



Simulación clínica con un maniquí modificado para el entrenamiento en el manejo de la vía aérea difícil

Violeta Farré Nebot

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

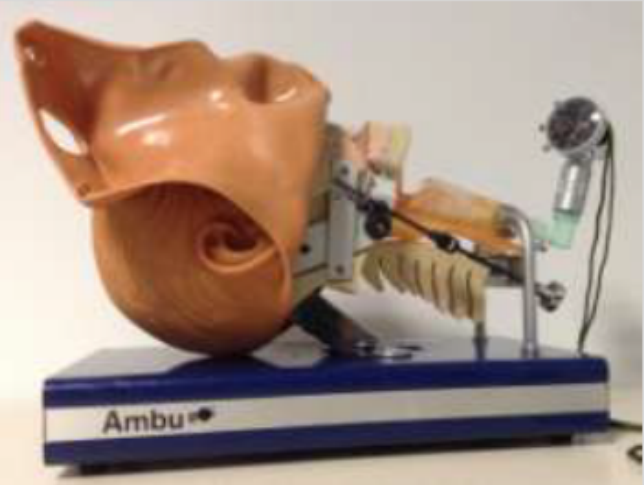
WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

SIMULACIÓN CLÍNICA CON UN MANIQUÍ MODIFICADO PARA EL ENTRENAMIENTO EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DIFÍCIL

VIOLETA FARRÉ NEBOT



TESIS DOCTORAL
2020

VIOLETA FARRÉ NEBOT

**SIMULACIÓN CLÍNICA CON UN MANIQUÍ
MODIFICADO PARA EL ENTRENAMIENTO EN EL
MANEJO DE LA VÍA AÉREA DIFÍCIL**

TESIS DOCTORAL

Dirigida por Dr. Cristóbal Àñez Simón

Departamento de Medicina y Cirugía



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

2020



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado **“SIMULACIÓN CLÍNICA CON UN MANIQUÍ MODIFICADO PARA EL ENTRENAMIENTO EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DIFÍCIL”**, que presenta ***Violeta Farré Nebot***, ha sido realizado bajo mi dirección en el Departamento de Medicina y Cirugía de esta universidad y que la doctoranda cumple los requisitos para poder optar al título de Doctor.

Tarragona, 16 de noviembre de 2020

Cristóbal Áñez Simón MD, PhD

Director de la tesis doctoral

Debo agradecer de manera especial y sincera al Profesor Cristóbal Áñez Simón por aceptarme para realizar esta tesis doctoral bajo su dirección. Gracias a su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la realización de este trabajo.

Gracias a mis compañeros del servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Universitari Joan XXIII por haber colaborado siempre en las simulaciones llevadas a cabo para la realización de estos estudios.

Gracias a mi familia, principalmente a mi padre, la estrella más brillante en el cielo de las noches despejadas, por su insistencia en que finalizara la tesis. A mi madre, por su cariño, su dedicación y su paciencia interminable y encontrar siempre un momento para hacer lo que convenga.

Gracias a mis amigos, por estar siempre allí, por haberme prestado su gran apoyo moral y humano, tanto en los momentos difíciles de la vida, de este trabajo y de esta profesión.

Pero, sobre todo, gracias a mi marido Albert y a mis hijos, los terremotos e infatigables Biel y Arnau, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido, un tiempo robado a la vida familiar. Sin su apoyo este trabajo nunca se habría culminado.

Este logro os lo dedico a todos vosotros.

“No hay urgencia más aguda que la amenaza a la
provisión de oxígeno de un individuo”
Brandon T. Furicane M.D.

- **AMT[®]** : Airway Management Trainer
- **ASA**: American Society Anesthesiologists
- **CRM**: Crisis Resource Management
- **DAS**: Difficult Airway Society
- **DI**: Distancia interincisiva
- **DSG**: Dispositivos supraglóticos
- **FOB**: Fibrobroncoscopio
- **IDS**: Intubation Difficult Scale
- **IOT**: Intubación orotraqueal
- **ISR**: Inducción secuencia rápida
- **L**: Laringoscopia
- **MF**: Mascarilla facial
- **ML**: Mascarilla laríngea
- **N**: Newtons
- **PLMA**: Mascarilla laríngea Proseal
- **SEVA**: Secció de Via Aèria de la SCARTD
- **SCARTD**: Societat Catalana d'Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor
- **SLMA**: Mascarilla laríngea Supreme
- **TOT**: Tubo orotraqueal
- **VA**: Vía aérea
- **VAD**: Vía aérea difícil
- **VDL**: Videolaringoscopia

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN CLÍNICA	
2. 1. Conceptos generales	9
2.1.1. Definición de simulación clínica	9
2.1.2. Historia de la simulación clínica	10
2.1.3. Simulación basada en la fidelidad	12
2.1.4. Ventajas de la simulación clínica	14
2.1.5. Limitaciones de la simulación clínica	15
2.1.6. Simulación “in-situ”	16
2.1.7. Simulación “low-cost”	16
3. SIMULACIÓN EN EL MANEJO DE LA VIA AÉREA	
3.1. Introducción	17
3.2. Simulación en el manejo de la vía aérea	17
3.3. Metodología para el entrenamiento en el manejo de la vía aérea	18
3.3.1. Habilidades técnicas	19
3.3.1.1. Habilidades técnicas en pacientes reales	19
3.3.1.2. Maniqués y/o simuladores	19
3.3.1.3. Modelos animales y cadáveres	20
3.3.2. Habilidades no técnicas	20
3.3.2.1. Recreación de escenarios en simulación	20
3.3.2.2. Debriefing	20
3.4. Limitaciones de la simulación en la vía aérea	21

