



Universidad de Jaén
Escuela de
Doctorado **edüja**

UNIVERSIDAD DE JAÉN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS DOCTORAL

**“ECOGRAFÍA PARA LA PREDICCIÓN DE LARINGOSCOPIA
DIFÍCIL”**

ALEJANDRO MARTÍNEZ GARCÍA

DIRECTOR

JOSÉ LUIS GUERRERO ORRIACH

TUTOR

FRANCISCO DE ASÍS GARRIDO PEÑA

2020

A SUSI,

ALEJANDRO, MARI CARMEN Y JOSÉ MANUEL

SIN VOSOTROS NO HUBIERA PODIDO LLEGAR HASTA

AQUÍ, OS QUIERO.

A José Luis Guerrero, por haber creído en mí sin ni siquiera conocerme y embarcarte en este proyecto con sólo una idea y una llamada de teléfono. Gracias por toda la ayuda, los consejos y los ánimos que me has prestado durante estos años y por todo el tiempo, del escaso del que dispones, que has podido dedicarme. Eres el espejo en el que me gustaría mirarme algún día. MIL GRACIAS POR TODO

A Almudena Morales, gran amiga dentro y fuera del hospital, y compañera de fatigas incansable en esta aventura que es la Anestesiología.

A Enrique García, gran profesional y amigo, por prestarme su ecógrafo de forma desinteresada y ayudarme en esta ardua tarea.

A Ángela Soriano, por ayudarme siempre desde que empecé la residencia y hasta el día de hoy. Gracias

A mi padre y mi madre, sin cuyo sacrificio y cariño no sería la persona que soy hoy. Gracias por todo, de corazón.

A mi hermano, la mejor persona que conozco y pilar fundamental en mi vida.

A Susi, gracias por estar ahí y apoyarme siempre, aunque ello supusiera largas tardes escribiendo esta Tesis. Lo mejor que me ha pasado. Te quiero.

A Francisco Garrido Peña, por su ayuda para la consecución de esta Tesis Doctoral.

A todos mis compañeros del Hospital Universitario de Jaén, por vuestra ayuda y amistad.

ÍNDICE

ÍNDICE

ÍNDICE

	PÁGINAS
LISTADO DE TABLAS	9
LISTADO DE FIGURAS	11
LISTADO DE ABREVIATURAS	13
INTRODUCCIÓN	16
1. CONCEPTOS	17
2. DISCREPANCIA	18
3. IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN PRECOZ DE UNA POSIBLE VAD	19
4. EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA	20
4.1. Antecedentes personales	20
4.2. Examen físico	20
4.3. Test predictivos clásicos	21
4.3.1. Test de Mallampati modificado	21
4.3.2. Distancia tiromentoniana o de Patil	22
4.3.3. Distancia esternomentoniana	23
4.3.4. Distancia interdental	24
4.3.5. Test de mordida del labio superior	25
4.3.6. Perímetro cervical	25
4.3.7. Extensión occipito-atlanto-axial (extensión cervical)	25
4.4. Test Combinados	27
4.4.1. Test de Wilson	28
4.4.2. Naguib Score	28
4.4.3. Índice de El-Ganzouri	29
4.4.4. Escala de dificultad de intubación (IDS: Intubation difficult Scale)	30
4.5. Test Radiológicos	31
4.6. Resumen de predictores clínicos de probable intubación difícil	32
4.7. Clasificación de Cormack-Lehane	33
5. LIMITACIONES ACTUALES. ¿POR QUÉ BUSCAR ALGO NUEVO?	34
6. ECOGRAFÍA / ULTRASONOGRAFÍA	35
6.1. La imagen del ultrasonido y cómo conseguirla	35
6.2. Utilidad diagnóstica de la ecografía frente a otras pruebas de imagen	37
7. SONOANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA	39

ÍNDICE

7.1 Preparación del paciente	39
7.2 Identificación ecográfica de estructuras de la vía aérea	39
8. APLICACIONES DE LA ECOGRAFÍA EN LA VÍA AÉREA	45
8.1 Traqueostomía percutánea	45
8.2 Predicción de vía aérea difícil	45
8.2.1. Mediciones del tejido blando anterior del cuello	45
8.2.2. Mediciones de la lengua	49
8.2.3. Distancia hiomentoniana y relaciones derivadas	49
8.2.4. Distancia preepiglótica dividida por la distancia entre la epiglotis y el punto medio de las cuerdas vocales (Pre-E / E-VC)	50
8.2.5. Ecografía sublingual	51
8.3 Predicción del tamaño del tubo endotraqueal	52
8.4 Predicción del tamaño de un tubo bronquial izquierdo de doble luz	52
8.5 Colocación y profundidad adecuados de los dispositivos de control de la vía aérea	53
8.5.1 Confirmación de la intubación endotraqueal	53
8.5.2 Profundidad del tubo endotraqueal	54
8.5.3 Confirmación de posicionamiento adecuado de la mascarilla laríngea	54
8.6 Cricotiroidotomía percutánea	55
8.7 Traqueostomía percutánea por dilatación	55
8.8 Predicción del estridor postextubación	56
9. POINT-OF-CARE ULTRASOUND: POCUS	58
10. LIMITACIONES DE LA TÉCNICA	58
11. CURVA DE APRENDIZAJE PARA LA FORMACIÓN EN ULTRASONIDO DE LA VÍA AÉREA	59
OBJETIVOS	60
1. PRINCIPAL	61
2. SECUNDARIOS	61
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	61
METODOLOGÍA	62
1. POBLACIÓN DE ESTUDIO	63
2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	63

ÍNDICE

3. PROTOCOLO DE RECOGIDA DE DATOS	64
3.1 Test predictivos clásicos	65
3.2 Clasificación de Cormack-Lehane	65
3.3 Parámetros ecográficos	66
4. TAMAÑO DE LA MUESTRA Y PROCESAMIENTO DEL MUESTREO	70
5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	70
RESULTADOS	72
DISCUSIÓN	78
LIMITACIONES	87
CONCLUSIONES	90
CONFLICTO DE INTERESES	92
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	111
ANEXO 1: Informe favorable del comité de ética de la investigación	112
ANEXO 2: Autorización y Conformidad del Centro	113
ANEXO 3: Hoja de información al paciente	114
ANEXO 4: Consentimiento informado – Consentimiento por escrito al paciente.	116
ANEXO 5: Hoja de recogida de datos (Unificada)	118
ANEXO 6: Sistema de clasificación ASA	119
RESUMEN	120

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE TABLAS

	PÁGINAS
Tabla 1. Capacidad predictiva de los test predictivos de VA empleados individualmente.	27
Tabla 2. Test de Wilson.	28
Tabla 3. Índice de El-Ganzouri.	29
Tabla 4. Escala de dificultad de intubación.	30
Tabla 5. Variables sociodemográficas, test clásicos de vía aérea y parámetros ecográficos.	74
Tabla 6. Utilidad diagnóstica de los test clásicos de vía aérea y los parámetros ecográficos para predecir una laringoscopia difícil.	75
Tabla 7. Punto de corte de los parámetros ecográficos calculado con regresión logística con IC del 95%.	76
Tabla 8. Regresión logística multivariante de modelos propuestos para predecir una laringoscopia difícil.	77

LISTADO DE FIGURAS

LISTADO DE FIGURAS

LISTADO DE FIGURAS

	PÁGINAS
Figura 1. Clasificación de Mallampati modificada.	22
Figura 2. Distancia tiromentoniana o de Patil.	23
Figura 3. Distancia esternomentoniana.	23
Figura 4. Distancia interdientaria.	24
Figura 5. Test de mordida del labio superior.	25
Figura 6. Extensión occipito-atlanto-axial (extensión cervical).	26
Figura 7. Clasificación de Cormack-Lehane.	33
Figura 8. Imagen ecográfica en plano axial del hueso hioides.	40
Figura 9. Imagen ecográfica en plano axial de la epiglotis y el espacio preepiglótico.	41
Figura 10. Imagen ecográfica en plano axial del cartílago tiroideos y las cuerdas vocales.	42
Figura 11. Imagen ecográfica en plano axial de la glándula tiroideos y cartílago cricoides.	42
Figura 12. Imagen ecográfica en corte longitudinal del cartílago tirodes (T), cricoides (C) y membrana cricotiroidea (MCT). IMA: Interfaz mucosa-aire.	43
Figura 13. Imagen ecográfica en plano axial de cartílago cricoides (C) y de los anillos traqueales (T1, T2, T3).	44
Figura 14. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel al hueso hioides (DSH).	67
Figura 15. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel a la epiglotis (DSE).	68
Figura 16. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel a la glotis (DSG).	68
Figura 17. Visión esquemática de los parámetros ecográficos. DSH, distancia desde la piel al hueso hioides; DSE, distancia desde la piel a la epiglotis; DSG, distancia desde la piel a la glotis.	69

LISTADO DE ABREVIATURAS

LISTADO DE ABREVIATURAS

LISTADO DE ABREVIATURAS

- ASA: Sociedad Americana de Anestesiología
- AUC: Área bajo la curva ROC
- CM-L: Cormack-Lehane
- DE: Desviación estándar
- DEM: Distancia esternomentoniana
- DHM: Distancia hiomentoniana
- DHMR: Ratio Distancia hiomentoniana
- DID: Distancia interincisivos
- DSE: Distancia de la piel a la epiglotis
- DSG: Distancia de la piel a la glotis/comisura anterior de cuerdas vocales
- DSH: Distancia de la piel al hioides
- DTM: Distancia tiromentoniana
- E-VC: Distancia epiglotis a punto medio de las cuerdas vocales
- FBO: Fibrobroncoscopio
- FIBAO: Fundación de Investigación Biomédica de Andalucía Oriental
- IC: Intervalo de confianza
- ID: Intubación difícil
- IMC: Índice de masa corporal
- LD: Laringoscopia difícil
- LF: Laringoscopia fácil
- MLP: Mallampati modificado
- OR: Odds ratio
- PC: Perímetro cervical
- POCUS: Ultrasonido en el punto de atención
- Pre-E: Distancia preepiglótica

LISTADO DE ABREVIATURAS

- ROC: Curva característica operativa del receptor
- TET: Tubo endotraqueal
- TFD: Traqueostomía percutánea por dilatación
- TM: Test de mordida del labio superior
- TOFr: Tren de cuatro cocientes
- VA: Vía aérea
- VAD: Vía aérea difícil
- VPN: Valor predictivo negativo
- VPP: Valor predictivo positivo
- χ^2 : Prueba de chi cuadrado

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1. CONCEPTOS

El manejo experto de la vía aérea (VA) es el pilar fundamental sobre el que se asienta la Anestesiología. Una *vía aérea difícil* (VAD) es definida por la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), en sus guías de 2013, como aquella situación en la que un anestesiólogo con entrenamiento convencional experimenta dificultad para ventilar con mascarilla facial, dificultad para la intubación traqueal o ambas [1-]. Distinguiremos entonces entre *VAD prevista*, si el paciente presenta antecedentes personales o signos clínicos que nos orienten hacia una dificultad manifiesta para el manejo de su VA y cuyo abordaje deberá planificarse con antelación, y la *VAD imprevista*, la situación más indeseable y peligrosa para nuestros pacientes [1-].

Aunque el concepto de VAD incluye la dificultad para la ventilación con mascarilla facial y/o para la intubación endotraqueal, debido al objetivo de esta Tesis Doctoral nos centraremos en este segundo apartado.

En este punto es importante distinguir entre dos conceptos. De acuerdo con estas guías, se tratará de una *intubación difícil* (ID) cuando sea necesario realizar varios intentos para conseguir la intubación (en presencia o ausencia de patología traqueal y sin especificar un número máximo de intentos o de duración del proceso de intubación) [1-]; y se definirá como *laringoscopia difícil* (LD) a la imposibilidad de visualizar ninguna porción de las cuerdas vocales tras varios intentos de laringoscopia convencional [1-].

2. DISCREPANCIA

Aunque las anteriores definiciones son de las más aceptadas por la comunidad científica, actualmente continúan siendo objeto de debate y discrepancia. Autores como Yentis [2-], ponen en tela de juicio este tipo de conceptos, ya que la evaluación de la VAD y su manejo dependerá en gran medida de la experiencia del personal involucrado, ya que lo que puede ser difícil para el especialista menos experimentado, puede no serlo tanto para el más veterano. El número de intentos máximos a realizar hasta conseguir la intubación también resulta controvertido, ya que un anestesiólogo podría necesitar 3 intentos para conseguir una intubación, mientras que otro podría hacerlo al primer intento con ayuda o no de material auxiliar. Además, en estas definiciones tampoco se tiene en cuenta el uso de dispositivos de asistencia para controlar la vía aérea, tales como guías de intubación o videolaringoscopios, que con una adecuada curva de aprendizaje, pueden convertir una intubación difícil en una fácil [1-2-4-].

Es importante señalar que los avances actuales en el entrenamiento del manejo de la VA han reducido el riesgo asociado con una ID no anticipada, pero no han sido capaces de reducir su incidencia en la práctica clínica [1-8-9-]. Por otro lado, la introducción de nuevos videolaringoscopios a nuestra práctica clínica parece ofrecer un cambio de paradigma para enfrentar una LD con resultados prometedores [9-]. Sin embargo, como los propios autores también indican, su curva de aprendizaje es larga y compleja [1-9-10-].

3. IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN PRECOZ DE UNA POSIBLE VAD

El informe publicado en 2011 por la 4º National Audit Project del Colegio Real de Anestesiólogos y la Sociedad de Vía Aérea difícil del Reino Unido, sitúa el manejo inadecuado de la vía aérea como la causa principal de morbilidad y mortalidad relacionada con la anestesia. Las complicaciones mayores relacionadas con el manejo de la VA son, entre otras, traumatismos, isquemia miocárdica, vía aérea quirúrgica emergente, daño cerebral y muerte [4-].

A pesar de la relativamente baja incidencia de laringoscopia e intubación difíciles, estimada entre el 1,5 y el 8% de todas las anestesiologías generales [2-3-5-], en 1 de cada 1000 cirugías electivas y en 1 de cada 250 urgentes puede ocurrir el tan temido escenario de “paciente no ventilable, no intubable”. Por ello, las consecuencias potencialmente catastróficas de un abordaje inadecuado o de una falta de predicción de una VAD, implican la necesidad ineludible de una valoración preoperatoria adecuada antes de cualquier acto anestésico.

4. EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA:

Multitud de parámetros y test clínicos han sido propuestos para ayudar a la detección precoz de una posible LD. Los más empleados en la práctica clínica son:

4.1 Antecedentes personales

Resulta fundamental realizar una anamnesis detallada que recoja los antecedentes quirúrgicos del paciente y si ha tenido algún episodio de ID. Para ello, será de gran utilidad la información recogida en las hojas anestésicas de quirófano, o el testimonio del paciente o familiares. De esta manera se obtendrá información acerca de las posibles dificultades presentadas y de su resolución [11-]

4.2 Examen físico

Se debe prestar especial atención a la presencia de:

- *Anormalidades faciales congénitas* (síndrome de Pierre Robin, síndrome de Treacher-Collins, síndrome de Goldenhar, síndrome de Crouzon) [13-].
- *Traumatismos* faciales o que afecten a la VA superior [13-].
- *Secuelas* de cirugía, quemaduras o radioterapia en la VA [13-].
- *Patología articular* (espondilitis anquilosante, artritis reumatoide, artrosis cervical, anquilosis de la articulación temporomandibular) [12-17-].
- *Retrognatia* [14-].
- *Macroglosia* (Síndrome de Down, acromegalia, mixedema) [14-].
- *Patología* de la vía aérea (hipertrofia amigdalara, abscesos, tumores, enfermedad de Bechet, angina de Ludwig, paladar ojival, arqueado o largo) [13-].

INTRODUCCIÓN

- *Enfermedades de depósito* (síndrome de Morquio, síndrome de Beckwith-Wiedemann, síndrome de Hurler) [13-].
- *Obesidad* (IMC mayor a 30) [16-23-].
- *Diabetes mellitus tipo I* (El “*signo del predicador*” - no poder juntar las palmas de las manos por rigidez articular- que se asocia con ID) [17-].
- *Embarazo* a partir de la 20 semana o en el puerperio [16-].
- Signos y síntomas sugestivos de *obstrucción de la VA* superior o inferior (disnea, disfonía, disfagia, estridor, apnea del sueño) [13-].
- *Historia estomatológica* (ausencia de dientes, movilidad ó protusión) [13-].

4.3 Test predictivos clásicos

- **4.3.1 Test de Mallampati modificado (MLP):** Valora la visibilidad de las estructuras orofaríngeas. Fue descrito en 1985 por Mallampati [18-] y posteriormente modificado en 1987 por Samsoon y Young [18-]. Se realiza con el paciente en sedestación, con la cabeza en posición neutra, la boca abierta, y protruyendo la lengua al máximo, sin fonación. El test debe aplicarse 2 veces. Se distinguen 4 clases (*Figura 1*):
 - Clase I: visualiza paladar duro, paladar blando, úvula, istmo de las fauces y pilares amigdalinos.
 - Clase II: visualiza paladar duro, paladar blando, base de la úvula e istmo de las fauces.
 - Clase III: visualiza solo paladar duro y el blando
 - Clase IV: visualiza sólo el paladar duro.

INTRODUCCIÓN

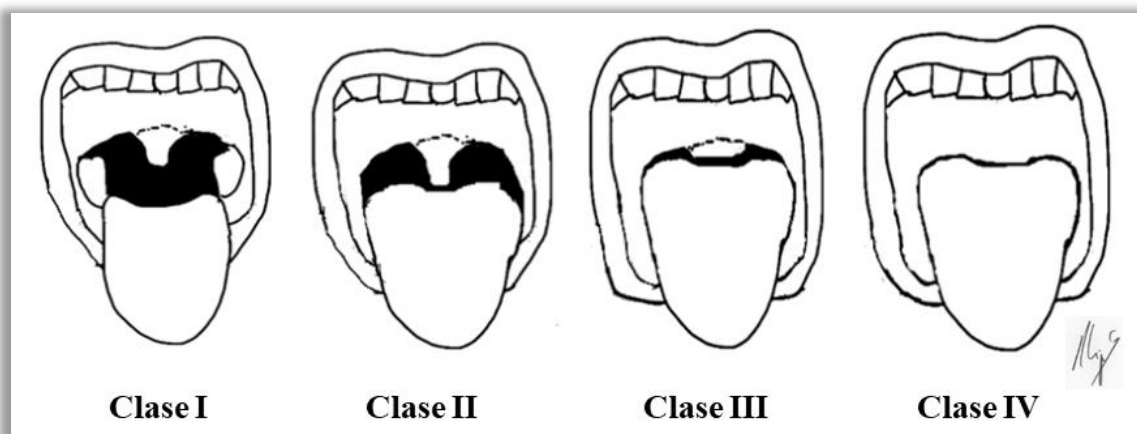


Figura 1. Clasificación de Mallampati modificada.

Las clases III y IV se relacionan con una posible ID. Sin embargo, como señala un reciente metaanálisis con 177.088 pacientes, el test de MLP aplicado como prueba única resulta insuficiente para predecir una ID, pero mejora su poder predictivo cuando es incluido en modelos multifactoriales [116-].

- **4.3.2 Distancia tiromentoniana (DTM) o de Patil:** Es un indicador del espacio mandibular. Se mide en centímetros desde la línea media del mentón hasta el cartílago tiroides con el cuello del paciente en hiperextensión y con la boca cerrada. Una distancia menor de 6 cm se relaciona con una posible ID [21-] (Figura 2).

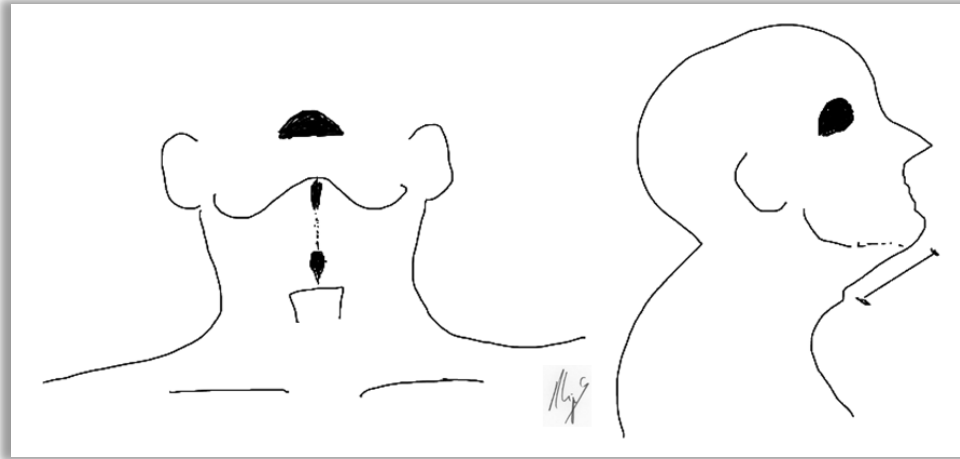


Figura 2. Distancia tiromentoniana o de Patil.

- **4.3.3. Distancia esternomentoniana (DEM):** es un indicador de la movilidad de la cabeza y el cuello. Se trata de la distancia comprendida entre el mentón y el manubrio esternal. Una distancia menor de 12.5 cm se relaciona con una posible ID [21-] (Figura 3).

