



BUAP



Facultad de Medicina

Hospital General de Puebla

“Dr. Eduardo Vázquez N.”

**COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE VALORACIÓN DE VÍA AÉREA DIFÍCIL
VS ULTRASONIDO DE VÍA AÉREA PARA PREDECIR INTUBACIÓN
COMPLICADA**

Tesis para obtener
el Diploma de Especialidad en:
ANESTESIOLOGÍA

Presenta:

Mariana Paola Sánchez Rodríguez

Directores

Asesor experto: Iraís Córdova González

Asesor metodológico: Sandra Maldonado Castañeda

H. Puebla de Zaragoza, febrero 2025





BUAP



Facultad de Medicina

Hospital General de Puebla

“Dr. Eduardo Vázquez N.”

**COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE VALORACIÓN DE VÍA AÉREA DIFÍCIL
VS ULTRASONIDO DE VÍA AÉREA PARA PREDECIR INTUBACIÓN
COMPLICADA**

Tesis para obtener
el Diploma de Especialidad en:
ANESTESIOLOGÍA

Presenta:

Mariana Paola Sánchez Rodríguez

Directores

Asesor experto: Iraís Córdova González

Asesor metodológico: Sandra Maldonado Castañeda





HOSPITAL GENERAL "DR. EDUARDO VÁZQUEZ N."
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN



FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

INSTRUCTIVO Este formato será elaborado en original y copia, permaneciendo el original en la Jefatura de Enseñanza y la copia en poder del autor. De faltar algunas firmas no podrá imprimirse la investigación

Por medio de la presente me dirijo al Comité de Investigación del Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. para informar que autorizo la impresión de Tesis del Protocolo denominado **"COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE VALORACIÓN DE VÍA AÉREA DIFÍCIL VS ULTRASONIDO DE VIA AÉREA PARA PREDECIR INTUBACIÓN COMPLICADA"**

Con número de registro: HGSP-046-2024

De la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez

Para la obtención del título de la Especialidad de Anestesiología

Fecha 14-01-2025

Director de Tesis

Dra. Irais Cordova Gonzalez

Nombre

Firma

Asesor Metodologico

Dra. Sandra Maldonado Castañeda

Nombre

Firma

Se autoriza impresión de Tesis

DR. JOSÉ EMILIO GERARDO RODRIGUEZ AGUILAR
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

FECHA 14-ENE-25

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quiero agradecerles que fue muy importante el apoyo, amor e interés que siempre tuvieron conmigo, gracias por nunca dejarme sola en este largo camino, sé que mis logros son sus logros y su presencia al cumplir cada uno de ellos es algo invaluable, gracias a ambos por ser un ejemplo e inspiración para mí y es por ustedes que me convertí en la persona que soy ahora y sobre todo a Dios por guiarme y cumplir los deseos de mi corazón. A mis hermanos por siempre estar para mí y apoyarme en esos momentos difíciles que llegué a pasar.

También sé que esto no se hubiera logrado sin el apoyo y enseñanza de mis adscritos, agradezco verdaderamente que formaran parte de mi formación como especialista, tuve momentos buenos y malos, pero todo me dejó muchas enseñanzas, gracias por su orientación, paciencia y conocimientos.

Y a todas esas personas que contribuyeron en lograr esta meta, incluyendo compañeros y pacientes.

INDICE

1. RESUMEN.....	8
2. INTRODUCCIÓN	10
3. ANTECEDENTES	11
3.1 Antecedentes generales.....	11
3.2 Antecedentes específicos	24
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	41
5. OBJETIVOS.....	42
5.1 Objetivos generales	42
5.2 Objetivos específicos	42
6. MATERIAL Y MÉTODOS	43
7. RESULTADOS.....	48
8. DISCUSIÓN.....	69
9. CONCLUSIONES.....	73
10. BIBLIOGRAFÍA	74
11. ANEXOS	81

1. RESUMEN

Título: COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE VALORACIÓN DE VÍA AÉREA DIFÍCIL VS ULTRASONIDO DE VÍA AÉREA PARA PREDECIR INTUBACIÓN COMPLICADA

Objetivo: Comparar los predictores de vía aérea difícil versus el uso de ultrasonografía para predecir intubación difícil en el Hospital General de Puebla Eduardo Vázquez Navarro durante el periodo de abril, mayo y junio 2024.

Material y métodos: Se realizó un estudio comparativo, observacional, prospectivo, transversal, unicentrico. Se incluyeron pacientes sometidos a procedimientos electivos, con edad mayor de 18 años a 60 años, de ambos sexos, con estado físico menor o igual a ASA III, que acepten participar en el estudio y que firmen consentimiento informado. Se excluyeron pacientes con antecedente de trauma en el cuello, con antecedente de vía aérea difícil, con malformaciones de la vía aérea superior, sometidos a procedimientos quirúrgicos de urgencia, con evaluaciones incompletas, y con alteraciones del estado mental que impidan la evaluación. Se eliminaron pacientes que fallezcan, pacientes que sean ingresados a otra unidad, pacientes que deseen retirarse del estudio de manera voluntaria. La muestra de estudio se conformó de manera no probabilística a conveniencia de la investigación, la muestra fue de 89 paciente. Es la valoración preanestésica se invitará a participar a los pacientes que cumplan con los criterios de selección de la muestra a los cuales se les aplicará maniobras clínicas para valorar la vía aérea superior como son: Escala de Mallampati, Escala de Patil - Aldreti, Extensión de la articulación atlanto - occipital y Distancia esterno - mentoniana. Seguidamente se les realizará una exploración ultrasonográfica para evaluar: Distancia piel – hueso hioides, Distancia piel – epiglotis, y Distancia piel – cuerdas vocales posteriormente al momento que el paciente se encuentre bajo anestesia general y se realice laringoscopia directa se hará la comparación con Cormack y Lehane y el número de intentos de intubacion realizados. Para el procesamiento de datos se realizará análisis descriptivo con el cálculo de frecuencias y porcentajes para expresar las variables cualitativas y por el cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión para

expresar las variables de tipo cuantitativo. El análisis del rendimiento diagnóstico de las pruebas se realizará por medio de cálculo de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo con el uso de tablas tetracóricas, además se calcularán las curvas ROC para determinar el área bajo la curva (AUC) de cada uno de los parámetros evaluados.

Resultados: La edad de los pacientes tuvo una media de 38.76 ± 10.50 años, predominando las mujeres (57.3%), el estado ASA III (44.9%), IMC medio de 28.98 ± 3.47 kg/m², La vía aérea difícil se halló en el 41.6%, El grado de visualización de las estructuras del paladar tuvo sensibilidad de 59.5%, especificidad de 73.1%, VPP de 61.1% y VPN de 71.7%, y AUC de 0.643. La distancia tiromentoniana tuvo sensibilidad de 54.1%, especificidad de 67.3%, VPP de 54.1% y VPN de 67.3%, y AUC de 0.607. El grado de extensión de la articulación atlanto-occipital tuvo sensibilidad de 13.5%, especificidad de 92.3%, VPP de 55.6% y VPN de 60.0%, y AUC de 0.529. La distancia esternomentoniana tuvo sensibilidad de 43.2%, especificidad de 78.8%, VPP de 59.3% y VPN de 66.1%, y AUC de 0.610. El grado de visualización de estructuras glóticas tuvo sensibilidad de 91.9%, especificidad de 94.2%, VPP de 91.9% y VPN de 94.2%, y AUC de 0.925. La distancia piel-hueso hioides tuvo sensibilidad de 81.1%, especificidad de 46.2%, VPP de 51.7% y VPN de 77.4%, y AUC de 0.791. La distancia piel-epiglotis tuvo sensibilidad de 97.3%, especificidad de 53.8%, VPP de 60.0% y VPN de 96.6%, y AUC de 0.909. La distancia piel-cuerdas vocales tuvo sensibilidad de 89.2%, especificidad de 32.7%, VPP de 48.5% y VPN de 81.0%, y AUC de 0.741.

Conclusiones: El uso de mediciones ultrasonográficas permite predecir de manera más exacta la intubación complicada en comparación a los predictores clínicos.

2. INTRODUCCIÓN

La intubación endotraqueal difícil e imprevista pone a los pacientes en mayor riesgo de sufrir complicaciones desde dolor de garganta hasta traumatismos graves de las vías respiratorias, daño cerebral e incluso la muerte. Estas complicaciones son probablemente el resultado de la falta de pruebas predictivas precisas de la intubación difícil y de exámenes preoperatorios inadecuados de las vías respiratorias, es por eso que en los últimos años se a investigado sobre el uso de ultrasonido en la vía aérea y actualmente es un método muy confiable para la detección de intubación difícil.

Se a demostrado que el ultrasonido es una herramienta diagnóstica y terapéutica que a tenido éxito en distintas áreas de la medicina al ser un artefacto pequeño, portátil y fácil de usar.

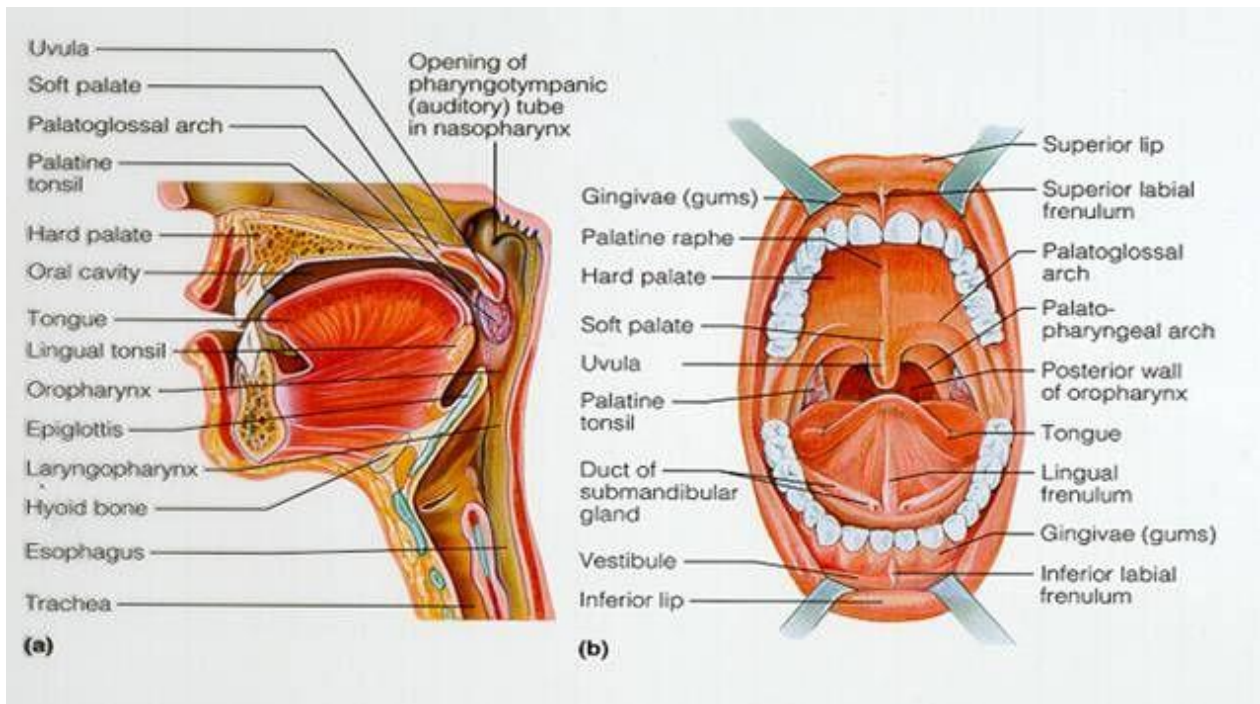
3. ANTECEDENTES

3.1 ANTECEDENTES GENERALES

Cavidad bucal

La cavidad bucal se extiende entre la fisura oral (abertura entre los labios) anteriormente y el istmo orofaríngeo (abertura a la orofaringe) posteriormente. Los dientes y su armazón óseo forman los arcos dentales superior e inferior que dividen la cavidad bucal en vestíbulo y cavidad bucal propiamente dicha. El vestíbulo es un espacio en herradura delimitado por los dientes y las encías posteriormente y por los labios y las mejillas anteriormente. Se comunica con la boca propiamente dicha a través del espacio detrás del tercer molar (1,2).

La cavidad bucal propiamente dicha comienza internamente a los arcos dentales, desde los arcos dentales maxilar y mandibular hasta terminar en el istmo orofaríngeo, donde comienza la orofaringe. La cavidad bucal tiene dos bordes, un techo y un suelo, ocupando una gran proporción de la misma lengua. El istmo orofaríngeo está formado por el paladar blando en la parte superior, el arco palatogloso en la parte lateral y el tercio posterior de la lengua en la parte inferior. El techo de la cavidad bucal propiamente dicha está formado por el paladar duro en la parte anterior y el paladar blando en la parte posterior. El suelo de la boca está formado por músculos, incluida la lengua, que es el principal órgano muscular de la cavidad bucal. El surco terminal es un surco poco profundo en forma de V entre los dos tercios anteriores y el tercio posterior de la lengua, que delinea el límite entre la cavidad bucal y la orofaringe. Los músculos de la lengua son el estilogloso, el hiogloso, el geniogloso y el palatogloso, conocidos como grupo extrínseco, además de los músculos verticales, longitudinales y transversales superpuestos conocidos como grupo intrínseco. El suelo de la boca está formado por un grupo de cuatro músculos suprahioideos; Músculos milohioideo, geniohioideo, estiliohioideo y digástrico (3).



Tomado de: Luscan R, Le Boulanger N, Fayoux P, et al. Developmental changes of upper airway dimensions in children. *Paediatric Anaesthesia* 2020; 30(4):435–445

Figura 1: Anatomía de la cavidad oral

Faringe

La faringe es un tubo fibromuscular en forma de U que forma la parte de la garganta situada inmediatamente detrás de la cavidad nasal, la boca y encima del esófago. Comienza desde la base del cráneo y termina al nivel de la sexta vértebra cervical (opuesta al extremo inferior del cartílago cricoides). Se divide en tres partes, a saber, nasofaringe, orofaringe e hipofaringe (laringofaringe) (4).

- Anteriormente, la faringe no tiene una pared anterior completa, ya que se comunica con la cavidad nasal (coana), la cavidad oral (istmo orofaríngeo) y la entrada laríngea (4).
- Posteriormente, los músculos constrictores se fusionan para formar el rafe faríngeo, una banda fibrosa longitudinal en la pared posterior de la faringe. Está relacionado con las primeras seis vértebras cervicales y se superpone a las fascias cervicales profundas y prevertebrales (4).

- Lateralmente, la faringe está fijada por la placa pterigoidea medial, el rafe pterigomandibular, la mandíbula, la cara lateral de la lengua, el hueso hioides y los cartílagos tiroideos y cricoides (4).

La capa muscular constituye dos grupos principales de músculos faríngeos; grupos longitudinales y circulares. Los tres músculos constrictores faríngeos circulares son los constrictores faríngeos superior, medio e inferior. Se apilan como vasos para formar un círculo muscular incompleto a medida que se unen anteriormente a las estructuras del cuello. Los músculos circulares se contraen secuencialmente de superior a inferior para constreñir la luz e impulsar los alimentos hacia el esófago. Todos los constrictores faríngeos están inervados por el nervio vago (4).

Los tres músculos longitudinales son el estilofaríngeo, palatofaríngeo y salpingofaríngeo. Acortan, ensanchan la faringe y elevan la laringe durante la deglución. Los seis músculos faríngeos se decusan y se unen posteriormente con los músculos del lado opuesto para formar el rafe faríngeo. En conjunto, controlan la deglución y contribuyen a la formación de la voz (4).

Nasofaringe

Es la parte superior de la faringe, que comienza en la base del cráneo y termina a nivel del paladar blando frente a la primera vértebra cervical C1. En C1, la fascia bucofaríngea se fusiona con la fascia faringobasilar para llenar el espacio entre el constrictor superior y la base del cráneo (5).

Continúa anteriormente con la cavidad nasal a través de las coanas y hacia abajo con la orofaringe a través del istmo faríngeo. El istmo es el espacio entre la pared posterior de la faringe y el borde libre del paladar blando, mientras que las otras paredes lateral, superior y posterior son paredes fibromusculares rígidas. La pared posterior contiene las amígdalas nasofaríngeas llamadas “adenoides”. La pared lateral contiene el labio cartilaginoso de la trompa de Eustaquio. El músculo salpingofaríngeo se fusiona con la pared faríngea detrás del labio de la trompa auditiva para formar un reflejo mucoso sobre la fosa de Rosenmüller (5).

Orofaringe

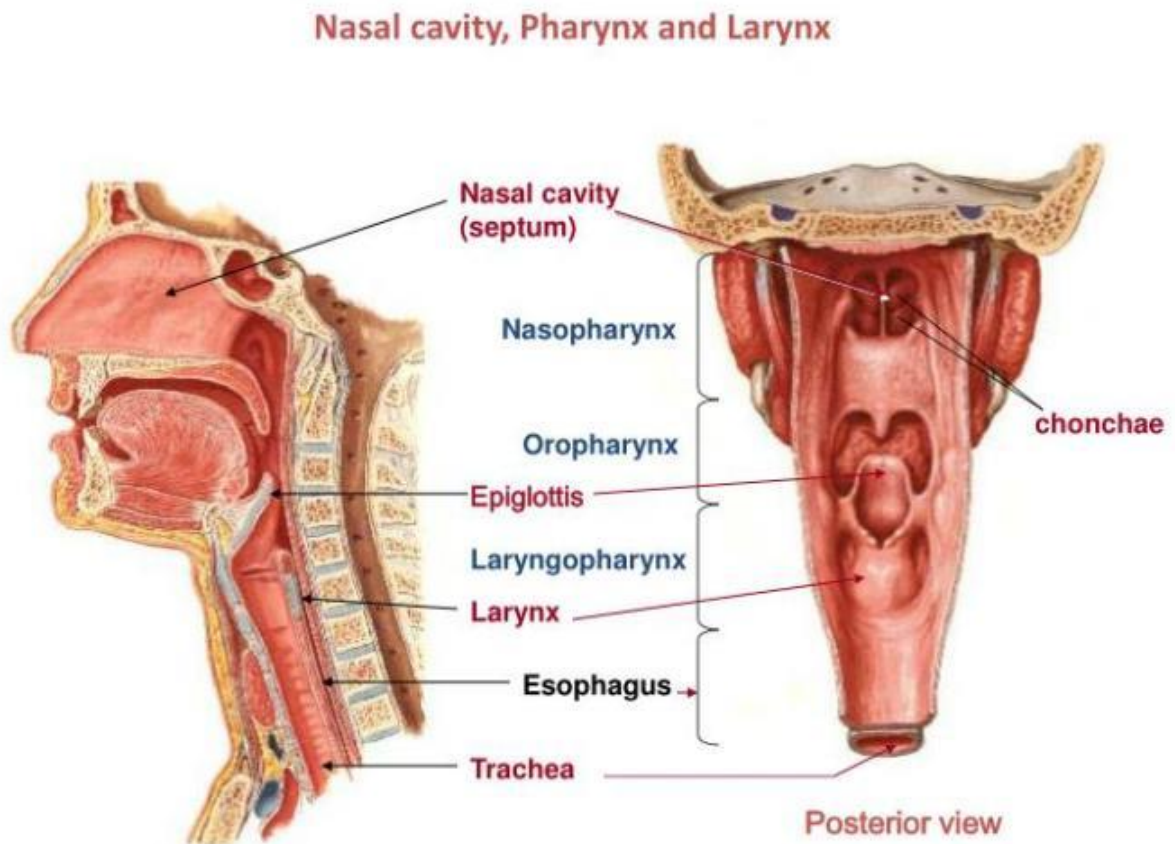
Es la parte media de la faringe con función principalmente de deglución. Comienza desde el paladar blando a nivel de C1 (istmo faríngeo) hasta terminar en el hueso hioides a nivel de C3, donde comienza inferiormente la hipofaringe. Las paredes rígidas posterior y lateral son continuación de la fascia faringobasilar y del músculo constrictor superior. Las paredes anterior y lateral están cubiertas por un pliegue mucoso sobre el músculo palatofaríngeo (pliegue palatofaríngeo), que surge superiormente desde el paladar blando para formar el istmo orofaríngeo. Las amígdalas palatinas son tejido linfoide ubicado en la fosa amigdalina (entre los arcos palatogloso y palatofaríngeo de la cavidad bucal). El resto de la pared anterior está formado por el tercio posterior de la lengua con las amígdalas linguales (tejido linfoide en la base de la lengua) (6).

