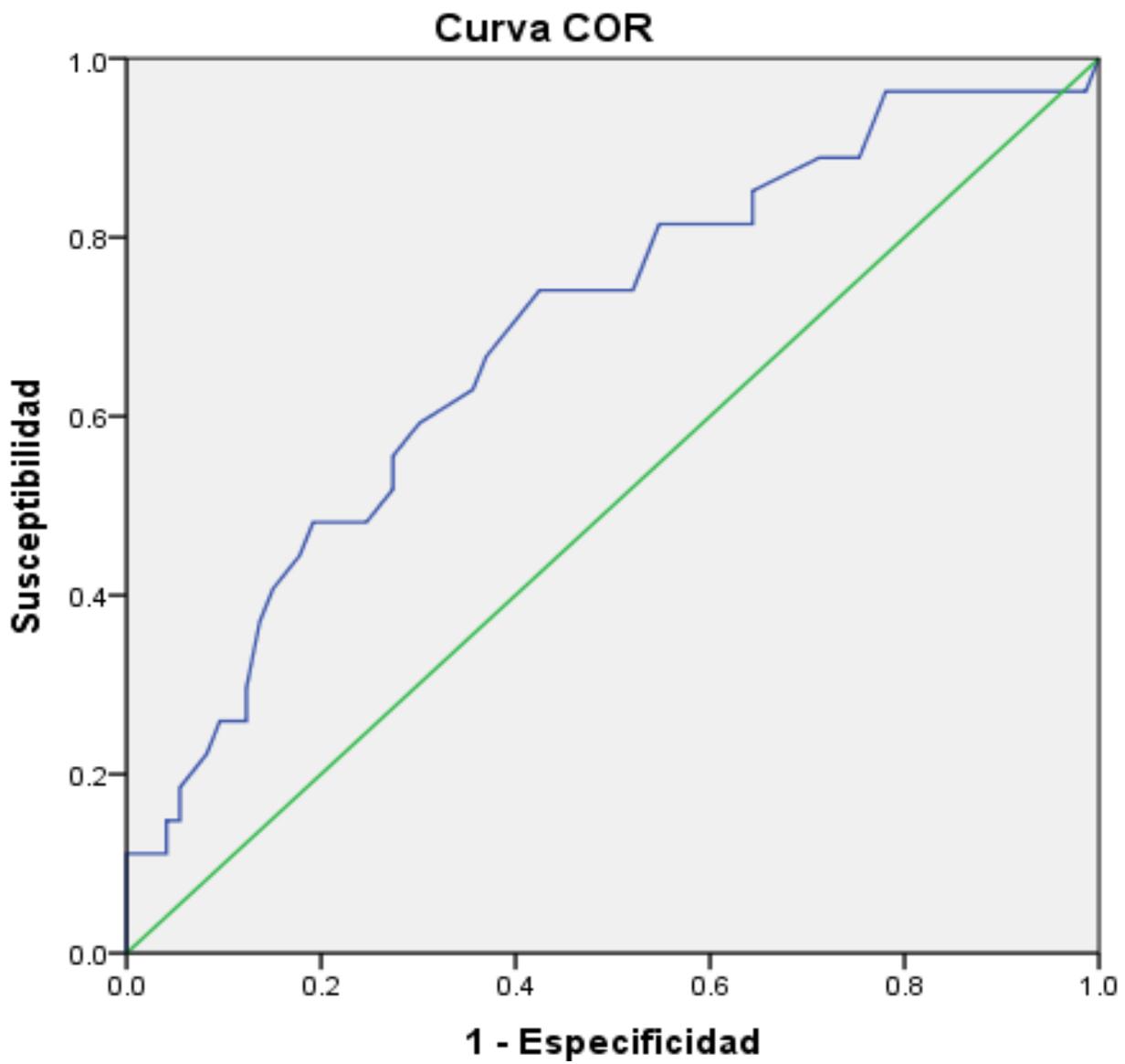
**Figura 3.** Curva ROC del valor predictivo de la relación de la distancia de piel a epiglotis y distancia de epiglotis a la comisura anterior de la cuerdas vocales (R-DPE/DECACV) para predecir laringoscopia difícil.



**Figura 4.** Curva ROC del valor predictivo de la distancia de piel a la comisura anterior de las cuerdas vocales (DPCACV) para predecir laringoscopia difícil.



**Figura 5.** Curva ROC del valor predictivo de la medición del espacio preepiglótico (EPE) para predecir zlingoscopia difícil.



## DISCUSIÓN

En los últimos años el ultrasonido se ha convertido en herramienta clave para los anesthesiólogos para facilitar muchos de los procedimientos realizados y para mejorar la seguridad, fiabilidad y precisión de los mismos. Obtener imágenes de la vía aérea a través de ultrasonido es una de las múltiples aplicaciones que tiene esta herramienta y una de las más recientes. Se ha reportado su uso en predecir tamaño adecuado de tubo orotraqueal (19) así como su correcta colocación (20), y también como guía para procedimientos invadidos de la vía aérea percutáneos como traqueostomía (21). De igual manera se ha utilizado para evaluar los tejidos blandos del cuello anterior y boca (7) y la dichos hallazgos se correlacionan con los obtenidos de la evaluación clínica.