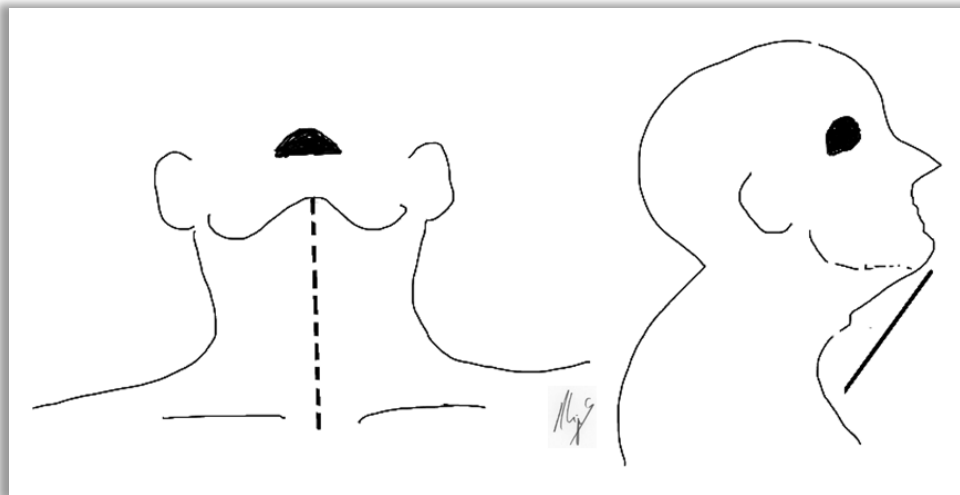


Figura 3. Distancia esternomentoniana.

INTRODUCCIÓN

- **4.3.4 Distancia interdientaria (DID):** Su valoración estima la funcionalidad de la articulación temporomandibular. Es la distancia medida en centímetros comprendida entre los incisivos centrales superiores e inferiores, con la boca del paciente abierta al máximo [22-]. Se clasificada en 4 grados:
 - Grado 1: mayor de 3 cm.
 - Grado 2: entre 2,6 y 3 cm
 - Grado3:entre 2 y 2,5 cm
 - Grado 4: menor de 2 cm

Por debajo de 3 cm ya es posible encontrar dificultad para la intubación. Para la inserción de la mayoría de dispositivos supraglóticos es preciso un mínimo de 2,5 cm de DID, al igual que sucede con los videolaringoscopios. Una distancia inferior a 2,5 cm será indicativa de intubación con fibrobroncoscopio (FBO). Existe escasa variabilidad interobservador en la valoración de este test (*Figura 4*).

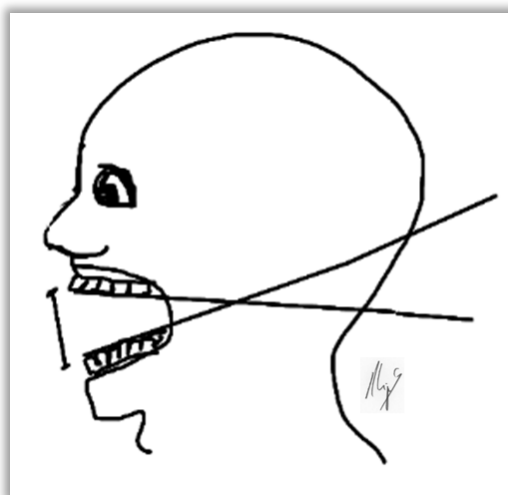


Figura 4. Distancia interdientaria

INTRODUCCIÓN

- **4.3.5 Test de mordida del labio superior (TM):** Este test relaciona el tamaño de la mandíbula con el maxilar superior, así como el grado de funcionalidad de la articulación temporomandibular. Se pide al paciente que se muerda con los dientes inferiores el labio superior [20-]. En función de la visibilidad del labio superior tras esta maniobra, se describe la siguiente clasificación (*Figura 5*):
 - Clase I: la mucosa del labio superior no se visualiza
 - Clase II: visión parcial de la mucosa del labio superior.
 - Clase III: el labio superior es totalmente visible.

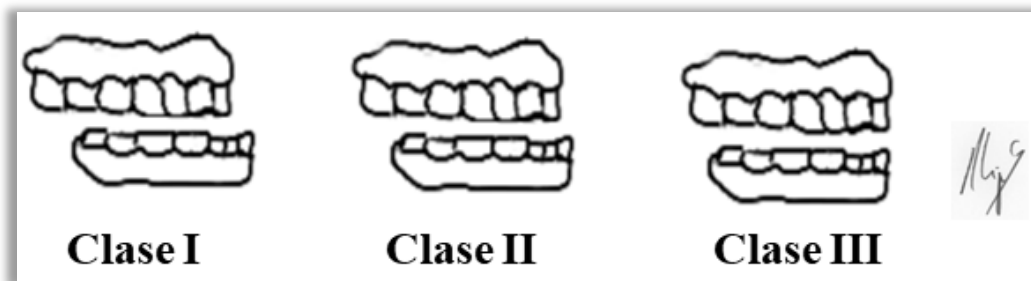


Figura 5. Test de mordida del labio superior.

- **4.3.6 Perímetro cervical (PC):** Medido en centímetros a nivel del cartílago tiroideos con una cinta métrica alrededor del cuello en posición neutra. Un perímetro superior a 40 cm supone un riesgo de ID del 5%, y del 35% si es superior a 60 cm [23-].
- **4.3.7 Extensión occipito-atlanto-axial (extensión cervical):** Evalúa la extensión de la cabeza y el cuello, así como la funcionalidad de la articulación atlanto-occipital. Se obtiene con el paciente sentado, con la cabeza en posición neutra, trazando una línea coincidente con la superficie de oclusión de los incisivos del maxilar superior. Posteriormente, se indica al paciente que extienda

INTRODUCCIÓN

la cabeza al máximo y se traza una línea desde la misma superficie de oclusión de los incisivos. Se mide el ángulo formado entre las dos líneas: en posición neutra y en máxima extensión. Un ángulo igual o mayor a 35° indica una movilidad cervical normal; mientras que uno inferior a 20° se relaciona con una posible ID [24-] (Figura 6).

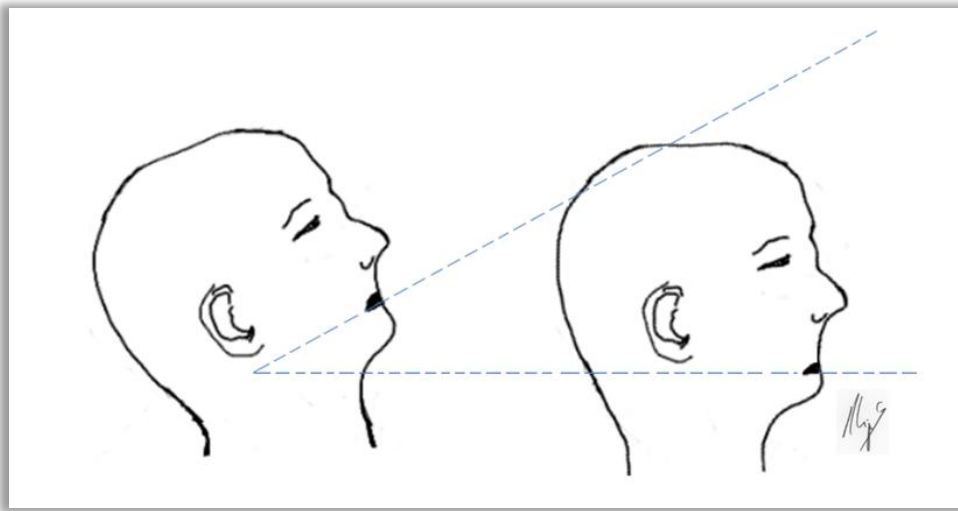


Figura 6. Extensión occipito-atlanto-axial (extensión cervical).

4.4 Test Combinados

Debido a la limitada fiabilidad de los predictores anteriores cuando son aplicados de forma individual [2-6-] (*Tabla 1*), numerosas combinaciones de los mismos han sido estudiadas para aumentar su valor diagnóstico.

Test	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)
<i>Mallampati original</i>	42-60	81-89	4-21
<i>Mallampati modificado</i>	65-81	66-82	8-9
<i>Distancia tiromentoniana</i>	82	89	27
<i>Distancia esternomentoniana</i>	18,1	79,1	10,8
<i>Extensión atlanto-occipital</i>	16,6	92,2	33,3
<i>Distancia interdentaria</i>	26-47	94-95	7-25
<i>Mordida del labio superior</i>	17-26	95-96	5-21

Tabla 1. Capacidad predictiva de los test predictivos de VA empelados individualmente.

INTRODUCCIÓN

4.4.1 Test de Wilson

Incluye cinco parámetros valorados individualmente del 0 al 2. El rango total de puntuación oscilará entre 0 y 10. Una puntuación mayor de 2 tiene un valor predictivo positivo (VPP) del 75% para anticipar una ID, pero con un alto índice de falsos positivos [25-] (Tabla 2).

<u>Test de Wilson</u>			
Parámetro	Puntuación 0	Puntuación 1	Puntuación 2
<i>Peso</i>	< 90 kg	90-110 kg	>110 kg
<i>Movilidad cabeza y cuello</i>	>90°	90±10°	<90°
<i>Movilidad mandibular</i>	IG > 5 cm ó Subluxación >0	IG >5 cm ó subluxación = 0	IG < 5 cm ó subluxación <0
<i>Retrognatia</i>	Normal	Moderada	Severa
<i>Incisivos superiores prominentes</i>	Normal	Moderada	Severa

Tabla 2. Test de Wilson.

4.4.2 Naguib Score

Descrito por Naguib en 1999 [120-], y actualizado en 2006 [121-] se basa en la siguiente fórmula:

$$“I” = 0,2262 - 0,421 \times \text{DTM} + 2,5516 \times \text{MLP} - 1,1461 \times \text{DID} + 0,0433 \times \text{peso}.$$

INTRODUCCIÓN

En la ecuación anterior todas las variables están expresadas en centímetros, excepto MLP, para la cual consideraron valores dicotomizados: $MLP \leq 2$, utiliza el valor 0; y para $MLP > 2$, el valor 1. Un valor numérico positivo para “1” se relaciona con una LD y un valor negativo indica una LF. La sensibilidad, especificidad, VPP y negativo (VPN) de este modelo fueron 82,5% [IC 95% 73–89%], 85,6% [IC 95% 77–91%], 26,1% y 98,8%, respectivamente. El área bajo la curva (AUC) para este modelo fue 0,90 [IC 95% 0,86-0,95] [121-].

4.4.3 Índice de El-Ganzouri

Incluye siete parámetros, valorados del 0 al 2; el rango total de puntuación oscila entre 0 y 12. Una puntuación menor de 4 implica una dificultad de intubación improbable, y una igual o mayor de 4 indicará una posible dificultad de intubación [26-] (Tabla 3).

Índice de El-Ganzouri			
Criterio	Puntuación 0	Puntuación 1	Puntuación 2
<i>Peso (kg)</i>	< 90	90-110	>110
<i>Movilidad de Cabeza y cuello (grados)</i>	< 90°	90° ± 10°	< 80°
<i>Apertura bucal (cm)</i>	≥ 4	<4	
<i>Subluxación de mandíbula</i>	Posible	No posible	
<i>Distancia tiromentoniana (cm)</i>	>6,5	6 – 6,5	< 6
<i>Test de Mallampati</i>	1	2	3
<i>Historia de intubación difícil</i>	No	Posible	Conocida

Tabla 3. Índice de El-Ganzouri.

INTRODUCCIÓN

4.4.4 Escala de dificultad de intubación (IDS: Intubation difficult scale)

Fue introducida en 1977 y propone siete variables valoradas de manera individual entre 0 y 1 en función de su presencia a la hora de abordar una intubación (Tabla 4):

Escala de intubación difícil	
Parámetro	Puntuación
<i>Nº de intentos > 1</i>	N ₁ (cada intento adicional añade 1 punto)
<i>Nº de operadores > 1</i>	N ₂ (cada operador adicional añade 1 punto)
<i>Nº de técnicas alternativas</i>	N ₃ (cada técnica alternativa añade 1 punto: reposicionamiento del paciente, cambio de material – pala, tubo, estilete –, abordaje – nasotraqueal/orotraqueal – o uso de otra técnica – FBO, intubación a través de mascarilla laringea)
<i>Graduación de Cormack – Lehane</i>	N ₄ (Se aplica en el primer intento de laringoscopia. Para intubación a ciegas existosa N ₄ = 0).
<i>Fuerza elevadora con laringoscopia</i>	Normal → N ₅ = 0 Aumentada → N ₅ = 1
<i>Presión laríngea</i>	No aplicada → N ₆ = 0 Aplicada: → N ₆ = 1 *La maniobra de Sellick no puntúa
<i>Movilidad de cuerdas</i>	Normal Abducción → N ₇ = 0 Aumentada Adducción → N ₇ = 1
<i>TOTAL IDS = suma de las puntuaciones</i>	N ₁ – N ₇

Tabla 4. Escala de dificultad de intubación

Un valor de 0, clasificará la intubación como fácil; una IDS menor o igual a 5, la catalogará como ligeramente difícil, y una IDS mayor a 5 implicará una dificultad de intubación moderada a alta. En caso de imposibilidad de intubación, la IDS tomará el valor obtenido previo al último intento [118-119-].

4.5 Test Radiológicos

La prueba radiográfica clásica consiste en identificar un estrechamiento del espacio de la articulación atlanto-occipital. Para ello, se pueden realizar 2 radiografías, la primera con el paciente con la boca cerrada, donde se medirá la distancia entre incisivos inferiores y el cóndilo mandibular (A), y la distancia entre el ángulo mandibular y los últimos molares (B), si el cociente A/B es menor a 3,6 se puede prever una ID. La segunda radiografía se hace de perfil, con la cabeza en posición del olfateo, midiendo el ángulo maxilo-faríngeo, que si es menor a 100° indicará dificultad [29-].

Otros estudios mediante radiografía han relacionado como una posible ID una distancia del hioides a la línea alveolar > 48 mm, un ángulo de C2-C6 $> 12,1^\circ$ con la cabeza en posición neutra [31-], ángulo β' (ángulo entre una línea dibujada desde el cartílago tiroideos a los aritenoides, y la línea que conecta el hueso hioides con la epiglotis) $\leq 9,1^\circ$ [32-44-45-], distancia entre el hioides y la mandíbula < 40 mm [33-], ó un ángulo α' (ángulo comprendido entre la línea que conecta el hioides al cartílago tiroideos y la línea que conecta el cartílago tiroideos al aritenoides) $\leq 85,52^\circ$ [46-].

Por otro lado, varios estudios con Tomografía Computerizada han encontrado posibilidad de ID con varios parámetros: el cociente volumen lingual/volumen de orofaringe $> 0,5$ [35-]; área de la vía aérea superior $\leq 17,39$ cm² [38-]; ángulo V14 $\leq 11,9^\circ$ [37-]; y área lingual > 2600 mm² [36-].

Sin embargo, dado que estos test radiológicos presentan mayor complejidad que los clínicos, implican un elevado coste sin aportar un beneficio significativo, y además implican la utilización de radiaciones ionizantes, no se realizan de rutina.

4.6 Resumen de predictores clínicos de probable intubación difícil

- Historia personal previa de ID.
- Obesidad: IMC > 30.
- Síndrome de apnea obstructiva del sueño.
- Gestación, preeclampsia y puerperio.
- Test predictivos clásicos de ID:
 - Mallampati grado III ó IV
 - Perímetro cervical aumentado > 60 cm
 - Distancia tiromentoniana < 6 cm
 - Distancia esternomentoniana < 12,5 cm
 - Retrognatía
 - Distancia interdientaria < 3 cm
 - Limitación de la movilidad cervical < 20°
 - Test de mordida clase III
- Test Combinados de predicción de ID:
 - Test Wilson ≥ 2
 - Índice de El-Ganzouri ≥ 4
 - IDS > 5
- Anomalías dentales: Incisivos o caninos prominentes, dientes móviles, pacientes edéntulos.

INTRODUCCIÓN

4.7 Clasificación de Cormack-Lehane (CM-L)

Esta clasificación fue descrita por Cormack y Lehane en 1984 [27-], aunque posteriormente ha sido revisada por otros autores como Cook [28-]. Valora la dificultad para la visualización glótica durante una laringoscopia directa. Se describen 4 grados (Figura 7):

- **Grado I:** visualización completa de la abertura glótica (desde la comisura anterior a la posterior).
- **Grado II-A:** Visualización parcial de la glotis.
- **Grado II-B:** La epiglotis puede desplazarse de la pared posterior de la faringe intensificándose la fuerza de la laringoscopia permitiendo visualizar parcialmente la comisura posterior de la glotis [28-].
- **Grado III:** Se ve únicamente la epiglotis.
- **Grado IV:** No se reconoce ninguna estructura glótica, visualizando solo tejidos blandos faríngeos.

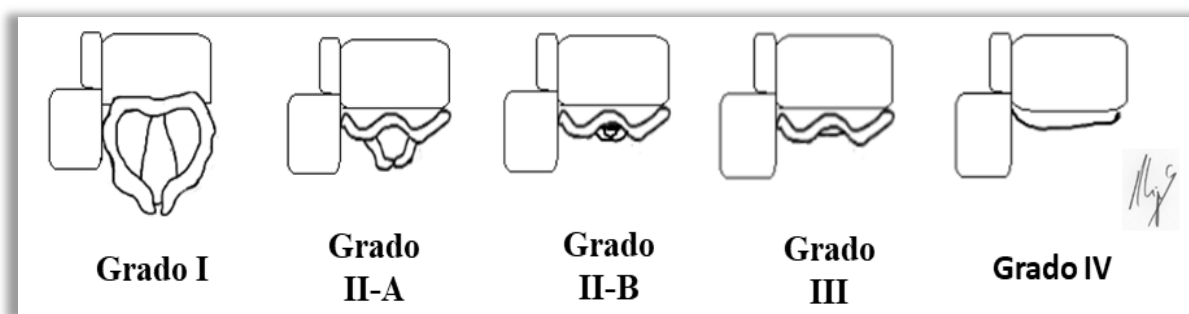


Figura 7. Clasificación de Cormack-Lehane.

5. LIMITACIONES ACTUALES. ¿POR QUÉ BUSCAR ALGO NUEVO?

A pesar de las ventajas que caracterizan a los test clínicos, tales como el ser comunes, sencillos y rápidos para todos los profesionales o carecer de coste económico alguno, a menudo no pueden anticipar adecuadamente una LD [8-], ya que ofrecen importantes desventajas como una alta variabilidad interobservador, tanto en su medición como en su interpretación (a pesar de la existencia de criterios definidos y homogéneos para su aplicación), así como poseer una baja-moderada sensibilidad para la detección de una ID (20-62%), lo cual los hace imprecisos. A lo anterior, hay que añadir que estos test no pueden ser aplicados en la mayoría de situaciones de emergencia (shock de cualquier origen, politraumatismos...) donde las condiciones clínicas del paciente impiden su colaboración [4-6-7-29-]. Por tanto, se estima que aproximadamente solo el 50% de las ID pueden ser anticipadas preoperatoriamente [7-].

Norskov [30-], en su estudio con 188.064 pacientes a los que valoró la VA de forma preoperatoria utilizando los test clásicos, detectó preoperatoriamente una posible ID en 929 pacientes, pero sólo en 229 (25%) encontró finalmente esa dificultad; asimismo durante la anestesia se encontró una LD en la inducción de 3391 pacientes, de las cuales 3154 (93%) fueron inesperadas. La conclusión fundamental de este artículo fue que los métodos actuales para anticipar una LD no son precisos, por lo que es necesario plantear nuevos abordajes que mejoren la seguridad de nuestros pacientes.

Por todo lo anterior, cualquier nueva herramienta que pueda mejorar nuestra capacidad de anticipación a una LD sería de gran valor. Y es en este punto donde la ecografía aparece como una alternativa muy prometedora.

6. ECOGRAFÍA / ULTRASONOGRAFÍA

Su empleo ha ido tomando progresivamente mayor relevancia en la práctica clínica, convirtiéndose en la actualidad en una herramienta de uso rutinario para anestesiólogos, intensivistas y urgenciólogos. Aunque sus primeras aplicaciones se limitaban a la canalización de accesos vasculares y a la anestesia locorregional [31-], estudios en cuidados intensivos han demostrado su potencial utilidad en la detección de patología cardiopulmonar, así como múltiples aplicaciones en vía aérea urgente/emergente quirúrgica en el paciente obeso [33-]. Todo ello, unido a la ventaja de carecer de radiaciones ionizantes y a ser accesible, portátil y reproducible le dan a la ecografía un valor añadido lleno de posibilidades diagnóstico/terapéuticas [31-32-33-].

6.1. La imagen del ultrasonido y cómo conseguirla

Se entiende por ultrasonido a aquellos sonidos situados por encima de los 20.000 Hz. En medicina, se emplean frecuencias que van desde los 2 MHz a los 15 MHz. Los transductores de ultrasonidos habituales en la práctica clínica actúan tanto de emisores como de receptores del reflejo del sonido [34-].