Hipofaringe

La hipofaringe es la parte inferior y más estrecha de la faringe. Comienza en el nivel de C3 para terminar en la entrada esofágica opuesta al borde inferior del hueso cricoides en el nivel de C6. En ese nivel, la mucosa se pliega para formar una fosa piriforme a cada lado de la entrada esofágica (7).

La faringe es un sitio común de colapso de las vías respiratorias en diferentes condiciones. En estado despierto, la permeabilidad de las vías respiratorias depende de los músculos dilatadores faríngeos; un grupo de músculos que antagoniza las fuerzas de colapso de las vías respiratorias. Los músculos dilatadores incluyen el músculo tensor palatino, que abre el espacio retropalatino alejando el paladar blando de la pared faríngea posterior. El geniogloso abre el espacio retrogloso moviendo la lengua hacia delante. Los músculos que abren el espacio retroepiglótico moviendo el hueso hioides hacia adelante, incluidos; los músculos geniohioideo, esternohioideo y tirohioideo. La presión intraluminal negativa durante la inspiración en un adulto que respira espontáneamente podría

provocar el colapso de las vías respiratorias, especialmente si los conductos nasales están bloqueados o las vías respiratorias superiores están obstruidas (7).



Tomado de: Dave MH, Kemper M, Schmidt AR, et al. Pediatric airway dimensions—A summary and presentation of existing data. Paediatric Anaesthesia 2019; 29(8):782–789

Figura 2: Anatomía de la faringe

Laringe

La laringe es un tubo fibrocartilaginoso situado en el compartimento anterior del cuello. Anclado superiormente por el hueso hioides (hueso independiente), permitiendo una amplia gama de movimientos y funciones. Se extiende entre C3 y C6, continúa inferiormente con la tráquea y se abre superiormente hacia la hipofaringe. Todas las partes de la laringe están revestidas por epitelio

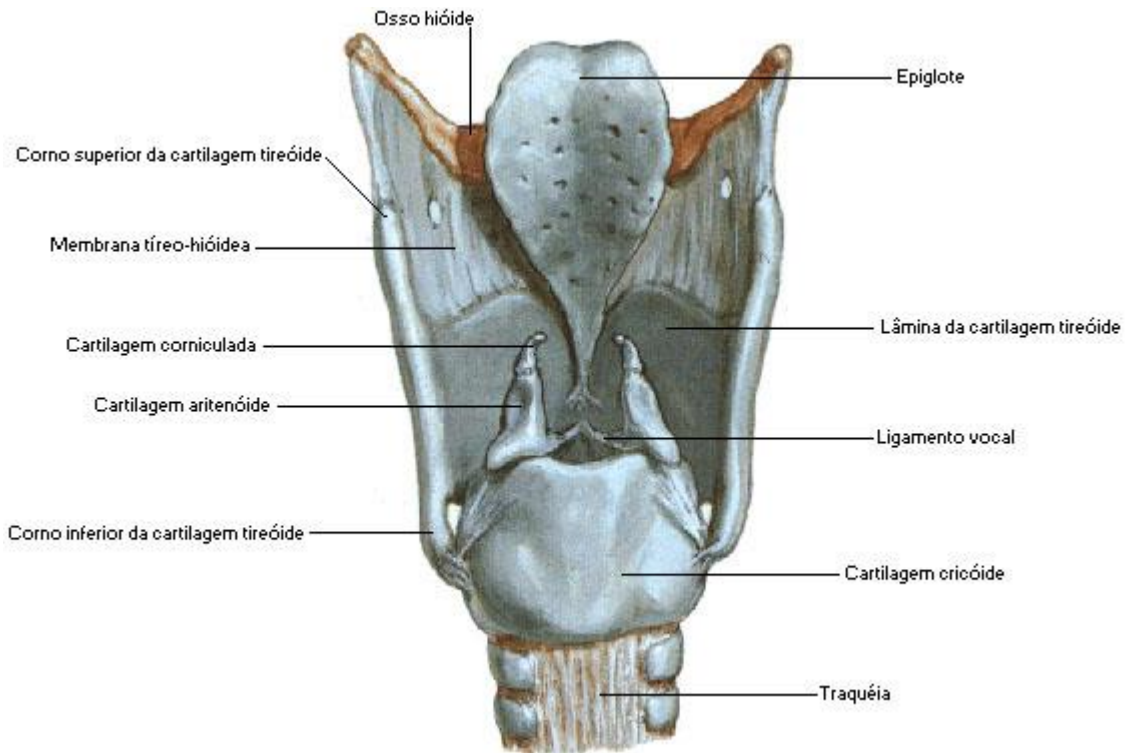
pseudoestratificado ciliado, excepto las cuerdas vocales, que están revestidas por epitelio escamoso no queratinizado (8).

Los límites de la entrada laríngea incluyen los siguientes:

- Anteriormente por la epiglotis y la pared posterior del cartílago tiroides hasta el cartílago cricoides.
- Posteriormente por la hipofaringe (laringofaringe)
- Superiormente por los pliegues interaritenoides, que forman las comisuras posteriores hasta la lámina posterior del cartílago cricoides.
- Lateralmente por el pliegue ariepiglótico hasta la cara interna del cartílago cricoides.
- El suelo está formado por el cono elástico (la extensión de los ligamentos cricotiroideos laterales desde la superficie interna del cartílago cricoides hasta los ligamentos vocales (8).

Clínicamente, la laringe se divide en tres regiones:

- Región supraglótica desde la superficie inferior de la epiglotis hasta los pliegues vestibulares (falsas cuerdas vocales)
- La región de la glotis contiene las cuerdas vocales y está 1 cm por debajo de ellas. La abertura o espacio entre las cuerdas vocales se conoce como *Rima Glottidis*, cuyo tamaño es alterado por los músculos de la fonación.
- Región subglótica desde el borde inferior de la glotis hasta el borde inferior del cartílago cricoides (8).



Tomado de: Holzki J, Brown KA, Carroll RG, et al. The anatomy of the pediatric airway: Has our knowledge changed in 120 years? A review of historic and recent investigations of the anatomy of the pediatric larynx. Paediatric Anaesthesia 2018; 28(1):13–22

Figura 3: Anatomía de la laringe

Vía aérea

El término "vía aérea" en su uso cotidiano se refiere a la vía aérea superior e inferior, que puede definirse como el conducto aéreo extrapulmonar, que consta de las cavidades nasal y oral, la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios grandes. "Vía aérea difícil" es aquella en la que existe un problema para establecer o mantener el intercambio de gases a través de una máscara, una vía aérea artificial o ambas (9). De manera formal, se define como la "situación clínica en la que un anesmiólogo experimentado y con formación convencional tiene dificultad para ventilar la vía aérea superior con mascarilla facial, intubación endotraqueal o ambas" (10). Reconocer el potencial de una vía aérea difícil permite tiempo para una preparación óptima, una selección adecuada de equipos y técnicas, y la participación de

personal con experiencia en el manejo de la vía aérea difícil. Para asegurar las vías respiratorias, la intubación traqueal mediante laringoscopia directa sigue siendo el método de elección en la mayoría de los casos (9).

Epidemiología de vía aérea difícil

La prevalencia de dificultades de las vías respiratorias según el estándar de referencia varía del 2.8% al 27%. La tasa de intubación difícil es del 0.5 al 10% de los pacientes sometidos a anestesia general, dependiendo de la definición. La tasa de ventilación difícil con mascarilla es del 0.9 al 12.8% de los pacientes sometidos a anestesia general. Sin embargo, la intubación y la ventilación difícil con mascarilla están estrechamente asociadas entre sí (11,12).

Morbilidad asociada a vía aérea difícil

Se sigue reportando una morbilidad significativa relacionada con el manejo de las vías respiratorias, y la falta de planificación para las dificultades es un tema recurrente. La mayoría de las guías sobre vías respiratorias publicadas se centran en el manejo del paciente que ya está inconsciente cuando se encuentra con dificultades en la intubación traqueal. Aunque se aborda con menos frecuencia, es casi seguro que evitar tener que manejar una vía aérea inesperadamente difícil tiene un mayor potencial para prevenir daños al paciente. La morbilidad relacionada con las vías respiratorias se puede prevenir mediante una evaluación cuidadosa del paciente y la formulación de una estrategia de manejo de las vías respiratorias antes de proceder con su manejo. La falta de una evaluación de las vías respiratorias o la falta de cambiar la práctica habitual en función de sus hallazgos se ha asociado con alta morbilidad (13).

Predicción clínica de vía aérea difícil

Se utilizan muchas pruebas para predecir una intubación difícil, pero algunas de ellas no son muy confiables, dado que tienen un valor predictivo positivo, una sensibilidad y una especificidad bajas. En entornos clínicos, las pruebas para predecir la intubación difícil deben ser simples, convenientes, fáciles de realizar, rápidas y deben tener un alto poder predictivo. La prueba más comúnmente utilizada es la prueba de Mallampati modificada, se ha considerado como el estándar de oro durante muchos años para predecir la dificultad en la intubación (14,15).

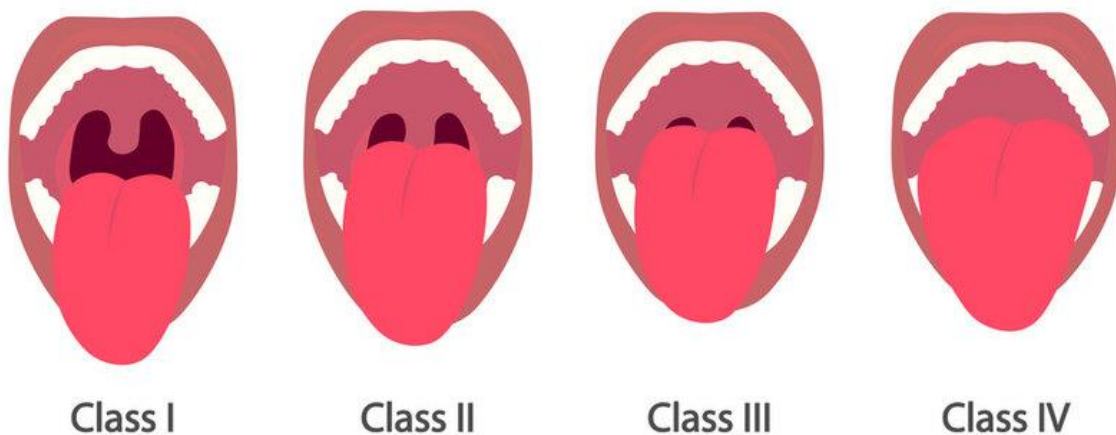
El puntaje de Mallampati se basa en la visibilidad de las estructuras faríngeas con el paciente en posición sentada erguida, la cabeza en posición neutra, la boca bien abierta y la lengua sobresaliendo al máximo sin fonación (16)

La clase I es la visualización del paladar duro, paladar blando, fauces, úvula y pilares.

La clase II es la visualización del paladar duro, el paladar blando, las fauces y la base de la úvula.

La clase III es la visualización del paladar duro y el paladar blando.

La clase IV es la visualización únicamente del paladar duro (16).



Tomado de: Gómez MA, Gaitini L, Matter I, et al. Guidelines and algorithms for managing the difficult airway. Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed) 2018; 65(1):41-48

Figura 4: Puntaje de Mallampati

La clasificación de Cormack-Lehane es un sistema de clasificación comúnmente utilizado para describir la visión laríngea durante la laringoscopia directa. Publicado por primera vez en 1984, desde entonces se ha convertido en el estándar de oro para la clasificación de las vías respiratorias en la práctica clínica y en la investigación relacionada con las vías respiratorias. La clasificación de las vistas laringoscópicas se basó en el método descrito por Cormack y Lehane (16)

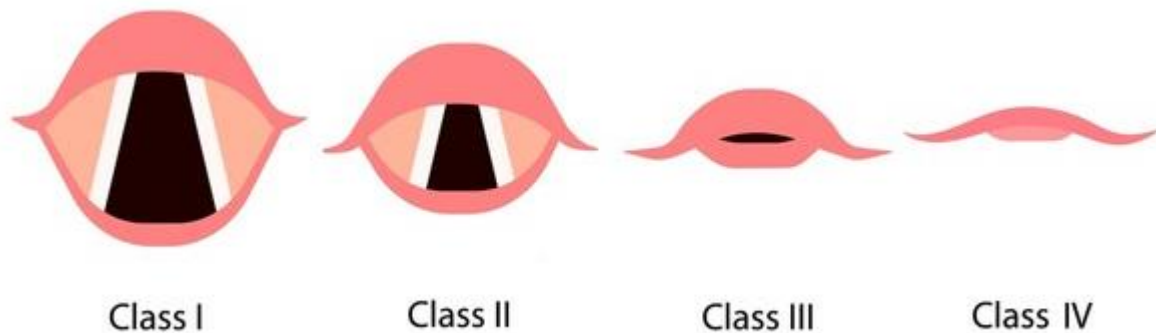
El grado I es una vista completa de la glotis.

El grado II es una vista parcial de la glotis o las aritenoides.

El grado III solo se ve epiglotis.

El grado IV no es visible ni glotis ni epiglotis (16).

Los grados I y II se clasifican como laringoscopia fácil. Los grados III o IV se clasifican como laringoscopia difícil (16).



Tomado de: Gómez MA, Gaitini L, Matter I, et al. Guidelines and algorithms for managing the difficult airway. Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed) 2018; 65(1):41-48

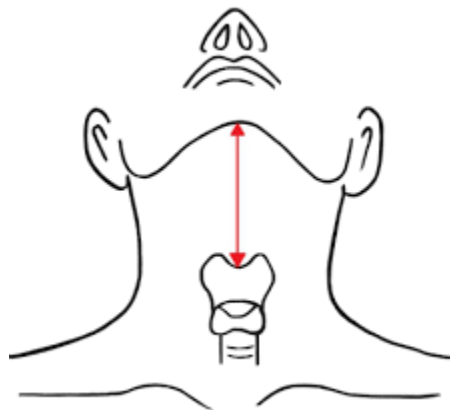
Figura 5: Clasificación de Cormack-Lehane

Otro predictor propuesto es la distancia tiromental obtenida midiendo la distancia recta desde la muesca tiroidea hasta el mentón interno con la cabeza en extensión (17,18). Se determina como:

Clase I - >6.5 cm

Clase II - 6-6.5 cm

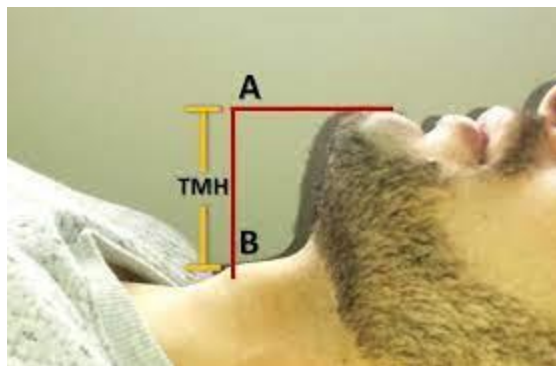
Clase III- <6 cm (17,18)



Tomado de: Gómez MA, Gaitini L, Matter I, et al. Guidelines and algorithms for managing the difficult airway. Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed) 2018; 65(1):41-48

Figura 6: Distancia tiromental

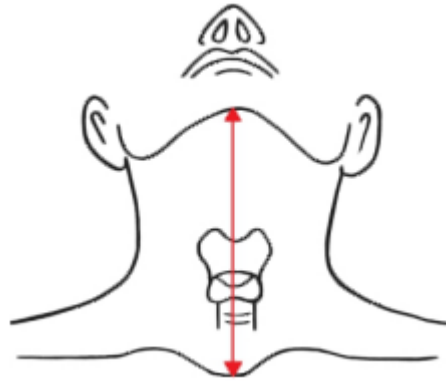
También se ha descrito la altura tiromentoniana, como la distancia vertical entre los bordes anteriores del mentón y el cartílago tiroides (en la muesca tiroidea entre las dos láminas tiroideas), mientras el paciente yace en decúbito supino con la cabeza en posición neutra y la boca cerrada (17,19).



Tomado de: Xu Z, Ma W, Hester DL, et al. Anticipated and unanticipated difficult airway management. Curr Opin Anaesthesiol 2018; 31(1):96-103

Figura 7: Altura tiromentoniana

La distancia esternomentoniana es obtenida midiendo la distancia recta desde la muesca esternal hasta el mentón interno con la cabeza en extensión (17,20).



Tomado de: Gómez MA, Gaitini L, Matter I, et al. Guidelines and algorithms for managing the difficult airway. Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed) 2018; 65(1):41-48

Figura 8: Distancia esternomentoniana

Limitación del movimiento de la articulación temporomandibular: Se pide a los pacientes que abran la boca completamente y se mide la distancia interincisiva. Luego, se evalúa la presencia o ausencia de subluxación. La subluxación (protrusión mandibular) se define de acuerdo con la máxima protrusión hacia adelante de los incisivos inferiores más allá de los incisivos superiores. Se aplica la siguiente clasificación utilizando estos dos valores:

- Clase I: distancia interincisiva >50 mm + sin subluxación
- Clase 2: distancia interincisiva <50 mm + sin subluxación
- Clase 3: distancia interincisiva <50 mm + subluxación presente (21).

Prueba de movimiento de la articulación atlanto-occipital: Los pacientes se encuentran sentados con la cabeza erguida y mirando hacia adelante. Se les pide que muevan el cuello hacia arriba tanto como fuera posible. Se observa y mide el ángulo de la superficie oclusal de los dientes superiores con respecto a la línea horizontal, y se clasifica la movilidad de la articulación atlanto-occipital en cuatro grados:

- Grado I: Ángulo $>35^\circ$
- Grado 2: Ángulo = $22-34^\circ$
- Grado 3: Ángulo = $12-21^\circ$
- Grado 4: Ángulo $< 12^\circ$. (21,22)

Prueba de mordida del labio superior: se pide a los pacientes que sobresalgan la mandíbula hacia adelante y se muerdan el labio superior con los incisivos inferiores.

Los resultados se clasifican en tres clases:

- Clase I: los incisivos inferiores muerden el labio superior por encima del borde bermellón, no siendo visible la mucosa.
- Clase II: los incisivos inferiores muerden el labio superior debajo del borde bermellón, la mucosa es parcialmente visible.
- Clase III: Los incisivos inferiores no logran morder el labio superior (21,23).