4. INTRODUCCIÓN Y MANEJO DE LA VÍA AÉREA DIFÍCIL

4.1. Revisión y actualización bibliográfica	23
4.2. Test predictivos de vía aérea difícil	26
4.2.1. Clasificación de Mallampati modificada (Samsoon y Young)	26
4.2.2. Distancia tiro-mentoniana o de Patil	27
4.2.3. Extensión atlanto-occipital	27
4.2.4. Distancia esterno-mentoniana (Prueba de Savva)	28
4.2.5. Distancia interincisiva o apertura bucal	28
4.2.6. Protusión mandibular	28
4.2.7. Capacidad predictiva de los test de la vía aérea difícil	29
4.3. Clasificación Cormack-Lehane	30
4.4. Dispositivos para el manejo de la vía aérea	31
4.4.1. Dispositivos para ventilar	31
4.4.1.1. Mascarilla facial o buconasal	31
4.4.1.2. Cánula orofaríngea. Tubo de Guedel	31
4.4.2. DGS de 1ª generación	32
4.4.2.1. cLMA	32
4.4.2.2. Cobra (Cobra Perylaringeal Airway)	32
4.4.3. DSG de 2ª generación	33
4.4.3.1. ML Proseal (PLMA)	33
4.4.3.2. ML Supreme (SLMA)	33
4.4.3.3. I-Gel	34
4.4.3.4. Aura Gain	34
4.4.3.5. SLIPA	34

4.4.4. DSG 3ª generación	35
4.4.4.1. Baska Mask	35
4.4.4.2. Air-Q SP	35
4.4.5. Mascarillas laríngeas para intubación	36
4.4.5.1. ML Fastrach	36
4.4.5.2. ML C-Trach	37
4.4.5.3. Air-Q o Air-Q SP	37
4.4.6. Bloqueadores esofágicos	37
4.4.6.1. Combitubo	38
4.4.6.2. Easy-tube	38
4.4.6.3. Tubo laríngeo	38
4.4.6.4. Paxpress	39
4.4.7. Dispositivos para la intubación traqueal	40
4.4.7.1. Laringoscopio	40
4.4.7.1.1. L. de Macintosh	40
4.4.7.1.2. L. de Miller	40
4.4.7.1.3. L. de McCoy	40
4.4.7.2. Estiletes y guías	41
4.4.7.1. Estiletes	41
4.4.7.2. “Gum elastic bougie” o introd. Eschman	41
4.4.7.3. Frova	42
4.4.7.3. Videolaringoscopios (VDL)	42
4.4.7.3.1. VDL Mc Grath®	42
4.4.7.3.2. Airtraq®	42
4.4.7.3.3. Glidescope®	43

4.4.7.3.4. VDL King Vision®	43
4.4.7.3.5. VDL V Mac & C Mac (Storz®)	44
4.4.7.3.6. VDL Bullard®	44
4.4.7.3.7. VDL Pentax-AWS®	45
4.4.7.3.8. VDL VividTrac®	45
4.4.7.3.9. VDL Truview EVO2®	45
4.4.7.3.10. TotalTrack-VLM®	46
4.4.7.4. Fibrobroncoscopio (FOB)	46
4.4.7.4.1. Fibrobroncoscopio flexible	46
4.4.7.5. Cricotiroidotomía	47
4.4.7.5.1. Con aguja	47
4.4.7.5.2. Quirúrgica por incisión o cuatro pasos	47
4.4.7.5.3. Quirúrgica por punción-percutánea	48
4.4.7.6. Traqueotomía	49
4.4.7.6.1. Traqueostomía percutánea	49
4.4.7.6.2. Traqueostomía quirúrgica	50
4.5. Manejo de la vía aérea difícil	50
4.5.1. Introducción	50
4.5.2. Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil	51
4.5.2.1. Valoración preoperatoria	51
4.5.2.2. Preparación previa a la inducción anestésica	53
4.5.2.3. Inducción secuencia rápida	53
4.5.2.4. Intubación difícil prevista	54
4.5.2.5. Intubación difícil no prevista: Guía DAS 2015	56
4.5.2.6. Limitaciones de las guías de la ASA y de la DAS	57

4.5.2.7. Conclusiones en el manejo de la vía aérea difícil	58
5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	59
6. HIPÓTESIS	61
7. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	
7.1. Objetivos generales	63
7.2. Objetivo 1	63
7.3. Objetivo 2	63
8. RESULTADOS	
8.1. Resultados Objetivo 1	65
8.2. Resultados Objetivo 2	70
9. DISCUSIÓN	
9.1. Discusión general	81
9.2. Discusión Objetivo 1	82
9.3. Discusión Objetivo 2	84
10. CONCLUSIONES	
10.1. Conclusiones generales	91
10.2. Conclusiones objetivo 1	91
10.3. Conclusiones objetivo 2	92

11. MODELO DE UTILIDAD	93
12. BIBLIOGRAFÍA	95
13. ANEXOS	
13.1. Anexos objetivo 1	
13.1.1. Tablas objetivo 1	113
13.1.2. Gráficos objetivo 1	119
13.2. Anexo modelo de utilidad	123
13.3. Estudio comparativo de tres VDL para intubación naso-traqueal en maniquí con limitación de la apertura bucal	129
13.4. Intubación nasotraqueal con VDL McGrath en pacientes con limitación de la apertura bucal	131

Introducción

La simulación en la formación y el entrenamiento de los profesionales de las ciencias de la salud permite mejorar las habilidades técnicas y no técnicas para mejorar la seguridad del paciente.