Los tejidos muestran diferentes impedancias acústicas, o resistencia al paso de las ondas sonoras a su través, de forma que la diferencia entre impedancias es mayor entre las interfaces de tejido blando con hueso ó con aire. Algunos tejidos dan un fuerte eco (grasa y hueso, por ejemplo), siendo estas estructuras llamadas hiperecoicas. Éstas aparecerán blancas en pantalla. Otros tejidos dejan pasar fácilmente a su través los haces de ultrasonido (colecciones líquidas, vasos sanguíneos...), creando un eco pequeño por lo que se llaman hipoecoicos. Éstas aparecen en negro en la pantalla. Cuando el haz de

INTRODUCCIÓN

ultrasonido alcanza la superficie de un hueso, un fuerte eco (línea blanca fuerte) aparece limitando la profundidad de estructura ósea que puede examinarse por la sombra acústica posterior que provoca la no progresión del haz de ultrasonido. Las estructuras cartilaginosas como el cartílago tiroideos, cricoides y anillos traqueales aparecen homogéneamente hipoeoicos (negros), pero éstos tienden a calcificarse con la edad. Los músculos y el tejido conectivo son hipoeoicos pero tienen una apariencia estriada más heterogénea que el cartílago. Las estructuras glandulares como las glándulas submandibulares o tiroides son homogéneas e hiperecoicas en comparación con los tejidos blandos adyacentes. El aire es un conductor muy débil del ultrasonido, así que cuando el haz llega al interfaz aire/tejido blando, una fuerte reflexión (fuerte línea blanca) aparece y todo en la pantalla más allá de ese punto son artefactos, especialmente artefactos de reverberación que aparecen como líneas paralelas blancas más allá de este punto. Por ello, la visualización de estructuras como la faringe posterior, comisura posterior, y pared posterior de la tráquea se ve impedida por el aire intraluminal [5-35-].

La imagen de ultrasonidos puede obtenerse en modo B, lo que significa que el haz de ultrasonido escanea simultáneamente un plano del cuerpo que puede ser visto como una imagen 2D en pantalla; ó en modo M (M = motion), donde se observa una rápida secuencia de escaneos en Modo B, representando una única línea a través del tejido que nos permite ver y medir rangos de movimiento. El uso del Doppler color asociado al modo-B aprovecha las características de los ultrasonidos para identificar vasos sanguíneos [34-].

Todos los transductores de ultrasonidos modernos usados en el manejo de la vía aérea tienen un amplio rango de frecuencias que pueden ajustarse durante el estudio para optimizar la imagen, de forma que cuanto más alta es la frecuencia de la onda de

INTRODUCCIÓN

ultrasonido, más alta es la resolución de la imagen, pero menor la profundidad alcanzada [34-].

El transductor lineal de alta frecuencia (7,5 - 15 Mhz) es el más adecuado para valorar estructuras superficiales de la vía aérea situadas a 2-4 cm de profundidad. El transductor curvo de baja frecuencia es más adecuado para obtener imágenes sagitales y parasagitales de las estructuras en las regiones submandibular y supraglótica. El transductor micro-convex da una amplia visión de la pleura entre dos costillas. Si tuviéramos que elegir un único transductor a utilizar, optaríamos por la sonda lineal de alta frecuencia, ya que nos permitirá realizar la mayoría de exámenes relevantes para el manejo de la vía aérea. Debido a que el aire no conduce el ultrasonido, es absolutamente indispensable que el transductor esté en contacto con la superficie a explorar para evitar artefactos y obtener una imagen completa [34-].

6.2 Utilidad diagnóstica de la ecografía frente a otras pruebas de imagen

En lo que respecta al examen de la vía aérea con ultrasonidos, estudios como el de Mandeep [37-] y Teoh [5-], concluyen que el uso de la ecografía para la valoración de la VA superior es capaz de ofrecer imágenes anatómicas detalladas de la misma.

El metaanálisis de Chao de 2018 [36-], con 8.879 pacientes, evaluó la precisión diagnóstica de distintas pruebas de imagen para la predicción de una ID, y comparó su valor diagnóstico con el del test de MLP. Los resultados indicaron que el valor diagnóstico de la TAC, rayos X y ultrasonidos fueron muy superiores al test de MLP. Los ultrasonidos tuvieron índices diagnósticos y un área bajo la curva (AUC = 0.8942) similares a la TAC (AUC = 0.8424) y a los rayos X (AUC = 0.8970) para predecir una ID. Considerando la amplia disponibilidad, bajo coste y carencia de radiaciones

INTRODUCCIÓN

ionizantes, los autores concluyeron que la ecografía podría ser considerada como la técnica de imagen de elección para estos escenarios.

INTRODUCCIÓN

7. SONOANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA

7.1 Preparación del paciente

Para una adecuada visualización ecográfica de la vía aérea superior, el paciente debe estar en decúbito supino con la cabeza centrada y en posición de olfateo [38-]. Como las estructuras a visualizar son superficiales (3-4 cm aproximadamente), la mayoría de los exámenes pueden llevarse a cabo con un transductor lineal de alta frecuencia a 7,5-15 Mhz. Para optimizar la imagen será necesario usar gel hidrosoluble, eliminar la interfaz de aire entre la superficie de examen y la sonda de ultrasonidos y ajustar la configuración del equipo para tejidos blandos superficiales [41-42-51-].

7.2 Identificación ecográfica de estructuras de la vía aérea

El aire no permite el paso de las ondas de ultrasonido generando artefactos hiper o hipoeoicos de reverberación que impiden ver las estructuras profundas, pero que por el contrario, permiten una fácil identificación de estructuras de la VA. La principal estructura ósea es el hueso hioides, aunque en más de la mitad de los pacientes no se logra obtener su completa visualización. Los cartílagos traqueales son hipoeoicos, al igual que la membrana cricotiroides y las cuerdas vocales [38-52-]. Es importante, recordar que la interfaz mucosa/aire se observa hiperecoica, como por ejemplo la interfaz inferior a la membrana cricotiroides. Existen 2 planos de abordaje ecográfico de la VA: Transversal/axial o eje corto y Sagital/longitudinal o eje largo.

- **Hueso hioides:** Se trata de una estructura hiperecoica con un halo hipoeoico en forma de U invertida. Su identificación se puede realizar en plano transversal o longitudinal. Aunque no existe una técnica estandarizada, se han publicado casos exitosos de bloqueo de nervio

INTRODUCCIÓN

laríngeo superior guiados por ecografía en el cuerno del hueso hioides [39-51-] (*Figura 8*).

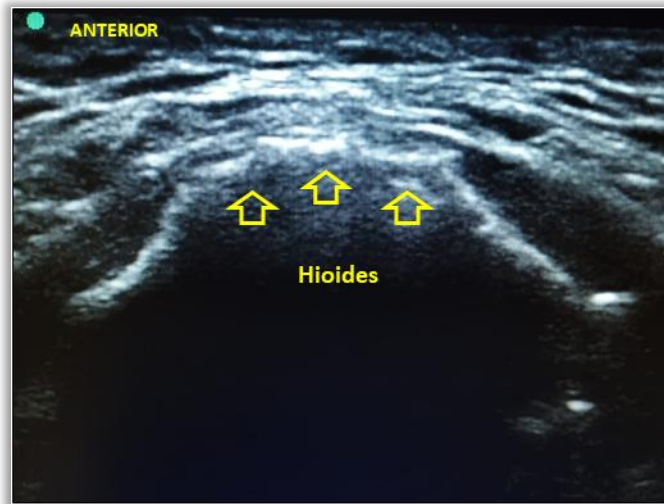


Figura 8. Imagen ecográfica en plano axial del hueso hioides.

- **Epiglotis:** Es posible su visualización en un plano transversal con el transductor lineal de alta frecuencia a través de la membrana tirohioidea. Se caracteriza por una imagen hipoecoica en forma de elipse precedida en su borde anterior por el espacio pre-epiglótico, que es hiperecoico, y que se relaciona posteriormente con la interfaz hiperecoica entre la mucosa y el aire luminal con artefactos de reverberación [39-51-52-53-] (*Figura 9*).

INTRODUCCIÓN

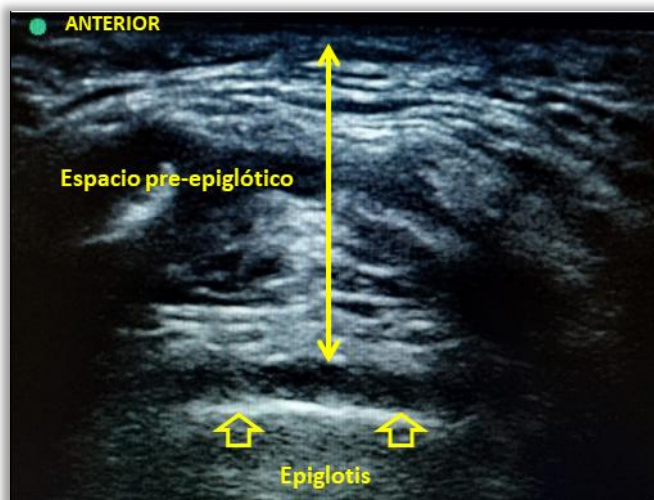


Figura 9. Imagen ecográfica en plano axial de la epiglotis y el espacio preepiglótico.

- **Cartílago tiroides y cuerdas vocales:** Son de las estructuras que se pueden visualizar con mayor facilidad. El cartílago tiroides se describe en eje transversal como una estructura hipoeoica en relación a las cuerdas vocales seguida por una sombra acústica con artefactos de reverberación que corresponde a la VA. En el plano sagital se puede valorar el espacio tirohioideo y la sombra acústica del hueso hioides. A este nivel las cuerdas vocales se pueden visualizar como estructuras hipoeoicas. Mediante este examen es posible la identificación de patologías como la parálisis unilateral de cuerdas vocales, solicitando al paciente que realice algún sonido y observando en ese momento la vibración de las cuerdas: proceso de aducción y abducción de las mismas [39-40-52-] (*Figura 10*).

INTRODUCCIÓN

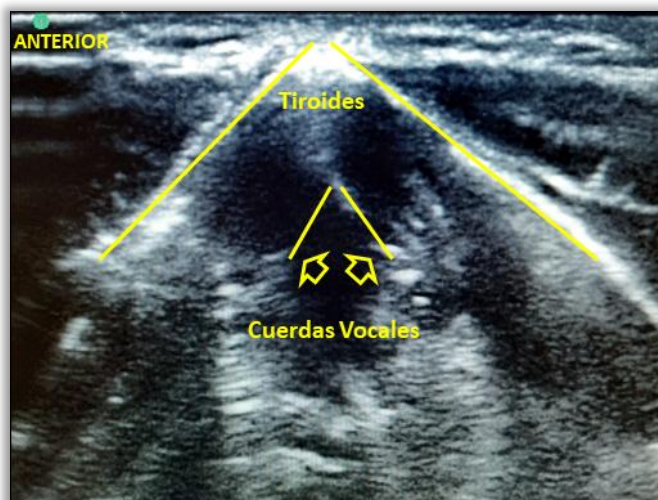


Figura 10. Imagen ecográfica en plano axial del cartílago tiroideo y las cuerdas vocales.

- **Cartílago cricoides:** Se identifica por debajo del cartílago tiroideo, como una estructura hipoecoica en forma de U invertida en el plano transversal. La sombra acústica inmediatamente posterior corresponde a la vía aérea. Esta ventana es la más importante para realizar mediciones transversales y en algunos estudios se ha usado para elegir el tamaño del tubo endotraqueal [41-42-53-] (Figura 11).

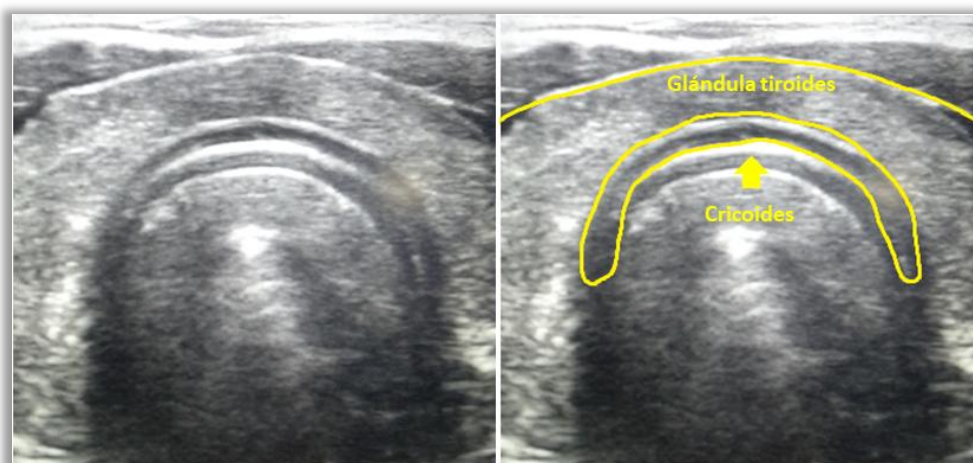


Figura 11. Imagen ecográfica en plano axial de la glándula tiroidea y cartílago cricoides.

INTRODUCCIÓN

- **Membrana cricotiroides:** A través de un corte longitudinal a lo largo de la laringe se observa una estructura hipoeoica que se encuentra entre el cartílago tiroides y el cartílago cricoides. A este nivel es posible identificar, empleando modo doppler color, vasos sanguíneos presentes sobre las estructuras laríngeas y traqueales de tal manera que si se piensa realizar una punción cricotiroides a ese nivel se puede escoger el sitio en donde no se tenga riesgo de punción vascular [41-42-51-52-53-] (*Figura 12*).

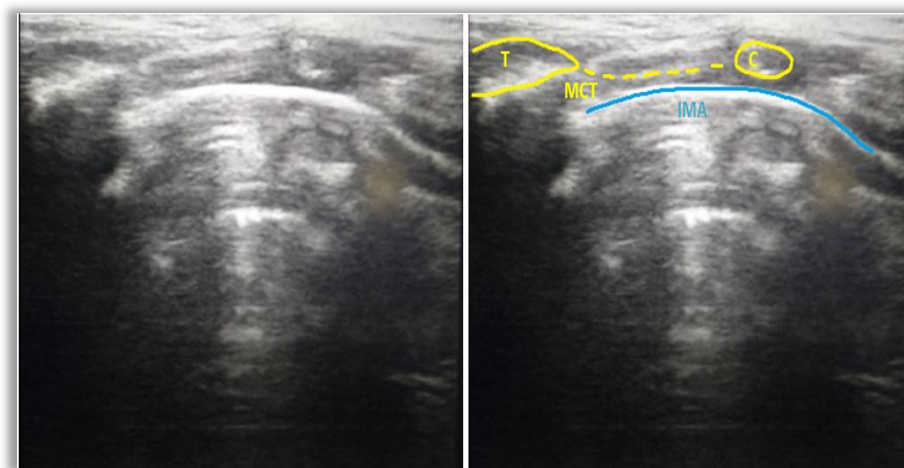


Figura 12. Imagen ecográfica en plano longitudinal del cartílago tirodes (T), cricoides (C) y membrana cricotiroides (MCT). IMA: Interfaz mucosa-aire.

- **Anillos traqueales:** En el eje longitudinal se observan como estructuras hipoeoicas en forma semicircular. Esta visión resulta de gran utilidad para valorar los espacios traqueales previamente a realizar una traqueostomía percutánea [41-42-51-53-] (*Figura 13*).

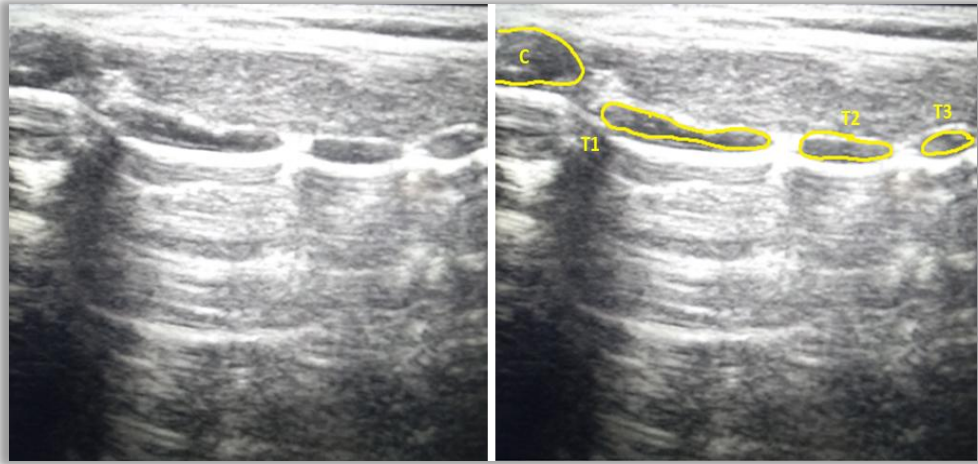


Figura 13. Imagen ecográfica en plano axial de cartílago cricoides (C) y de los anillos traqueales (T1, T2, T3).

8. APLICACIONES DE LA ECOGRAFÍA EN LA VÍA AÉREA

8.1 Traqueostomía percutánea

La traqueostomía percutánea se realiza con frecuencia en las Unidades de Cuidados Intensivos. Entre las complicaciones publicadas con mayor frecuencia están la hemorragia de vasos cercanos y la estenosis traqueal debido a la colocación inadecuadamente alta de la traqueostomía. El uso de la ecografía permite evitar estructuras vasculares, identificar la línea media y los anillos traqueales para evitar este tipo de eventos [34-43-].

En un estudio observacional, se obtuvieron imágenes ecográficas de la cara anterior del cuello en 50 voluntarios sanos, encontrándose que la distancia entre el borde caudal del cartílago cricoides y el segundo anillo traqueal era variable intersujetos (entre 9,7-29,7 mm). Se concluyó que el uso de la ecografía podría identificar las estructuras con mayor precisión [43-].

8.2 Predicción de vía aérea difícil

8.2.1 Mediciones del tejido blando anterior del cuello

El estudio de esta zona anatómica ha sido objeto de la mayor parte de la producción científica relacionada con la ecografía en VA en los últimos años. Las mediciones más estudiadas tienen relación con la distancia desde la piel al hueso hioides (DSH), a la epiglotis a través de la membrana tirohioidea ó espacio preepiglótico (DSE), las cuerdas vocales (DSG) y la orquilla supraesternal.

INTRODUCCIÓN

Ezri [54-] publicó en 2003 un estudio donde incluyó a 50 pacientes obesos de Israel, señalando que una mayor cantidad de tejido blando pretraqueal a nivel de la DSG (28 ± 2.7 mm vs 17.5 ± 1.8 mm; $p < 0.01$) y un mayor perímetro cervical (50 ± 3.8 cm vs 43.5 ± 2.2 cm; $p < 0.01$) se relacionaban como predictor de LD.

Por otro lado, Komatsu [55-], en su estudio de 2007 y empleando una metodología similar al anterior, reclutó a 64 pacientes obesos mórbidos de EE.UU. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron contradictorios, ya que 20 de los pacientes clasificados como una LD presentaron menor DSG que aquellos con LF (20.4 ± 3 mm vs 22.3 ± 3.8 mm; $p = 0.049$). Los autores concluyeron que esta medida ecográfica no era un buen predictor de LD en esta población.

Adhikari [56-], en 2011, realizó un estudio en 51 pacientes donde tomó medidas ecográficas de la lengua y del tejido blando pretraqueal a 5 niveles: DSH, DSE, DSG, istmo tiroideo y orquilla supraesternal. Sin embargo, aunque en sus conclusiones indicó que las medidas ecográficas obtenidas a nivel de la DSE (3.47 cm [IC 95% $2.88-4.07$ cm] vs 2.37 cm [IC 95% $2.29-2.44$ cm]) y a nivel de la DSH (1.69 cm [IC95% $1.19-2.19$ cm] vs. 1.37 cm [IC 95% = $1.27-1.46$ cm]) podrían ser usadas para discriminar a aquellos pacientes con probable LD, no encontró diferencias significativas entre los grupos.

En 2014, Wu [57-] publicó un estudio con 203 pacientes chinos, donde encontró una fuerte correlación lineal entre una LD y un mayor grosor de DSH (1.51 ± 0.27 cm vs 0.98 ± 0.26 cm; $p < 0.0001$), DSE (2.39 ± 0.34 cm vs 1.49 ± 0.39 cm; $p < 0.0001$) y DSG (1.30 ± 0.31 vs 0.92 ± 0.20 ; $p < 0.0001$). Los puntos de corte que obtuvo para estas medidas fueron: DSH = 1.28 cm; DSE = 1.78 cm; y DSG = 1.1 cm.

Siguiendo esta línea, Pinto [58-] en 2016, publicó un estudio con 70 pacientes portugueses, encontrando que el incremento de la DSE se asociaba de manera

INTRODUCCIÓN

significativa con una LD. Concluyeron que un valor de DSE $\geq 2,75$ cm era capaz de predecir una LD con una precisión del 74.3%. Además, este trabajo fue el primero en proponer un algoritmo de decisión que incluía un test clásico y una medida ecográfica para detectar una posible LD. Los autores incluyeron el test de MLP (parámetro con mayor sensibilidad y VPP obtenido en su estudio) y la DSE (parámetro con mayor precisión, especificidad y VPN obtenido en su estudio), mostrando que su poder diagnóstico era superior a emplear ambas técnicas por separado. Así, en pacientes con un test de MLP ≥ 3 y una DSE $\geq 2,6$ cm (menor que el inicialmente obtenido), obtuvo una precisión (85,1% vs 58,1%), especificidad (93% vs 52,6%), y VPP (71,4% vs 32,5%) significativamente mayores en comparación con el test de Naguib ($p < 0,001$).

Reddy [52-], también en 2016, publicó que una DSG $> 0,23$ cm presentaba una buena correlación con una LD. Sin embargo, no encontró relación estadísticamente significativa con la DSH.

Por su parte, Ni [59-] en 2017, estudió la DSE en población de Shanghai, observando diferencias estadísticamente significativas respecto a los pacientes con una LD ($p=0,03$) y estableciendo un punto de corte de 2,36 cm, con un AUC de 0,799 [IC 95% 0,63-0,95].