Tomado de: Faramarzi E, Soleimanpour H, Khan ZH, et al. Upper lip bite test for prediction of difficult airway: A systematic review. Pak J Med Sci 2018; 34(4):1019–1023

Figura 9: Prueba de mordida del labio superior

3.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Descripción general del ultrasonido diagnóstico

La ecografía es el arte y la ciencia de utilizar el ultrasonido como modalidad de diagnóstico. Su uso como modalidad de imagen es cada vez más popular, y desde hace algunos años la venta de dispositivos de imagen ultrasónica ha superado las ventas combinadas de todas las unidades de imagen de rayos X, tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (MRI) y medicina nuclear. Casi no hay parte del cuerpo en la que no se hayan intentado imágenes por ultrasonido, por lo que es esencial que los radiólogos y técnicos en imágenes de hoy tengan cierta comprensión de las aplicaciones y limitaciones para garantizar que se emplee la modalidad adecuada para cada condición encontrada (24).

Introducción a la física del ultrasonido.

A diferencia de la energía de rayos X, el ultrasonido no es radiación electromagnética. El ultrasonido es muy similar al sonido audible, aunque de una frecuencia mucho mayor. Es una forma de energía que viaja en ondas, propagada por la vibración de moléculas adyacentes en un medio (25).

El uso de ultrasonido para obtener imágenes es una tecnología relativamente simple. Se genera un pulso de sonido dentro de un transductor, un dispositivo que puede convertir una forma de energía en otra. El sonido se transmite al interior del cuerpo y se propaga a través de los tejidos, con atenuación gradual por absorción y reflexión. Aunque parte del sonido se refleja y se dispersa, otra parte se refleja de regreso al transductor como un eco, y esto se puede representar en una pantalla como un punto cuyo brillo está relacionado con la fuerza del eco devuelto y cuya ubicación se calcula mediante un sistema conocido como registro, de modo que la pantalla replica la posición en el cuerpo (25).

El sonido ultrasónico tiene los mismos parámetros que el sonido audible, incluyendo frecuencia, velocidad, longitud de onda y potencia (25).

La frecuencia de una onda sonora es el número de frentes de onda que pasan por un punto determinado por segundo y se mide en ciclos por segundo o hercios (Hz), o en el caso del ultrasonido en millones de ciclos por segundo o megahercios (MHz). De hecho, el ultrasonido se define como aquel que está más allá del rango del oído humano, que es de unos 18 kHz (una frecuencia de 18,000 ciclos por segundo). Las frecuencias de diagnóstico por ultrasonido son incluso más altas, generalmente en el rango de 2 a 15 MHz (25).

La velocidad del sonido es constante en un medio determinado; en otras palabras, las ondas viajan a velocidad constante a través de un medio particular. Esto depende de las propiedades mecánicas del medio, principalmente de la densidad y la elasticidad de la sustancia. La velocidad se mide en unidades de distancia por unidad de tiempo, es decir, ms^{-1} . La velocidad del sonido en las fórmulas generalmente se representa con 'v' para velocidad o 'c' para constante (26).

La longitud de onda es la longitud de un patrón de onda completo, o la distancia entre dos compresiones sucesivas o dos expansiones sucesivas. Se mide en unidades de distancia y se representa con el símbolo λ , que es la letra griega L, de longitud. Estos tres parámetros de velocidad, frecuencia y longitud de onda están vinculados por la siguiente fórmula: $v = f \times \lambda$ (26)

Como la velocidad es constante, existe una relación inversamente proporcional entre la longitud de onda y la frecuencia, de modo que a medida que una aumenta la otra debe disminuir. Lo ideal sería obtener imágenes utilizando la frecuencia más alta posible porque esto nos daría la longitud de onda más corta, lo que permitiría una excelente resolución axial. Sin embargo, el mayor número de frentes de onda produce una mayor atenuación, por lo que el ecografista selecciona un compromiso: la frecuencia más alta que sea compatible con la profundidad de campo requerida en el tejido (27).

El último parámetro es la potencia del sonido, medida en decibeles (dB). Este factor es análogo al volumen del sonido audible. Es independiente de la velocidad, frecuencia y longitud de onda (27).

Producción, propagación y detección de ultrasonidos.

Aunque los términos sonda y transductor a menudo se usan indistintamente, son elementos distintos. La sonda es la carcasa del transductor, que convierte la energía electrónica en energía vibratoria o sonora, y viceversa. El ultrasonido se produce en la superficie del transductor por el efecto piezoeléctrico en finas tiras de material cristalino. Los elementos vibran durante un breve período de tiempo para producir un pulso de sonido, que viaja al interior del cuerpo. Entre la producción de sonido, el transductor recibe los ecos como vibraciones y el efecto piezoeléctrico inverso los transforma en impulsos eléctricos, que forman la pantalla del monitor (28).

El sonido se propaga (viaja) muy bien a través de un medio perfectamente homogéneo, como el agua clara, por ejemplo, pero, cuando la onda alcanza un material de diferente densidad, parte del sonido se refleja en la interfaz. En el cuerpo, esto sucede todo el tiempo en las diferentes interfaces de los tejidos, por lo que hay una atenuación gradual de la señal. El ecografista debe optimizar la señal de retorno mediante la posición del transductor y mediante el uso de la instrumentación de la máquina de ultrasonido. Estos factores significan que la ecografía depende en gran medida de la habilidad del operador (28).

Principios de la imagen ecográfica

Inicialmente, una imagen puede parecer confusa. Lo primero que hay que resolver es la orientación. Esto está relacionado con la posición de la sonda, por lo que sólo el ecografista sabe exactamente qué plano está escaneando en un momento dado; es por esto que se recomienda que el examen sea informado por la persona que lo realizó (29).

La convención para visualizar imágenes es que las secciones transversales se ven mirando hacia la cabeza, como en una tomografía computarizada, y las secciones longitudinales se ven desde la derecha del sujeto. Esto se basa en un examen a pie de cama en el que el personal médico tradicionalmente se sitúa al lado derecho del

paciente y sería el punto de vista del ecografista en la posición estándar, aunque, por supuesto, esto se puede adaptar (30).

Los diferentes patrones de atenuación son la siguiente área por considerar. Las áreas llenas de líquido transmiten muy bien el sonido, pareciendo transónicas o anecoicas, lo que significa que no hay ecos devueltos desde el interior, lo que da como resultado una mejora acústica distal en relación con los tejidos adyacentes. Por el contrario, cualquier cambio marcado en la densidad produce una fuerte reflexión, típicamente con una sombra acústica más allá de esta área. Existe una variedad de terminología para describir estos fenómenos: las áreas que devuelven menos ecos a menudo se denominan hipoecoicas; aquellos que no devuelven ningún eco pueden denominarse anecoicos o libres de eco; y aquellos que devuelven más ecos y parecen más brillantes se denominan hiperecogénicos y, a veces, ecogénicos (30).

Formatos de visualización

Incluso los ecógrafos modernos más básicos suelen venir con varias opciones de visualización. Las imágenes en modo B, son aquellas en que la señal tiene un brillo modulado, de modo que el brillo de cada píxel está relacionado con la fuerza del eco. Esto da la imagen familiar en escala de grises, que se puede ver en todos los monitores de ultrasonido (31).

Una imagen en modo M o en movimiento modulado muestra una sola línea de la imagen en modo B a lo largo del tiempo para demostrar cualquier movimiento.

La ecografía Doppler utiliza el cambio de frecuencia cuando hay un movimiento relativo entre la fuente de sonido y el observador, fenómeno que se observa cuando el sonido se refleja en un objeto en movimiento. La señal generada por este cambio de frecuencia se puede visualizar de varias maneras, dependiendo de la información requerida. A menudo se piensa que el Doppler muestra el flujo sanguíneo, pero debe recordarse que lo que se representa es el movimiento, ya que esto puede dar lugar a apariencias artefactos (31).

Otro tipo de visualización Doppler, obtenida nuevamente mediante el cálculo de un cambio de frecuencia entre el pulso transmitido y el eco recibido, es la imagen Doppler de flujo de color. Aquí las frecuencias desplazadas se muestran como un "mapa" de color superpuesto, que se superpone a la imagen del modo B. El área de muestra está en el cuadro Doppler, donde todo el movimiento se representa en color, con la dirección y la velocidad relativa del flujo indicadas por una escala de colores en el borde de la imagen. Las estructuras deben identificarse antes de hacer suposiciones sobre la dirección del flujo, y esta escala debe incluirse en la imagen para interpretar el flujo y, por tanto, evaluar la anatomía y la función (32).

El Power Doppler mapea la energía dentro del área de la imagen para brindar una visualización no direccional y es excelente para demostrar flujo de baja velocidad, como la perfusión capilar (32).

Otros formatos de visualización de ultrasonido incluyen la elastografía, donde una superposición de color se relaciona con la rigidez del tejido, útil en el reconocimiento de tumores y visualizaciones tridimensionales (3D), donde los cortes de imagen se pueden reconstruir digitalmente de la misma manera que otras imágenes transversales. Incluso hay pantallas de cuatro dimensiones (4D) donde se agrega la cuarta dimensión del tiempo para brindar una imagen 3D en tiempo real (33).

Todos los anteriores utilizan ultrasonido pulsado, en el que los espacios entre los pulsos se utilizan para esperar el retorno de los ecos. El tiempo transcurrido permite el registro de profundidad necesario para producir una visualización. Aunque el ultrasonido de onda continua (CW) tiene aplicaciones de diagnóstico, por su naturaleza no es posible producir una imagen a partir de la señal debido a la falta de alcance de profundidad (33).

Equipos de ultrasonido, sondas y controles.

Las sondas de ultrasonido están diseñadas con diferentes formas, tamaños y rangos de frecuencia para adaptarse a diferentes aplicaciones dentro del cuerpo. Los conjuntos lineales de cara plana producen una imagen rectangular y son útiles para estructuras superficiales como la mama y otros tejidos blandos, y para

aplicaciones vasculares. Una cara de sonda curva (una matriz curvilínea o convexa) produce una imagen en forma de sector, por lo que, aunque la visualización de campo cercano es limitada, combina un buen campo de visión en profundidad con una "huella" más pequeña para un fácil acceso, por ejemplo, en exploración abdominal. Una matriz en fase (o matriz sectorial) tiene una cara plana y una huella muy pequeña pero aún produce una imagen en forma de sector; se aplican retrasos secuenciales a los elementos para que puedan configurarse para "disparar" un haz de ultrasonido en cualquier dirección, lo que permite dirigir el haz en cualquier sección, no solo a lo largo de un plano de imagen como en las matrices lineales o curvilíneas. Los arreglos en fase son útiles en la exploración cerebral cardíaca y neonatal (34).

Los transductores de ultrasonido modernos son casi todos conjuntos de elementos múltiples, que ofrecen la opción de enfoque electrónico y dirección del haz. Los elementos que componen un conjunto eran tradicionalmente pequeñas tiras de cuarzo, pero ahora es más probable que sean matrices CMUT (transductor ultrasónico micromecanizado capacitivo). o matrices PMUT (transductor ultrasónico micromaquinado piezoeléctrico). Suelen ser de banda ancha multifrecuencia, por lo que un transductor concreto tiene un rango de frecuencias, lo que significa que no es necesario cambiar de sonda cuando se requiere una frecuencia diferente. Siempre es mejor utilizar la frecuencia más alta posible, ya que esto dará la mejor resolución axial posible, aunque la profundidad de penetración puede reducirse. La resolución lateral se logra ajustando el enfoque del haz para que esté en la profundidad del área de interés. Se logra una buena resolución temporal optimizando la velocidad de fotogramas. Por lo general, esto no es ajustable en sí mismo, pero está limitado por la profundidad de visión y el número de funciones aplicadas por el operador, los cuales influyen en la velocidad de procesamiento del equipo (35).

La configuración del equipo y los parámetros de exposición suelen mostrarse en una esquina de la imagen. Aunque varían entre fabricantes, existe un conjunto típico de estos parámetros, y su significado es el siguiente:

- B: muestra que la máquina está funcionando con imágenes en modo B.
- Frq: el transductor funciona a una frecuencia nominal de 4 MHz, aunque con una sonda de banda ancha esto incluiría también frecuencias ligeramente superiores e inferiores.
- Gn: la ganancia general se establece en 31 dB.
- Mapa: se refiere a la configuración del mapa de colores de la pantalla.
- D: profundidad de campo, 14 cm, también mostrada en la escala lateral.
- DR: un rango dinámico de 72 dB.
- FR: una velocidad de fotogramas de 18 Hz, como se explicó anteriormente.
- AO: esta es la salida acústica o configuración de potencia, que está establecida al 100% en esta imagen. Esta puede ser la configuración predeterminada del fabricante, pero, en la práctica, debe mantenerse lo más baja posible para minimizar cualquier posible efecto biológico y al mismo tiempo lograr una imagen de diagnóstico. 100% es el máximo y debe usarse sólo cuando sea absolutamente necesario debido a estos posibles bioefectos (36).

La ganancia general, medida en dB, amplifica los ecos de manera uniforme, mientras que la compensación de ganancia de tiempo (TGC) se aplica para mejorar preferentemente las señales más profundas para compensar la atenuación gradual de la señal a través del tejido (37).

La TGC es un medio de amplificación que se puede aplicar selectivamente a cada zona de profundidad porque el sonido proveniente de las zonas más profundas del cuerpo se atenúa más y, por lo tanto, necesita más amplificación. Los controles TGC suelen ser un conjunto de barras deslizantes, donde cada barra se relaciona con una profundidad diferente; las barras superiores se relacionan con el campo cercano, o estructuras más superficiales, y las barras inferiores con el campo lejano. Cada control deslizante se ubica en una muesca central, que se puede sentir a medida que se mueve el control de profundidad individual. El ajuste correcto permite la visualización de estructuras a diferentes profundidades en una imagen uniformemente gris. Aunque las máquinas más antiguas requerían que esto se ajustara manualmente, los ajustes preestablecidos de los fabricantes incluyen una configuración TGC óptima para el tipo de examen, que debería requerir sólo un

ligero ajuste desde el centro en la mayoría de las circunstancias. Los controles deslizantes deben restablecerse a las muescas centrales una vez que ya no se requiera esta compensación adicional (37).

La potencia acústica aumenta la señal transmitida y entra más energía ultrasónica al paciente. Cuando la imagen se ve en tiempo real, la cantidad de energía transmitida se indica mediante índices térmicos y mecánicos, vistos como TI y MI, respectivamente, pero generalmente no se muestran en la imagen congelada. El ecografista debe comprender estas cifras y mantenerlas lo más pequeñas posible mientras configura los controles para optimizar la imagen con una calidad de diagnóstico (37).

El gel de ultrasonido se aplica para facilitar la obtención de imágenes de tres maneras: forma una buena combinación acústica para garantizar que la máxima cantidad de sonido generado se propague desde el transductor a la parte del cuerpo; excluye el aire, minimizando nuevamente la pérdida de sonido; y permite un movimiento más suave de la sonda (37).

Ventajas de la ecografía como modalidad

- El equipo es relativamente económico y, por lo tanto, está fácilmente disponible.
- El equipo es generalmente móvil y puede ser portátil.
- Los tiempos de examen son cortos y con poca necesidad de preparación.
- La ecografía es una modalidad no invasiva que no implica radiación ionizante.
- Se dispone de mediciones inmediatas y precisas.
- La visualización en tiempo real permite evaluar el movimiento, la compresibilidad del tejido y guiar los instrumentos en cirugía u otras intervenciones.
- Esta capacidad de visualizar el movimiento significa que el movimiento del sujeto no resta valor indebido a la calidad de la imagen.

- La alta maniobrabilidad y la angulación ilimitada permiten el acceso en circunstancias difíciles, por ejemplo, en traumatismos, durante operaciones quirúrgicas o cuando apósitos u otros objetos artefactos limitan el acceso.
- Es posible obtener imágenes vasculares, incluida la biometría, con Doppler espectral, de flujo de color y de potencia para evaluar el suministro, el drenaje y las anomalías vasculares (38).

Desventajas de la ecografía como modalidad.

- La ecografía es una modalidad altamente dependiente del operador, que depende en gran medida de la habilidad del ecografista para interpretar la historia clínica con el fin de obtener imágenes de las estructuras correctas, utilizando la mejor configuración del equipo y observando y registrando los hallazgos relevantes. Por lo tanto, para ejercer se requiere un alto nivel de educación ecográfica.
- Debido a que se trata en gran medida de una modalidad en “tiempo real”, es mejor realizar la interpretación durante el procedimiento mismo. Una revisión retrospectiva de las imágenes o incluso una grabación en tiempo real no pueden capturar todo el examen, y la posibilidad de evaluar el movimiento o la compresibilidad se pierde en una grabación.
- Los ultrasonidos no viajan a través de gases, por ejemplo, en el intestino, a través de ropa, vendajes o en abscesos.
- Es posible que existan limitaciones con sujetos más grandes o más sólidos debido a la atenuación del sonido (39).

Comparación con otras modalidades de imagen.

- En comparación con la tomografía computarizada, la ecografía proporciona una mejor resolución temporal y una buena resolución de contraste cuando se optimiza la configuración del equipo, pero tiene una resolución espacial más pobre.

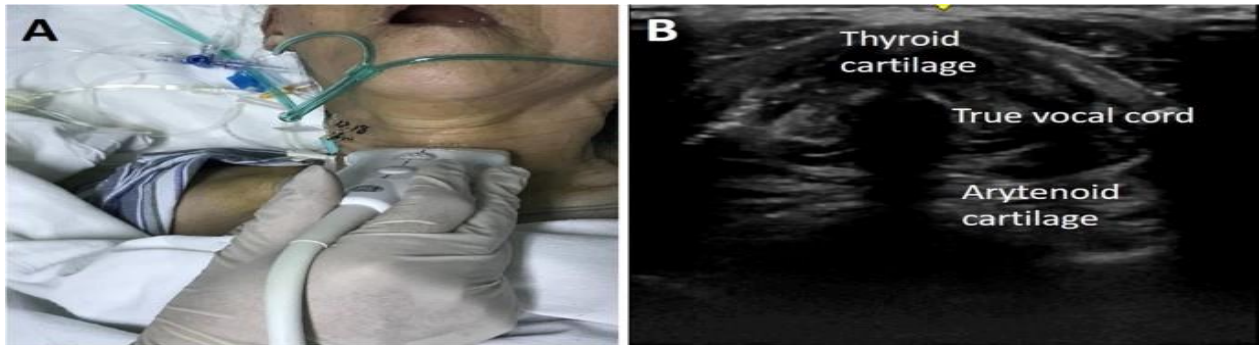
- La resolución del contraste es mejor en la resonancia magnética, pero la buena resolución temporal de la ecografía, junto con la facilidad de acceso y el posible uso de equipos metálicos, hace que las intervenciones guiadas por ecografía sean mucho más prácticas.
- Generalmente, la medicina nuclear es mejor que la ecografía para el funcionamiento de los órganos, aunque la ecografía proporciona mejores detalles en tiempo real de muchas de las funciones del cuerpo, por ejemplo, la peristalsis, el flujo sanguíneo o las imágenes obstétricas.
- En general, los equipos de ultrasonido son más baratos y portátiles que los equipos de tomografía computarizada, resonancia magnética o medicina nuclear, y se usan ampliamente en todas las esferas de la medicina, desde los campos de batalla hasta la atención de emergencia a gran altitud, para diagnóstico por imágenes y muestreo, así como para guía quirúrgica, colocación de catéteres, drenajes y administración de fármacos terapéuticos (40).

Sonoanatomía aplicada de la vía aérea superior.