La **Orden SSI/81/2017, de 19 de enero**, por la que se publica el Acuerdo de la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud", por la que se aprueba el protocolo mediante el que se determinan pautas básicas dirigidas a asegurar y proteger el derecho a la intimidad por los alumnos y residentes de Ciencias de la Salud, **recoge en su artículo 4.5:** "El centro sanitario favorecerá, en la medida de lo posible, que se utilicen pacientes estandarizados/simulados/maniqués u otras técnicas de simulación de situaciones clínicas, a fin de que el personal en formación pueda adquirir competencias clínicas y habilidades técnicas y de trabajo en equipo, con carácter previo al contacto real y necesario con el paciente".

Una de las principales limitaciones que existe en la simulación, es el elevado coste económico de los simuladores o maniqués, junto con la dificultad que entraña en la mayoría de los centros docentes encontrar un espacio destinado a esta modalidad de enseñanza.

Disponíamos de un maniquí Airway Management Trainer (AMT®) de Ambu® para practicar el manejo de la vía aérea (VA) normal, tanto para realizar intubaciones orotraqueales (IOT) como para practicar la inserción de dispositivos supraglóticos (DSG), pero era un maniquí básico que no permitía entrenar el manejo de la vía aérea en situaciones de vía aérea difícil (VAD). El manejo de las situaciones de VAD son de vital importancia en Anestesiología.

Dada esta situación, se modificó el maniquí AMT® mediante la colocación de una pelota de squash debajo de la lengua para crear macroglosia, fijando la columna cervical con dos tiras con un sistema de cierre tipo Velcro® o bien combinando ambas situaciones para reconvertirlo en un maniquí que nos permitiera entrenar en situaciones de VAD.

Como primer objetivo, se constató la validez de este maniquí modificado mediante un estudio comparativo con un maniquí que se comercializa para el manejo de situaciones de VAD, es decir, comparar el maniquí AMT® (Ambu, Denmark) modificado por nosotros con el maniquí Airsim® (Trucorp Northern Ireland®), diseñado para adquirir habilidades en el manejo de la VA que permite practicar situaciones de VAD.

Tras demostrar su utilidad y validez, el maniquí modificado se registró como modelo de utilidad.

Otra modificación realizada en nuestro maniquí fue la inserción de un sistema que nos permitió graduar la distancia interincisiva (DI). La limitación de la apertura bucal (DI < a 35 mm) es un criterio de dificultad de manejo de la vía aérea y una limitación del uso de los DSG), aunque no hay estudios que determinen la DI mínima para cada DSG.

Como segundo objetivo, se realizó otro estudio comparando cinco DSG con canal de drenaje gástrico, LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain y Baska Mask, limitando la apertura bucal del maniquí para conocer la distancia interincisiva mínima que permite la correcta inserción de cada uno de los DSG estudiados.

Objetivos generales

Demostrar que con una pequeña inversión económica era posible realizar situaciones de simulación complejas de la VA (simulación "low-cost") para las que habitualmente se necesitan equipos de simulación o maniquíes de elevado coste económico.

Objetivar si las modificaciones realizadas en el maniquí AMT® permitían emular situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea, para el entrenamiento en el manejo de las mismas, comparándolo con otros dispositivos especialmente diseñados para ello.

Comprobar la utilidad del maniquí modificado, modelo de simulación "low-cost", como banco de pruebas para evaluar el comportamiento de dispositivos de manejo de la vía aérea en diferentes situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea difícil.

Objetivo 1

Evaluar las diferencias entre el maniquí AMT® al que se le realizaron una serie de modificaciones para emular también situaciones que dificultan la intubación orotraqueal y el maniquí Airsim®, maniquí diseñado para reproducir diferentes situaciones que dificultan la intubación orotraqueal.

Calcular el tiempo necesario tanto para visualizar la glotis como para realizar la intubación orotraqueal en cada maniquí y en cada situación propuesta.

Evaluar el grado de dificultad de intubación en ambos maniquíes en todas las situaciones recreadas.

Comprobar el grado de Cormack-Lehane que se visualizaba en función del maniquí y de la situación emulada.

Objetivar la necesidad de realización de maniobras para proceder a la intubación, ya fuera la extensión del cuello y/o la movilización laríngea o bien otras maniobras en cada uno de los maniquís y en cada situación.

Objetivo 2

Conocer la apertura bucal mínima (distancia interincisiva) que permitía una correcta inserción y ventilación de cinco dispositivos supraglóticos con canal de drenaje gástrico (LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain, y Baska Mask) en un modelo de simulación con limitación de la apertura bucal.

Determinar el número de intentos necesarios de inserción del DSG para obtener una correcta ventilación en cada DI.

Calcular el tiempo necesario para la correcta inserción del DSG en cada apertura bucal.

Evaluar la facilidad de inserción, valorada tanto por el operador como el observador, con cada DSG en cada DI.

Valorar si se realizaron o no de maniobras para una correcta colocación del DSG.