Falcetta [60-] en 2018, con 301 pacientes italianos, estudió el grosor del espacio preepiglótico a nivel de la membrana tirohioidea. Para ello, midió la DSE y posteriormente calculó el área preepiglótica. Un valor de corte para la DSE de 2,54 cm, (sensibilidad del 82% y especificidad del 91%), y de 5.04 cm² para el área preepiglótica (sensibilidad del 85%, y especificidad del 88%), se relacionaron con una LD y un grado de CM-L al menos 2b. El valor de corte de la DSE mostró una mayor sensibilidad en mujeres (94% frente a 86%) y una mayor especificidad en hombres (92 frente a 83%). Los autores no encontraron correlación entre la DSG y una LD.

INTRODUCCIÓN

En 2019, Yadav [61-] publicó un estudio con 310 pacientes indios y encontró que un mayor grosor a nivel de la DSH en posición neutral ($0,56 \pm 0,19$ cm vs $0,74 \pm 0,23$ cm, $p=0.0001$) y de olfateo ($0,53 \pm 0,20$ cm vs $0,73 \pm 0,23$ cm, $p=0.0001$); y de la DSE en posición neutral ($1,58 \pm 0,34$ cm vs $1,93 \pm 0,42$ cm; $p=0.0001$) y de olfateo ($1,54 \pm 0,35$ cm vs $1,84 \pm 0,39$ cm; $p=0,0001$) se relacionaron con una posible LD. Los puntos de corte obtenidos mediante AUC fueron de 0,66 cm y 0,77 cm para DSH, y de 2,03 cm y 1,9 cm para DSE, respectivamente.

Wang [62-], también en 2019, estudió el ángulo entre la epiglotis y la glotis como posible predictor de LD. En su estudio con 499 pacientes, concluyó que si este ángulo era $<50^\circ$, el AUC era de 0,902 y se lograba la mejor sensibilidad (81%) y especificidad (89%) para predecir una LD.

Koundal [130-], por su parte, en un estudio con 200 pacientes indios estableció un valor de corte para la DSH $\geq 0,99$ cm con sensibilidad del 48% y especificidad de 82%, y para la DSE $\geq 1,615$ cm, con una sensibilidad y especificidad del 89,7% y 64,8%, respectivamente.

Mohammadi [129-], también observó correlación entre el grado de CM-L obtenido y la DSE con un valor de corte de 2,1 cm (con una precisión del 99%, una sensibilidad del 100% y una especificidad del 82%; $p=0,0001$) para detectar una LD.

En 2020, Daggupati [131-] publicó un Score llamado U_{SED} -MSH para predecir una LD, empleando la DSE ($< 2,1$ cm = 1 punto; $\geq 2,1$ cm = 2 puntos) y 3 predictores clásicos: distancia hiomentoniana (≥ 4 cm = 1 punto; <4 cm = 2 puntos), test de mordida del labio superior (1 y 2 (+1 y 0 en su estudio) = 1 punto; 3 (-1 en su estudio) = 2 puntos) y extensión de la cabeza (1 y 2 = 1 punto; 3 = 2 puntos). Un valor >4 en este score, presentó una AUC de 0.93, [IC 95% 0.89-0.97], con una sensibilidad del 93,6%, una especificidad del 85,9%, y una VPP del 62,7% para predecir una LD.

8.2.2 Mediciones de la lengua

Publicaciones recientes han estudiado varias mediciones ecográficas de la lengua y su relación con una posible LD. Estas medidas pueden ser obtenidas colocando una sonda curva de ultrasonido en la región submental media en los planos sagital ó transversal. El grosor de la lengua, así como su anchura, área, volumen de sección transversal, y su relación con las dimensiones de la cavidad oral han obtenido conclusiones contradictorias [63-64-65-].

En los estudios de Andruszkiewicz [63-] y Parameswari [64-], las mediciones de la lengua obtuvieron una sensibilidad baja a moderada, lo que llevó a los autores a concluir que su uso como parámetros de detección de LD era inapropiado. Por otro lado, Yao [65-], en 2017, publicó que un grosor lingual $>6,1$ cm medido con ecografía era un factor de riesgo independiente para una LD con una AUC del 0,78 [IC 95% 0,77-0.80]. Además, un ratio de esta medida con la distancia tiromentoniana $> 0,87$ presentó una AUC de 0,86 [IC 95% 0,84-0,87] para detectar una LD.

8.2.3. Distancia hiomentoniana y relaciones derivadas

La distancia hiomentoniana (DHM) es la comprendida entre la cara posterior de la sínfisis mentoniana y el borde anterior del hioides, y su ratio (DHMR) se calcula con el cociente entre la DHM con la cabeza en hiperextensión y la DHM en posición neutra. Ambas medidas pueden ser obtenidas con ecografía colocando una sonda curva en posición sagital media en el área submental, donde se identificarán la mandíbula y el hueso hioides como estructuras hiperecoicas brillantes [66-67-68-].

INTRODUCCIÓN

Wojtczak [66-], en 2012, estudió la DHM y la DHMR en 12 pacientes obesos, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con una LD y LF ($p < 0.002$), respectivamente. Andruszkiewicz [63-], por su parte, publicó una modesta sensibilidad del 42,9% para la DHM, aunque dos estudios posteriores publicados en 2018 observaron sensibilidades más altas para la DHMR [67-68-]. Concretamente, Petrisor [68-] publicó que un valor de corte de DHMR de 1,23 proporcionó una sensibilidad del 100% [IC 95% 39,8-100%] y una especificidad del 90,5% [IC95% 69,6-98,8%] en la detección de una LD. Koundal [130-] estableció un valor de corte de DHMR ≤ 1.0870 para predecir una LD con sensibilidad del 65%, especificidad del 77%.

8.2.4. Distancia preepiglótica dividida por la distancia entre la epiglotis y el punto medio de las cuerdas vocales (Pre-E / E-VC).

La relación entre la distancia preepiglótica y la distancia entre la epiglotis y el punto medio de las cuerdas vocales (Pre-E/E-VC) son parámetros medidos con un transductor lineal en plano transversal e inclinación cefálica a caudal hasta que en un mismo plano es visible la epiglotis, la comisura posterior de las cuerdas vocales y los aritenoides [70-73-]. Gupta [70-] observó una fuerte correlación positiva entre este parámetro y valor del CM-L con un coeficiente de regresión de 0,495 [IC 95% 0.319 - 0.671; $p < 0.0001$]. Con estos resultados estableció lo siguiente: $\{0 < [\text{Pre-E/E-VC}] < 1 \approx \text{CM-L grado 1}; 1 < [\text{Pre-E/E-VC}] < 2 \approx \text{CM-L grado 2}; \text{y } 2 < [\text{Pre-E/E-VC}] < 3 \approx \text{CM-L grado 3}\}$; obteniendo una sensibilidad del 68%. Rana [72-], con una metodología similar estableció lo siguiente: $\{0 < [\text{Pre-E/E-VC}] < 1,425 \approx \text{CM-L grado 1}; 1,425 < [\text{Pre-}$

INTRODUCCIÓN

$E/E-VC] < 1,77 \approx \text{CM-L grado 2}$; y $1,77 < [\text{Pre-E}/E-VC] < 1,865 \approx \text{CM-L grado 3}$; $[\text{Pre-E}/E-VC] > 1,826 \approx \text{CM-L grado 4}$ }, aunque con una sensibilidad del 82%.

Por su parte, Mohammadi [129-] también estudió este parámetro, obteniendo que un valor de corte de 1,64 resultó significativo para predecir una ID en pacientes con $\text{IMC} > 25$, con una precisión del 95%, una sensibilidad del 100% y una especificidad del 91%. Por su parte, Koundal [130-] publicó un valor de corte para $\text{Pre-E}/E-VC \geq 1.785$ con una sensibilidad y una especificidad del 82.8% y 83.8%, respectivamente.

En otros estudios, la sensibilidad de este parámetro fue de 82-87.5% y la especificidad varió ampliamente entre 30 y 80% [71-72-]. Por contra, Reddy [52-], concluyó que este parámetro no era apropiado como predictor de LD.

8.2.5 Ecografía sublingual

En 2008, Hui y Tsui [69-], señalaron que la ecografía sublingual podría tener utilidad para la identificación del hioides. La posible aplicación de esta medida en la detección precoz de una LD surgió a partir de un estudio publicado en 1993, donde Chou y Wu describieron la distancia hiomandibular/hiomentoniana como un nuevo factor predictivo de LD [122-]. Esta medida fue definida como la distancia vertical entre el margen superior del hueso hioides y el margen inferior de la mandíbula, y podría verse alargada por un hueso hioides caudalmente desplazado o una rama mandibular corta, que podrían dificultar el alineamiento de los ejes oral y laríngeo necesarios para una intubación exitosa. En un estudio piloto con 100 pacientes, Hui y Tsui señalaron que la no identificación del hueso hioides por ultrasonografía sublingual predecía un CM-L grado III o superior con una sensibilidad del 72,7%, especificidad del 96,6% y un VPP del 72,7% [69-].

8.3 Predicción del tamaño del tubo endotraqueal

Varios estudios recientes han encontrado una buena correlación entre el diámetro transversal subglótico medido por ecografía y el diámetro externo del tubo endotraqueal (TET) [74-76-], mostrando mayor fiabilidad que las fórmulas basadas en la edad [74-75-] ó la altura [74-].

Shibasaki [74-] midió el diámetro subglótico en el borde inferior del cartílago cricoides y concluyó que la fórmula basada en la edad y la altura solo podía predecir con una precisión del 35% el tamaño de TET con neumotaponamiento y del 60% el tamaño del TET sin balón en comparación con la ecografía (98% y 96%, respectivamente). La superioridad del ultrasonido en comparación con las fórmulas clásicas también es respaldada por Bae [75-] y Schramm [77-], aunque la capacidad de predecir el tamaño correcto de TET varía del 60% [75-] al 48% [77-], respectivamente.

Kim [76-] encontró una buena correlación entre el diámetro externo de TET a nivel subglótico y el diámetro externo real de TET (OD) y sugirió una fórmula para elegir el tamaño de TET apropiado en niños:

$$\text{OD (mm)} = 0,01 \times \text{edad (meses)} + 0,02 \times \text{altura (cm)} + 3,3$$

8.4 Predicción del tamaño de un tubo bronquial izquierdo de doble luz

Sustic et al [112-] describieron una fuerte correlación entre la diámetro traqueal externo medido con ecografía a nivel justo por encima de la unión esternoclavicular y el diámetro traqueal interno y el tamaño del bronquio principal izquierdo medidos por tomografía axial computarizada.

8.5 Colocación y profundidad adecuados de los dispositivos de control de la vía aérea.

8.5.1 Confirmación de la intubación endotraqueal

Aunque se han recomendado muchas técnicas para verificar la ubicación del TET, no existe el método ideal para ello, siendo la capnografía el gold-estándar actual para dicho cometido [81-]. Respecto al uso de la ecografía en VA para esta materia, varios autores han estudiado su utilidad para confirmar la localización del TET: indirectamente, por la visualización ecográfica del movimiento de la pleura y el diafragma con la ventilación; y directamente, observando el estilete introducido en el TET o el líquido utilizado para llenar el balón del TET [78-82-83-84-].

La ecografía de la vía aérea superior también puede aportar importantes ventajas en situaciones de paro cardiovascular, broncoconstricciones severas o circunstancias en las que la capnografía no esté disponible [78-82-83-]. En un corte longitudinal, la intubación endotraqueal se observa con una “tormenta de nieve” entre dos líneas hiperecoicas que forman las paredes anterior y posterior de la laringe. Estas imágenes no aparecen en el caso de una intubación esofágica. Las imágenes ecográficas estáticas tras la intubación han mostrado ser bastante inferiores a aquéllas obtenidas en tiempo real para detectar una intubación esofágica [78-79-80-114-]. Chou [84-] utilizó un transductor convex en la ventana de la orquilla supraesternal para diagnosticar la intubación esofágica y demostró una sensibilidad del 98.9% y una especificidad del 94.1% para este enfoque transtraqueal estático.

En pediatría, la localización del TET ha sido confirmada también por ecografía a través de la visualización de la tráquea y las cuerdas vocales, reflejándose como un

INTRODUCCIÓN

ensanchamiento de las cuerdas cuando pasa el TET a su través. La intubación esofágica fue también detectada en el espacio paratraqueal en el mismo estudio [113-].

8.5.2 Profundidad del tubo endotraqueal

Sitzwohl [85-] publicó que la auscultación y la elevación del tórax durante la evaluación clínica no pudieron detectar hasta el 55% de las intubaciones endobronquiales. Un estudio de cadáver por Uya [86-] demostró que los ecografistas novatos podían identificar con precisión un TET con neumotaponamiento inflado con solución salina a nivel de la orquilla supraesternal. Tessaro [87-] confirmó estos hallazgos mediante la técnica del test ecográfico rápido con salino (T.R.U.S.T) siendo capaz de distinguir con precisión y rapidez entre las posiciones traqueal ó endobronquial del TET en niños.

8.5.3 Confirmación de posicionamiento adecuado de la mascarilla laríngea.

Wojtczak [88-] publicó que el empleo de solución salina en lugar de aire en los balones del TET o de las mascarillas laríngeas permitía la detección de estos manguitos en las vías respiratorias mediante ecografía. Kim [76-], por su parte, realizó un estudio observacional en niños comparando la ecografía de la vía aérea superior frente a la FBO para evaluar la incidencia de malposición de las mascarillas laríngeas basándose en el grado de elevación de los cartílagos aritenoides en el plano transversal. Encontró que la ecografía fue útil para detectar dicha malposición con una precisión del 87% [IC 95%, 79-93%].

8.6 Cricotiroidotomía percutánea

La cricotiroidotomía es un procedimiento emergente que salva vidas en la situación "no intubable/no ventilable". Sin embargo, la membrana cricotiroidoidea puede no ser fácilmente identificada por las técnicas de referencia [43-89-90-]. Por ello, resulta de utilidad identificar dicha membrana antes de abordar una VAD conocida [91-]. Nicholls [92-], en un estudio con 50 pacientes, evaluó la utilidad del ultrasonido como guía para identificar la membrana cricotiroidoidea. Encontró que el tiempo medio necesario para visualizar dicha estructura fue inferior a 25 segundos con una curva de aprendizaje corta. Curtis [93-] demostró la viabilidad de la cricotiroidotomía guiada por ultrasonido en tiempo real utilizando una cricotiroidotomía asistida por bougie en cadáveres. La mediana de tiempo para identificar la membrana cricotiroidoidea fue inferior a 4 segundos, y hasta la finalización del procedimiento fue inferior a medio minuto con una alta tasa de éxito. Por otro lado, Siddiqui [94-] comparó la palpación digital con la localización ecográfica de la membrana cricotiroidoidea en cadáveres, concluyendo que las lesiones en las vías respiratorias eran tres veces más bajas en el grupo guiado por ultrasonido, incluso en cadáveres con anatomía distorsionada del cuello.

8.7 Traqueostomía percutánea por dilatación

La ecografía es una herramienta útil para encontrar la referencia anatómica para la traqueostomía percutánea por dilatación (TFD). En un estudio observacional, se obtuvieron imágenes ecográficas de la cara anterior del cuello en 50 voluntarios sanos, encontrándose que la distancia entre el borde caudal del cartílago cricoides y el segundo anillo traqueal era variable intersujetos (entre 9,7-29,7 mm). Es por ello que se propuso el uso de la ecografía para identificar las estructuras de adecuadamente [43-].

INTRODUCCIÓN

Esta técnica también permite evitar las estructuras anteriores del cuello y las lesiones de la pared traqueal posterior [95-96-97-]. Varios estudios recientes encontraron que aproximadamente uno de cada cuatro pacientes requirió un cambio en el sitio de punción de la TFD después de la evaluación por ultrasonido [96-]. El estudio Traditional LandmArk versus ultRasound Guided Evaluation Trial (TARGET) [99-] y Dinh et al. [101-] encontraron que la punción guiada por ultrasonido en tiempo real mejoraba la tasa de éxito del primer intento de TFD y la precisión de la punción en comparación con la técnica tradicional. Gobatto [102-], en el estudio “TRACHUS” que analizó el fracaso de este procedimiento y sus principales complicaciones, sugiere que la TFD guiada por ultrasonido es tan buena como la TFD guiada por broncoscopia en pacientes críticos. En comparación con los métodos de referencia convencionales, la TFD guiada por ultrasonido obtuvo una tasa de éxito más alta con un tiempo más corto para la canulación exitosa [103-].

8.8 Predicción del estridor postextubación

La medición con ultrasonido del ancho de la columna de aire al nivel de las cuerdas vocales ha sido estudiada como potencial predictor de estridor postextubación [104-105-]. Ding [104-], en un estudio con 51 pacientes, comparó el ancho de la columna de aire antes y después de desinflar el balón del neumotaponamiento encontrando que una limitación en el grosor de esta columna (“grosor tras desinflar el neumotaponamiento” – “grosor previo a desinflar el nuemotaponamiento”) se asociaba con estridor postextubación. Concretamente un ancho de la columna de aire de 4,5 mm se asoció con estridor tras la extubación, mientras que los pacientes que no desarrollaron estridor tenían un ancho de la columna de aire de 6,4 mm.

INTRODUCCIÓN

Sutherasan [105-], utilizando una metodología similar, sugirió un valor de corte de 1,6 mm para esta medida, con alto VPN del 92%, pero un VPP de solo el 32%. Sin embargo, Mikaeili [106-], reproduciendo de nuevo la misma metodología, no pudo confirmar estos hallazgos llegando a conclusiones contradictorias.

9. POINT-OF-CARE ULTRASOUND: POCUS

El concepto de POCUS ha aparecido recientemente en la bibliografía derivado de la accesibilidad y portabilidad de los aparatos de ultrasonido actuales que permiten ser utilizados como una herramienta a pie de cama. Este término, aplica el carácter dinámico de la ecografía en el manejo de la vía aérea superior, tratando de obtener el máximo beneficio de la misma en todo el proceso perioperatorio, inmediatamente antes, durante y después de las intervenciones de la vía aérea. Dado el creciente número de publicaciones que avalan su utilidad en muchas aplicaciones clínicas, se hace necesario potenciar la formación y el entrenamiento en el manejo de la ecografía. El POCUS de la vía aérea superior tiene el potencial de convertirse en una herramienta de evaluación de vía aérea no invasiva de primera línea en anestesia, unidades de urgencias y de cuidados intensivos [50-117-130-].

10. LIMITACIONES DE LA TÉCNICA

Indudablemente, la falta de homogeneidad en las metodologías, parámetros de estudio y las poblaciones incluidas dificulta el establecimiento de recomendaciones generales en la actualidad. Además, debe tenerse en cuenta que la ecografía, aunque cada vez resulta más accesible, no está disponible en todos los centros y precisa de un entrenamiento adecuado para su interpretación correcta. Así, por ejemplo, identificar la tráquea puede ser un desafío en pacientes obesos o en aquellos con cirugías previas o con tratamientos de radioterapia en el cuello [115-].

INTRODUCCIÓN

11. CURVA DE APRENDIZAJE PARA LA FORMACIÓN EN ULTRASONIDO DE LA VÍA AÉREA.

La ecografía de la vía aérea superior es una técnica operador-dependiente que requiere de una curva de aprendizaje adecuada para dominar su uso. Sin embargo, aunque todos los estudios coinciden en que no se precisa de una especialización compleja o dilatada en el tiempo, aún no es posible establecer recomendaciones. Un estudio de Gottlieb [110-] publicó una alta sensibilidad y especificidad de su técnica ecográfica para confirmar la colocación de TET en modelos de cadáveres tanto en usuarios expertos como novatos (médicos internos residentes). Uya [86-] realizó una breve sesión de capacitación didáctica de 20 minutos destinada a residentes de medicina de urgencias centrada en la ecografía de la vía aérea superior, seguida de una sesión práctica de 30 minutos. La colocación del TET se identificó correctamente en 39 de 40 exploraciones, con una sensibilidad del 96% (23 de 24) para identificar la ubicación traqueal. En aquellos con intubaciones traqueales, la profundidad del tubo se identificó correctamente en 22 de 23 exploraciones. Chenkin [111-] publicó que tras un breve tutorial Online de 10 minutos de duración y tras solo dos sesiones prácticas, los médicos de urgencias participantes en el estudio fueron capaces de interpretar videos de ultrasonido de intubación esofágica y endotraqueal en más del 90% de los casos.

Respecto al presente trabajo, el investigador principal realizó una curva de aprendizaje con 50 pacientes, tutorizado por el Servicio de Radiología del Hospital Universitario de Jaén, siendo capaz al final de la misma de obtener todas las mediciones ecográficas necesarias para esta investigación en un tiempo medio de 45 ± 15 segundos.

En definitiva, aunque la curva de aprendizaje parece ser relativamente corta, se necesitan más investigaciones para validar un programa de formación útil y efectivo.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVOS

1. PRINCIPAL

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral fue evaluar la utilidad para la predicción de una LD de cinco parámetros ecográficos obtenidos a partir de mediciones del tejido blando anterior del cuello hacia 3 estructuras de la vía aérea superior (hioides, epiglotis y comisura anterior de las cuerdas vocales).