La comprensión básica de la física del ultrasonido, la selección del transductor, el hábito corporal y la orientación de la sonda y una mejor comprensión de la anatomía de las vías respiratorias contribuyen a la precisión de la interpretación del ultrasonido. En el plano longitudinal, la apariencia hipoecoica del cartílago cricoides se ve como una protuberancia o joroba y en el plano transversal como una estructura hipoecoica ovalada. El cartílago traqueal en el plano longitudinal se ve como un “cordón de cuentas” y en forma de U invertida en el plano transversal. Una línea lineal hiperecoica vista posteriormente en el plano transversal y longitudinal de la tráquea está formada por artefactos de reverberación de la interfaz aire-mucosa (41).

Las cuerdas vocales se ven mejor utilizando el plano transversal a través del cartílago tiroides como ventana. La apariencia hiperecoica de los ligamentos vocales delinea la cuerda vocal. El esófago se ve en un plano transversal a nivel del

primer y segundo cartílago traqueal, ubicado posterior al nódulo tiroideo izquierdo. Se puede observar un movimiento peristáltico visible dentro de la luz esofágica mediante la actividad de deglución (42).



Tomado de: Reddy PB, Punetha P, Chalam KS. Ultrasonography - A viable tool for airway assessment. Indian J Anaesth 2016; 60(11):807–813

Figura 10: Apariencia ultrasonográfica de la vía aérea superior

Limitaciones del ultrasonido en evaluación de la vía aérea superior

La ecografía de las vías respiratorias no está exenta de limitaciones. Las vías respiratorias llenas de aire son un mal conductor del sonido que afecta la visibilidad de estructuras más profundas. La presencia de artefactos acústicos, depósitos de grasa y calcificaciones del cartílago pueden dificultar la diferenciación de la anatomía normal de las vías respiratorias de las estructuras patológicas. Además, los predictores ecográficos de una laringoscopia difícil pueden no ser factibles para todos los pacientes. Es posible que los parámetros medidos no sean precisos o no se obtengan fácilmente, especialmente aquellos que requieren la cooperación del paciente, más aún en el paciente angustiado (43).

Limitaciones del uso del ultrasonido

Como ya habrá quedado claro, la ecografía tiene inmensas aplicaciones en el campo de la valoración de las vías respiratorias. Sin embargo, ciertamente también tiene algunas limitaciones:

- Se requiere que el operador de la máquina de ultrasonido tenga un sólido conocimiento de la anatomía ecográfica para diferenciar los artefactos acústicos de los de la estructura de interés.
- La adquisición de imágenes depende del equipo y del operador.
- La interpretación depende del operador.
- Se necesita tiempo para dominar la técnica (44).

Predicción ecográfica de vía aérea difícil

En la actualidad, métodos como la distancia interincisiva, la distancia tiromentonal, la puntuación de la prueba de Mallampati modificada y la puntuación de la prueba de mordida del labio superior se utilizan principalmente en la práctica clínica. Sin embargo, estos indicadores tienen un rendimiento limitado, baja sensibilidad y especificidad, y bajos valores predictivos positivos. Estudios recientes han sugerido que la medición anatómica de la vía aérea superior mediante ecografía podría mejorar el rendimiento de la predicción de la vía aérea difícil. Por ejemplo, mediante el uso de la ecografía, la movilidad de la articulación temporomandibular y el grosor de la lengua se han utilizado con éxito para predecir la vía aérea difícil (45).

La ecografía puede ayudar al médico a identificar la anatomía relevante, incluidos los huesos y los tejidos blandos de la hipofaringe y la parte anterior del cuello, la membrana cricotiroidea, los cartílagos traqueales, el esófago y el pulmón aireado, de una manera sencilla, rápida y no invasiva. Por lo tanto, varios parámetros ecográficos se han considerado útiles para la predicción de la vía aérea difícil (46,47).

Estudios previos

En el año 2003 Khan et al. realizaron un estudio prospectivo ciego que comparó el test de mordida del labio superior (ULBT) con la prueba de Mallampati modificada (MMT), se inscribieron trescientos pacientes adultos. Se encontró que la prueba de mordida del labio superior mostró una especificidad y precisión significativamente

mayores que la prueba de Mallampati modificada ($P < 0.001$). Sin embargo, las comparaciones de sensibilidad y valores predictivos positivos y negativos entre las dos pruebas no revelaron diferencias significativas ($P > 0.05$). En conclusión, la prueba de mordida del labio superior es una opción aceptable para predecir una intubación difícil como prueba simple y única (48).

En el año 2009 Khan et al. llevó a cabo un estudio prospectivo, se seleccionaron al azar e inscribieron en el estudio 380 pacientes programados para cirugía electiva. Antes de inducir la anestesia, se evaluaron las vías respiratorias y se determinaron la clase ULBT, distancia esternomental (SMD), TMD e IID. Se reportó que la prevalencia de intubación difícil fue del 5% ($n = 19$). ULBT de clase III, IID < 4.5 cm, TMD < 6.5 cm y SMD < 13 cm se definieron como predictores de intubación difícil. La especificidad y precisión del ULBT fueron significativamente mayores que las de TMD, SMD y IID individualmente (la especificidad fue del 91.69 %, 82.27 %, 70.64 % y 82.27 %, respectivamente, y la precisión fue del 91.05 %, 71.32 %, 81.84 % y 76.58 %, respectivamente) (49).

En el año 2014, Badhe et al. compararon varias pruebas de cabecera, incluida la prueba de Mallampati modificada (MMT), la distancia tiromental (TMD), la distancia esternomental (SMD), el espacio entre incisivos (IIG) y la combinación de la prueba de Mallampati modificada y la distancia tiromental para predecir intubación difícil. Todas las pruebas, excepto TMD, mostraron una sensibilidad muy pobre. MMT tuvo una sensibilidad del 19.05%, DME del 14.29% y IIG del 52.38%. Sólo TMD mostró una sensibilidad del 71.43%, que aumentó al 76.19% tras combinar MMT y TMD. Sin embargo, todas las pruebas tuvieron una especificidad muy alta. Todas las pruebas tuvieron un área bajo la curva superior a 0.8 e inferior a 0.9. Un MMT positivo aumenta la probabilidad posterior a la prueba al 58.68% desde la probabilidad previa a la prueba del 6.98%, un TMD positivo aumenta la probabilidad posterior a la prueba al 30.75%, una DME positiva al 51.22% y una IIG positiva al 30.24 %. Una combinación de MMT + TMD lo aumenta hasta el 32.19%. MMT y SMD negativos reducen muy marginalmente la probabilidad posterior a la prueba a 6.15% y 6.13%, respectivamente, desde 6.98%. Mientras que un TMD negativo lo reduce al 2.42% y la combinación de MMT + TMD lo reduce aún más al 1.98% (50).

En el año 2015, Wajekar et al. realizó un estudio evaluó el papel de ULBT, MMT y TMD individualmente y también en varias combinaciones en la predicción de laringoscopia difícil. A diferencia de estudios anteriores, este estudio demostró que ninguna de estas tres pruebas es una prueba predictiva adecuada cuando se utiliza sola. Sin embargo, se logra un mayor valor diagnóstico cuando se combinan (51). En el año 2016, Reddy et al. realizó un estudio donde se incluyeron a 100 pacientes sometidos a anestesia endotraqueal general. La incidencia de intubación difícil fue del 14%. Un grosor de los tejidos blandos de la parte anterior del cuello a nivel de las cuerdas vocales >0.23 cm tuvo una sensibilidad del 85.7% para predecir Cormack-Lehane grado 3 o 4, que fue mayor que el de la clase Mallampati, distancia tiromental y distancia esternomental. Sin embargo, la especificidad, el valor predictivo positivo y la precisión fueron inferiores a los parámetros físicos (52).

En el año 2017, Fulkerson et al. por medio de una revisión sistemática que incluyó 10 estudios, se encontró que la distancia hiomental con extensión del cuello demuestra importancia predictiva en una muestra pequeña de 12 adultos obesos con 6 laringoscopias difíciles. El grupo de laringoscopia difícil tuvo una medida de 52.6 ± 5.8 mm en comparación con 65.5 ± 4.1 mm en el grupo de intubación fácil ($p < 0.01$). Esta ubicación requiere una sonda curvilínea de baja frecuencia en todos los pacientes excepto en los más pequeños, mientras que todas las demás ubicaciones que encuentren importancia se pueden realizar con una sonda lineal de alta frecuencia. Ningún otro estudio evaluó esta medida. En el hueso hioides, un estudio encontró que las medidas de 16.9 mm (IC 95 % 11.9-21.9) en el grupo Cormack-Lehane III/IV diferían significativamente de los 13.7 mm (IC 95 % 12.7-14.6) en el grupo Cormack-Lehane I/II. Otro estudio halló mediciones de 15.9 ± 2.7 mm en el grupo de laringoscopia difícil, frente a 9.8 ± 2.6 mm en el grupo de laringoscopia fácil ($p < 0.0001$). Un tercer estudio solo evaluó si el hueso hioides podía verse o no mediante un abordaje ecográfico sublingual. La incapacidad para identificar el hueso hioides demostró significación ($p < 0.0001$) para Cormack-Lehane III/IV en la intubación con una sensibilidad del 72.7 % y una especificidad del 97 % (53).

En el año 2018, Ji et al. realizó una búsqueda electrónica exhaustiva de literatura relacionada en PubMed, Embase, la Biblioteca Cochrane y la Infraestructura Nacional de Conocimiento de China. Se inscribieron un total de 17 estudios que datan de noviembre de 2017 con 8779 personas. Existió heterogeneidad en el efecto sin umbral, pero no en el efecto umbral. Se realizaron análisis de subgrupos basados en métodos radiológicos. Las características diagnósticas agrupadas en el subgrupo de tomografía computarizada fueron las siguientes: sensibilidad 0.75 (IC 95%, 0.64-0.84), especificidad 0.75 (IC 95% 0.68-0.81), razón de probabilidad positiva 3.19 (IC 95% 1.91-5.32), razón de probabilidad negativa 0.38 (IC 95% 0.23-0.64), odds ratio diagnóstico 11.74 (IC 95%, 4.19-32.86) y área bajo la curva 0.8424 con índice Q^* 0.7741. En el subgrupo de rayos X, la sensibilidad fue 0.78 (IC 95%, 0.73-0.82), la especificidad fue 0.88 (IC 95%, 0.87-0.89), la razón de probabilidad positiva fue 5.03 (IC 95%, 2.44-10.37), la razón de probabilidad negativa fue 0.27 (IC 95%, 0.22-0.33), odds ratio diagnóstico fue 23.18 (IC 95%, 8.81-60.95) y área bajo la curva fue 0.8970 con índice Q^* 0.8280. Los valores correspondientes para el subgrupo de ultrasonido fueron 0.69 (IC 95%: 0.63-0.74) para sensibilidad, 0.84 (IC 95%: 0.82-0.85) para especificidad, 6.25 (IC 95%: 3.81-10.27) para razón de probabilidad positiva, 0.36 (IC 95%, 0.27-0.47) para razón de probabilidad negativa, 22.26 (IC 95%, 10.45-47.41) para odds ratio diagnóstico. 0.8942 para área bajo la curva con índice Q^* 0.8251. La sensibilidad, especificidad y razón de probabilidad positiva combinadas de la puntuación de Mallampati modificada fueron 0.61 (IC 95% 0.56-0.66), 0.63 (IC 95% 0.61-0.64) y 2.11 (IC 95% 1.71-2.61), que fueron significativamente más bajas que las de los métodos radiográficos (16).

En el año 2019, Koundal et al. realizó un estudio observacional prospectivo en 200 pacientes que requirieron anestesia general e intubación traqueal. Utilizando curvas ROC, el valor de corte de relación de distancia hiomental (HMDR) para predecir laringoscopia difícil fue ≤ 1.0870 con una sensibilidad del 65% y una especificidad del 77%. El valor de corte de grosor del tejido blando anterior del cuello a nivel del hueso hioides (DSHB) fue ≥ 0.99 con una sensibilidad del 48% y una especificidad del 82%. El punto de corte, la sensibilidad y la especificidad para grosor del tejido

blando anterior del cuello a nivel de la epiglotis (DSEM) fueron ≥ 1.615 , 89.7% y 64.8%, respectivamente (54).

En el año 2020, El-Radaideh et al. realizó un estudio de cohorte observacional prospectivo en 160 pacientes adultos consecutivos sometidos a procedimientos quirúrgicos en un centro médico académico en Jordania desde el 20 de mayo de 2019 hasta el 11 de febrero de 2020. Quince pacientes (9.4%) se clasificaron como Cormack-Lehane modificado 2B, 3 y 4, y la edad se asoció significativamente con el grado de Cormack-Lehane modificado ($P = 0.028$). Se encontró que la sensibilidad y el índice de Youden de test Mallampati modificado con protrusión de lengua eran los más bajos (40% y 0.29, respectivamente). El test de protrusión de mandíbula fue la prueba más precisa y específica (90.63 y 95.17%, respectivamente), con el mayor valor predictivo positivo (50%), índice de Youden (0.42) y área bajo la curva (0.781) (55).

Finalmente, en el año 2021, Sotoodehnia et al. por medio de un metaanálisis que incluyó a 26 estudios; se encontraron los siguientes resultados ultrasonográficos: Distancia de la piel a la epiglotis: este criterio fue examinado en ocho estudios. La media de este índice se evaluó en seis estudios. En cinco de estos estudios, la media de la distancia desde la piel a la epiglotis fue significativamente mayor en el grupo difícil ($p < 0.05$), y en el otro estudio fue mayor en el grupo fácil, aunque la diferencia no fue significativa. La diferencia media combinada de la distancia desde la piel a la epiglotis según los resultados del metanálisis fue 6.15 mm mayor en el grupo difícil que en el grupo fácil, y la diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$). El AUC informado fue de 0.79 y 0.91 en cuatro estudios. En tres de estos estudios, el punto de corte óptimo calculado fue 1.62 (sensibilidad = 89.7 y especificidad = 64.8), 2.54 (sensibilidad = 82.0 y especificidad = 91.0) y 3.0 (sensibilidad = 56.3 y especificidad = 88.2) (56).

Grosor del tejido blando anterior del cuello a nivel de las cuerdas vocales: este criterio fue reportado en nueve estudios. La media de este índice se evaluó en ocho de estos nueve estudios, mientras que el otro no presentó los datos medios brutos (\pm DE) en los dos grupos y fue suficiente para informar que la diferencia entre los

grupos difíciles y fáciles no fue significativa. En cuanto a los ocho estudios restantes, el grosor medio del tejido blando anterior del cuello en las cuerdas vocales fue significativamente mayor en el grupo difícil que en el grupo fácil en tres estudios. En otros tres estudios, la media del índice fue mayor en el grupo fácil y en un estudio no fue estadísticamente significativa. La diferencia media combinada del tejido blando anterior del cuello en las cuerdas vocales según los resultados del metanálisis fue 0.27 cm mayor en el grupo difícil que en el grupo fácil y esta diferencia fue marginalmente significativa ($p = 0.150$). El AUC se informó como 0.47, 0.54 y 0.85 en tres estudios. En un estudio con un punto de corte desconocido, la sensibilidad y la especificidad fueron del 53 y 66%, respectivamente (56).

Tejido blando de la parte anterior del cuello a nivel del hueso hioides: este índice fue evaluado en ocho estudios. Siete estudios evaluaron la diferencia de medias y cinco de ellos mostraron que la media del tejido blando anterior del cuello en el hueso hioides fue significativamente mayor en el grupo de intubación difícil en comparación con el grupo fácil. La diferencia media agrupada de este índice según el metanálisis fue 0.20 cm mayor en el grupo difícil que en el fácil y esta diferencia fue significativa ($p < 0.001$). El AUC del tejido blando anterior del cuello en el hueso hioides se informó entre 0.559 y 0.92 en cinco estudios. Dos estudios informaron la sensibilidad y especificidad de este índice, pero se desconocía su punto de corte. En dos estudios, el punto de corte óptimo se calculó como 0.66 (sensibilidad = 68.0 y especificidad = 69.0) y 0.99 (sensibilidad = 48.0 y especificidad = 82.0).

Relación de distancia hiomental (HMDR): este índice se evaluó en cinco estudios, y en todos ellos, el HMDR medio fue significativamente menor en el grupo difícil en comparación con el grupo fácil. La diferencia media agrupada de HMDR basada en el metanálisis fue 0.07 cm menor en el grupo difícil que en el grupo fácil y esta diferencia fue significativa ($p < 0.001$). El AUC de este índice fue informado como 0.71, 0.76 y 0.87 en tres estudios. En dos estudios, el punto de corte óptimo se calculó como 1.085 (sensibilidad = 75.0 y especificidad = 85.3) y 1.087 (sensibilidad = 65.0 y especificidad = 77.0) (56).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La intubación endotraqueal difícil e imprevista pone a los pacientes en mayor riesgo de sufrir complicaciones que van desde dolor de garganta hasta traumatismos graves de las vías respiratorias, daño cerebral e incluso la muerte. Estas complicaciones son probablemente el resultado de la falta de pruebas predictivas precisas de la intubación difícil y de exámenes preoperatorios inadecuados de las vías respiratorias.

Debido a que las intubaciones endotraqueales difíciles o fallidas son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad relacionadas con la anestesia en pacientes anestesiados, existe la necesidad de pruebas precisas para predecir la intubación difícil. La capacidad de identificar pacientes con riesgo de intubación traqueal difícil es importante, especialmente en pacientes con vías respiratorias aparentemente normales. No existen directrices estándar para las pruebas preoperatorias en la mayoría de los hospitales etíopes.

La evaluación preoperatoria de diversas características anatómicas y clínicas ayuda a identificar una laringoscopia potencialmente difícil. Sin embargo, la precisión diagnóstica de los parámetros de detección varía entre los diferentes estudios debido al grupo étnico, el sexo y las características físicas y médicas de los pacientes.

5. OBJETIVOS

4.1 GENERALES

Comparar los predictores de las escalas de valoración de vía aérea difícil versus el uso de ultrasonografía para predecir intubación difícil en el Hospital General de Puebla Eduardo Vázquez Navarro durante el periodo de abril, mayo y junio.

4.2 ESPECÍFICOS

Analizar los factores sociodemográficos de los pacientes

Determinar la utilidad de las pruebas clínicas para el diagnóstico en la predicción de vía aérea difícil

Determinar el rendimiento diagnóstico de las mediciones ecográficas para la predicción de vía aérea difícil

Comparar el rendimiento diagnóstico de las pruebas clínicas versus mediciones ecográficas para la predicción de vía aérea difícil.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio comparativo, observacional, prospectivo, transversal, unicentrico en el Hospital General Eduardo Vazquez Navarro.

La unidad de población se conformo por todos los pacientes que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general durante los meses abril-junio 2024.

Criterios de inclusión: Pacientes sometidos a procedimientos electivos, pacientes con edad mayor de 18 años a 60 años, pacientes de ambos sexos, pacientes con estado físico menor o igual a asa III, pacientes que acepten participar en el estudio y que firmen consentimiento informado

Criterios de exclusión: Pacientes con antecedente de trauma en el cuello, pacientes con antecedente de vía aérea difícil, pacientes con malformaciones de la vía aérea superior, pacientes con alteraciones del estado mental que impidan la evaluación

Criterios de eliminación: Pacientes que fallezcan, pacientes con evaluaciones incompletas, pacientes que sean ingresados a otra unidad, pacientes que a pesar de haber aceptado en algún momento del estudio deseen retirarse del estudio de manera voluntaria y pacientes que desarrollen situaciones en las que se comprometa la permeabilidad de la vía aérea.

Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico, ya que fueron incluidas las unidades de estudio de manera consecutiva y sin ceguedad. El tamaño de la muestra fue de 89 pacientes.