Comprobar si el calibre de los DSG estudiados, tanto el basal como el comprimible, intervenía en el éxito de la inserción y ventilación de cada DSG.

Metodología

Material y métodos objetivo 1

Ocho anestesiólogos voluntarios, tanto adjuntos como residentes, realizaron 40 IOT con cada maniquí, es decir, en ambos maniquís 10 IOT en situación basal, 10 IOT con macroglosia (grado de clasificación de Mallampati alto), 10 IOT con rigidez de columna cervical y 10 IOT combinando macroglosia y rigidez de columna.

Los maniqués utilizados fueron:

a) Airway Management Trainer (Ambu®): maniquí diseñado para el manejo de la vía aérea "normal", sin criterios de dificultad para la intubación, al que se le realizaron unas modificaciones para poder recrear situaciones de vía aérea difícil y que se describen más adelante

b) Airsim (Trucorp Northern Ireland®): maniquí diseñado para adquirir habilidades en el manejo de la vía aérea que permite practicar en situaciones de vía aérea difícil, ya que contiene dispositivos para dificultar la intubación orotraqueal.

Como laringoscopio, se utilizó un laringoscopio Welch Allyn® (USA) con pala del número 3 y un tubo orotraqueal con neumo-taponamiento de 7 mm de diámetro interno.

Las situaciones evaluadas en ambos maniquíes fueron:

- 1) Maniquí en situación basal (vía aérea normal), sin ninguna modificación.
- 2) Maniquí con macroglosia y grado de clasificación de Mallampati alto, hinchando la lengua con 20cc de aire en el maniquí Airsim® o colocando una pelota de squash debajo de la lengua en el maniquí AMT®.
- 3) Maniquí con rigidez de columna cervical, fijando la columna en el maniquí Airsim® con el mecanismo que lleva incorporado y fijando la columna cervical con dos tiras con un sistema de cierre tipo Velcro® en el maniquí AMT®.
- 4) Combinación de las dos situaciones anteriores

Las principales variables estudiadas fueron: tiempo que se tardaba en visualizar la glotis, tiempo que conllevaba realizar la intubación y grado de dificultad de intubación encontrado en cada situación de dificultad en ambos maniquíes mediante escala Likert con 5 opciones (intubación muy fácil = 1, intubación fácil = 2, intubación normal =3, intubación difícil =4 y muy difícil o imposible =5). Otras variables registradas fueron: si el operador era adjunto o residente, el grado de visión laringoscópica mediante la clasificación de Cormack-Lehane, si se realizaron maniobras (si/no), si se realizó extensión del cuello, movilización laríngea y observaciones (campo abierto que permitía añadir cualquier comentario que considerara de interés).

Análisis estadístico:

El análisis se realizó de dos formas diferentes. La primera, considerando que todas las mediciones eran independientes y la segunda, considerando que había mediciones repetidas, ya que el mismo participante repetía la misma situación diez veces.

Las variables continuas que seguían una distribución normal se describieron con la media y la desviación estándar, y las que no seguían una distribución normal con la mediana y el rango intercuartil (IQR). Para comprobar si las variables presentaban una distribución normal se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables categóricas tenían como descriptores las frecuencias relativas y absolutas

Las variables continuas se ajustaron por situación, participante y medición para corregir el posible sesgo debido a cada individuo. No se distinguió la variable según la medición.

Material y métodos objetivo 2

Participaron 36 anestesiólogos voluntarios con experiencia en el uso de DSG. Al tratarse de un estudio en maniquí se consideró que no era necesaria la autorización del comité de ética para la realización del estudio.

Cada anestesiólogo realizó la inserción de los 5 DSG con canal de drenaje gástrico a DI decrecientes 30, 25, 20, 15 y 10 mm en un maniquí Airway Management Trainer (AMT®) de Ambu, preparado con un sistema de rosca y tornillo que limitaba la apertura de la boca a la distancia deseada y al que se le insertó un espirómetro de Wright en la tráquea distal que nos permitió medir el volumen de aire insuflado (volumen corriente). Cada anestesiólogo podía realizar hasta 3 intentos de inserción con un máximo de tiempo de 120 segundos.

Los dispositivos estudiados fueron: LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain y Baska Mask. Todos eran del tamaño nº 3 y se insertaron según describen los fabricantes.

La variable principal fue la tasa de éxito de inserción con ventilación correcta en cada una de las aperturas bucales para cada dispositivo, considerando que la ventilación era correcta cuando se conseguía un volumen corriente de al menos 400 ml. Como variables secundarias se registró: número de intentos de inserción (máximo de 3; se consideraba intento cada vez que se introducía el extremo distal del dispositivo en la boca del maniquí), tiempo de inserción (desde que se cogía el dispositivo con la mano hasta que se iniciaba ventilación y veíamos el volumen corriente en un espirómetro de Wright, hasta un máximo de 120 segundos), facilidad de inserción con una escala Likert de 4 ítems (1= Muy fácil, 2= Fácil, 3= Difícil, 4= Muy difícil) evaluada por el propio anestesiólogo y por un observador externo, y valor mínimo para el que se conseguía la inserción. Se registraron también observaciones y la realización o no de hiperextensión u otras maniobras que facilitasen la inserción.

Se realizó un estudio piloto con los 7 primeros anestesiólogos, la tasa de éxito de inserción con ventilación correcta a 10 mm de apertura de la boca fue del 100% para LMA ProSeal y LMA Supreme, del 85,7% para Ambú AuraGain e I-gel y del 57% para

Baska Mask. Para una tasa de éxito del 95%, con un error α del 5% y una precisión del 5% se necesitaban 36 anesthesiólogos.