2. SECUNDARIOS

Los objetivos secundarios incluyeron:

- Comparar la precisión diagnóstica de las medidas ecográficas estudiadas con la de los test predictivos clásicos para detección de una LD empleados en la práctica clínica habitual.
- Establecer, si fuera posible, un punto de corte de las medidas ecográficas estudiadas que pueda discriminar a pacientes con una posible LD.
- Establecer, si fuera posible, un modelo multivariante que incluyera test predictivos clásicos y medidas ecográficas, y valorar su capacidad de diagnóstico de una posible LD.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La hipótesis de esta Tesis Doctoral sostiene que los parámetros ecográficos obtenidos a nivel del tejido blando anterior del cuello pueden mejorar la detección precoz de una LD en comparación con los test predictivos clásicos de VA que se usan en la actualidad.

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Este estudio observacional prospectivo se realizó en el Hospital Universitario de Jaén (España) desde Septiembre de 2018 hasta Febrero de 2019. Previamente a su comienzo, fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación local para estudios en humanos (*Anexo 1 y 2*). El informe del presente estudio se adhiere a las pautas marcadas por las guías de Fortalecimiento de los Informes de Estudios Observacionales en Epidemiología (STROBE).

1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes intervenidos quirúrgicamente de manera programada en el Hospital Universitario de Jaén (España) bajo anestesia general con intubación orotraqueal tras laringoscopia clásica desde Octubre hasta Diciembre de 2018.

2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se incluyeron prospectivamente pacientes mayores de 18 años, y riesgo anestésico ASA grado I a IV, programados para cirugía que requiriera anestesia general con intubación orotraqueal tras una laringoscopia clásica. Cada paciente fue informado antes de la consulta de Preadestesia de manera verbal y por escrito acerca de la importancia, implicaciones y riesgos de la investigación y firmó el consentimiento de participación previamente a su inclusión en la misma (*Anexo 3 y 4*).

Se excluyeron aquellos pacientes con:

- Antecedentes personales de VAD.

METODOLOGÍA

- Anomalías congénitas o adquiridas de la vía aérea superior, como fracturas faciales o maxilares, tumores o fracturas de columna cervical.
- Necesidad de intubación con FBO.
- Tratamientos previos con radioterapia cervical o craneofacial.
- Historia clínica de traqueostomía.
- Gestación.
- “Estómago lleno” (menos de 6 horas de ayuno para sólidos y de 2 horas para líquidos).
- Cirugía urgente/emergente.
- Edentulismo.
- Negativa o imposibilidad de firma del consentimiento informado.

3. PROTOCOLO DE RECOGIDA DE DATOS

Durante la Consulta de Preanestesia, un anestesiólogo veterano ajeno a la investigación recogió los siguientes datos sociodemográficos que se guardaron en el registro de Anestesiología del paciente (Hoja de Preanestesia):

- Edad
- Sexo
- Índice de masa corporal (IMC)
- Riesgo anestésico ASA (I a IV) (*Anexo 6*).

Los parámetros relacionados con la VA que se recogieron fueron agrupados en test clásicos de predicción de LD, clasificación de CM-L y parámetros ecográficos (*Anexo 5*).

3.1 Test predictivos clásicos

Antes del inicio de la intervención quirúrgica, se recogieron los siguientes test predictivos clásicos para predicción de una LD:

- Test de Mallampati modificado (MLP)
- Distancia tiromentoniana (DTM)
- Distancia interdientaria (DID)
- Test de mordida del labio superior (TM)
- Perímetro cervical (PC)

Estos test fueron llevados a cabo según la técnica habitual (descrita en el apartado 4.3 de la Introducción de este manuscrito) por un anestesiólogo asociado con esta investigación con más de 10 años de experiencia y a cargo del quirófano del paciente.

3.2 Clasificación de Cormack-Lehane (CM-L)

Tras un procedimiento estandarizado de inducción e intubación, con la cabeza del paciente en posición de olfateo y en condiciones óptimas de sedoanalgesia y relajación neuromuscular (asegurada obteniendo un cociente de 0 en la prueba de tren de cuatro (TOFr) aplicado en el músculo corrugador supercilii), ese mismo anestesiólogo asociado, utilizando una pala Macintosh No. 4, y sin aplicar presión laríngea externa o maniobra internacionalmente conocida como “Backwards Upwards Rightwards Pressure” (BURP) para facilitar el proceso realizó la laringoscopia [123-]. El grado de CM-L fue recogido en ese momento.

Posteriormente, se permitió cualquier maniobra necesaria (BURP, dispositivos de rescate, guías elásticas...) para lograr la intubación traqueal lo antes posible y con la

METODOLOGÍA

máxima seguridad para el paciente. El anestesiólogo confirmó la posición correcta del TET mediante capnografía y auscultación bilateral de los pulmones.

Se estableció, para sistematizar la recogida de datos, que el CM-L Grado I implicaría la visión completa de la glotis; Grado II (uniendo la clasificación IIA y IIB) si se observaba al menos la mitad de la glotis, incluida su parte posterior; Grado III, si solo se veía la epiglotis; y Grado IV si no se reconocían estructuras glóticas. Según la definición dada por la ASA [1-], una LD se corresponde con el hallazgo de un CM-L grado III o IV (no se visualizan cuerdas vocales en ningún momento) después de la laringoscopia directa clásica en las condiciones de sedoanalgesia y relajación neuromuscular previamente expuestas. Este anestesiólogo colaborador fue cegado respecto a los datos obtenidos en el examen de parámetros ecográficos.

3.3 Parámetros ecográficos:

Las medidas ecográficas fueron obtenidas en su totalidad por el investigador principal, tras una curva de aprendizaje de 50 pacientes previa al inicio del estudio y guiada por Facultativos de Radiología del Hospital Universitario de Jaén. Las exploraciones fueron realizadas en el antequirófano, de manera independiente a la evaluación de la vía aérea y grado de CM-L, de manera que el investigador principal fuera cegado de estos resultados. Se colocó a los pacientes en decúbito supino con la cabeza en posición de olfateo sobre una almohada quirúrgica y empleando la sonda lineal 7,5-15 Mhz del ecógrafo SonoSite® S Series en posición transversal, se realizó un barrido desde la superficie cutánea del suelo de la boca hasta la de la tráquea ejerciendo la mínima presión posible que permitiera identificar correctamente las estructuras. Las medidas obtenidas fueron las siguientes:

METODOLOGÍA

- **Distancia desde la piel al hueso hioides (DSH):** Distancia en centímetros medida en línea recta desde la superficie cutánea hasta la línea media del hueso hioides.

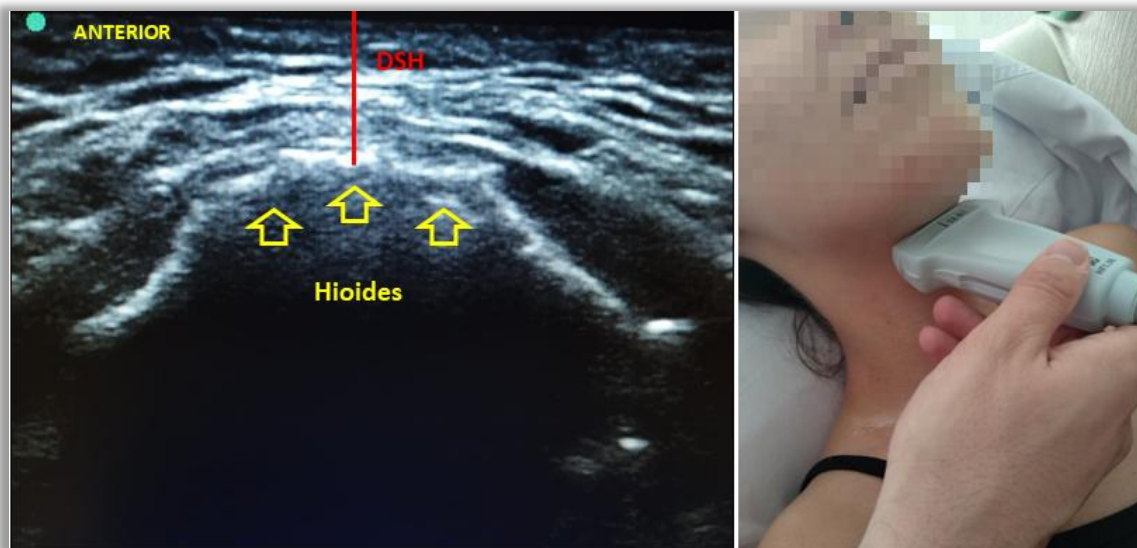


Figura 14. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel al hueso hioides (DSH)

- **Distancia desde la piel a la epiglotis (DSE):** Distancia en centímetros medida desde la superficie cutánea, a través de la membrana tirohioidea, hasta el eje medio de la parte más alta de la epiglotis que se pueda detectar en la exploración ecográfica.

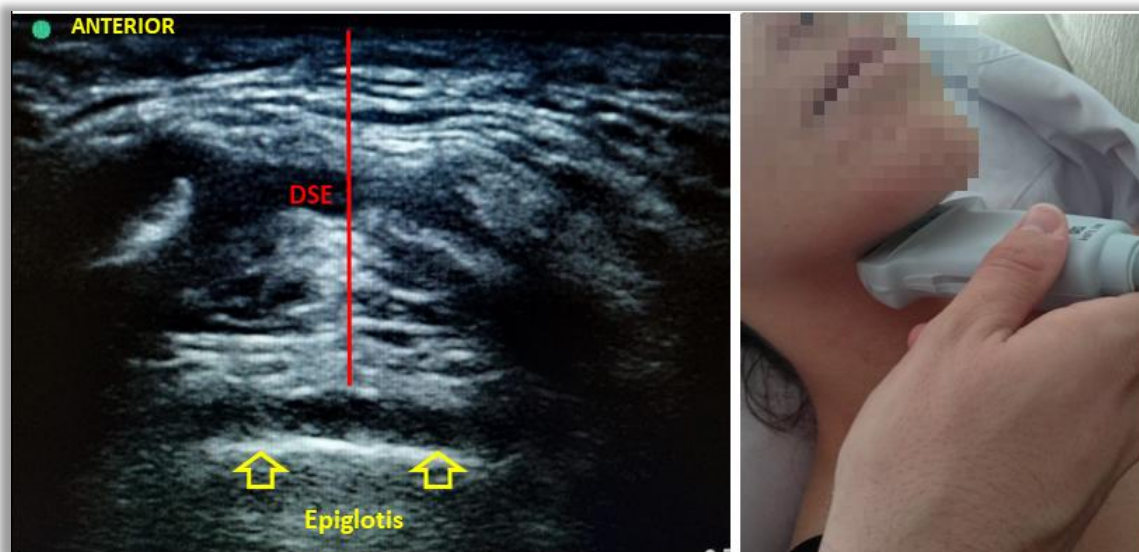


Figura 15. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel a la epiglotis (DSE)

- **Distancia desde la piel a la glotis (DSG):** Distancia en centímetros medida desde la superficie cutánea hasta la línea media de la comisura anterior de las cuerdas vocales o glotis, medida a través de la membrana cricotiroides.

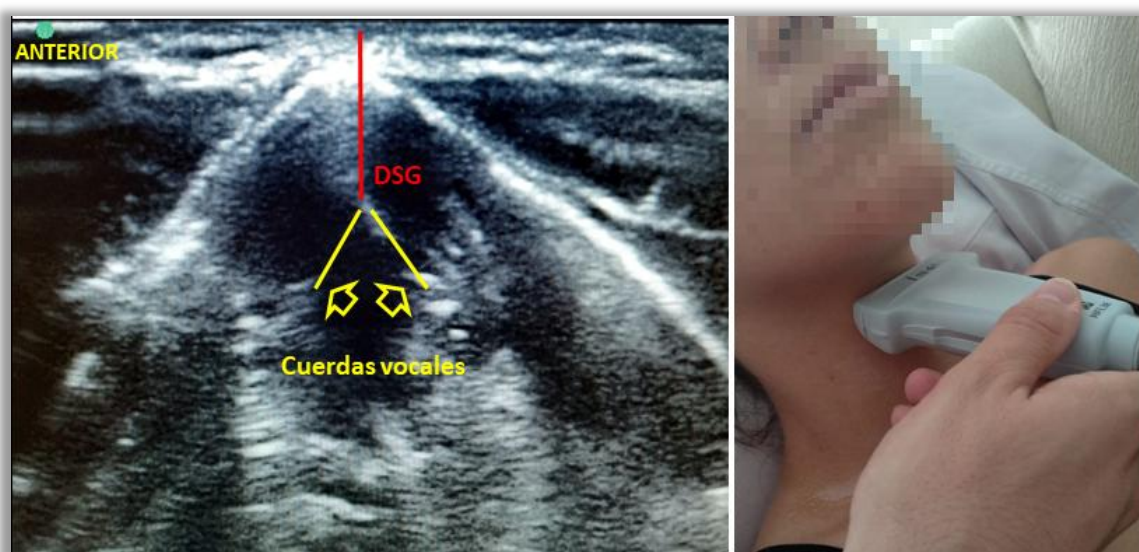


Figura 16. Técnica ecográfica para obtención de la distancia desde la piel a la glotis (DSG)

- **DSH + DSE:** esta medida fue obtenida por la suma de DSH y DSE e incluiría, aproximadamente, el área del macizo de tejido blando anterior del cuello que es desplazado hipotéticamente en la laringoscopia directa para visualización de la glotis en las maniobras de intubación.
- **DSE – DSG:** obtenida tras restar la DSE a la DSG. Durante la laringoscopia, el tejido blando supraglótico (incluida la epiglotis) se movilizan hacia delante y arriba para dejar ver la glotis. La hipótesis de esta medida es que la capacidad para observar la glotis debería ser inversamente proporcional a este parámetro.

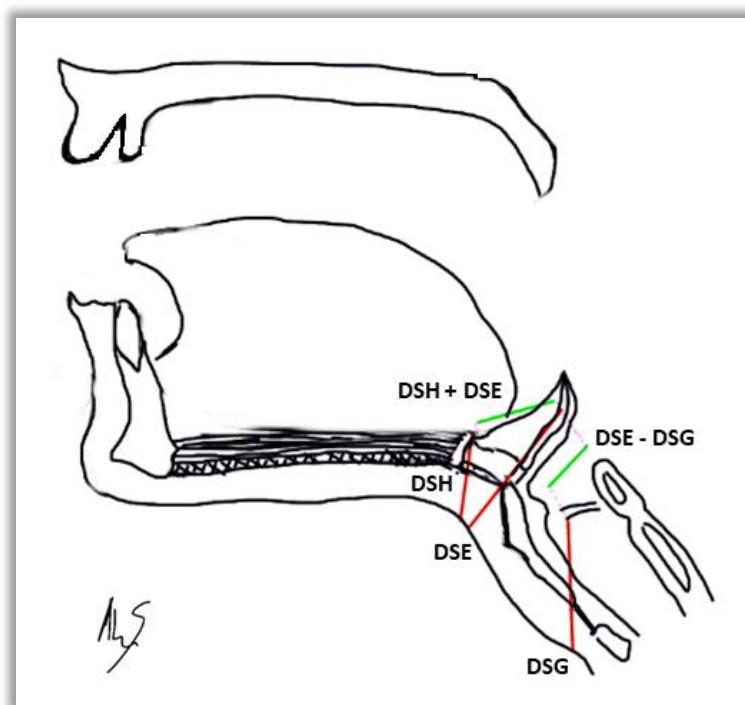


Figura 17. Visión esquemática de los parámetros ecográficos. DSH, distancia desde la piel al hueso hioides; DSE, distancia desde la piel a la epiglotis; DSG, distancia desde la piel a la glotis.

4. TAMAÑO DE LA MUESTRA Y PROCESAMIENTO DEL MUESTREO

Dada la incidencia de LD en estudios publicados anteriormente [3-54-55-58-123-], con cifras en torno al 20% del tamaño muestral, anticipamos que el 10% ($n = 5$) de los pacientes tendría una laringoscopia difícil y el 90% ($n = 45$) tendría una laringoscopia fácil. Un tamaño muestral de cinco pacientes con LD producirá un intervalo de confianza (IC) del 95% igual a la media de la muestra, más o menos 1,24 desviaciones estándar ($\pm DE$), y una muestra de 45 pacientes con LF producirá un IC 95% igual a la media muestral ($DE \pm 0,3$). Con base en estos cálculos, el tamaño estimado de la muestra para este estudio fue de 50 pacientes.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En primer lugar, se determinó la frecuencia de cada una de las variables de estudio de forma anonimizada y desconectada del paciente, y se procedió a la descripción de la muestra estudiada. Para ello, se realizó análisis de estadística descriptiva (porcentaje, media, moda, varianza, desviación típica) y análisis de estadística inferencial bivalente.

Para el análisis bivalente se realizaron las pruebas de χ^2 o el test exacto de Fisher para las variables cualitativas y la t-Student ó la U de Mann-Whitney para las variables cuantitativas (según se cumplan o no criterios de normalidad mediante los contrastes de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) considerando como significativos valores de $p < 0,05$.

METODOLOGÍA

Se empleó el Área bajo la curva (AUC) característica operativa del receptor (ROC) para establecer la sensibilidad y especificidad de los test clásicos de vía aérea y de las medidas ecográficas para discriminar una probable LD.

Posteriormente se procedió al análisis de varianza para la comparación de varias medias, considerando significativos valores de $p < 0,05$. Para controlar los factores de confusión se empleó un análisis de regresión logística multivariante, usándose como medida de asociación la Odds Ratio (OR) con su Intervalo de Confianza al 95% (IC95%). Se comprobó la bondad de ajuste mediante el test de Hosmer-Lemeshow, razón de verosimilitud, medidas de influencia y análisis de los residuos.

Los análisis estadísticos fueron realizados por especialistas de la Fundación de Investigación Biomédica de Andalucía Oriental (FIBAO) colaboradores con el Hospital Universitario de Jaén, empleando los programas informáticos SPSS v21, Epidat 3.1 y STATA 12.0.

RESULTADOS

RESULTADOS

RESULTADOS

RESULTADOS

Se reclutaron 50 pacientes, 24 hombres y 26 mujeres. Un total de 16 pacientes (32%) presentaron una LD, encontrando diferencias estadísticamente significativas en género (12 hombres y 4 mujeres; $p=0.020$), edad (64 ± 11 años vs 52 ± 14 años; $p = 0,006$) y riesgo ASA ($p=0,032$) en comparación con aquellos con LF. Sin embargo, no hubo diferencias en la distribución del IMC de los pacientes (*Tabla 5*).

Respecto a los test predictivos clásicos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el test de MLP, que obtuvo una mayor clase en pacientes con una LD ($p=0.001$), un PC más amplio ($42,12 \pm 5\text{cm}$ vs $39,17 \pm 6,44\text{cm}$, $p=0,047$) y una DTM más corta ($7,93 \pm 1,91$ cm frente a $9,29 \pm 1,85$ cm, $p=0,021$) en los pacientes con una LD. El TM y la DID no mostraron diferencias estadísticamente significativas (*Tabla 5*).

Con respecto a los parámetros ecográficos, los pacientes con una LD mostraron mayor grosor de la DSE ($2,9 \pm 0,46$ cm frente a $2,32 \pm 0,54$ cm; $P = 0,001$), la DSH + DSE ($4,25 \pm 0,45$ cm frente a $3,62 \pm 0,77$ cm; $p=0,001$) y la DSE-DSG ($1,83 \pm 0,54$ cm frente a $1,24 \pm 0,46$ cm; $p=0,001$) de manera significativa. Por el contrario, no se encontraron diferencias a nivel de la DSH y la DSG (*Tabla 5*).

La *Tabla 6* resume la precisión diagnóstica de los test clásicos y de los parámetros ecográficos para detectar una LD, calculadas a través del AUC. El test de MLP (0,78 [IC 95% 0,64 - 0,91]) fue la mejor prueba clásica, y la DSE (0,79 [IC 95% 0,66 - 0,92]), la DSH + DSE (0,75 [IC 95% 0,62 - 0,89]), y la DSE - DSG (0,82 [IC 95% 0,68 - 0,96]) fueron las mejores mediciones ecográficas.

RESULTADOS

Variables		Laringoscopia difícil (n=16)	Laringoscopia fácil (n=34)	Valor p
Sociodemográficas	Género (Hombre/mujer)	12/4	12/22	0,020 (χ^2 con corrección de Yates)
	Edad (años)	64 ± 11	52 ± 14	0,006 (t- Student)
	IMC (kg/m ²)	30,11 ± 3,55	29.96 ± 7,00	0,567 (U Mann- Whitney)
	Riesgo ASA			0,032 (U Mann- Whitney)
	I	0	5	
	II	9	22	
	III	6	7	
	IV	1	0	
Test clásicos de vía aérea	MLP			0,001 (U Mann- Whitney)
	I	1	14	
	II	4	12	
	III	4	4	
	IV	7	4	
	DTM (cm)	7,93 ± 1,91	9,29 ± 1,85	0,021 (t- Student)
	DID (cm)	4,18 ± 0,96	4,30 ± 0,77	0,525 (U Mann- Whitney)
	TM			0,051 (U Mann- Whitney)
	I	5	20	
	II	9	13	
	III	2	1	
	PC (cm)	42,12 ± 5	39,17 ± 6,44	0,047 (U de Mann- Whitney)
Parámetros ecográficos	DSH (cm)	1,35 ± 0,21	1,30 ± 0,31	0,580 (t- Student)
	DSE (cm)	2,9 ± 0,46	2,32 ± 0,54	0,001 (t- Student)
	DSG (cm)	1,05 ± 0,25	1,07 ± 0,33	0,749 (U Mann- Whitney)
	DSH+DSE (cm)	4,25 ± 0,45	3,62 ± 0,77	0,001 (t- Student)
	DSE – DSG (cm)	1,83 ± 0,54	1,24 ± 0,46	0,001 (U Mann- Whitney)
Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; ASA, Sociedad Americana de Anestesiología; MLP, Test de Mallamapati modificado; DTM, distancia tiromentoniana; DID, distancia interdientaria; TM, test de mordida del labio superior; PC, perímetro cervical; DSH, distancia de la piel al hioides; DSE, distancia de la piel a la epiglotis; DSG: distancia de la piel a la glotis.				