La fuente de información se conformó por la exploración directa del paciente.

El instrumento de medición se conformó por la hoja de recolección de datos.

Primeramente, se solicitó la autorización por el comité de investigación y bioética del hospital; seguidamente a la aprobación del estudio, se procedió a la captación de los pacientes que cumplieron con los criterios de selección mediante la invitación por comunicación verbal con el paciente al momento de la valoración preanestésica por parte del investigador principal quién fue la responsable del estudio y quién realizó las exploraciones clínicas y ultrasonográficas; y fue la encargada de comunicarse directamente con los pacientes.

Durante la invitación al estudio se le informo a los pacientes que en caso de presentarse alguna complicación y/o evento adverso asociado directamente con las maniobras aplicadas en la investigación, serían canalizados al departamento idóneo dentro de la institución para recibir una evaluación y/o atención adecuadas, además se les hizo saber que podían retirarse en el momento que lo desearan sin que debieran dar explicación del motivo de su retiro; y se hizo hincapié en que su retiro no repercutiría en la atención y/o el trato recibido dentro de la institución hasta antes de la participación en la investigación. Además se explicó que la participación en el estudio consistía en proporcionar datos demográficos como son edad y sexo, además de realizarles una exploración clínica mediante la valoración con la Escala de Mallampati, Escala de Patil-Aldrete, Extensión de la articulación atlanto-occipital, Distancia esterno-mentoniana y Prueba de Cormack y Lehane; además de llevarse a cabo una exploración por ultrasonido de la vía aérea para obtener las mediciones de distancia piel – hueso hioides, distancia piel – epiglotis, y distancia piel – cuerdas vocales. Para una mejor comprensión del paciente acerca de las maniobras, se le proporcionó un folleto informativo. Se garantizó al paciente la privacidad y confidencialidad de los datos obtenidos con el hecho que yo la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez he firmado una carta de confidencialidad donde me comprometí a resguardar los datos obtenidos, por medio de esta carta de confidencialidad se garantizó al paciente que no se obtendrán datos que permitan su identificación como lo son: nombre, dirección, teléfono, número de seguridad social.

Una vez que el paciente acepto participar en el estudio, y aún dentro del área de anestesiología, se le dio a firmar por parte de la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez el consentimiento informado al paciente.

La entrevista para recabar los datos de edad y sexo se realizó en el área de anestesiología durante la valoración preanestésica. Posteriormente se determinó el estado físico ASA y el IMC mediante exploración física del paciente. Seguidamente se realizó la aplicación de las maniobras clínicas de valoración de vía aérea difícil. Con el fin de homogeneizar las evaluaciones realizadas en los pacientes se describió el procedimiento para obtener las mediciones del estudio:

Escala de Mallampati: Se pidió al paciente que tomará una postura sentada y que abriera por completo la cavidad oral, y se examinó la visibilidad de las estructuras orales con la siguiente estadificación: Clase I. Existe visualización de paladar blanco, úvula y pilares amigdalinos; Clase II. Sólo se visualiza paladar blando y úvula; Clase III. Se observa paladar blando y base de la úvula; Clase IV: Existe imposibilidad para visualizar el paladar blando.

Escala de Patil-Aldrete: Se colocó al paciente en posición sentada y se le pidió que hiperextendiera el cuello y, con la boca cerrada, se procedió a medir la distancia entre la escotadura superior del cartílago tiroides y el borde inferior del mentón, de modo que la distancia obtenida se clasificó con los siguientes criterios: Clase I: más de 6.5 cm (laringoscopia e intubación endotraqueal sin dificultad); Clase II: de 6 a 6.5 cm (laringoscopia e intubación con cierto grado de dificultad); Clase III: menos de 6 cm (laringoscopia e intubación muy difíciles).

Extensión de la articulación atlanto-occipital: Se colocó al paciente en posición sentada y se le pidió que hiperextendiera el cuello; se valoró la dificultad del paciente para alcanzar 35° de extensión de la articulación atlanto-occipital; categorizándose como se indica a continuación: I ningún limitante; II 1/3 de limitación occipital; III 2/3 de limitación; IV completa limitante.

Distancia esterno-mentoniana: Se colocó al paciente en posición sentada y se le pidió que hiperextendiera el cuello y, con la boca cerrada, se procedió a medir la distancia del borde superior del manubrio esternal al borde inferior del mentón. Se clasificó la distancia como Grado I: >13 cm; Grado II: 12 – 13 cm; Grado III: 11 – 12 cm.

Seguidamente se realizó las evaluaciones ultrasonografías utilizando una sonda lineal de 6-12 MHz. Las mediciones se realizaron con la siguiente técnica:

Distancia piel – hueso hioides: Con el paciente en decúbito supino con cabeza y cuello en posición neutra sin almohada, utilizando ecógrafo con transductor lineal en eje corto y con una inclinación entre 30-45° en dirección cefálica, se realizó la medición de la distancia entre el hueso hioides y la piel.

Distancia piel – epiglotis: Con el paciente en decúbito supino con cabeza y cuello en posición neutra sin almohada utilizando ecógrafo con transductor lineal ubicado en la línea media entre el hueso hioides y el cartílago tiroideos a nivel de la membrana tirohioidea con grados variables de angulación cefálica y caudal. La epiglotis se observa como una estructura discretamente móvil. Se procedió a realizar la medición de la distancia entre la epiglotis y la piel

Distancia piel – cuerdas vocales: Con el paciente en decúbito supino con cabeza y cuello en posición neutra sin almohada utilizando ecógrafo con transductor lineal en eje corto, a nivel de las cuerdas vocales se procedió a realizar la medición de la distancia entre la comisura anterior de las cuerdas vocales y la piel.

Prueba de Cormack y Lehane: Esta escala se evaluó al momento de realizar la laringoscopia directa, bajo anestesia general, se colocó al paciente en posición supina, se hizo apertura oral, seguidamente se exploró la vía aérea superior con un laringoscopio. Se clasificaron las estructuras de la región glótica visibles mediante la siguiente categorización: I: Anillo glótico; II: Extremo post glotis; III: Solo Epiglotis; IV: No se observa estructuras glóticas.

Al finalizar las maniobras clínicas, informé al paciente la probabilidad de una intubación difícil, y en aquellos pacientes que tuvieron una alta probabilidad de vía aérea difícil se les explicó que el manejo anestésico podría incluir medidas como uso de dispositivos como videolaringoscopia.

Se informó que el estudio sería suspendido en caso de que el paciente expresara su deseo de retirarse del estudio, o en situaciones en las que se comprometiera la permeabilidad de la vía aérea.

Primeramente, los datos fueron presentados por medio de un análisis descriptivo conformado por el cálculo de frecuencias y porcentajes para expresar las variables cualitativas y por el cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión para expresar las variables de tipo cuantitativo.

El análisis comparativo de las pruebas se realizó por medio de la comparación de los parámetros de rendimiento diagnóstico: sensibilidad, especificidad, valor

predictivo positivo y valor predictivo negativo; estos valores serán presentados como porcentaje con su respectivo intervalo de confianza del 95% (IC 95%), además se calculó y se comparó las curvas ROC para determinar el área bajo la curva (AUC) de cada prueba, de este modo se determinó cuál de ellas tiene mayor AUC.

Las mediciones ultrasonográficas presentan mayor especificidad y AUC que las presentadas en las pruebas clínicas de evaluación de vía aérea difícil.

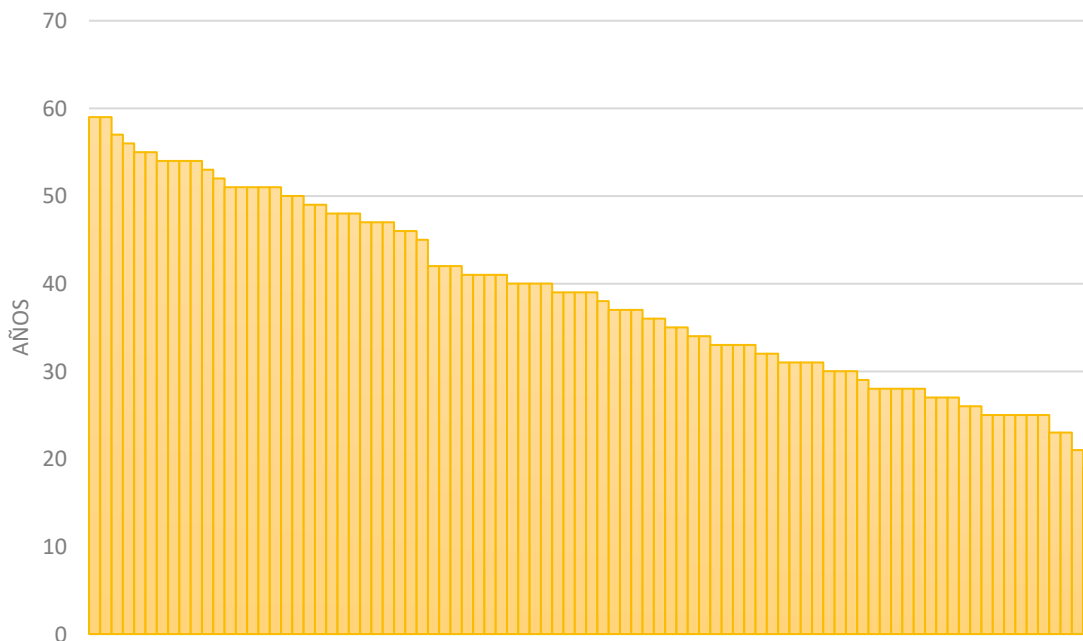
Se calculó sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, y valor predictivo negativo por medio de tablas tetracóricas; y se realizó el análisis de curva ROC.

7. RESULTADOS

Cuadro 1: Distribución de la edad de los pacientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	89	19	59	38.76	10.501

Gráfica 1: Distribución de la edad de los pacientes

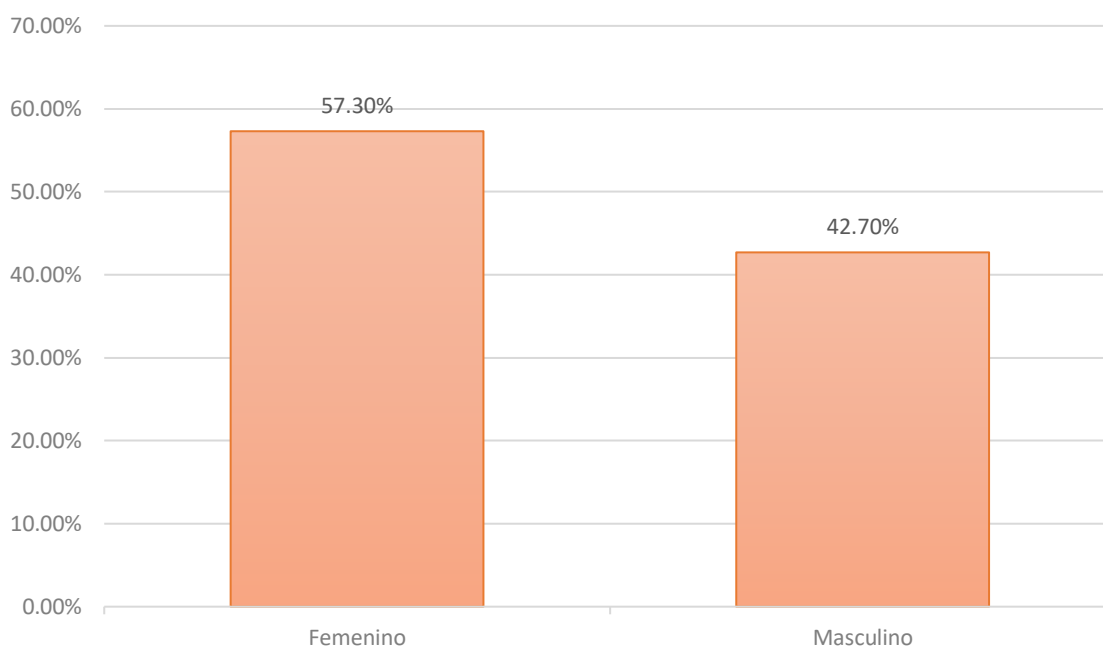


En los pacientes estudiados se calculó una media de 38.76 ± 10.50 años, con un mínimo de 19 años y un máximo de 59 años.

Cuadro 2: Distribución del sexo de los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	51	57.3%
Masculino	38	42.7%
Total	89	100.0%

Gráfica 2: Distribución del sexo de los pacientes

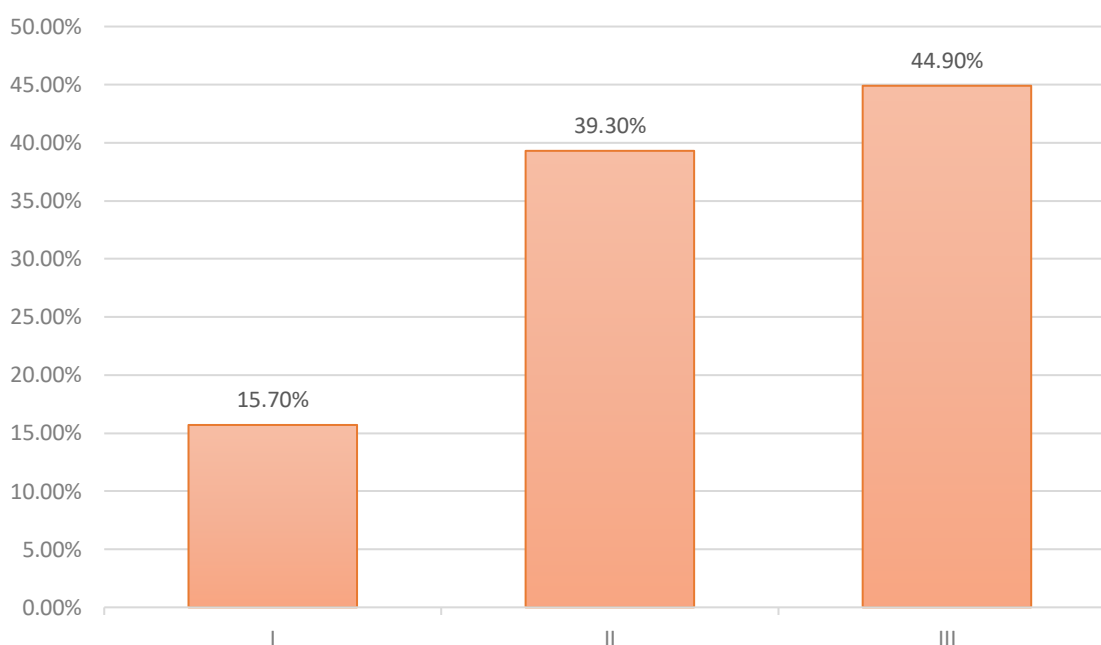


Predominó el sexo femenino representando el 57.3% (n=51), mientras que el masculino representó el 42.7% (n=38).

Cuadro 3: Distribución del estado físico ASA de los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	14	15.7%
II	35	39.3%
III	40	44.9%
Total	89	100.0%

Gráfica 3: Distribución del estado físico ASA de los pacientes

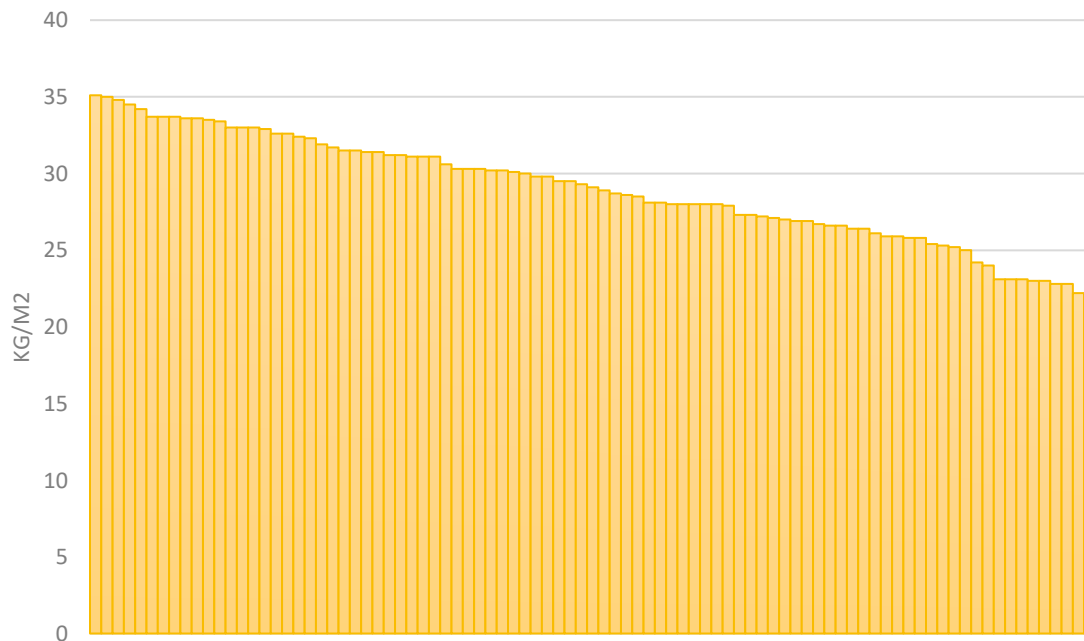


El estado físico ASA predominante fue el III con el 44.9% (n=40), seguido en frecuencia por ASA II con el 39.3% (n=35), y finalmente se encontró ASA I con el 15.7% (n=14).

Cuadro 4: Distribución del IMC de los pacientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IMC	89	22.1	35.1	28.985	3.4799

Gráfica 4: Distribución del IMC de los pacientes

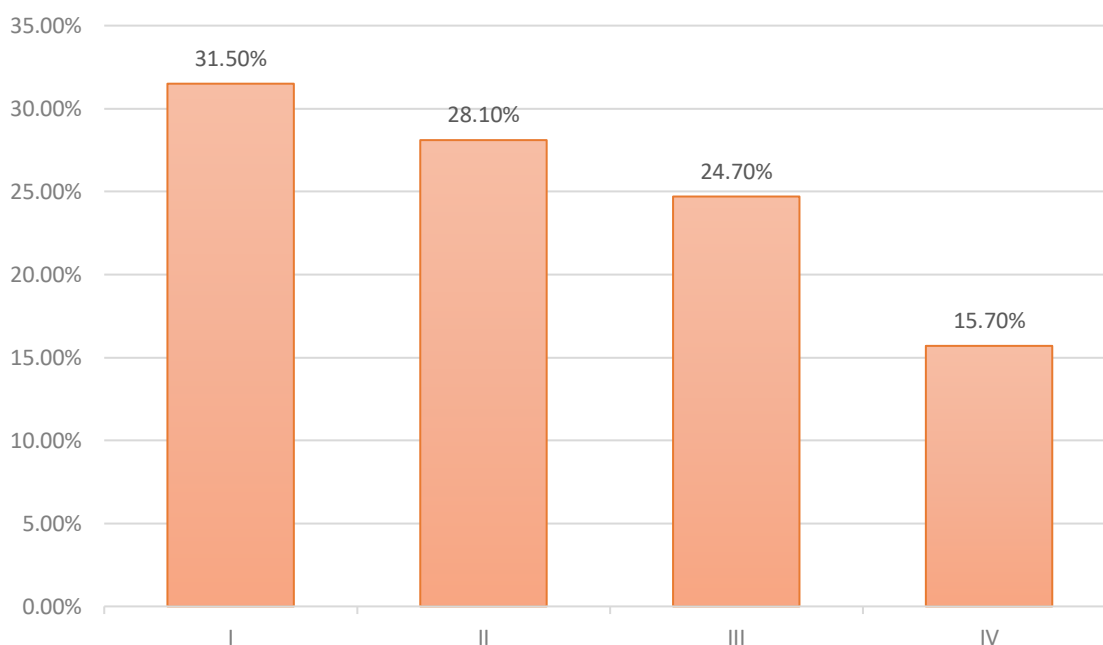


El IMC tuvo una media de 28.98 ± 3.47 kg/m², con un mínimo de 22.1 kg/m² y un máximo de 35.1 kg/m².