Las variables numéricas se presentaron en media y desviación estándar o mediana y distancia intercuartil 25-75% si los datos no seguían una distribución normal (para saber si era así realizamos la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov). Las variables categóricas se presentaron mediante frecuencias y porcentajes. Las variables numéricas se compararon mediante ANOVA o prueba de Kruskal-Wallis y las categóricas con la prueba χ^2 . Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

Conclusiones

Conclusiones generales

Se ha demostrado que mediante una pequeña inversión económica es factible la modificación de un maniquí fabricado para el manejo de situaciones de vía aérea sin dificultad a un maniquí para simular situaciones complejas en el manejo de la vía aérea mediante una pequeña inversión económica.

Las modificaciones realizadas al maniquí AMT® permiten simular situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea difícil.

El maniquí modificado nos permitió evaluar el comportamiento de varios dispositivos en situaciones de dificultad de la vía aérea.

Conclusiones objetivo 1

El maniquí AMT® modificado presentó unas prestaciones similares a las aportadas por el maniquí Airsim® para el aprendizaje del manejo de la VA en las cuatro situaciones estudiadas: vía aérea normal, grado de clasificación de Mallampati elevado, rigidez cervical y la combinación de estas dos últimas.

Los tiempos de visualización de la glotis y de intubación orotraqueal fueron muy parecidos entre adjuntos y residentes en todas las situaciones al ajustar las variables por situación, participante y medición. Si no se hubieran ajustado los valores, los adjuntos realizaban la intubación orotraqueal de forma más rápida.

A ningún participante le fue imposible de intubar. El maniquí AMT® modificado ocasionó mayor dificultad técnica que desapareció al ajustarse en función de la

situación y del operador. Si no se hubieran ajustado los valores, los adjuntos realizaban la intubación orotraqueal con mayor facilidad.

El grado de Cormack-Lehane objetivó una mayor dificultad de visión glótica en el maniquí modificado, aunque en ningún caso se llegó a visualizar un grado de Cormack-Lehane 4.

La maniobra más frecuente en el maniquí control fue la necesidad de aplicar una fuerza superior a la habitual mientras que en el maniquí caso fue la rotación del tubo orotraqueal. Cada maniquí requiere una técnica concreta para poder intubar más fácilmente.

Conclusiones objetivo 2

El DSG de elección en situaciones de apertura bucal de 10 mm sería LMA Supreme. LMA ProSeal y AuraGain podrían ser de utilidad en los casos de 15 mm de apertura de la boca e I-gel para DI superiores o iguales a 20mm. Baska Mask no sería recomendable en casos de limitación de apertura bucal.

I-gel fue el dispositivo que requirió menos intentos de inserción, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. AuraGain y Baska Mask necesitaron con mayor frecuencia dos o tres intentos para una inserción exitosa.

El DSG con inserción más rápida fue I-gel, seguido de LMA Supreme, LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask. A menor apertura bucal, mayor tiempo para la correcta colocación del DSG.

LMA Supreme fue el dispositivo que presentó mayor facilidad para todas las aperturas bucales. Baska Mask fue más difícil de insertar que el resto.

Baska Mask fue el DSG que más maniobras necesitó para su correcta colocación. LMA Supreme no necesitó maniobras. El resto de los DSG, a partir de los 15 mm de apertura bucal necesitaron la realización de maniobras para su correcta colocación.

El DSG que mejor funcionó en situaciones de limitación de la apertura bucal fue el que en situación basal tenía un menor calibre, LMA Supreme, independientemente de su capacidad de compresión.

2.1. Conceptos generales

2.1.1. Definición de simulación clínica

La definición de simular proviene del latín *simulare* y significa, según el diccionario de la Real Academia Española de la lengua (RAE), representar algo, fingiendo o imitando lo que no es (2019).

La simulación nos aporta destreza, habilidad mental y capacidad de respuesta asertiva cuando se necesita. Ante ciertas situaciones, ya sean previstas o no, el ser humano actúa bajo unos parámetros establecidos y secuenciales, iniciando mentalmente la creación de escenarios, imágenes y situaciones hipotéticas, intentando preservar la armonía, el equilibrio y la estabilidad.

La simulación clínica es una metodología docente que trata de imitar una situación de la realidad en un ambiente parecido al que el participante se deberá enfrentar en el futuro. Aunque no existe una definición consensuada, para David Gaba, considerado por algunos como el "padre de la simulación", la simulación es una *técnica docente, no una tecnología, para sustituir o ampliar las experiencias reales con experiencias guiadas, a menudo de inmersión en la naturaleza, que evocan o reproducen aspectos sustanciales del mundo real de una manera totalmente interactiva.*¹

La simulación clínica, según el "Center for Medical Simulation" (Cambridge, Massachussets), es una *situación o escenario creado para permitir que las personas experimenten la representación de un acontecimiento real con la finalidad de practicar, aprender, evaluar, probar o adquirir conocimientos de sistemas o actuaciones humanas.*²

Según la sección de docencia y formación de la Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación (SEDAR), se ha podido *avaluar la eficacia de la simulación clínica para el aprendizaje de conocimientos, habilidades y actitudes, aumentando el grado de retención de lo aprendido cuando se compara con los métodos docentes tradicionales y, por otra parte, su capacidad para estimular el pensamiento crítico y desarrollar el proceso de toma de decisiones. También es útil para entrenar equipos en situaciones clínicas complejas. Además se ha constatado la trasferencia de lo aprendido al ámbito clínico y se ha asociado con una disminución de las complicaciones. Todo ello, sin poner en riesgo ni a pacientes ni a profesionales.*³

2.1.2. Historia de la simulación clínica

El primer simulador que existió fue el simulador de vuelo “Link Trainer” en 1929, diseñado por Edwin A. Link, que permitió el entrenamiento de pilotos de guerra. Su uso fue en aumento durante la segunda guerra mundial.