Tabla 5. Variables sociodemográficas, test clásicos de vía aérea y parámetros ecográficos.

RESULTADOS

Variables	ROC AUC (IC 95%)	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Índice Youden	Valor p
MLP	0,78 (0,64 – 0,91)	68,75	76,47	51,89	83,87	0,45	0,002
DTM	0,70 (0,38 – 0,74)	75,04	52,94	42,86	81,82	0,28	0,025
DID	0,45 (0,25 – 0,63)	81,25	2,94	28,26	25,00	-0,16	0,53
TM	0,65 (0,49 – 0,82)	68,75	58,82	44,00	80,00	0,28	0,082
PC	0,69 (0,53 – 0,82)	87,50	52,94	46,67	90,00	0,40	0,047
DSH	0,57 (0,40-0,73)	75,01	41,18	37,50	77,78	0,16	0,460
DSE	0,79 (0,66 - 0,92)	93,75	50,11	46,88	94,44	0,44	0,001
DSG	0,47 (0,31 - 0,64)	81,25	23,53	33,33	72,73	0,05	0,755
DSH + DSE	0,75 (0,62 - 0,89)	81,25	70,59	56,52	88,89	0,52	0,004
DSE – DSG	0,82 (0,68 - 0,96)	81,25	52,94	44,83	85,71	0,34	0,001
Abreviaturas: AUC ROC, área bajo la curva ROC; MLP , Test de Mallamapati modificado; DTM , distancia tiromentoniana; DID , distancia interdentaria; TM , test de mordida del labio superior; PC , perímetro cervical; DSH , distancia de la piel al hioides; DSE , distancia de la piel a la epiglotis; DSG : distancia de la piel a la glotis. VPP , Valor predictivo positivo. VPN , valor predictivo negativo							

Tabla 6. Utilidad diagnóstica de los test clásicos de vía aérea y los parámetros ecográficos para predecir una laringoscopia difícil.

Utilizando la regresión logística binaria para maximizar el Índice de Youden, la especificidad y el VPP para el diagnóstico de una LD, se calculó el punto de corte de los parámetros ecográficos anteriores. Se estableció que una $DSE \geq 3$ cm podría predecir una LD con un VPP del 69,2% [IC95% 40,3-98,2%] y un VPN del 81,1% [IC95% 67,1-95,1%], una $DSH + DSE \geq 4.5$ cm lo haría con un VPP del 50% [IC 95% 17.54-82.46%] y un VPN de 73,7% [IC 95% 58.2-89%]; y que la $DSE - DSG \geq 1.9$ lo haría con un VPP de 78.6% [IC 95% 53.5-100%] y un VPN de 86,1% [IC 95% 73,4-98,8%] (Tabla 7).

RESULTADOS

Parámetros ecográficos	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Índice de Youden	Punto de corte (cm)
DSE	56,3 (28,8- 83,7)	88,2 (75,9-100)	69,2 (40,3- 98,2)	81,1 (67,1- 95,1)	0,44 (0,18- 0,71)	3
DSH + DSE	37,5 (10,7-64,4)	82,4 (68,1-96,6)	50 (17,5- 82,5)	73,7 (58,2- 89)	0,2 (-0,07- 0,047)	4,5
DSE – DSG	68,8 (42,9-94,6)	91,2 (80,2- 100)	78,6 (53,5- 100)	86,1 (73,4- 98,8)	0,6 (0,35- 0,85)	1,9
Abreviaturas: DSH , distancia de la piel al hioides; DSE , distancia de la piel a la epiglotis; DSG : distancia de la piel a la glotis. VPP , Valor predictivo positivo. VPN , valor predictivo negativo						

Tabla 7. Punto de corte de los parámetros ecográficos calculado con regresión logística con IC del 95%.

Finalmente, se realizó en primera instancia un análisis de regresión logística multivariante que incluyó tres de los test clásicos más comunes (test de MLP, DTM y TM) empleados para la evaluación de la vía aérea en la práctica diaria. Y en segundo lugar, se agregaron las mediciones de ultrasonido que resultaron estadísticamente significativas (DSE, DSH+DSE y DSE-DSG) para evaluar su influencia en el diagnóstico de una probable LD.

El modelo que incluyó el test de MLP, la DTM y el TM explicó aproximadamente el 20% de la variabilidad en la incidencia de una LD (coeficiente R-cuadrado de Cox y Snell). Este modelo clasificó correctamente el 71% de los pacientes en nuestra muestra, y el test de MLP fue la variable más relacionada con el diagnóstico de LD ($p = 0.002$), con una OR de 2.70 [IC 95% 1.42-5, 14].

Al agregar la DSE al modelo anterior, fue posible mejorar la clasificación adecuada de los pacientes en nuestra muestra hasta un 82%. Sin embargo, solo la DSE permaneció significativa dentro del modelo con una OR de 6.12 [IC 95% 1.10-33.98, p

RESULTADOS

= 0.038], mientras que el test de MLP se mostró como una variable confusora ($p=0.060$, y la variabilidad del OR fue superior al 10% si se eliminaba del modelo). El VPP de este modelo fue el más alto (71,4% [IC 95% 44,2 - 98,7%]), y el índice de Youden fue 0,51 [IC 95% 0,25 - 0,77] (Tabla 8).

Cuando la DSH + DSE fue agregada al modelo con el test de MLP, la DTM y el TM, se observó que el test de MLP era la única variable que permanecía en el mismo y estaba relacionada con una posible LD (OR 2,70 [IC 95% 1.42-5.14], $p = 0.002$), por lo que se concluyó que la inclusión de esta medida ecográfica parecía no aportar nuevas ventajas a este modelo con test clásicos habituales.

Finalmente, el modelo que incluyó los test de MLP, la DTM, el TM y la DSE-DSG, explicó aproximadamente el 31% de la variabilidad de una LD (coeficiente R-cuadrado de Cox y Snell), y clasificó correctamente al 81% de nuestros pacientes. La DSE-DSG fue la única variable que resultó significativa dentro del modelo (OR 8.85 [IC 95% 1.44-54.45], $p = 0.019$); y el test de MLP volvió a mostrarse como variable confusora (variabilidad de la OR mayor del 10% si se eliminaba del modelo, $p=0.060$). Este modelo mostró el mejor VPN (85,3% [95% IC 71,9-98,7%]) y el mejor Índice de Youden (0,54 [IC 95% 0,28 - 0,80]) (Tabla 8).

Modelos propuestos	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Índice de Youden
MLP + DTM + TM + DSE	62,5 (35,7-89,4)	88,24 (75,9-100)	71,4 (44,2 - 98,7)	83,3 (69,8 - 96,9)	0,51 (0,25 - 0,77)
MLP + DTM + TM + DSE-DSG	68,8 (42,9-94,6)	85,29 (71,9-98,7)	69,2 (42,9 - 94,6)	85,3 (71,9-98,7)	0,54 (0,28 - 0,80)
Abreviaturas: MLP , Test de Mallamapati modificado; DTM , distancia tiromentoniana; TM , test de mordida del labio superior; DSE , distancia de la piel a la epiglotis; DSG : distancia de la piel a la glotis. VPP , Valor predictivo positivo. VPN , valor predictivo negativo					

Tabla 8. Regresión logística multivariante de modelos propuestos para predecir una laringoscopia difícil.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

En la presente investigación sobre la utilidad de la ecografía para predecir una LD, las mediciones de la DSE y la DSE-DSG fueron los parámetros que presentaron la mayor precisión diagnóstica de manera individual. Dado el carácter multifactorial de una LD y los resultados de nuestro análisis multivariante, consideramos que se debería tener en cuenta la inclusión de estos nuevos parámetros ecográficos en la práctica clínica habitual, junto a test clásicos como el MLP, el TM y la DTM, ya que podrían ofrecer una visión global más aproximada e integral de las características de la vía aérea y ser capaces, en conjunto, de mejorar sustancialmente la capacidad predictiva de una LD.

Tras la extensa revisión bibliográfica llevada a cabo para la elaboración de este manuscrito, se podría afirmar que los parámetros DSH + DSE y DSE – DSG no han sido estudiados previamente por ningún otro autor. A pesar de los buenos resultados que presentaron individualmente, el análisis multivariante reveló que la DSH + DSE no era superior al test de MLP, por lo que finalmente se consideró que este parámetro no parecía mejorar la predicción de una LD respecto a los predictores clásicos ya conocidos. Tal vez, la inclusión de la DSE en este parámetro pudo actuar como un factor confusor a la hora del análisis estadístico. Por otro lado, la DSE – DSG, presentó una capacidad diagnóstica del 82% [IC 95% 68 – 96%], y un punto de corte $\geq 1,9$ cm presentó un VPP del 78,57% [IC 95% 53,31-100%] y un VPN del 86,1% [IC 95% 73,4-98,8%], siendo los más altos de todas las medidas ecográficas estudiadas en esta Tesis Doctoral.

Por otro lado, la DSE parece tener el potencial suficiente para convertirse en un parámetro de elección en la predicción de una LD, ya que presentó una precisión

DISCUSIÓN

diagnóstica similar a la DSE-DSG en el modelo multivariante (Índice de Youden de 0.51 frente 0.54, respectivamente), con la ventaja de que se trata de una medición única, y con una curva de aprendizaje fácil y corta. Los resultados de nuestro estudio establecieron que un punto de corte para la $DSE \geq 3$ cm era capaz de discriminar entre pacientes con LD y LF con un VPP de 69,23% [IC 95% 40,3-98,17%] y un VPN de 81,1% [IC 95% 67,1-95,1%].

Sin embargo, en las diversas publicaciones que tratan este parámetro, la información reportada es variable, ya que algunos autores establecen puntos de corte, pero no su precisión diagnóstica, por lo que resulta difícil realizar comparaciones.

Nuestros hallazgos fueron similares a los publicados por Adhikari [56-], que estableció el punto de corte para esta medida en 2,8 cm; y Pinto [58-], que lo estableció en 2,75 cm (ambos con una metodología similar a la nuestra). Por otro lado, nuestros resultados están algo más alejados de los de Falcetta [60-], que lo fijó en 2,54 cm. Yadav [61-], también encontró útil esta medición para discriminar a los pacientes con una LD, con un valor de 2,03 cm para una DSE obtenida en posición neutral y de 1,9 cm en posición de olfateo. Mohammadi [129-] y Daggupati [131-] observaron un valor de corte de 2,1 cm. Sin embargo, Wu [57-] en 2014, encontró significación estadística a este nivel pero estableciendo un punto de corte de 1,78 cm, muy inferior al del resto de autores. Ni [59-], en población similar, fijó el punto de corte en 2,36 cm. La DSE en nuestro estudio presentó un AUC de 0.79 [IC 95% 0,66 – 0,92], lo que implica que podría ser un parámetro lo suficientemente válido como para predecir una LD. Este hecho va en consonancia con lo publicado por Pinto [58-] con un AUC de 0,74 [IC 95% 0,65-0,84], Ni [59-] de 0,79 [IC 95% 0,63-0,95] y Yadav [61-] de 0.70 [IC 95% 0.60-0.80], pero queda algo por debajo de lo publicado por Wu [57-], Falcetta [60-], y Koundal [130-] en cuyos estudios este parámetro presentó un AUC de 0,90 [IC 95%

DISCUSIÓN

0,85-0,94], 0,86 [IC 95% 0,80-0,91] y 0,819 [IC 95% 0,758–0,880] respectivamente para detectar una LD.

Por otro lado, la DSH no obtuvo un valor estadístico significativo en nuestra investigación, al igual que lo publicado por Reddy [52-], pero a diferencia de lo reportado por Adhikari [56-], Wu [57-], Yadav [61-] y Koundal [130-]. Sin embargo, cabe destacar que los valores de este parámetro ecográfico obtenidos en los pacientes de esta Tesis Doctoral con una LD (1,35 cm) fueron similares a los que Adhikari [56-] encontró en pacientes con una LF (1,37 cm). Por su parte, Wu [57-] encontró una DSH media de 1,51 cm en sus pacientes con LD, algo inferior a lo publicado por Adhikari [56-] con 1,69 cm. Lejos del resto de autores, aparecen Yadav [61-], que encontró un valor medio de 0,74 cm, y Koundal [130-], que estableció un valor de corte de DSH $\geq 0,99$ cm para los pacientes con una LD.

Con respecto a la DSG, los resultados de esta Tesis Doctoral no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con LD y LF (1,05 cm vs 1,07 cm), al igual que en las publicaciones de Komatsu [55-] (2 cm vs 2,2 cm), Adhikari [56-] y Falcetta [60-] (aunque ninguno de estos autores muestra las medidas en sus estudios). Por el contrario, Ezri [54-] (2,8 cm vs 1,7 cm) y Wu [57-] (1,30 cm vs 0,92 cm) encontraron útil un aumento de este parámetro para la detección de una LD, y Reddy [52-] publicó un punto de corte para la DSG $> 0,23$ cm como predictor potencial de LD.

Se han formulado multitud de hipótesis para justificar estas diferencias entre los autores. La más plausible, respaldada por estudios con imágenes de resonancia magnética, señaló diferencias en la disposición del tejido adiposo del cuello según el sexo y el origen étnico de los pacientes [124-125-126-]. En el caso de Wu [57-] y Ni [59-], la población de estudio provenía de China; en el de Ezri [54-] y Mohammadi

DISCUSIÓN

[129-], de Oriente Medio (Israel e Irán); Komatsu [55-] y Adhikari [56-] incluyeron pacientes caucásicos y afroamericanos de U.S.A; Yadav [61-], Koundal [130-], Daggupati [131-] y Reddy [52-] de la India; Falcetta [60-], italianos y Pinto [58-], portugueses. Por lo tanto, podemos afirmar que los resultados de esta Tesis Doctoral están en consonancia con las conclusiones obtenidas en países occidentales.

Otra razón podría implicar diferencias metodológicas, como la inclusión de pacientes obesos mórbidos. El IMC de la población de estudio también puede actuar como un sesgo de cara a la extrapolación de resultados, ya que los pacientes obesos presentan unas connotaciones anatómicas características. En este caso, destacar que Ezri [54-] incluyó a obesos mórbidos con un IMC de 14 Kg/m² de media mayor que los pacientes de nuestro estudio y Komatsu [55-] pacientes con un IMC medio de 56 Kg/m².

Por otro lado, la imposibilidad de estandarizar la presión mínima requerida a aplicar con la sonda de ultrasonido para obtener las imágenes, podría influir en las diferencias milimétricas publicadas entre autores. Por ejemplo, nuestro punto de corte para la DSE fue de 3 cm y el de Adhikari [56-], Pinto [58-] y Falcetta [60-], fue de 2.8 cm, 2,75 cm, y 2,54 cm respectivamente, a pesar de contar con una metodología y población de características similares.

Respecto a los test clásicos para la predicción de una LD, el que mejor AUC presentó en nuestro estudio fue el test de MLP, con 0,77; superior a lo publicado por Pinto [58-] y Wu [57-], que presentaron un AUC de 0,71 en ambos casos, y Yadav [61-] con un 0,61. Sin embargo, como señaló un reciente metaanálisis con 177.088 pacientes, el test de MLP aplicado como test único resulta inadecuado para predecir una LD,

DISCUSIÓN

mejorando mucho su poder predictivo al ser incluido en modelos multifactoriales [116-].

La DTM presentó diferencias estadísticamente significativas en nuestra muestra aunque con un AUC menor que la publicada por Wu [57-], 0,51 frente al 0,70 respectivamente, aunque superior a la de Yadav [61-], con 0,44. Por último, el PC también resultó significativo en nuestro estudio, al igual que en los de Pinto [58-], Yadav [61-] y Ezri [54-].

En cuanto a las variables demográficas, el sexo masculino fue un factor de riesgo de LD, al igual que refieren Pinto [58-] y Ezri [54-], y a diferencia de Komatsu [55-], aunque la escasa proporción de hombres en su muestra (12 de 64 pacientes) pudo influir en este resultado como él mismo refiere. La edad también resultó significativa en nuestro estudio, concordando con los resultados publicados por Komatsu [55-], y otros autores [127-128-]. El IMC, aunque en muchos estudios se ha relacionado con una LD, no lo fue en nuestro caso, coincidiendo con lo publicado por Pinto [58-], pero en contraposición con Wu [57-] y Adhikari [56-]. Éste último autor, en un análisis post hoc de su estudio, encontró una fuerte correlación lineal entre las mediciones ecográficas y el IMC. Esto, por extensión, podría apoyar que la medición del tejido blando anterior del cuello es un mejor indicador que el PC, ya que la distribución de la grasa puede variar entre individuos [56-].

Respecto a la incidencia anormalmente alta de LD observada en esta investigación (32% de los casos), la causa principal podría ser la no aplicación de la maniobra de presión cricoidea o BURP. Es ampliamente conocido que esta técnica mejora el grado de CM-L obtenido tras la laringoscopia, pero depende en gran medida de las características del paciente y del grado de presión aplicada por el operador [123-].

DISCUSIÓN

Yadav [61-], Ezri [54-] y Pinto [58-], sí realizaron esta maniobra obteniendo una incidencia de LD de un 11,3%, 18% y 22,9% respectivamente. Komatsu [55-], por su parte, empleando una metodología de estudio similar a los anteriores, a excepción de la no aplicación de la maniobra de BURP, observó un 31% de LD en su muestra, cifras similares a las nuestras. Consideramos, que al igual que señala Komatsu [55-] en su obra, la no aplicación de la maniobra de BURP tiene como objetivo aplicar literalmente la escala de CM-L tras la laringoscopia directa.

El test predictivo ideal debería tener una alta sensibilidad y especificidad, pero normalmente, lo que ocurre es que un incremento de la sensibilidad conlleva un descenso de la especificidad y viceversa. Por ello, a la hora elaborar un nuevo test predictivo, los pacientes falsos negativos son los menos deseables, debido a las consecuencias potencialmente catastróficas de un abordaje inadecuado de la VA. Por ello, adoptar un modelo de alta sensibilidad es de gran importancia para reducir el número de pacientes con LD no previstos, pero por otro lado, un alto número de falsas alarmas podría conducir a una desconfianza creciente sobre la validez del modelo por lo que éste debe ser equilibrado. En consecuencia, debido a la naturaleza multifactorial del manejo de la vía aérea [1-3-4-6-7-], consideramos que los modelos multivariantes podrían ofrecer el mejor enfoque para los anestesiólogos en el abordaje y evaluación de la vía aérea.

Los modelos propuestos en este trabajo incluyeron 3 de los test clásicos más empleados en la actualidad como son los test de MLP, DTM y TM (que fueron capaces de clasificar correctamente al 70% de nuestra población de estudio) junto a una medición ecográfica, DSE ó DSE-DSG que aumentó su poder de diagnóstico hasta un 82% y 81%, con un VPP de 71,4% y 69,2%, y un VPN de 83,3% y 85,3% respectivamente. Dado el conocido carácter multifactorial de la VA, se consideró que la

DISCUSIÓN

inclusión de estas variables en el modelo de estudio podría ofrecer al anestesiólogo una visión más integral y precisa de la vía aérea del paciente (ya que el MLP refleja el tamaño de la lengua en relación a la cavidad oral, la DTM refleja la longitud del cuello, y el TM hace referencia a la movilidad de la articulación temporomandibular) mientras que una $DSE \geq 3$ cm ó la $DSE-DSG \geq 1.9$ cm podrían marcar la diferencia en un árbol de decisión a la hora de afrontar una posible VAD dado su VPP del 69,2% y 78,5% respectivamente.

El modelo de Pinto [58-] que incluyó el test de MLP (≥ 3) y la DSE ($\geq 2,6$ cm), con un VPP del 71,4%, aunque de gran utilidad dados sus resultados, podría obviar, por ejemplo, a los pacientes con cuello corto, boca pequeña, rigidez cervical o retrognatia (variables importantes en el examen de la vía aérea y no valorables con el test de MLP o la DSE), lo cual a nuestro juicio podría simplificar demasiado el abordaje de la vía aérea y provocar fallos en el diagnóstico de una LD, ya que su árbol de decisión solo incluiría a los pacientes con $MLP \geq 3$, que en su estudio presentó un VPP sólo el 42.9%, para después añadir la variable ecográfica. Sin embargo, no hay duda de que este estudio comenzó el camino hacia la introducción de los parámetros ecográficos combinados con los test clásicos de vía aérea.

Respecto al estudio de Daggupati [131-] y su Score $U_{SED-MSH}$, llama la atención su elevada precisión (AUC de 0.93), sensibilidad (93,6%) y especificidad (85,9%) obtenidas, frente a un VPP de solo el 62,7%. En cuanto a los predictores incluidos en este Score, examinan sobre todo las características del cuello del paciente (distancia hiomentoniana, extensión de la cabeza y DSE) y la función de la articulación temporomandibular (test de mordida del labio superior), pero obvian aquellos relacionados con las dimensiones de la boca y la lengua, principalmente el test de MLP o la DID. Sin embargo, los resultados obtenidos en su población de estudio fueron muy

DISCUSIÓN

interesantes, poniendo de manifiesto que la inclusión de las medidas ecográficas a los test clásicos ya conocidos puede suponer una mejora importante en la precisión diagnóstica de una LD.