En este estudio, se encontró que la medición de la DPH, DPE y la R-DPE/DECACV, son una herramienta potencialmente útil para la evaluación de la vía aérea en la búsqueda de predictores de laringoscopia difícil. La DPH, que fue el parámetro que mostró mejor rendimiento con un OR de 5.04 ( $p$  0.0001), AUC de 0.890 y un LR+ de 29.7, sensibilidad del 40% y especificidad del 98% tomando como punto de corte  $\geq 1.12$ cm cómo fue reportado por Koundal et al (18), es una medición sencilla y fácil de replicar. Wu et al (16) concluyeron que una DPH mayor a 1.28cm predecía laringoscopia difícil con una sensibilidad y especificidad de 85%, sin embargo, Reddy et al (23) no encontraron diferencia significativa ( $p$  0.85). En un metaanálisis realizado en 2021 por Gomes et al (22), reportan que la medición aumentada del tejido blando del cuello anterior al nivel del hioides se ha asociado a laringoscopia difícil con un punto de corte 1.08cm, y que la imposibilidad para visualizar el hioides se ha asociado a una intubación difícil, argumentan que los diferentes hallazgos en la literatura pueden ser conflictivos principalmente por las diferencias en la población estudiada. El efecto general de esta medición fue significativo ( $p$  0.02). Nuestro estudio tiene la ventaja de ser dirigido a población en su totalidad mexicana y de esa manera se estandarizan las diferencias que las características fenotípicas que este grupo poblacional otorga. Por otra parte, consideramos que es probable que la alta fiabilidad de la prueba se deba a que la estructura que se referencia es ósea, a diferencia del resto, lo cual hace que su identificación con el ultrasonido sea más sencilla para el operador y con menor posibilidad de error, por lo que proponemos a esta como una medición sencilla, replicable y confiable.

Respecto a la DPE, en la revisión sistemática de Gomes et al, el efecto general de esta medición fue significativo ( $p$  0.02), y en este estudio se tomó cómo punto de corte óptimo  $\geq 1.615$ cm con una sensibilidad de 81% y especificidad de 52% para nuestra población, y

estos porcentajes en las pruebas diagnósticas son similares a los reportados por Koundal (89% y 64%, respectivamente). En otros estudios se han encontrado puntos de corte óptimos diferentes como en el de Falcetta et al (17), donde fue de 2.54cm con sensibilidad de 82% y especificidad de 91%, medición con los porcentajes de estas dos últimas pruebas más altos, su población tiene media de edad e IMC similar a la nuestra, sin embargo su incidencia de CL grado 3 y 4 fue mayor.

Por último en el caso de la R-DPE/DECACV, que se tomó como punto de corte óptimo el reportado en  $\geq 1.77$  cm por tener una sensibilidad del 82% y especificidad del 80% y ser la medición con mayor poder predictivo para laringoscopia difícil (18), en nuestro estudio arrojó un OR 2.125 (p 0.027) y un AUC 0.639 con sensibilidad del 66% y especificidad del 57% (p 0.034), alcanzando significancia estadística y relación positiva para CL 3 y 4 a la laringoscopia. Este parámetro fue el que demostró menor sensibilidad y especificidad, sin embargo consideramos que esta prueba presenta retos diferentes a las anteriores. Al ser una relación de dos mediciones, se requiere mayor destreza para poder medirlas de manera precisa, por lo que el grado de complejidad aumenta, y estas distancias son menores en tamaño a las demás por lo que la exactitud a la medición debe ser también mayor.

El total de las mediciones ecográficas realizadas se llevaban a cabo en menos de 2 minutos al pie de la cama del paciente, lo que apoya su potencial utilidad en un entorno de área preparatorio e incluso de emergencia, donde en algunos casos los pacientes no son capaces de mover la columna cervical para realizar pruebas de valoración clínica de la vía aérea, y al ser la valoración por ultrasonido realizada con la cabeza en posición neutra, puede tener mayores ventajas, sin embargo, se necesitan mayores estudios para corroborar su papel en este escenario.

El estudio cuenta con algunas limitaciones. La incubación se realizó por un anestesiólogo con al menos 5 años de experiencia, sin embargo reconocemos que la destreza propia de cada profesional es parte indispensable de una laringoscopia exitosa y que al no ser sólo un experto el que manejara todas las vías aéreas incluidas en el estudio, pueden existir diferencias importantes en los CL reportados. Sólo el 8% de nuestra población padecía obesidad, lo que consideramos que pudo contribuir a sesgar los resultados de las laringoscopias, ya que como mencionamos, el peso se asocia de forma positiva con un CL elevado, por lo que contar con una población que se distribuya por igual dentro de las categorías de peso, puede contribuir a eliminar este sesgo.