En medicina, la simulación se ha ido introduciendo de forma progresiva. En los últimos tiempos se utiliza como método de enseñanza y aprendizaje, ya que el entrenamiento con simulación favorece la seguridad de los pacientes y evita que se cometan errores. Las organizaciones de salud empiezan a comprender el valor de la efectividad en el trabajo recurriendo a la simulación clínica para mejorarla.⁴

Se podría resumir la evolución de la simulación aplicada a las ciencias de la salud en cuatro periodos según los avances tecnológicos.^{5,6}

PERIODO	DÉCADA	INVESTIGADOR	MODELOS	CARACTERÍSTICAS
I	1911 1950	M. J. Chase Company Asmund Laerdal	Mrs. Chase Resuci Anne	Punciones y sondajes RCP
II	1960	Abrahamson Denson	Sim One	Ruidos cardíacos y respiratorios
	1990	Gaba De Anda	Part Task Trainers Human Patient Sim. SimMan	Vía aérea Func. cardíacas Monitorización
III	2000	Gaba G. Empresariales	CASE, GAS, Sim Man 3G, Noelle, iSTAN	Res. Fisiológica Parto Gran realismo
IV	2010	Laerdal Meti Gaumard	Acceso Vascular CAE Videmix, CAE ICCU	Software de 3º y 4º generación. Sensación táctil, auditiva y visual

La simulación clínica como metodología de aprendizaje y adquisición de competencias en enfermería. Mª Jesús Durá Ros

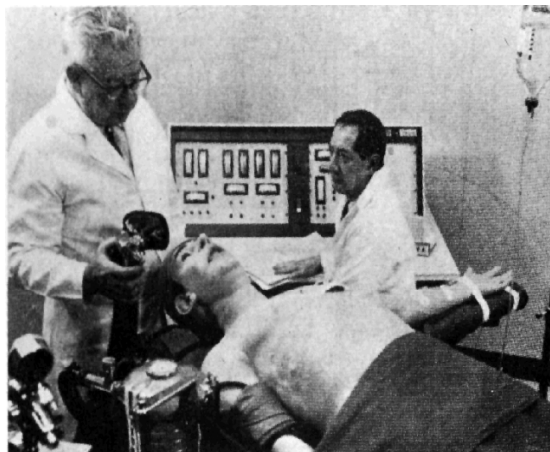
El primer simulador fue hallado en el Memorial Hospital en Pawtucket, en 1911. Se trataba de “Mrs. Chase”, el primer maniquí adulto de tamaño real fabricado por una empresa de juguetes. Tenía forma anatómica de mujer con las extremidades articuladas. Podía recibir inyecciones en el brazo y tenía un depósito interno para tratamientos rectales, vaginales y uretrales.



“Mrs. Chase” maniquí 1911. Redescubierto en el Hospital de Hartford en 2012.

Asmund Laerdal, un fabricante de juguetes de plástico noruego, juntamente con los doctores Peter Safar y Bjorn Lind, creó “Resusci-Anne”, sobre el año 1950, con la finalidad de practicar la respiración boca a boca y conseguir una correcta ventilación. Posteriormente, se modificó para poder realizar compresiones cardíacas y así practicar la reanimación cardiopulmonar.

En 1969, Abrahamson crea el “Sim One®”, en California, para el campo de la anestesia, seguido por “Harvey®”, un maniquí para Cardiología, desarrollado por el Dr. M. Gordon.



Dr. Abrahamson con el “Sim One®”

El primer simulador a escala real, fue creado por Gaba y Anda en 1986 en la Universidad de Stanford. Su objetivo principal era investigar las actitudes y tomas de decisiones de los especialistas en situaciones críticas, principalmente anestesiólogos, intensivistas y cardiólogos. Estaba compuesto por una cabeza, dos pulmones que

permitían el manejo de la vía aérea y la ventilación, juntamente con un monitor cardiovascular. A partir de ahí, se crearon también otros maniqués con gran realismo, como el “SinMan[®]” de la empresa Laerdal o el “Human Patient Simulator[®]”, de la Universidad de Florida.

A partir de aquí, se incrementa la sofisticación de los simuladores integrándoles sistemas informáticos. El objetivo fue mejorar la seguridad del paciente reproduciendo lo más fielmente posible su entorno de trabajo y se denominó Comprehensive Anesthesia Simulation Environment (CASE 2.0.), creado por Gaba y comercializado como MEDSIM. También surgieron el Gainesville Anaesthesia Simulator (GAS[®]), Human Patient Simulator, SimMAN 3G[®], SIMBABY[®] y NOELLE[®].



Dr. David Gaba, pionero en simulación

A partir del año 2010, aparecen los “HAPTIC SIMULATORS”, que simulan la realidad de forma virtual, con tercera y cuarta dimensión, con sensación visual, auditiva y táctil (háptica).