Cuadro 5: Distribución del grado de visualización de las estructuras del paladar de los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	28	31.5%
II	25	28.1%
III	22	24.7%
IV	14	15.7%
Total	89	100.0%

Gráfica 5: Distribución del grado de visualización de las estructuras del paladar de los pacientes

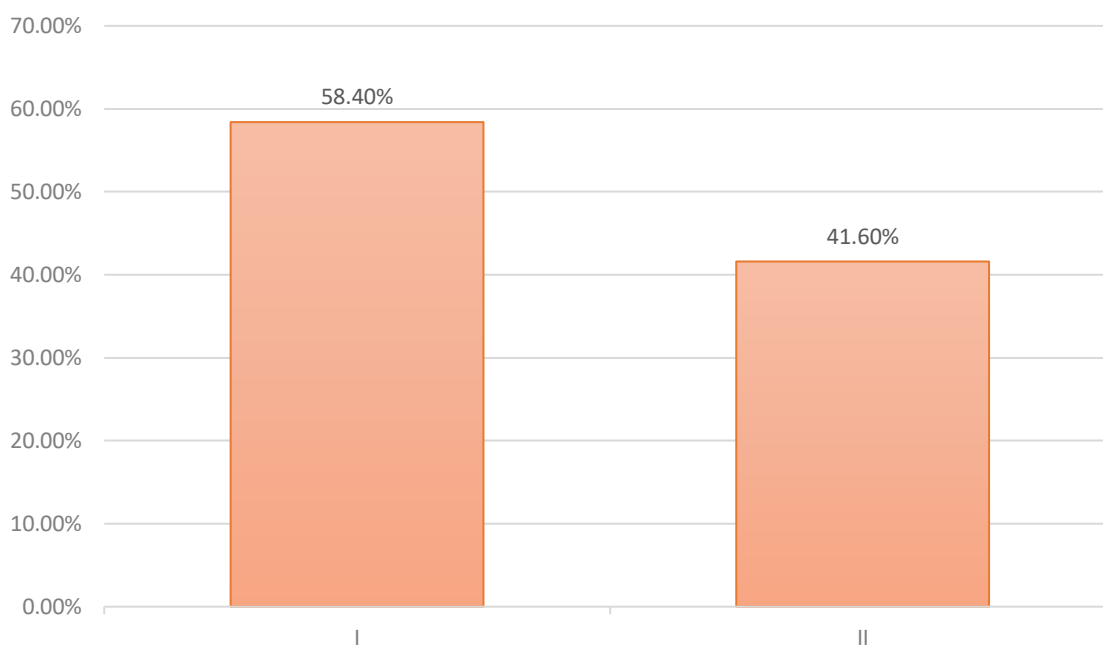


El grado de visualización de las estructuras del paladar (Escala de Mallampati) más frecuente fue grado I con el 31.5% (n=28), seguido por grado II con el 28.1% (n=25), seguido por grado III con el 24.7% (n=22), y por último grado IV con el 15.7% (n=14).

Cuadro 6: Distribución de la distancia tiro-mentoniana en los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	52	58.4%
II	37	41.6%
Total	89	100.0%

Gráfica 6: Distribución de la distancia tiro-mentoniana en los pacientes

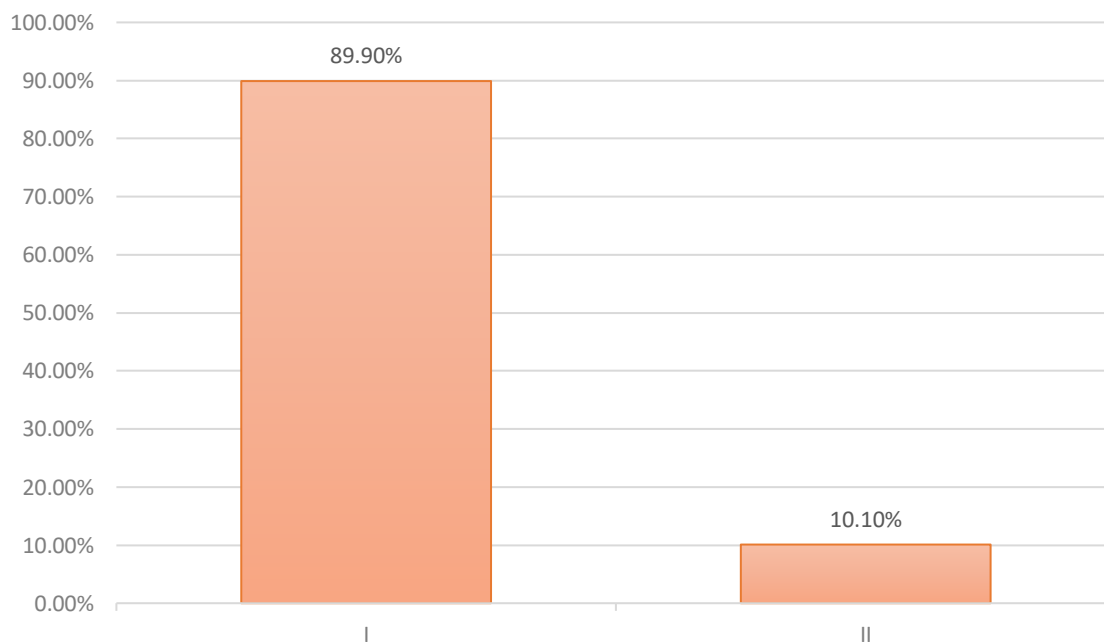


En el análisis de distancia tiromentoniana (Escala de Patil-Aldreti) predominó el grado I con el 58.4% (n=52), seguido por grado II con el 41.6% (n=37).

Cuadro 7: Distribución del grado de extensión de la articulación atlanto-occipital de los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	80	89.9%
II	9	10.1%
Total	89	100.0%

Gráfica 7: Distribución del grado de extensión de la articulación atlanto-occipital de los pacientes

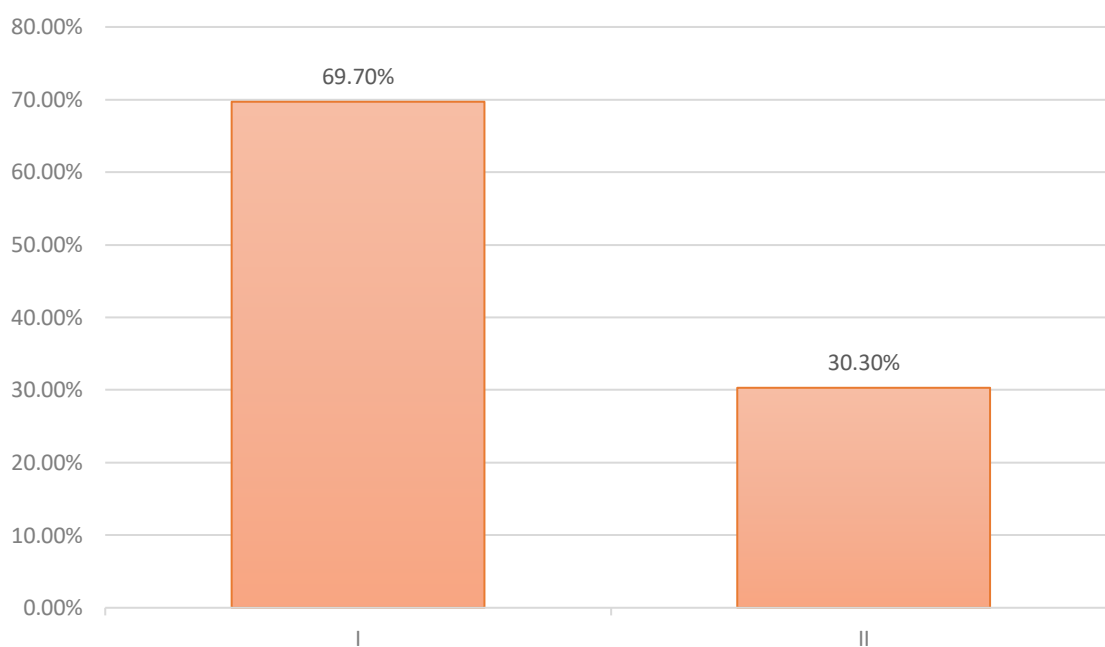


Predominó en la extensión de la articulación atlanto-occipital el grado I con el 89.9% (n=80), seguido por el grado II con el 10.1% (n=9).

Cuadro 8: Distribución de la distancia esterno-mentoniana de los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	62	69.7%
II	27	30.3%
Total	89	100.0%

Gráfica 8: Distribución de la distancia esterno-mentoniana de los pacientes

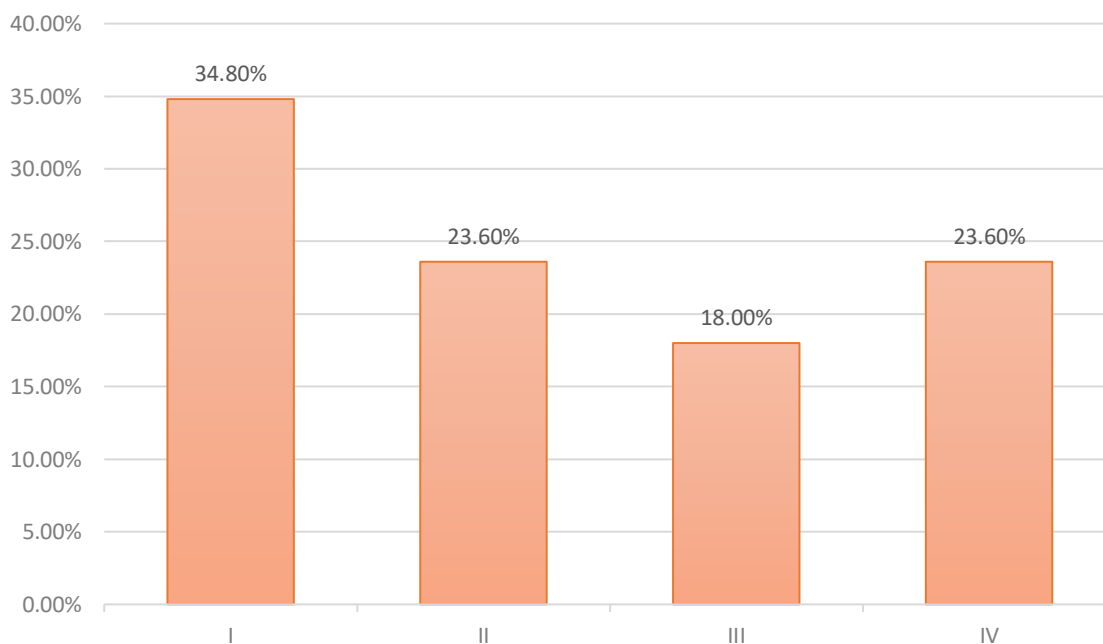


Predominó la distancia esterno-mentoniana grado I con el 69.7% (n=62), seguido por el grado II con el 30.3% (n=27).

Cuadro 9: Distribución del grado de visualización de estructuras glóticas en los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
I	31	34.8%
II	21	23.6%
III	16	18.0%
IV	21	23.6%
Total	89	100.0%

Gráfica 9: Distribución del grado de visualización de estructuras glóticas en los pacientes



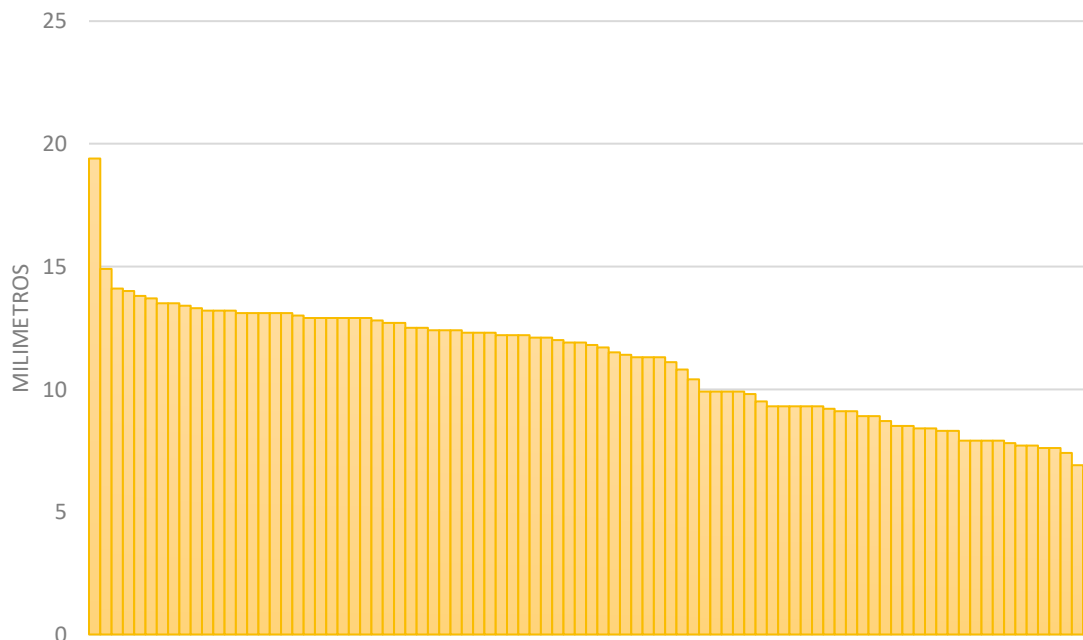
En el análisis del grado de visualización de estructuras glóticas (Prueba de Cormack y Lehane) predominó el grado I con el 34.8% (n=31), seguido por grado II y el grado

IV con el 23.6% respectivamente (n=21), y por último, el grado III con el 18.0% (n=16).

Cuadro 10: Distribución de la distancia piel – hueso hioides de los pacientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Distancia piel – hueso hioides	89	6.7	19.4	11.081	2.3137

Gráfica 10: Distribución de la distancia piel – hueso hioides de los pacientes

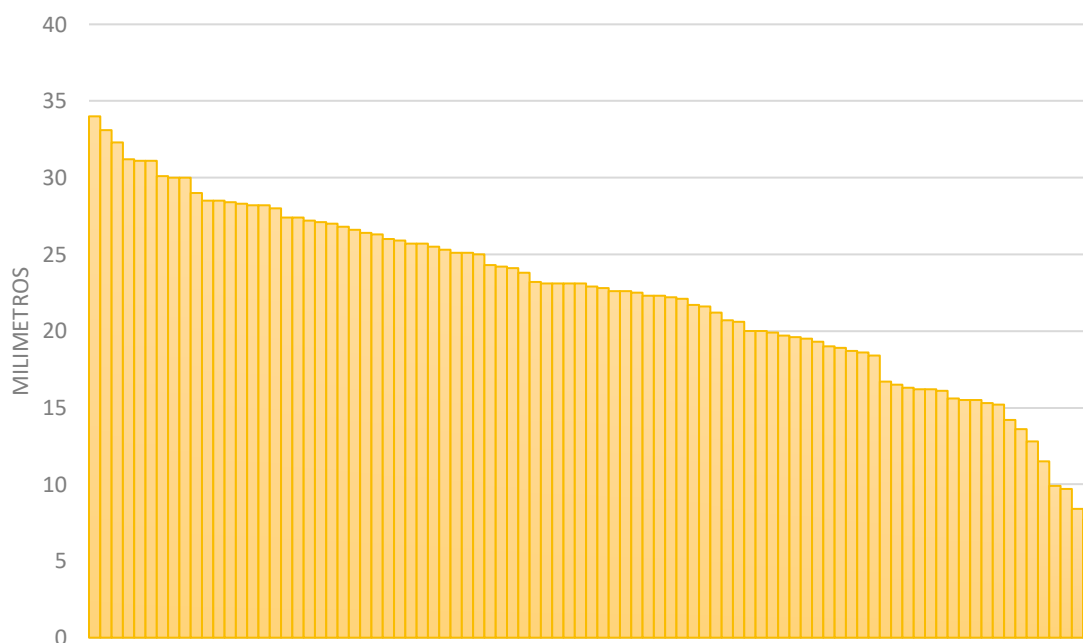


La medición ultrasonográfica de la distancia piel - hueso hioides tuvo una media de 11.08 ± 2.31 mm, con un mínimo de 6.7 mm y un máximo de 19.4 mm.

Cuadro 11: Distribución de la distancia piel – epiglotis de los pacientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Distancia piel – epiglotis	89	7.7	34.0	22.429	5.8402

Gráfica 11: Distribución de la distancia piel – epiglotis de los pacientes

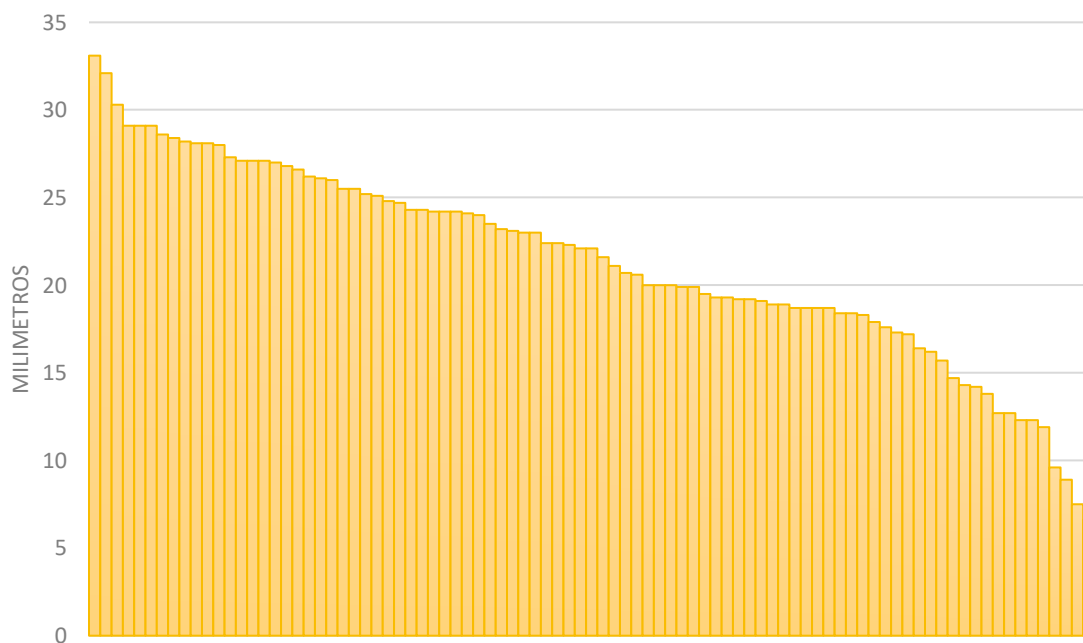


La medición ultrasonográfica de la distancia piel - epiglotis tuvo una media de 22.42 ± 5.84 mm, con un mínimo de 7.7 mm y un máximo de 34.0 mm.