## **CONCLUSIONES**

La evaluación de la vía aérea con ultrasonido debería ser incorporada en la valoración preanestésica por sus virtudes de mejorar y complementar nuestra precisión en predecir una laringoscopia difícil. El buen valor predictivo de los parámetros medidos por ultrasonido, es decir DPH, DPE y R-DPE/CACV, pueden asegurar la confiabilidad de estas variables en la detección de laringoscopias difíciles, y a pesar de que en nuestra población el resto de los parámetros no fueron significativos, si lo consideramos como un predictor potencial que con la práctica del operador y la mejor delimitación de las áreas anatómicas a visualizar podrían obtener mejores resultados.

## REFERENCIAS

1. Rojas Peñaloza J, Zapien Madrigal JM. Panorama actual de la vía aérea difícil. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2018; 41(1): 200-202.
2. Law Adam J., Broemling N., Cooper RM., et al. The difficult airway with recommendations for management- Part 1- Difficult tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. *Can J Anesth*. 2013; 60: 1089-1118.
3. American Society of Anesthesiologists: Practice guidelines for management of the difficult airway: An updated report. *Anesthesiology*. 2003; 98: 1269-1277.
4. Orozco-Díaz E., Álvarez-Ríos J., Arceo-Díaz J y José Manuel Ornelas-Aguirre. Predicción de intubación difícil mediante escalas de valoración de la vía aérea. *Cirugía y cirujanos*. 2010; 78(5): 393-399.
5. Lundstrom L. H., Vester-Andersen M., Moller A. M., Charuluxananan S., L'Hermite J. and Wetterslev J. Poor prognostic value of the modified Mallampati score: a meta-analysis involving 177 088 patients. *British Journal of Anaesthesia*. 2011; 107(5): 659-67.
6. Kristensen M. S. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2011; 55: 1155-1173.
7. Ezri T., Gewürtz G., Sessler D. I., Medalion B., Szmuk P., Hagberg C. and Susmallian S. Prediction of Difficult Laryngoscopy in Obese Patients by Ultrasound Quantification of Anterior Neck Soft Tissue. *Anaesthesia*. 2003; 58(11): 1111-1114.
8. Komatsu, R et al. Ultrasound quantification of anterior soft tissue thickness fails to predict difficult laryngoscopy in obese patients. *Anaesthesia and intensive care*. 2007; 35(1): 32-37.
9. Frerk C., Mitchel V.S., Mendonca C., Patel A., et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults, *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 15(6); 2015: 827-848.
10. Detsky Michael E., Jivraj N., Adhikari Neil K., et al. Will this patient be difficult to Intubate? The rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*. 2019; 321(5):493-503.
11. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984; 39:1105.

12. Hagberg, Carin. *Benumof and Hagberg's Airway Management*. Philadelphia. Elsevier 2013. Pp 242.
13. Adnet F, Borron S, et al. The Intubation Difficulty Scale (IDS): Proposal and Evaluation of a New Score Characterizing the Complexity of Endotracheal Intubation. *Anesthesiology*. 1997; 12(87): 1290-1297.
14. Singh M., Chin KJ., Chan V., Wong D., Prasad G., Yu E. Use of Sonography for Airway Assessment. *J Ultrasound Med*. 2010; 29: 79-85
15. Adhikari S., Zeger W., Schmier C., et al. Pilot Study to Determine the Utility of Point of care Ultrasound in the Assessment of Difficult Laryngoscopy. *Academic Emergency Medicine*. 2011; 18: 754-758.
16. Wu J., Dong J., Ding Y. and Zheng Jijian. Role of Anterior Neck Soft Tissue Quantifications by Ultrasound in Predicting Difficult Laryngoscopy. *Med Sci Monit*. 2014; 20: 2343-2350.
17. Falcetta S., Cavallo S., Gabanelli V., et al. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictor of difficult direct laryngos
18. Vishal Koundal, Shelly Rana, Ravinder Thakur, Vrinda Chauhan, Sony Ekke, Manuj Kumar. The usefulness of point of care ultrasound (POCUS) in preanaesthetic airway assessment. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2019; 63:1022-8.
19. Gunjan, A., & Faseehullah, M. A. (2020). Is ultrasonography a better method of endotracheal tube size estimation in pediatric age group than the conventional physical indices-based formulae?. *Anesthesia, Essays and Researches*, 14(4), 561.
20. Chen, W., Chen, J., Wang, H., & Chen, Y. (2020). Application of bedside real-time tracheal ultrasonography for confirmation of emergency endotracheal intubation in patients in the intensive care unit. *Journal of International Medical Research*, 48(4), 0300060519894771.
21. Rajajee, V., Fletcher, J. J., Rochlen, L. R., & Jacobs, T. L. (2011). Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a feasibility study. *Critical care*, 15(1), 1-10.

22. Gomes, S. H., Simões, A. M., Nunes, A. M., Pereira, M. V., Teoh, W. H., Costa, P. S., ... & Pêgo, J. M. (2021). Useful Ultrasonographic Parameters to Predict Difficult Laryngoscopy and Difficult Tracheal Intubation—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in medicine*, 8, 687.
23. Reddy, P. B., Punetha, P., & Chalam, K. S. (2016). Ultrasonography-A viable tool for airway assessment. *Indian journal of anaesthesia*, 60(11), 807.