2.1.3. Simulación basada en la fidelidad

La fidelidad de la simulación es difícil de definir. Alessi, en el año 2000, la definió como el *grado en que una simulación reproduce la realidad*. En el 2011, la Asociación Internacional de Simulación Clínica y Aprendizaje definió fidelidad como el grado en que una experiencia se aproxima a la realidad.⁷

Además, debemos tener presente una gran variedad de factores físicos (herramientas, equipo y medio ambiente) y dimensiones (física, psicológica y conceptual).

Según la fidelidad y la metodología existen varios tipos de simulación en función de las habilidades a trabajar. Podemos clasificar los niveles de simulación en baja, moderada o alta fidelidad.⁸

Tipos de simuladores según la fidelidad:

-*Simuladores de bajo perfil tecnológico, de baja fidelidad o simuladores de tareas.* Son aquellos que imitan determinadas zonas del cuerpo humano para enseñar las habilidades técnicas básicas. En este apartado se incluyen los simuladores de extremidades para realizar técnicas de venopunción, cabezas para realizar otoscopias o exploraciones oftalmológicas, torsos para realizar drenajes o sondajes y simuladores o maniqués de vía aérea con o sin pulmones para practicar las múltiples técnicas de manejo de la vía aérea.

-*Simuladores de fidelidad intermedia.* Son maniqués conectados a un software preestablecido, como por ejemplo el fabricado por Laerdal (SimMan TM®). Combinan el uso de una parte anatómica con programas informáticos de menor complejidad, de forma que permiten al instructor manejar variables fisiológicas básicas con el objetivo de lograr desarrollar una competencia.

-*Simuladores de alto perfil tecnológico o alta fidelidad.* Suelen ser maniqués de cuerpo entero ligados a un programa informático habitualmente de forma inalámbrica que proporciona constantes vitales reales (tonos cardíacos, ruidos respiratorios...) junto con la posibilidad de producir respuestas fisiológicas a las decisiones o maniobras de los participantes e incluso pueden interactuar con el alumno manteniendo una conversación.⁹ Estos tipos de simuladores permiten reproducir múltiples situaciones en un ambiente similar al real, juntamente con el desarrollo de habilidades individuales y en grupo, facilitan el aprendizaje de los conocimientos, así como el razonamiento clínico y la capacidad de decisión. Un ejemplo de estos simuladores, es el METI Human Patient Simulator®, que reacciona a los fármacos que se le administran de acuerdo a su farmacocinética y su farmacodinamia.¹⁰

Dentro de los simuladores de alta fidelidad, podemos englobar también simuladores de pantalla, simuladores de realidad virtual, híbridos de simulación, simulación con juegos de rol y el e-training, que se basa en la simulación on-line a través de portales de internet.

En función de los objetivos de aprendizaje del alumno, deberemos utilizar un tipo u otro de simulador, porque la simulación es una metodología docente y el simulador su instrumento. Para cada objetivo docente hay un modelo de simulador adecuado, motivo por el que el mérito de un simulador no es su complejidad sino su utilidad para el objetivo docente que se propone. Cuanta mayor experiencia tenga el alumno, más partido sacará de un simulador de alta fidelidad, ya que este puede producir escenarios complejos, mientras que un estudiante principiante probablemente con uno de menor fidelidad pueda adquirir los objetivos de aprendizaje propuestos.¹¹

2.1.4. Ventajas de la simulación clínica

El aprendizaje basado en la simulación clínica permite la adquisición de habilidades sin poner en peligro la seguridad del paciente ni del alumno. Evita la posibilidad de riesgo biológico para los alumnos a la vez que puede aumentar la seguridad de los pacientes al disminuir los errores médicos. Tanto la simulación clínica con simuladores de diferentes niveles de fidelidad como la realidad virtual pueden favorecer la adquisición de competencias en el aprendizaje de procedimientos invasivos y complejos. La utilización de la simulación clínica puede ser de gran utilidad para los docentes de las diferentes áreas de las ciencias de la salud.¹²

Múltiples estudios han demostrado que las intervenciones educativas que utilizan la simulación clínica producen cambios a largo plazo y reducen significativamente las complicaciones, con la reducción de costes que esto puede suponer.¹³ A su vez, adecua el proceso de aprendizaje acelerando el mismo, aumentando su calidad, acortando la curva de aprendizaje y ofreciendo la posibilidad de acomodar la velocidad de aprendizaje en función del tiempo disponible. La simulación clínica permite aprender en múltiples entornos y en diferentes situaciones, desde las más simples a las más complejas o desde las más habituales a las más infrecuentes.^{14,15} Facilita la estandarización de la enseñanza y la transferencia a la clínica de las habilidades técnicas aprendidas mediante simulación.