LIMITACIONES

LIMITACIONES

LIMITACIONES

LIMITACIONES

El tamaño muestral podría haber limitado las conclusiones obtenidas. A su vez, la baja incidencia esperada de LD al inicio del estudio, hizo imposible aleatorizar a los pacientes para obtener el mismo número de participantes en cada grupo.

Las imágenes ecográficas fueron obtenidas exclusivamente por el investigador principal lo que, aunque por un lado podría homogeneizar la técnica de la toma de medidas, podría incurrir en un sesgo del investigador.

Este riesgo de sesgo se intentó reducir al cegar al investigador principal respecto a los valores de los test clásicos de examen de la vía aérea o el grado de CM-L del paciente, obtenidos por otro anestesiólogo asociado, que su vez fue cegado respecto a los valores ecográficos. Por último, el tratamiento de los datos fue llevado a cabo por un tercer investigador ajeno a los dos anteriores.

Además, es necesario mencionar que a la hora de realizar una laringoscopia se debe tener en cuenta la habilidad del anestesiólogo, pero también otras dificultades (secreciones, anormalidades anatómicas no previstas, etc...) que puedan impedir la obtención del mejor grado posible en la escala CM-L.

Este estudio fue realizado en población del sur de España, por lo que dada la evidencia científica actual disponible puede no ser aplicable a otras poblaciones del mundo debido a variaciones étnicas.

Serán necesarias más investigaciones que continúen estas líneas de trabajo para validar resultados y establecer un valor de corte preciso para las distintas medidas ecográficas. Sin embargo, parece bastante probable que aunque la metodología y las

LIMITACIONES

mediciones puedan llegar a ser comunes a nivel internacional, las conclusiones y las recomendaciones variarán según cada etnia.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Los resultados de esta Tesis Doctoral mostraron la utilidad de 2 mediciones ecográficas obtenidas del tejido blando anterior del cuello a nivel de la epiglotis y la comisura anterior de las cuerdas vocales (DSE y DSE-DSG) para predecir una LD.

A su vez, la DSE y la DSE-DSG mostraron mayor precisión diagnóstica de manera individual que cualquiera de los test clásicos de predicción de LD evaluados en esta investigación.

Una $DSE \geq 3$ cm ó una $DSE - DSG \geq 1,9$ cm podrían convertirse en parámetros de elección para anticipar una LD debido a su alta capacidad diagnóstica. Sin embargo, a favor de la DSE habría que añadir que se trata de una medida única, fácil de obtener y con una curva de aprendizaje relativamente corta.

La inclusión de estos parámetros ecográficos en modelos multivariantes con test clásicos como el MLP, la DTM y el TM puede ofrecer al anestesiólogo una evaluación más completa e integral de las características de la vía aérea del paciente y a su vez mejorar la capacidad de anticipar una LD.

Serán necesarios más estudios para confirmar estos hallazgos, pero parece probable que la DSE y su combinación con otros parámetros clásicos o de ultrasonido marcarán el camino de futuras investigaciones. De acuerdo con nuestros resultados y al creciente número de publicaciones, consideramos que la ecografía en el punto de cuidado del paciente para el manejo integral de la vía aérea se convertirá en una herramienta imprescindible en un futuro cercano.

CONCLUSIONES

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este manuscrito niegan la existencia de ningún conflicto de interés.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the american society of anesthesiologists task force on management of the difficult airway. *J Am Soc Anesthesiol.* 2013;118(2):251–70. doi: 10.1097/ALN.0b013e31827773b2.
- 2- Yentis SM, Predicting difficult intubation – worthwhile exercise or pointless ritual?. *Anaesthesia.* 2002; 57: 105-109. doi:10.1046/j.0003-2409.2001.02515.x
- 3- Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, Shanks AM, Freundlich RE, Linton F, et al. Incidence, Predictors, and Outcome of Difficult Mask Ventilation Combined with Difficult Laryngoscopy: A Report from the Multicenter Perioperative Outcomes Group. *Anesthesiology.* 2013;119(6):1360-1369. doi: 10.1097/ALN.0000435832.39353.20.
- 4- Cook TM, MacDougall-Davis SR. Complications and failure of airway management. *Br J Anaesth.* 2012;109(suppl 1):i68–85. doi: 10.1093/bja/aes393.
- 5- Teoh WH, Kristensen MS. Utility of ultrasound in airway management. *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 4 (2014) 84-90
- 6- Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *J Am Soc Anesthesiol.* 2005;103(2):429–37.
- 7- Baker P, Assessment before airway management. *Anesthesiol Clin.* 2015;33(2):257-78. doi: 10.1016/j.anclin.2015.02.001.
- 8- Cattano D, Killoran PV, Iannucci D, Maddukuri V, Altamirano AV, Sridhar S, Seitan C, Chen Z, Hagberg CA, Anticipation of the difficult airway: preoperative airway assessment, an educational and quality improvement

BIBLIOGRAFÍA

- tool, *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 2013 August; 111 (2): 276-285. <https://doi.org/10.1093/bja/aet029>
- 9- Caldiroli D., Cortellazzi P. A new difficult airway management algorithm based upon the El Ganzouri Risk Index and GlideScope® videolaryngoscope. A new look for intubation? *Minerva Anestesiologica* 2011 October;77(10):1011-7
- 10- Cortellazzi, P., Caldiroli, D., Byrne, A., Sommariva, A., Orena, E.F. and Tramacere, I. (2015), Defining and developing expertise in tracheal intubation using a GlideScope® for anaesthetists with expertise in Macintosh direct laryngoscopy: an in-vivo longitudinal study. *Anaesthesia*, 70: 290-295. doi:[10.1111/anae.12878](https://doi.org/10.1111/anae.12878)
- 11- López R, Valencia O. Fibroanestesia. Madrid: fobroanestesia.com; 2010 (Actualizada el 29 de Abril de 2012; acceso 2 Julio de 012): Disponible en:<http://www.fibroanestesia.com>.
- 12- Mashour GA, Stallmer ML, Kheterpal S, Shanks A. Predictors of difficult intubation in patients with cervical spine limitations. *J Neurosurg Anesthesiol* 2008; 20 (2): 110-5.
- 13- Woodward LJ, Kam PC. Ankylosing spondylitis: Recent developments and anaesthetic implications. *Anaesthesia* 2009; 64 (5): 540-8.
- 14- Schmitt H, Buchfelder M, Radespiel-Tröger M, Fahlbusch R. Difficult intubation in acromegalic patients: incidence and predictability. *Anesthesiology* 2000; 93 (1): 110-4.
- 15- Lavi R, Segal D, Ziser A. Predicting difficult airways using the intubation difficulty scale: a study comparing obese and non-obese patients. *J Clin Anesth* 2009; 21 (4): 264-7.

BIBLIOGRAFÍA

- 16- Munnur U, Suresh MS. Airway problems in pregnancy. Crit Care Clin 2004; 20 (4): 617-42.
- 17- Erden V, Basaranoglu G, Delatioglu H, Hamzaoglu NSV. Relationship of difficult laryngoscopy to long-term non-insulin-dependent diabetes and hand abnormality detected using the 'prayer sign'. Br J Anaesth 2003; 91 (1): 159-60.
- 18- Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, Liu PL. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. Can Anaesth Soc J 1985; 32 (4): 429-34.
- 19- Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. Anaesthesia 1987; 42 (5): 487-90.
- 20- Khan ZH, Kashfi, 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 (2): 595-9.
- 21- Patil P, Stehling LC, Zauder HL, Koch JP. Mechanical aids for the fiberoptic endoscopy. Anesthesiology 1982; 57 (1): 69-70.
- 22- Aillo G, Metcalf I. Anaesthetic implications of temporomandibular joint disease. Can J Anaesth 1992; 39 (6): 610-6.
- 23- Gonzalez H, Minville V, Delanoue K, Mazerolles M, Concina D, Fourcade O. The importance of increased neck circumference to intubation difficulties in obese patients. Anesth Analg 2008; 106 (4): 1132-6.
- 24- Iohom G, Ronayne M, Cunningham J. Prediction of difficult tracheal intubation. Eur J Anaesthesiol 2003; 20 (1): 31-6.
- 25- Wilson ME, Apiegelhalter D, Robertson JA et al. Predicting difficult intubation. British Journal of Anesthesia 61:211-216 (1988).

BIBLIOGRAFÍA

- 26- el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD.
Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index.
Anesth Analg. 1996 Jun;82(6):1197-204.
- 27- Cormack R.S, Lehane, J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*.
1984; 39(11): 1105-11.doi: 10.1111/j.1365-20441984.tb08932.x PMID
6507827.
- 28- Cook TM, A new practical classification of laryngeal view. *Anaesthesia*. 2000.
Mar; 55 (3): 274-9. PMID: 10671848
- 29- Law J.A, Broemling N, Cooper R.M, Drolet P, Duggan LV, Griesdale DE, et al.
The difficult airway with recommendations for management--part 1--difficult
tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. *Can J
Anesth*. 2013; 60:1089-118. doi: 10.1007/s12630-013-0019-3.
- 30- Norskov A.K, Rosenstock C.V, Wetterslev J, Astrup G, Afshari A and
Lundstrom L.H.. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists'™ prediction of
difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188064
patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia* 2015 70,
272-281. PubMed
- 31- Terkawi AS, Karakitsos D, Elbarbary M, et al. Ultrasound for the
anesthesiologists: present and future. *Sci World J*. 2013;2013:683---5.2.
- 32- Osman A, Meng Sum K. Role of upper airway ultrasound in airway
management. *J. Intensive Care*. 2016;4:52. doi:10.1186/s40560-016-0174-z
- 33- Kristensen MS, Teoh WHL. The ultrasound probe in the hands
of anesthesiologists: a powerful new tool for airway management. *Anesthesiol
News*. 2013:23---30.4.

BIBLIOGRAFÍA

- 34- Hatfield A, Bodenham A. Ultrasound: An emerging role in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 1999;83:789-800
- 35- Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;55:1155-73.
- 36- Chao J, Qiang N, Wurong C. Diagnostic accuracy of radiology (CT, X-ray, US) for predicting difficult intubation in adults: A meta-analysis. *Journal of Clinical Anesthesia* 45 (2018) 79–87
- 37- Mandeep S, Ki Jinn C, Vincent W, et al. Use of Sonography for airway assesment. *J Ultrasound Med.* 2010. 29:79-85. 0278-4297.
- 38- Green JS, Tsui BC. Applications of ultrasonography in ENT: Airway assessment and nerve blockade. *Anesthesiol Clin.* 2010;28:541–53
- 39- Tsui B, Ip V, Walji A. Airway sonography in live models and cadavers. *J Ultrasound Med.* 2013;32:1049–58.
- 40- Kaur B, Tang R, Sawka A, Krebs C, Vaghadia H. A method for ultrasonographic visualization and injection of the superior laryngeal nerve: volunteer study and cadaver simulation. *Anesth Analg.* 2012;115:1242–5.
- 41- Zamudio-Burbano M.A, Casas-Aroyave F.D. El uso del ultrasonido en el manejo de la vía aérea. *rev colomb anesthesiol.* 2015;43(4):307–313
- 42- Singh M, Chin KJ, Chan VW, Wong DT, Prasad GA, Yu E. Use of sonography for airway assessment: an observational study. *J Ultrasound Med.* 2010;29(1):79–85. doi:10.7863/jum.2010.29.1.79
- 43- Elliott DS, Baker PA, Scott MR, Birch CW, Thompson JM. Accuracy of Surface landmark identification for cannula cricothyroidotomy. *Anaesthesia* 2010;65: 889e94

BIBLIOGRAFÍA

- 44- Xu M, Li X, Wang J, Guo X. Application of a new combined model including radiological indicators to predict airway in patient undergoing surgery for cervical spondylosis. *Chin Med J (Engl)* 2014; 127 (23): 4043-8
- 45- Kamalipour H, Bagheri M, Kamali K, Taleie A, Yarmohammadi H. Lateral neck radiography for prediction of difficult orotracheal intubation. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22 (9): 689-93
- 46- Liu G, Shen Y, Yan Y, Yao M, Xue J. Lateral neck radiography in prediction of difficult laryngoscopy in chinese patients. *Int J Clin Exp Med* 2016;9(2): 2184-92
- 47- Lee HC, Kim MK, Kim YH, Park HP. Radiographic predictors of difficult laryngoscopy in acromegaly patients. *J Neurosurg Anaesthesiol* 2017.
- 48- Naguib M, Malabarey T, AlSatli RA, et al. Predictive models for difficult laryngoscopy and intubation. A clinical, radiologic and three-dimension-al computer imaging study. *Can J Anaesth* 1999;46(8): 748-59.
- 49- Di Q, Zhu Y. The feasibility of CT rebuilding three-dimensional images of upper airway to predict difficult airway. *Chin J Oral Maxillofac Surg* 2006; 4(5):352-5
- 50- You-Ten K.E., Siddiqui N., Teoh W.H. *et al.* Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Can J Anesth/J Can Anesth* 65, 473–484 (2018) doi:10.1007/s12630-018-1064-8
- 51- Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: From the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging*. 2014;5:253–79. doi: 10.1007/s13244-014-0309-5.

BIBLIOGRAFÍA

- 52- Reddy, PB. Punetha, P. Chalam, KS. Ultrasonography - A viable tool for airway assessment. *Indian J Anaesth.* 2016; 60: 807–813. Available from: <http://www.ijaweb.org/text.asp?2016/60/11/807/193660>
- 53- Singh M, Chin KJ, Chan VW, Wong DT, Prasad GA, Yu E. Use of Sonography for Airway Assessment. An Observational Study. *J Ultrasound Med.* 2010; 29:79–85.
- 54- Ezri T, Gewürtz G, Sessler DI, Medalion B, Szmuk P, Hagberg C et al. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue. *Anaesthesia.* 2003;58(11):1111–4.
- 55- Komatsu R, Sengupta P, Wadhwa A, Akça O, Sessler DI, Ezri T et al. Ultrasound quantification of anterior soft tissue thickness fails to predict difficult laryngoscopy in obese patients. *Anaesth Intensive Care.* 2007;35(1):32-7
- 56- Adhikari S, Zeger W, Schmier C, Crum T, Craven A, Frrokaj I, et al. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy. *Acad Emerg Med.* 2011;18(7):754–8. doi:10. 1111/j.1553-2712.2011.01099.x.
- 57- Wu J, Dong J, Ding Y, Zheng J. Role of anterior neck soft tissue quantifications by ultrasound in predicting difficult laryngoscopy. *Med Sci Monit.* 2014;20:2343-2350. doi: 10.12659/MSM.891037
- 58- Pinto J, Cordeiro L, Pereira C, Gama R, Fernandes HL, Assunção J. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *J Crit Care.* 2016;33:26–31. doi: 10.1016/j.jcrc.2016.01.029
- 59- Ni H, He G, Shi D, et al. Value of ultrasonic measurement of distance from skin to epiglottis for predicting the difficult airway. *J Shanghai Jiaotong University (Medical Science)* 2017;37(3):373–6.

BIBLIOGRAFÍA

- 60- Falcetta S, Cavallo S, Gabbanelli V et al. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2018 Aug;35(8):605-612. doi: 10.1097/EJA.0000000000000832.
- 61- Yadav NK, RudingwaP, Mishra SK, Pannerselvam S. Ultrasound measurement of anterior neck soft tissue and tongue thickness to predict difficult laryngoscopy – An observational analytical study. *Indian J Anaesth.* 2019; (63 (8): 629-634. Doi:10.4103/ija.IJA_270_19.
- 62- Wang L, Feng YK, Hong L, et al. Ultrasound for diagnosing new difficult laryngoscopy indicator: a prospective, self-controlled, assessor blinded, observational study. *Chin Med J (Engl).* 2019;132(17):2066–2072. doi:10.1097/CM9.0000000000000393
- 63- Andruszkiewicz P, Wojtczak J, Sobczyk D, Stach O, Kowalik I. Effectiveness and validity of sonographic upper airway evaluation to predict difficult laryngoscopy. *J Ultrasound Med* 2016;35:2243-2252.
- 64- Parameswari A, Govind M, Vakamudi M. Correlation between preoperative ultrasonographic airway assessment and laryngoscopic view in adult patients: a prospective study. *J Anaesth Clin Pharmacol* 2017;33:353-358.
- 65- Yao W, Wang B. Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult tracheal intubation? *Br J Anaesth* 2017;118:601–9. [PMID: 2840341]
- 66- Wojtczak JA. Submandibular sonography assessment of hyomental distances and ratio, tongue size, and floor of the mouth musculature using portable sonography. *J Ultrasound Med.* 2012;31(4):523–8.
- 67- Petrisor C, Szabo R, Constantinescu C, Prie A, Hagau N. Ultrasound-based assessment of hyomental distances in neutral, ramped, and maximum

BIBLIOGRAFÍA

- hyperextended positions, and derived ratios, for the prediction of difficult airway in the obese population: a pilot diagnostic accuracy study. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2018;50:110-116.
- 68- Petrisor C, Szabo R, Constantinescu C, Prie A, Tranca S, Hagau N. The performance of ultrasound-based quantification of the hyomental distance ratio in predicting difficult airway in anaesthesia: A STARD-compliant prospective diagnostic study. *Eur J Anaesthesiol* 2018;35:627-628.
- 69- Hui CM, Tsui BC. Sublingual ultrasound as an assessment method for predicting difficult intubation: a pilot study. *Anaesthesia*. 2014;69(4):314–9. doi:10.1111/anae.12598.
- 70- Gupta D, Srirajakalidindi A, Ittiara B, Apple L, Toshniwal G, Haber H. Ultrasonographic modification of Cormack Lehane classification for pre-anesthetic airway assessment. *Middle East J Anesth*. 2012;21:835–42.
- 71- Soltani Mohammadi S, Saliminia A, Nejatifard N, Azma R. Usefulness of Ultrasound View of Larynx in Pre-Anesthetic Airway Assessment: A Comparison With Cormack-Lehane Classification During Direct Laryngoscopy. *Anesth Pain Med* 2016;6:e39566
- 72- Rana S, Verma V, Bhandari S, Sharma S, Koundal V, Chaudhary SK. Point-of-care ultrasound in the airway assessment: A correlation of ultrasonography-guided parameters to the Cormack–Lehane Classification. *Saudi J Anaesth* 2018;12:292-296.
- 73- Reddy PB, Punetha P, Chalam KS. Ultrasonography: a viable tool for airway assessment. *Indian J Anaesth* 2016;60:807-813.

BIBLIOGRAFÍA

- 74- Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, Shimizu F, Shime N, Sessler DI. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology*. 2010; 113(4):819–24.
- 75- Bae JY, Byon HJ, Han SS, Kim HS, Kim JT. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. *Anaesthesia*. 2011;66(11):994–8.
- 76- Kim EJ, Kim SY, Kim WO, Kim H, Kil HK. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013;57(9):1124–30.
- 77- Schramm C, Knop J, Jensen K, Plaschke K. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. *Paediatr Anaesth*. 2012;22(8):781–6.
- 78- Adi O, Chuan TW, Rishya M. A feasibility study on bedside upper airway ultrasonography compared to waveform capnography for verifying endotracheal tube location after intubation. *Crit Ultrasound J*. 2013;5(1):7.
- 79- Chou EH, Dickman E, Tsou PY, Tessaro M, Tsai YM, Ma MH, Lee CC, Marshall J. Ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2015;90:97–103.
- 80- Lakhal K, Delplace X, Cottier JP, Tranquart F, Sauvagnac X, Mercier C, Fusciardi J, Laffon M. The feasibility of ultrasound to assess subglottic diameter. *Anesth Analg*. 2007;104(3):611–4.
- 81- Ma G, Davis DP, Schmitt J, Vilke GM, Chan TC, Hayden SR. The sensitivity and specificity of transcricothyroid ultrasonography to confirm endotracheal tube placement in a cadaver model. *J Emerg Med*. 2007;32(4):405–7.

BIBLIOGRAFÍA

- 82- Takeda T, Tanigawa K, Tanaka H, Hayashi Y, Goto E, Tanaka K. The assessment of three methods to verify tracheal tube placement in the emergency setting. *Resuscitation*. 2003;56(2):153–7.
- 83- MacLeod BA, Heller MB, Gerard J, Yealy DM, Menegazzi JJ. Verification of endotracheal tube placement with colorimetric end-tidal CO₂ detection. *Ann Emerg Med*. 1991;20(3):267–70.
- 84- Chou HC, Tseng WP, Wang CH, Ma MH, Wang HP, Huang PC, Sim SS, Liao YC, Chen SY, Hsu CY, et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation*. 2011;82(10):1279–84
- 85- Sitzwohl C, Langheinrich A, Schober A, Krafft P, Sessler DI, Herkner H, Gonano C, Weinstabl C, Kettner SC. Endobronchial intubation detected by insertion depth of endotracheal tube, bilateral auscultation, or observation of chest movements: randomised trial. *BMJ*. 2010;341:c5943
- 86- Uya A, Spear D, Patel K, Okada P, Sheeran P, McCreight A. Can novice sonographers accurately locate an endotracheal tube with a saline-filled cuff in a cadaver model? A pilot study. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2012;19(3):361–4.
- 87- Tessaro MO, Salant EP, Arroyo AC, Haines LE, Dickman E. Tracheal rapid ultrasound saline test (T.R.U.S.T.) for confirming correct endotracheal tube depth in children. *Resuscitation*. 2015;89:8–12.
- 88- Wojtczak JA, Cattano D. Laryngo-tracheal ultrasonography to confirm correct endotracheal tube and laryngeal mask airway placement. *J Ultrason*. 2014;14(59):362–6.