Cuadro 12: Distribución de la distancia piel – cuerdas vocales de los pacientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Distancia piel – cuerdas vocales	88	6.6	33.1	21.389	5.6477

Gráfica 12: Distribución de la distancia piel – cuerdas vocales de los pacientes

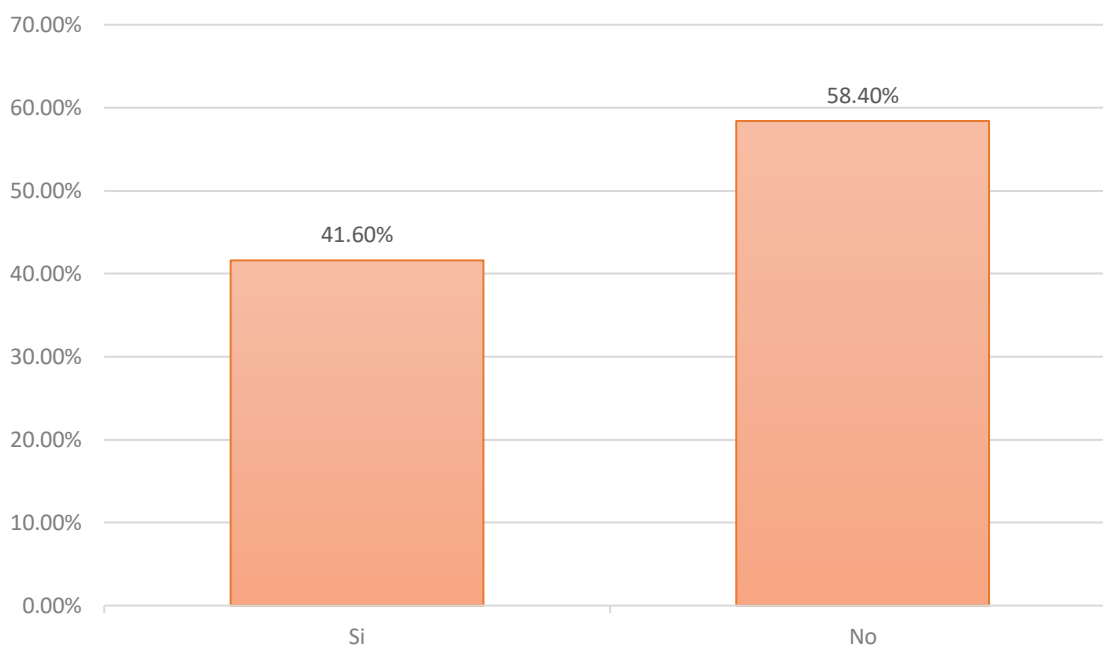


La medición ultrasonográfica de la distancia piel – cuerdas vocales tuvo una media de 21.38 ± 5.64 mm, con un mínimo de 6.6 mm y un máximo de 33.1 mm.

Cuadro 13: Distribución de vía aérea difícil en los pacientes

	Frecuencia	Porcentaje
Si	37	41.6%
No	52	58.4%
Total	89	100.0%

Gráfica 13: Distribución de vía aérea difícil en los pacientes



La vía aérea difícil se halló en el 41.6% de pacientes estudiados.

Cuadro 14: Rendimiento diagnóstico del grado de visualización de las estructuras del paladar (Escala de Mallampati) como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Grado de visualización de las estructuras del paladar (Mallampati) mayor de II	Si	22	14	36
	No	15	38	53
		37	52	89

Sensibilidad. 59.5%

Especificidad. 73.1%

Valor predictivo positivo. 61.1%

Valor predictivo negativo. 71.7%

Cuadro 15: Rendimiento diagnóstico de la distancia tiromentoniana (Escala de Patil-Aldrete) como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Distancia tiromentoniana (Patil Aldrete) mayor de I	Si	20	17	37
	No	17	35	52
		37	52	89

Sensibilidad. 54.1%

Especificidad. 67.3%

Valor predictivo positivo. 54.1%

Valor predictivo negativo. 67.3%

Cuadro 16: Rendimiento diagnóstico del grado de extensión de la articulación atlanto-occipital como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Grado de extensión de la articulación atlanto-occipital mayor de I	Si	5	4	9
	No	32	48	80
		37	52	89

Sensibilidad. 13.5%

Especificidad. 92.3%

Valor predictivo positivo. 55.6%

Valor predictivo negativo. 60.0%

Cuadro 17: Rendimiento diagnóstico del grado de la distancia esternomentoniana como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Distancia esternomentoniana mayor de I	Si	16	11	27
	No	21	41	62
		37	52	89

Sensibilidad. 43.2%

Especificidad. 78.8%

Valor predictivo positivo. 59.3%

Valor predictivo negativo. 66.1%

Cuadro 18: Rendimiento diagnóstico del grado de visualización de estructuras glóticas (Prueba de Cormack y Lehane) como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Grado de visualización de estructuras glóticas (Cormack y Lehane) mayor de II	Si	34	3	37
	No	3	49	52
		37	52	89

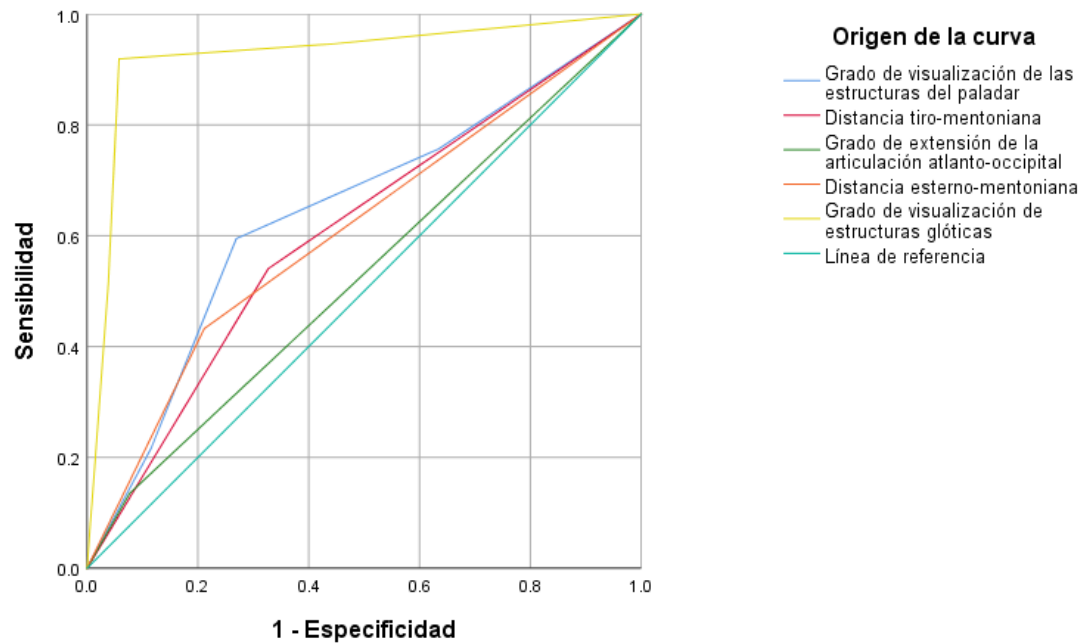
Sensibilidad. 91.9%

Especificidad. 94.2%

Valor predictivo positivo. 91.9%

Valor predictivo negativo. 94.2%

Gráfica 14: Curva ROC de las pruebas clínicas como predictores de vía aérea difícil



Cuadro 19: Área bajo la curva de las pruebas clínicas como predictores de vía aérea difícil

Variables de resultado de prueba	Área	Desv. Error	Significación asintótica	IC 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Grado de visualización de las estructuras del paladar	0.643	0.061	0.022	0.523	0.762
Distancia tiro-mentoniana	0.607	0.061	0.087	0.487	0.727
Grado de extensión de la articulación atlanto-occipital	0.529	0.063	0.641	0.406	0.652

Distancia esterno-mentoniana	0.610	0.062	0.077	0.489	0.731
Grado de visualización de estructuras glóticas	0.925	0.034	0.000	0.859	0.991

En el análisis del área bajo la curva de las pruebas clínicas predictoras de vía aérea difícil se encontró que solo fueron significativos el grado de visualización de las estructuras del paladar (AUC=0.643, IC 95% 0.523-0.762, p=0.022) y el grado de visualización de estructuras glóticas (AUC=0.925, IC 95% 0.859-0.991, p<0.0001). La distancia tiro-mentoniana, el grado de extensión de la articulación atlanto-occipital y la distancia esterno-mentoniana No se contemplaron en este análisis dado que No alcanzaron significancia estadística (p>0.05). Dado que el AUC fue mayor para el grado de visualización de estructuras glóticas (0.925) se considera esta prueba como mejor predictor en la categoría de pruebas clínicas.

Cuadro 20: Rendimiento diagnóstico de la distancia piel – hueso hioides como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Distancia piel – hueso hioides mayor de 9.85	Si	30	28	58
	No	7	24	31
		37	52	89

Sensibilidad. 81.1%

Especificidad. 46.2%

Valor predictivo positivo. 51.7%

Valor predictivo negativo. 77.4%

Cuadro 21: Rendimiento diagnóstico de la distancia piel – epiglotis como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Distancia piel – epiglotis mayor de 19.95	Si	36	24	60
	No	1	28	29
		37	52	89

Sensibilidad. 97.3%

Especificidad. 53.8%

Valor predictivo positivo. 60.0%

Valor predictivo negativo. 96.6%

Cuadro 22: Rendimiento diagnóstico de la distancia piel – cuerdas vocales como predictor de vía aérea difícil

		Vía aérea difícil		
		Si	No	
Distancia piel – cuerdas vocales mayor de 18.3	Si	33	35	68
	No	4	17	21
		37	52	89

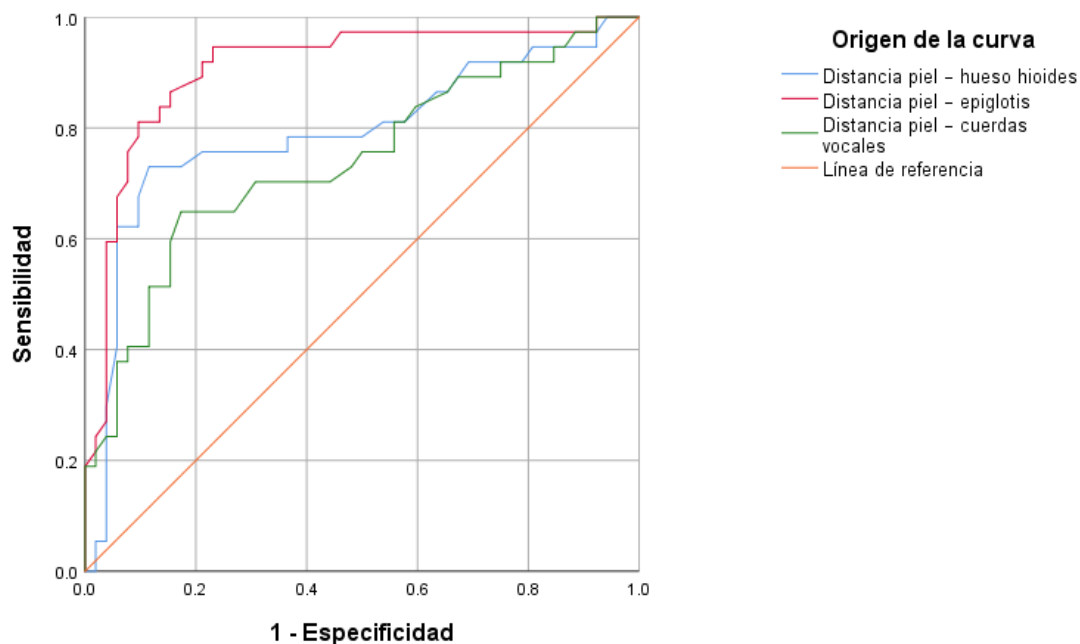
Sensibilidad. 89.2%

Especificidad. 32.7%

Valor predictivo positivo. 48.5%

Valor predictivo negativo. 81.0%

Gráfica 15: Curva ROC de las mediciones de ultrasonido como predictores de vía aérea difícil



Cuadro 23: Área bajo la curva de las mediciones de ultrasonido como predictores de vía aérea difícil

Variables de resultado de prueba	Área	Desv. Error	Significación asintótica	IC 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Distancia piel – hueso hioides	0.791	0.053	0.000	0.686	0.896
Distancia piel – epiglotis	0.909	0.035	0.000	0.841	0.977
Distancia piel – cuerdas vocales	0.741	0.055	0.000	0.633	0.849

En el análisis del área bajo la curva de las mediciones ultrasonográficas como predictoras de vía aérea difícil se encontró que la distancia piel – hueso hioides tuvo un AUC=0.791 (IC 95% 0.686-0.896, $p<0.0001$), la distancia piel – epiglotis tuvo un AUC=0.909 (IC 95% 0.841-0.977, $p<0.0001$), y la distancia piel – cuerdas vocales tuvo un AUC=0.741 (IC 95% 0.633-0.849, $p<0.0001$). La medición que tuvo el a usé mayor (0.909) fue la distancia piel – epiglotis, por lo que se considera como la medición que es mejor predictor de vía aérea difícil.

8. DISCUSIÓN

El grado de visualización de las estructuras del paladar (Mallampati) mayor de II tuvo una sensibilidad de 59.5%, especificidad de 73.1%, valor predictivo positivo de 61.1%, y valor predictivo negativo de 71.7%. En el análisis de curva ROC se halló un valor de 0.643, que fue significativo ($p=0.022$). Este desempeño diagnóstico es similar al reportado por Roth et al. quien, por medio de una revisión sistemática, incluyó 133 estudios (127 de tipo cohorte y 6 de casos y controles) que involucraron a 844.206 participantes. En el caso de la prueba de Mallampati, se realizaron seis estudios en los que participaron 2,165 participantes y 153 casos de laringoscopia difícil. La sensibilidad varió de 0.05 a 0.85 y la especificidad de 0.65 a 0.98. Se calculó una sensibilidad resumida de 0.40 (IC 95 %: 0.16 a 0.71) y una especificidad resumida de 0.89 (IC 95 %: 0.75 a 0.96) (57). También es similar a lo reportado por Heinrich et al. quien evaluó a 102,305 adultos preoperatorios y descubrieron que los pacientes con una puntuación de Mallampati III o IV tenían 6.5 veces más probabilidades de tener una laringoscopia difícil. Sin embargo, a pesar de esta asociación estadística, una puntuación de Mallampati más alta detectó menos de la mitad de los pacientes con laringoscopia difícil, con una sensibilidad del 45% y una especificidad del 89%. Hubo 5 advertencias de falsos positivos por cada predicción correcta de una vía aérea difícil (58).

Sin embargo, con un desempeño inferior al hallado en este estudio, Largo et al. por medio de una revisión sistemática que incluyó 5 estudios con 1,215 pacientes se halló que la prueba de Mallampati tiene una sensibilidad del 62.5% y una especificidad de 78.8%; el valor predictivo positivo 7.9% y el negativo de 98.6% (59). También con un desempeño diagnóstico inferior al del presente estudio, Badhe et al. realizó un estudio transversal en 301 pacientes no obesos (18-72 años de edad) sin patología evidente de las vías respiratorias. El test de Mallampati mostró sensibilidad de 19.05, especificidad de 99.28, valor predictivo positivo de 67, y valor predictivo negativo de 94. En el análisis de curva ROC, el AUC fue de 0.847, IC 95% 0.775-0.919, $p<0.0001$ (60).

En este estudio, la distancia tiromentoniana mostró una sensibilidad de 54.1%, especificidad de 67.3%, valor predictivo positivo de 54.1%, y un valor predictivo negativo. 67.3%. En el análisis de la curva roc se encontró un AUC de 0.607, que resulta muy bajo para ser considerado como útil clínicamente, lo que se demuestra con un valor p no significativo ($p=0.087$). Este rendimiento diagnóstico es similar al reportado por Roth et al. quien reportó que la sensibilidad varió de 0.03 a 1.00 y la especificidad de 0.08 a 0.99. Se calculó una sensibilidad resumida de 0.37 (IC 95 %: 0.28 a 0.47) y una especificidad resumida de 0.89 (IC 95 %: 0.84 a 0.93) (57). Por el contrario, con un rendimiento mayor al del presente estudio, Badhe et al. encontró que la distancia tiromental mostró sensibilidad de 71.43, especificidad de 88.21, valor predictivo positivo de 31.25, y valor predictivo negativo de 97.63. En el análisis de curva ROC, el AUC fue de 0.895, IC 95% 0.849-0.941, $p<0.0001$ (60). La escala de Cormack-Lehane tuvo una sensibilidad de 91.9%, especificidad de 94.2%, valor predictivo positivo de 91.9%, y valor predictivo negativo de 94.2%. En el análisis de AUC se halló un valor de 0.925, que la coloca como un predictor excelente vía aérea difícil. Sin embargo, este alto desempeño diagnóstico no fue hallado por Largo et al. quien describió que la escala de Cormack – Lehane reportó sensibilidad 62.5% y especificidad del 50%, valor predictivo positivo 12% y predictivo negativo 96.7% (59). Se aprecia con los hallazgos de este estudio y con los de la literatura médica que las pruebas de detección clínica previa a la intubación (clasificación de Mallampati, distancia tiromentoniana y prueba de movilidad del cuello) para evaluar la dificultad de la laringoscopia tienen una sensibilidad de baja a moderada (61).

La ecografía es un equipo seguro, rápido y portátil que proporciona imágenes dinámicas en tiempo real con una gran repetibilidad. Se ha informado que se aplica ampliamente en el manejo de las vías respiratorias, incluida la intubación en estado despierto, la evaluación de las vías respiratorias difíciles, la determinación de la ubicación del tubo endotraqueal y la posición de la máscara laríngea, la predicción de una extubación exitosa, el posicionamiento de la membrana cricotiroides y la incisión traqueal, así como la evaluación del estado anormal pulmonar en los últimos años (62).

Esta utilidad clínica se ve reflejada en los hallazgos del presente estudio con rendimientos diagnósticos superiores a los hallados en las pruebas clínicas: Para la distancia piel-hueso hioides se halló en este estudio un punto de corte óptimo de 9.85 mm que tuvo una sensibilidad de 81.1%, especificidad de 46.2%, valor predictivo positivo de 51.7%, y un valor predictivo negativo de 77.4%. El análisis de curva ROC mostró un AUC de 0.791 que la coloca como un predictor moderado. Este desempeño diagnóstico es superior al reportado por Narula et al. quien en un estudio que incluyó a 77 pacientes, encontró que, para predecir la vía aérea difícil, el valor de corte para la distancia entre la piel y el hueso hioides fue de 12.7 mm [sensibilidad 42.1% y especificidad 79.3%, AUC 0.564 (IC 95% 0.37-0.75), $p=0.502$] (63). Mientras que, con un rendimiento diagnóstico superior, Srinivasarangan et al. obtuvo mediciones ecográficas del tejido blando del cuello anterior en 60 casos a nivel de la membrana tirohioidea, el hueso hioides y las cuerdas vocales. En el hueso hioides, se derivó un punto de corte óptimo de 0.58 cm a partir de la curva ROC, que mostró un AUC de 0.92, lo que produjo una sensibilidad y especificidad del 87 % y 87.5 %, respectivamente (64).