BIBLIOGRAFÍA

- 89- Aslani A, Ng SC, Hurley M, McCarthy KF, McNicholas M, McCaul CL. Accuracy of identification of the cricothyroid membrane in female subjects using palpation: an observational study. *Anesth Analg*. 2012;114(5):987–92.
- 90- Bair AE, Chima R. The inaccuracy of using landmark techniques for cricothyroid membrane identification: a comparison of three techniques. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2015;22(8):908–14.
- 91- Mallin M, Curtis K, Dawson M, Ockerse P, Ahern M. Accuracy of ultrasoundguided marking of the cricothyroid membrane before simulated failed intubation. *Am J Emerg Med*. 2014;32(1):61–3.
- 92- Nicholls SE, Sweeney TW, Ferre RM, Strout TD. Bedside sonography by emergency physicians for the rapid identification of landmarks relevant to cricothyrotomy. *Am J Emerg Med*. 2008;26(8):852–6.
- 93- Curtis K, Ahern M, Dawson M, Mallin M. Ultrasound-guided, Bougie-assisted cricothyroidotomy: a description of a novel technique in cadaveric models. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2012;19(7):876–9.
- 94- Siddiqui N, Arzola C, Friedman Z, Guerina L, You-Ten KE. Ultrasound improves cricothyrotomy success in cadavers with poorly defined neck anatomy: a randomized control trial. *Anesthesiology*. 2015;123(5):1033–41.
- 95- Rajajee V, Fletcher JJ, Rochlen LR, Jacobs TL. Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a feasibility study. *Crit Care*. 2011; 15(1):R67.
- 96- Kollig E, Heydenreich U, Roetman B, Hopf F, Muhr G. Ultrasound and bronchoscopic controlled percutaneous tracheostomy on trauma ICU. *Injury*. 2000;31(9):663–8.

BIBLIOGRAFÍA

- 97- Rajajee V, Williamson CA, West BT. Impact of real-time ultrasound guidance on complications of percutaneous dilatational tracheostomy: a propensity score analysis. *Crit Care*. 2015;19:198.
- 98- Guinot PG, Zogheib E, Petiot S, Marienne JP, Guerin AM, Monet P, Zaatar R, Dupont H. Ultrasound-guided percutaneous tracheostomy in critically ill obese patients. *Crit Care*. 2012;16(2):R40.
- 99- Kleine-Brueggeney M, Greif R, Ross S, Eichenberger U, Moriggl B, Arnold A, Luyet C. Ultrasound-guided percutaneous tracheal puncture: a computertomographic controlled study in cadavers. *Br J Anaesth*. 2011;106(5):738–42.
- 100- Rudas M, Seppelt I, Herkes R, Hislop R, Rajbhandari D, Weisbrodt L. Traditional landmark versus ultrasound guided tracheal puncture during percutaneous dilatational tracheostomy in adult intensive care patients: a randomised controlled trial. *Crit Care*. 2014;18(5):514.
- 101- Dinh VA, Farshidpanah S, Lu S, Stokes P, Chrissian A, Shah H, Giri P, Hecht D, Nguyen HB. Real-time sonographically guided percutaneous dilatational tracheostomy using a long-axis approach compared to the landmark technique. *J Ultrasound Med*. 2014;33(8):1407–15.
- 102- Gobatto AL, Besen BA, Tierno PF, Mendes PV, Cadamuro F, Joelsons D, Melro L, Carmona MJ, Santori G, Pelosi P, et al. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy versus bronchoscopy-guided percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients (TRACHUS): a randomized noninferiority controlled trial. *Intensive Care Med*. 2016;42(3): 342–51.

BIBLIOGRAFÍA

- 103- Dinsmore J, Heard AM, Green RJ. The use of ultrasound to guide timecritical cannula tracheotomy when anterior neck airway anatomy is unidentifiable. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28(7):506–10.
- 104- Ding LW, Wang HC, Wu HD, Chang CJ, Yang PC. Laryngeal ultrasound: a useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J.* 2006;27(2):384–9.
- 105- Sutherasan Y, Theerawit P, Hongphanut T, Kiatboonsri C, Kiatboonsri S. Predicting laryngeal edema in intubated patients by portable intensive care unit ultrasound. *J Crit Care.* 2013;28(5):675–80.
- 106- Mikaeili H, Yazdchi M, Tarzamni MK, Ansarin K, Ghasemzadeh M. Laryngeal ultrasonography versus cuff leak test in predicting postextubation stridor. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2014;6(1):25–8.
- 107- Werner SL, Jones RA, Emerman CL. Sonographic assessment of the epiglottis. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* 2004;11(12):1358–60.
- 108- Ko DR, Chung YE, Park I, Lee HJ, Park JW, You JS, Chung TN, Park YS, Chung SP, Kim S. Use of bedside sonography for diagnosing acute epiglottitis in the emergency department: a preliminary study. *J Ultrasound Med.* 2012; 31(1):19–22.
- 109- Hung TY, Li S, Chen PS, Wu LT, Yang YJ, Tseng LM, Chen KC, Wang TL. Bedside ultrasonography as a safe and effective tool to diagnose acute epiglottitis. *Am J Emerg Med.* 2011;29(3):359. e351-353.
- 110- Gottlieb M, Bailitz JM, Christian E, Russell FM, Ehrman RR, Khishfe B, Kogan A, Ross C. Accuracy of a novel ultrasound technique for confirmation of endotracheal intubation by expert and novice emergency physicians. *West J Emerg Med.* 2014;15(7):834–9.

BIBLIOGRAFÍA

- 111- Chenkin J, McCartney CJ, Jelic T, Romano M, Heslop C, Bandiera G. Defining the learning curve of point-of-care ultrasound for confirming endotracheal tube placement by emergency physicians. *Crit Ultrasound J*. 2015;7(1):14.
- 112- Sustic A, Miletic D, Protic A, Ivancic A, Cicvaric T. Can ultrasound be useful for predicting the size of a left double-lumen bronchial tube? Tracheal width as measured by ultrasonography versus computed tomography. *J Clin Anesth*. 2008;20(4):247–52
- 113- Choua H-C, Chongb K-M, Simb S-S et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 84 (2013) 1708–1712
- 114- Pfeiffer P, Bache S, Isbye DL, Rudolph SS, Rovsing L, Børghlum J. Verification of endotracheal intubation in obese patients e temporal comparison of ultrasound vs. auscultation and capnography. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:571e6
- 115- Lee SM, Wojtczak JA, Cattano D: Ultrasound comparison of external and internal neck anatomy with the LMA unique. *J Ultrason* 2017; 17: 229–234.
- 116- Lundstrøm LH, Vester-Andersen M, Møller AM, Charuluxananan S, L'hermite J, Wetterslev J; Danish Anaesthesia Database, Poor prognostic value of the modified Mallampati score: a meta-analysis involving 177 088 patients, *Br J Anaesth*. 2011;107(5):659-67. doi: 10.1093/bja/aer292
- 117- Todsén T, Tolsgaard MG, Olsen BH, et al. Reliable and valid assessment of point-of-care ultrasonography. *Ann Surg* 2015; 261: 309-15. 72.
- 118- Benumof JL: Management of the difficult adult airway. *Anesthesiology* 1991; 75:1087-110.

BIBLIOGRAFÍA

- 119- Benumof JL: Difficult laryngoscopy: Obtaining the best view. *Can J Anaesth* 1994; 41:361-5.
- 120- Naguib M, Malabarey T, AlSatli RA, Al Damegh S, Samarkandi AH. Predictive models for difficult laryngoscopy and intubation. A clinical, radiologic and three-dimensional computer imaging study. *Can J Anaesth*. 1999;46(8):748–759. doi:10.1007/BF03013910
- 121- Naguib M, Scamman FL, O'Sullivan C, Aker J, Ross AF, Kosmach S. Predictive performance of three multivariate difficult tracheal intubation models: a double-blind, case-controlled study. *Anesth Analg* 2006;102:818–24.
- 122- Chou HC, Wu TL. Mandibulohyoid distance in difficult laryngoscopy. *Br J Anaesth* 1993; 71:335–339.
- 123- Takahata O, Kubota M, Mamiya K, Akama Y, Nozaka T, Matsumoto H et al. The efficacy of the “BURP” maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg*. 1997; 84:419-421
- 124- Whittle AT, Marshall I, Mortimore IL, Wraith P, Sellar R, and Douglas N. Neck soft tissue and fat distribution: comparison between normal men and women by magnetic resonance imaging. *Thorax*. 1999;54:323-328. doi: 10.1136/thx.54.4.323
- 125- Zillikens MC, Conway JM. Anthropometry in blacks: applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *Am J Clin Nutr*. 1990; 52:45-51.
- 126- Craig P, Halavatau V, Comino E, Caterson I. Differences in body composition between Tongans and Australians: time to rethink the healthy weight ranges? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25:1806-14.

BIBLIOGRAFÍA

- 127- Ezri T, Medalion B, Weisenberg M, Szmuk P, Warters RD, Charuzi I. Increased body mass index per se is not a predictor of difficult laryngoscopy. *Can J Anaesth*. 2003; 50:179-183.
- 128- Rose DK, Cohen MM. The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth*. 1994; 41:372-383.
- 129- Soltani Mohammadi S, Tavakkoli A, Marashi M. Correlation between Ultrasound Measured Distance from Skin to Epiglottis and Epiglottis to Mid-Vocal Cord with Cormack-Lehane Classification for Predicting Difficult Intubation. *Arch Anesth & Crit Care*. 6(1):23-6.
- 130- Koundal V, Rana S, Thakur R, Chauhan V, Ekke S, Kumar M. The usefulness of point of care ultrasound (POCUS) in preanaesthetic airway assessment. *Indian J Anaesth* [serial online] 2019 [cited 2020 Apr 3];63:1022-8. Available from: <http://www.ijaweb.org/text.asp?2019/63/12/1022/272738>
- 131- Daggupati H, Maurya I, Singh RD, Ravishankar M. Development of a scoring system for predicting difficult intubation using ultrasonography. *Indian J Anaesth* 2020;64:187-92

ANEXOS

INFORME FAVORABLE DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD

D^a. ELISA NIEVES GODOY, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación de Centros, de la Provincia de Jaén,

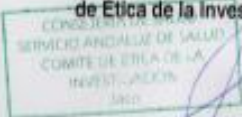
CERTIFICA

Que el Comité de Ética de la Investigación de la Provincia de Jaén, ha considerado emitir **Informe Favorable**, según consta en el acta de la reunión celebrada el día 25 de mayo de 2017,

Al Proyecto de Investigación titulado: "Aplicación de la ecografía en vía aérea como predictor de dificultad de intubación" ECOG-VAD, – presentado por el Investigador Principal: D. Alejandro Martínez García, MIR de la UGC de Anestesiología y Reanimación del Complejo Hospitalario de Jaén.

Lo que firmo en Jaén, a 25 de mayo de 2017.

La Secretaria del Comité de Ética de la Investigación



Fdo.: Elisa Nieves Godoy

COMPLEJO HOSPITALARIO DE JAÉN
Avda. Ejército Español, 10. 23003 – Jaén
Unidad de Investigación
Tel. 952 50 86 19
u.ci.jaen@juntadeandalucia.es

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN Y CONFORMIDAD DEL CENTRO

AUTORIZACIÓN Y CONFORMIDAD DEL CENTRO

Centro:	Complejo Hospitalario de Jaén
Investigador Principal/Tutor del Centro:	Alejandro Martínez García
Alumno:	
U.G.C./Servicio/Consulta Privada:	Anestesia, Reanimación y Terapia del dolor

Para su participación en el Estudio:

Título	APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN
Código del protocolo	ECOG-VAD

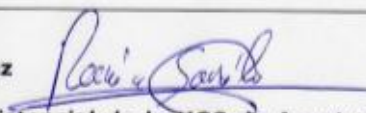
SE HACE CONSTAR:

- Que la realización del Estudio no interfiere en el funcionamiento del Servicio/UGC implicado, ni de otros Servicios/UGCs no incluidos en este documento.
- Que tras evaluar los procedimientos necesarios para su realización se da la conformidad para su realización en el Centro.
- El estudio se realizará tal y como se ha planteado, respetando la normativa legal aplicable y siguiendo las normas éticas internacionales aceptadas

Relacionar los recursos e instalaciones necesarias:

- *RECURSOS*: Ecógrafo portátil perteneciente al Servicio de Anestesia y Reanimación en el Hospital Neurotraumatológico de Jaén.
- *INSTALACIONES*: Unidad de Reanimación Post-anestésica del Hospital Neurotraumatológico de Jaén.

Dr. Ramón González Fernández



Firmado por: Responsable Asistencial de la UGC de Anestesiología, Reanimación y Terapia del dolor.

Fecha: 17/5/2017

ANEXO 3

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Antes de proceder a la firma de este consentimiento informado, lea atentamente la información que a continuación se le facilita y realice las preguntas que considere oportunas.

Naturaleza:

Proyecto de Investigación perteneciente al Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud por la Universidad de Jaén, bajo el título de **“APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN”**

Importancia:

De manera genérica para realizar una anestesia general, es necesario en la mayoría de las intervenciones quirúrgicas la intubación orotraqueal del paciente. Esta maniobra consiste en la introducción de un tubo de plástico a través de la boca hasta la tráquea, para proteger los pulmones y permitir la ventilación durante la anestesia general. Los test empleados en la actualidad para detectar una vía aérea de difícil manejo para el anestesiólogo, resultan a menudo insuficientes para predecir dicho fenómeno. Fruto de ello, se ha diseñado esta investigación con la finalidad de estudiar e identificar posibles nuevos predictores mediante el empleo de la ecografía de la vía aérea.

La participación en el presente estudio sólo implicará la medición de los test habituales para predicción de Vía aérea difícil, así como la realización de una ecografía de la cara anterior del cuello.

Se hace saber que todos los datos obtenidos en este estudio serán confidenciales y se tratarán conforme establece la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99, y que la información obtenida sólo se utilizará para los fines específicos del estudio.

Implicaciones para el paciente:

- La participación es totalmente voluntaria.
- El paciente puede retirarse del estudio cuando así lo manifieste, sin dar explicaciones y sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.
- Todos los datos carácter personal, obtenidos en este estudio son confidenciales y se tratarán conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99.
- La información obtenida se utilizará exclusivamente para los fines específicos de este estudio.

Riesgos de la investigación para el paciente:

La ecografía es una técnica inocua, que NO implica uso de radiaciones y NO es dolorosa para el paciente.

Este estudio NO incluye la toma de fármacos ni realización de técnicas invasivas que puedan perjudicar en ningún grado la salud de sus participantes.

Una vez realizadas las anteriores mediciones, NO serán necesarias nuevas revisiones ni citas.

ANEXO 3

Si requiere información adicional se puede poner en contacto con D. Alejandro Martínez García, Anestesiólogo del Complejo Hospitalario de Jaén e Investigador principal de este proyecto en el teléfono: 647254691 o en el correo electrónico: alexmartinez2406@gmail.com

ANEXO 4

CONSENTIMIENTO INFORMADO – CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL PACIENTE

“APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN”

Yo (Nombre y apellidos):.....

- He leído el documento informativo que acompaña a este consentimiento (Información al Paciente) He podido hacer preguntas sobre el estudio “APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN”.

Si

No

- He recibido suficiente información sobre el estudio “APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN”. He hablado con el profesional sanitario informador D. Alejandro Martínez García, Anestesiólogo del Complejo Hospitalario de Jaén

Si

No

- Comprendo que mi participación es voluntaria y soy libre de participar o no en el estudio.

Si

No

- Se me ha informado que todos datos se almacenarán en una base de datos que cumpla con los criterios de privacidad establecidos por la ley orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Si

No

- Se me ha informado que este consentimiento informado cumple con las condiciones expuestas en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. En él se ha explicado el objetivo del estudio, la intervención a realizar y los resultados esperados de la misma

Si

No

ANEXO 4

- Se me ha informado de que la donación/información obtenida sólo se utilizará para los fines específicos del estudio.

Si

No

- Deseo ser informado/a de mis datos genéticos y otros de carácter personal que se obtengan en el curso de la investigación, incluidos los descubrimientos inesperados que se puedan producir, siempre que esta información sea necesaria para evitar un grave perjuicio para mi salud o la de mis familiares biológicos.

Si

No

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Si

No

Presto libremente mi conformidad para participar en el proyecto titulado “APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN VÍA AÉREA COMO PREDICTOR DE DIFICULTAD DE INTUBACIÓN”

Firma del paciente (o representante legal en su caso)

Nombre y apellidos..... Fecha:.....

Firma del profesional sanitario informador

Nombre y apellidos:..... Fecha:.....

ANEXO 5

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS (UNIFICADA)

NÚMERO:

CARACTERÍSTICAS DEL PACIENTE:

EDAD:	SEXO: H / M	ALTURA (m):	PESO (kg):
IMC:	ASA: I – II – III – IV - V		

EXPLORACIÓN VÍA AÉREA

MALLAMPATI:	1	2	3	4	TEST MORDIDA	1	2	3
DISTANCIA INTERDENTARIA (cm):					DISTANCIA TIROMENTONIANA (cm)			
PERÍMETRO CERVICAL (cm)								

MEDIDAS ECOGRÁFICAS

DSH (cm)	DSE (cm)	DSG (cm)	DSH + DSE (cm)	DSE – DSG (cm)

LARINGOSCOPIA DIRECTA

CLASIFICACIÓN CORMACK-LEHANE	1	2	3	4
------------------------------	---	---	---	---

ANEXO 6

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN ASA

Sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente [1-].

Clase I	Paciente saludable no sometido a cirugía electiva
Clase II	Paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante. Puede o no relacionarse con la causa de la intervención.
Clase III	Paciente con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante. Por ejemplo: cardiopatía severa o descompensada, diabetes mellitus no compensada acompañada de alteraciones orgánicas vasculares sistémicas (micro y macroangiopatía diabética), insuficiencia respiratoria de moderada a severa, angor pectoris, infarto al miocardio antiguo, etc.
Clase IV	Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante, que constituye además amenaza constante para la vida, y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía. Por ejemplo: insuficiencias cardíaca, respiratoria y renal severas (descompensadas), angina persistente, miocarditis activa, diabetes mellitus descompensada con complicaciones severas en otros órganos, etc.
Clase V	Se trata del enfermo terminal o moribundo, cuya expectativa de vida no se espera sea mayor de 24 horas, con o sin tratamiento quirúrgico. Por ejemplo: ruptura de aneurisma aórtico con choque hipovolémico severo, traumatismo craneoencefálico con edema cerebral severo, embolismo pulmonar masivo, etc. La mayoría de estos pacientes requieren la cirugía como medida heroica con anestesia muy superficial.

RESUMEN

RESUMEN

RESUMEN

Objetivo:

Evaluar la utilidad de cinco mediciones ecográficas del tejido blando anterior del cuello para predecir una laringoscopia difícil (LD).

Métodos:

Estudio observacional prospectivo. Se incluyeron 50 pacientes programados para cirugía bajo anestesia general que precisaron intubación orotraqueal con laringoscopia clásica en el Hospital Universitario de Jaén (España). Se obtuvieron variables sociodemográficas, test clásicos de predicción de LD y mediciones ecográficas del tejido blando anterior del cuello desde la piel al hueso hioides (DSH), epiglotis (DSE) y glotis (DSG), así como 2 mediciones derivadas de las anteriores: DSH + DSE y DSE - DSG. La relación entre una LD y los parámetros ecográficos se evaluó mediante la prueba t de Student. La curva ROC se usó para establecer la precisión diagnóstica de las mediciones ecográficas para discriminar una LD y la regresión logística se usó para establecer un punto de corte. Se realizó un análisis multivariante para evaluar el impacto de estas medidas en la práctica clínica.

Resultados:

Los pacientes con una LD mostraron un mayor grosor de la DSE ($2,9 \pm 0,46$ cm frente a $2,32 \pm 0,54$ cm; $p=0,001$), la DSH + DSE ($4,25 \pm 0,45$ cm frente a $3,62 \pm 0,77$ cm; $p=0,001$) y la DSE-DSG ($1,83 \pm 0,54$ cm frente a $1,24 \pm 0,46$ cm; $p=0,001$) que aquellos con una laringoscopia fácil. La DSE y la DSE-DSG presentaron la mayor

RESUMEN

precisión diagnóstica con un área bajo la curva ROC de 0,79 [IC 95% 0,66-0,92] y 0,82 [IC 95% 0,68-0,96], respectivamente. Se estableció que una $DSE \geq 3$ cm, podría predecir una LD con un valor predictivo positivo (VPP) del 69,23% [IC 95%, 40,3-98,2%], y $DSE-DSG \geq 1,9$ cm lo haría con un VPP del 78,57% [IC 95%, 53,31-100%]. El análisis multivariante confirmó que la combinación de la DSE ó la DSE-DSG con pruebas clásicas (Test de Mallampati modificado, distancia tiromentoniana y test de mordida del labio superior) mejoraba la detección preoperatoria de una LD.

Conclusiones:

La DSE y la DSE-DSG son parámetros ecográficos que pueden resultar de utilidad para la detección de una LD. Su inclusión en modelos multivariantes con parámetros clásicos puede ofrecer al anestesiólogo una mayor precisión para evaluar la vía aérea y detectar una LD preoperatoriamente.