Respecto a la distancia piel-epiglotis, en el presente estudio se encontró que con un punto de corte de 19.95 mm, se obtuvo una sensibilidad de 97.3%, especificidad de 53.8%, valor predictivo positivo de 60.0%, y valor predictivo negativo de 96.6%. En el análisis de curva ROC, la distancia piel – epiglotis tuvo un AUC=0.909 altamente significativo ($p<0.0001$), que lo coloca como un predictor excelente de vía aérea difícil. Si embargo, con rendimientos inferiores a los obtenidos en este estudio, Pinto et al. en un estudio doble ciego, obtuvieron datos estándar de preintubación, pruebas de detección y evaluación ultrasonográfica de 74 pacientes adultos que requerían intubación endotraqueal. Se encontró que un valor de corte de 27.5 mm fue capaz de predecir una laringoscopia difícil con una precisión del 74.3%, una sensibilidad del 64.7% y una especificidad del 77.1% (65). También reportando un rendimiento diagnóstico inferior al de este estudio, Abdelhady et al. realizó un estudio clínico prospectivo, simple ciego, aleatorizado, realizado en 80 pacientes que requirieron anestesia general. El punto de corte para laringoscopia difícil de la distancia piel – epiglotis fue >1.85 cm con una sensibilidad del 80%, una

especificidad del 70.8% y un AUC de 0.759 (66). También en discordancia a este estudio, Narula et al. reportó que la distancia desde la piel hasta la epiglotis tuvo un punto de corte de 6.8 mm [sensibilidad 21.1% y especificidad 87.9%, AUC 0.440 (IC 95% 0.25-0.62), $p=0.525$] (63).

Como punto final de la discusión, en este estudio se encontró que la distancia piel-cuerdas vocales tuvo una sensibilidad de 89.2%, especificidad de 32.7%, valor predictivo positivo de 48.5%, y valor predictivo negativo de 81.0%. En el análisis del AUC, tuvo un valor de 0.741, altamente significativo, que lo coloca como un predictor moderado. Con un rendimiento similar al del presente estudio, Shah et al. estudió a 100 pacientes mayores de 18 años, sin patologías de cuello, sometidos a anestesia general e intubación traqueal. Se halló que la distancia de la piel hasta la comisura anterior de la cuerda vocal tuvo un AUC: 0.763 ($p<0.001$), sensibilidad: 78.3%, especificidad: 74%, valor predictivo positivo: 47.4%, y valor predictivo negativo 91.9% (67). Finalmente, también en similitud al presente estudio, Srinivasarangan et al. reportó que a nivel de las cuerdas vocales, se encontró que el valor de corte óptimo era 0.61 cm, con un AUC de 0.77, con una sensibilidad y especificidad del 87 % y 64.9 %, respectivamente (64).

Estas diferencias en los rendimientos diagnósticos se explican por diversos factores, entre los que se encuentran: los tamaños de muestra, los criterios utilizados para definir vía aérea difícil, además de la variabilidad interobservador de los médicos para la interpretación clínica, las diferencias en las sondas y los equipos utilizados para obtener la ultrasonografía; por lo que se requieren de estudios que homogeneicen las técnicas utilizadas.

A pesar de las diferencias en los diferentes estudios se aprecia claramente que el rendimiento diagnóstico del ultrasonido es superior al de las pruebas clínicas, además de contar con los beneficios de estar fácilmente disponible, de no someter al paciente a maniobras invasivas y de permitir una evaluación rápida de la vía aérea.

9. CONCLUSIONES

El uso de mediciones ultrasonográficas permite predecir de manera más exacta la intubación complicada en comparación a los predictores clínicos.

En la población de pacientes que integraron el estudio predominó el sexo femenino, la edad de 38 años, el estado físico ASA III y el sobrepeso con IMC 28.9.

Las pruebas clínicas en la predicción de la intubación complicada mostraron un valor limitado, a excepción del grado de visualización de estructuras glóticas, que mostró una capacidad predictiva alta.

Las mediciones ecográficas mostraron un valor predictivo de la intubación complicada de moderado a alto, sobresaliendo por su desempeño la distancia piel-epiglotis.

El rendimiento diagnóstico de las mediciones ecográficas como predictoras de intubación complicada es superior al de las pruebas clínicas.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Luscan R, Leboulanger N, Fayoux P, et al. Developmental changes of upper airway dimensions in children. *Paediatric Anaesthesia* 2020; 30(4):435–445
2. Sims C, von Ungern-Sternberg BS. The normal and the challenging pediatric airway. *Paediatric Anaesthesia* 2012; 22(6):521–526
3. Arens R, McDonough JM, Corbin AM et al. Linear dimensions of the upper airway structure during development. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165: 117-122
4. Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology* 2003; 98: 41—45
5. Lieberman DE, McCarthy RC, Hiiemae KM, Palmer JB. Ontogeny of postnatal hyoid and larynx descent in humans. *Arch Oral Biol* 2001; 46: 117-128
6. Dave MH, Kemper M, Schmidt AR, et al. Pediatric airway dimensions—A summary and presentation of existing data. *Paediatric Anaesthesia* 2019; 29(8):782–789
7. Fayoux P, Marciniak B, Devisme L, et al. Prenatal and early postnatal morphogenesis and growth of human laryngotracheal structures. *Journal of Anatomy* 2008; 213(2):86–92
8. Holzki J, Brown KA, Carroll RG, et al. The anatomy of the pediatric airway: Has our knowledge changed in 120 years? A review of historic and recent investigations of the anatomy of the pediatric larynx. *Paediatric Anaesthesia* 2018; 28(1):13–22
9. Tamire T, Demelash H, Admasu W. Predictive Values of Preoperative Tests for Difficult Laryngoscopy and Intubation in Adult Patients at Tikur Anbessa Specialized Hospital. *Anesthesiol Res Pract* 2019; 1790413
10. Gómez MA, Gaitini L, Matter I, et al. Guidelines and algorithms for managing the difficult airway. *Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed)* 2018; 65(1):41-48

11. Faramarzi E, Soleimanpour H, Khan ZH, et al. Upper lip bite test for prediction of difficult airway: A systematic review. *Pak J Med Sci* 2018; 34(4):1019–1023
12. Xu Z, Ma W, Hester DL, et al. Anticipated and unanticipated difficult airway management. *Curr Opin Anaesthesiol* 2018; 31(1):96-103
13. Law JA, Duggan LV, Asselin M, et al. Canadian Airway Focus Group updated consensus-based recommendations for management of the difficult airway: part 2. Planning and implementing safe management of the patient with an anticipated difficult airway. *Can J Anesth/J Can Anesth* 2021; 68:1405–1436
14. Chhina AK, Jain R, Gautam PL, et al. Formulation of a multivariate predictive model for difficult intubation: A double blinded prospective study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2018; 34(1):62–67
15. Sinharay M, Chavan RV. Predicting difficult intubation: A comparison between upper lip bite test (ULBT) and Modified Mallampati test (MMT). *Indian Journal of Clinical Anaesthesia* 2019; 6(4):601–606
16. Ji C, Ni Q, Chen W. Diagnostic accuracy of radiology (CT, X-ray, US) for predicting difficult intubation in adults: A meta-analysis. *J Clin Anesth* 2018; 45:79-87
17. Prakash S, Mullick P, Singh R. Evaluation of thyromental height as a predictor of difficult laryngoscopy and difficult intubation: a cross-sectional observational study. *Brazilian Journal of Anesthesiology* 2022; 72(6):742-748
18. Bhure A, Wasnik A, Deshmukh PP, et al. Comparative study of airway assessment tests to predict difficult laryngoscopy & intubation. *Indian Journal of Clinical Anaesthesia* 2019; 6(2):172-179
19. Mostafa M, Saeed M, Hasanin A, et al. Accuracy of thyromental height test for predicting difficult intubation in elderly. *J Anesth* 2020; 34(2):217-223
20. Panjjar P, Kochhar A, Bhat KM, et al. Comparison of thyromental height test with ratio of height to thyromental distance, thyromental distance, and

- modified Mallampati test in predicting difficult laryngoscopy: A prospective study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2019; 35(3):390–395
21. Alp G, Koşucu M. Which test best predicts difficult endotracheal intubation? A prospective cohort study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2023; 29:00-00
 22. Kharrat I, Achour I, Trabelsi JJ, et al. Prediction of difficulty in direct laryngoscopy. *Sci Rep* 2022; 12:10722
 23. Bhure A, Wasnik A, Deshmukh PP, et al. Comparative study of airway assessment tests to predict difficult laryngoscopy & intubation. *Indian Journal of Clinical Anaesthesia* 2019; 6(2):172-179
 24. Edler I, Lindstrom K. The history of echocardiography. *Ultrasound Med Biol* 2004; 30: 1565-1644
 25. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg* 2000; 24:134-142
 26. Middleton W, Kurtz A, Hertzberg B. Practical physics. In: *Ultrasound, the Requisites*. 2nd ed. St Louis, MO: Mosby; 2004:3-27
 27. Hangiandreou N. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: topics in US. B-mode US: basic concepts and new technology. *Radiographics* 2003; 23:1019-1033
 28. Otto CM. Principles of echocardiographic image acquisition and Doppler analysis. In: *Textbook of Clinical Ecocardiography*. 2nd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2000:1-29
 29. Wells PN. Ultrasound imaging. *Phys Med Biol* 2006; 51:R83-R98
 30. Weyman AE. Physical principles of ultrasound. In: Weyman AE, ed. *Principles and Practice of Echocardiography*. 2nd ed. Media, PA: Williams & Wilkins; 1994:3-28
 31. Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Berlin, New York: Springer; 2007.
 32. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM, et al. *The essential physics of medical imaging*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002: 469-553

33. Lawrence JP. Physics and instrumentation of ultrasound. *Crit Care Med* 2007; 35:S314-S322
34. Claudon M, Tranquart F, Evans DH, et al. Advances in ultrasound. *Eur Radiol* 2002; 12:7-18
35. Whittingham TA. Medical diagnostic applications and sources. *Prog Biophys Mol Biol* 2007; 93:84-110
36. Lin EC, Middleton WD, Teefey SA. Extended field of view sonography in musculoskeletal imaging. *J Ultrasound Med.* 1999; 18:147-52
37. Chan VWS. *Ultrasound Imaging for Regional Anesthesia*. 2nd ed. Toronto, ON: Toronto Printing Company; 2009
38. Haar G. Ultrasonic imaging: safety considerations. *Interface Focus* 2011; 1:686–697
39. Gibbs V, Cole D, Sassano A. *Ultrasound physics and technology*. 1st ed. London (UK): Elsevier Health Sciences UK; 2011
40. Feldman MK, Katyal S, Blackwood MS. US artifacts. *Radiographics*. 2009; 29:1179-1189
41. Osman A, Sum KM. Role of upper airway ultrasound in airway management. *J Intensive Care* 2016; 4:52
42. Zamudio MA, Casas FD. Airway management using ultrasound. *Colombian Journal of Anesthesiology* 2015; 43(4):307-313
43. Osman A, Fong, CP, Sum KM, et al. Usage of airway ultrasound as an assessment and prediction tool of a difficult airway management. *Am J Emerg Med* 2021; 42:263.e1-263.e4
44. Jain K, Yadav M, Gupta N, et al. Ultrasonographic assessment of airway. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2020; 36(1):5–12
45. Wnag B, Yao W, Xue Q, et al. Nomograms for predicting difficult airway based on ultrasound assessment. *BMC Anesthesiol* 2022; 22:23
46. Gottlieb M, Holladay D, Burns KM, et al. Ultrasound for airway management: An evidence-based review for the emergency clinician. *Am J Emerg Med* 2020; 38(5):1007-1013

47. Cherian A, Kundra P. Ultrasound Imaging of the Airway and Its Applications. *Airway* 2018; 1:17-24
48. Khan ZH, Kashfi A, Ebrahimkhani E. A comparison of the upper lip bite test (a simple new technique) with modified Mallampati classification in predicting difficulty in endotracheal intubation: a prospective blinded study. *Anesth Analg* 2003; 96:595–599
49. Khan ZH, Mohammadi M, Rasouli MR, et al. The diagnostic value of the upper lip bite test combined with sternomental distance, thyromental distance, and interincisor distance for prediction of easy laryngoscopy and intubation: a prospective study. *Anesth Analg* 2009; 109:822–824
50. Badhe VK, Deogaonkar SG, Tambe MV, et al. Clinical comparison of five different predictor tests for difficult intubation. *Anaesth Pain & Intensive Care* 2014; 18(1):31-37
51. Wajekar AS, Chellam S, Toal PV. Prediction of ease of laryngoscopy and intubation-role of upper lip bite test, modified mallampati classification, and thyromental distance in various combination. *J Family Med Primary Care* 2015; 4:101
52. Reddy PB, Punetha P, Chalam KS. Ultrasonography - A viable tool for airway assessment. *Indian J Anaesth* 2016; 60(11):807–813
53. Fulkerson JS, Moore HM, Anderson TS, et al. Ultrasonography in the preoperative difficult airway assessment. *J Clin Monit Comput* 2017; 31(3):513-530
54. Koundal V, Rana S, Thakur R, et al. The usefulness of point of care ultrasound (POCUS) in preanaesthetic airway assessment. *Indian J Anaesth* 2019; 63(12):1022–1028
55. El-Radaideh K, Dheeb E, Shbool H, et al. Evaluation of different airway tests to determine difficult intubation in apparently normal adult patients undergoing surgical procedures. *Patient Saf Surg* 2020; 14(1):43
56. Sotoodehnia M, Rafiemanesh H, Mirfazaelian H, et al. Ultrasonography indicators for predicting difficult intubation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Emerg Med* 2021; 21(1):76

57. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, et al. Airway physical examination tests for detection of difficult airway management in apparently normal adult patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018; 5:CD008874
58. Heinrich S, Birkholz T, Irouschek A, Ackermann A, Schmidt J. Incidences and predictors of difficult laryngoscopy in adult patients undergoing general anesthesia: a single-center analysis of 102,305 cases. *J Anesth* 2013; 27(6):815-821
59. Largo MD, Carrera RE. Predicción de la vía aérea difícil mediante las escalas Mallampati y Cormack-Lehane durante anestesia general en cirugías de emergencia. *MQRInvestigar* 2023; 7(3):3365-3378
60. Badhe VK, Deogaonkar SG, Tambe MV, Singla A, Shidhaye RV. Clinical comparison of five different predictor tests for difficult intubation. *Anaesthesia, Pain & Intensive Care* 2019; 31-37
61. Adhikari S, Zeger W, Schmier C, Crum T, Craven A, 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
62. Xu L, Dai S, Sun L, Shen J, Lv C, Chen X. Evaluation of 2 ultrasonic indicators as predictors of difficult laryngoscopy in pregnant women: A prospective, double blinded study. *Medicine* 2020; 99(3):e18305
63. Narula GK, Nasser A. Correlation between ultrasonographic evaluation of the airway and Cormack-Lehane view by direct laryngoscopy in the Indian subpopulation. *Airway* 2019; 2(2):71-76
64. Srinivasarangan M, Akkamahadevi P, Balkal VC, Javali RH. Diagnostic accuracy of ultrasound measurements of anterior neck soft tissue in determining a difficult airway. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock* 2021; 14(1):33-37
65. Pinto J, Cordeiro L, Pereira C, Gama R, Fernandes HL, Assunção J. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *Journal of critical care* 2016; 33:26-31

66. Abdelhady BS, Elrabiey MA, Abd AH, Mohamed EE. Ultrasonography versus conventional methods (Mallampati score and thyromental distance) for prediction of difficult airway in adult patients. *Egyptian Journal of Anaesthesia* 2020; 36(1):83-89
67. Shah A, Kanzariya H, Bose N. A Correlation of Preoperative Ultrasound Parameter to Cormack-lehane Classification in Predicting Difficult Laryngoscopy. *Indian Journal of Anesthesia and Analgesia* 2020; 7(1):9-14

11. ANEXOS

A. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Edad	
Sexo	Femenino Masculino
Estado físico ASA	ASA I ASA II ASA III
IMC	
Grado de visualización de las estructuras del paladar	I II III IV
Distancia tiro-mentoniana	I II III
Grado de extensión de la articulación atlanto-occipital	I II III IV
Distancia esterno-mentoniana	I II III
Grado de visualización de estructuras glóticas	I II III IV
Distancia piel – hueso hioides	

Distancia piel – epiglotis

Distancia piel – cuerdas vocales

Vía aérea difícil

Si

No

B. HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____

he sido invitado a participar en el estudio “Comparación de predictores de vía aérea difícil comparando el uso de ultrasonografía para predecir intubación difícil”.

He sido invitado al estudio ya que seré sometido a un procedimiento quirúrgico el lectivo y tengo edad comprendida entre 18 y 60 años, se me ha informado que la responsable de la investigación es la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez, quién me ha informado que mi participación consiste en:

- Se me aplicará una entrevista en el consultorio de anestesiología durante la consulta pre anestésica, dónde se me preguntará mi edad y sexo, además que se me pesará y medirá para obtener mi IMC, posteriormente en el quirófano, antes de la cirugía, se me realizará una valoración preoperatoria de la vía aérea mediante maniobras clínicas para evaluar la visibilidad de las estructuras, y me serán realizadas mediciones de ultrasonido de las estructuras del área del cuello, las cuales son realizadas de manera rutinaria en el manejo anestésico preoperatorio, estas maniobras ya me han sido explicadas por la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez, por medio de un folleto informativo.

Adicionalmente se me ha informado que:

- En el caso que se presentase alguna complicación y/o evento adverso derivado directamente de las maniobras realizadas en el presente estudio, se me canalizará al servicio idóneo dentro de la institución para recibir una valoración y/o atención adecuada.
- Mi participación en el estudio es completamente voluntaria, puedo retirarme en el momento que yo considere pertinente, sin verme obligado a proporcionar explicación alguna; y para ello sólo basta con comunicar mi deseo de retirarme a la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez, y se me ha

informado que, en caso de retirarme del estudio, esto no repercutirá en el trato recibido o la atención que recibo dentro de la institución.

- En el caso que yo lo considere pertinente puedo solicitar información relacionada con los resultados de la presente investigación, siéndome indicado que la única persona autorizada para proporcionarme información clínica sobre la valoración física para la realización del presente estudio es la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez, quién me proporcionará por comunicación verbal la información que le solicite respecto a la investigación y/o resultados obtenidos.
- La información que yo proporcione, o la información que se obtenga por medio de las exploraciones físicas en mi persona será completamente confidencial, y la privacidad de estos datos se garantiza con la carta de confidencialidad que ha firmado la Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez, y que me ha sido mostrada, dónde se especifica que estos datos serán utilizados únicamente con fines de la investigación y que no serán divulgados a terceras personas ajenas a esta investigación; para garantizar el anonimato de mi participación no serán recabados datos sensibles que permitan mi identificación, como lo son nombre, teléfono, dirección, número de seguro social.
- No recibiré beneficio personal de ninguna clase (distinción en el trato, pago económico, etc) por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los procesos de evaluación de la vía aérea de pacientes en condiciones clínicas similares a las mías.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma

Fecha: _____

C. CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Puebla, Pue., a _____ de _____ de 2024

Yo Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez residente de Anestesiología del Hospital General de Puebla Eduardo Vázquez Navarro, hago constar, en relación al protocolo No. _____ titulado: “COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE VALORACIÓN DE VÍA AÉREA DIFÍCIL VS ULTRASONIDO DE VÍA AÉREA PARA PREDECIR INTUBACION COMPLICADA” que me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, expedientes, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, contratos, convenios, archivos físicos y/o electrónicos de información recabada, estadísticas o bien, cualquier otro registro o información relacionada con el estudio mencionado a mi cargo, así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal del Distrito Federal, y sus correlativas en las entidades federativas, a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, y demás disposiciones aplicables en la materia.

Atentamente

Dra Mariana Paola Sánchez Rodríguez