La simulación clínica favorece el aprendizaje a partir de los errores, interiorizando los mismos y analizando los modelos mentales.¹⁶ La grabación de los casos posibilita la posterior visualización del mismo, permitiendo analizar los modelos mentales, ayudando a la autocrítica y reforzando las habilidades del alumno. A su vez, permite entrenar las llamadas habilidades no técnicas: trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva y manejo de crisis.^{16,17} Además, el instructor tiene la posibilidad de medir la competencia del alumno.¹⁸

Por último, posibilita la realización del “debriefing”, que se basa en la conversación entre varias personas para revisar un evento real o simulado, donde los participantes analizan sus acciones y reflexionan sobre los modelos mentales, las habilidades psicomotrices y los estados emocionales para mejorar o mantener su rendimiento en el futuro. Si bien la experiencia es la base para el aprendizaje del adulto, la teoría del aprendizaje de Kolb muestra que este no puede suceder sin una reflexión rigurosa que permita examinar los valores, las presunciones y el conocimiento base que guían la actuación de los profesionales.¹⁹

2.1.5. Limitaciones de la simulación clínica

Una de las principales limitaciones de la simulación clínica es su elevado coste económico, tanto en lo referente al coste del equipo de simulación, adquisición, mantenimiento, etc., como al espacio físico que se necesita para desarrollar el entorno clínico deseado y para almacenar los equipos de simulación.^{20,21,22,23,24,25} Tanto la limitación debido a los costes de material e infraestructura como la necesidad de una formación específica de los instructores hace que no siempre sea posible la implantación con éxito de un programa de simulación.²⁶

Desde una perspectiva metodológica, existe la limitación por parte de los docentes para utilizar la tecnología y el tiempo de dedicación en el desarrollo de los escenarios por parte de los instructores involucrados.²⁷

El tiempo que se requiere para desarrollar los escenarios y la realización de las sesiones de simulación, supera el tiempo necesario para realizar e impartir una lección magistral. Los escenarios de simulación o talleres se deben diseñar en función de los objetivos y resultados de aprendizaje que se pretendan conseguir, teniendo en cuenta el material del que se dispone y la capacitación del instructor. También hay que tener en cuenta que los grupos de alumnos deben ser menores para un correcto aprovechamiento de las sesiones de simulación.

La ansiedad del estudiante en relación con la utilización de la simulación clínica puede limitar su efectividad. El miedo a lo desconocido junto con la falta de familiaridad con el simulador puede conllevar ansiedad. Además, si los estudiantes se sienten evaluados, su nivel de ansiedad todavía puede aumentar más. Una correcta sesión de “prebriefing”, reunión previa en la que se muestre el simulador, el lugar de la simulación y las normas de la sesión de simulación, puede disminuir la ansiedad del alumno.

Por último, la falta de realismo tanto de los escenarios como de la respuesta de los pacientes/simuladores puede ser una limitación. Aunque se ha logrado fidelidad a la realidad en ciertos escenarios, siguen habiendo partes anatómicas y respuestas fisiológicas que no han sido logradas.^{20,21,28} En los últimos tiempos se ha perfeccionado estas limitaciones intentando conseguir más realismo. Esta situación también se ve afectada por la motivación del equipo docente, ya que cuanto más motivado esté el equipo puede llegar a aumentar la confianza en los alumnos y disminuir su incredulidad con el entorno.^{29,30}

2.1.6. Simulación "in-situ"

La simulación "in-situ" es aquella que se realiza en el propio lugar de trabajo de los participantes.³¹ Los recientes avances en simulación y tecnología inalámbrica ofrecen más oportunidades para realizar este tipo de entrenamiento.

Aunque sigue siendo una nueva metodología de aprendizaje que requiere una validación adicional, Rosen et al. realizaron una revisión sistemática concluyendo que la simulación "in-situ" tiene un impacto positivo en la formación, educación continuada y en el desempeño de la organización.³²

Este tipo de simulación permite identificar errores en la comprensión o aplicación de los protocolos y desvela las limitaciones debidas al entorno físico y los problemas de comunicación con el equipo. Todos estos factores pueden ayudar a descubrir problemas a nivel de sistema y permitir una mejora de la calidad en el cuidado del paciente.^{33,34}

Esta formación puede demostrar el retorno del potencial de la inversión para la formación del personal y la seguridad de los pacientes antes de invertir en un centro de simulación completa.³⁴

2.1.7. Simulación "low-cost"

El elevado coste de los equipos de simulación de alta fidelidad conlleva que estos equipos no siempre sean asequibles para instituciones pequeñas. La simulación "low-cost" puede proporcionar experiencias satisfactorias con menos recursos.³⁵

Para poder llevar a cabo la práctica con estos simuladores y que ésta sea lo suficientemente real, se realizan validaciones de los mismos. En un estudio se validó un simulador híbrido y de bajo costo, cuya apariencia y funcionalidad resultaron muy adecuadas para realizar la adquisición de habilidad y práctica de la paracentesis.³⁶

También se han realizado múltiples estudios de simulación de bajo coste para el entrenamiento de las habilidades laparoscópicas básicas.^{37,38,39}

3.1. Introducción

Una de las primeras especialidades médicas en utilizar la simulación clínica fue la Anestesiología, en un intento de mejorar la seguridad del paciente y reducir los errores humanos.⁴⁰

La palabra “Simulador” se define como un objeto físico, dispositivo, situación o entorno por el cual una tarea o una serie de tareas pueden representarse en simulación de forma realista y dinámica.^{41,42}

La “Simulación médica o clínica” implica varias modalidades utilizadas para recrear algún componente clínico con el propósito de entrenar o evaluar personas o equipos.

El primer prototipo de un simulador para anestesiología fue creado por David Gaba y colaboradores. Lo llamaron CASE 1.2 (Comprehensive Anesthesia Simulation Environment), y evolucionó a CASE 2.0, que consistía en un “paciente” cuyos signos vitales podían manipularse para simular eventos críticos. Al estar situado en un quirófano verdadero y rodeado de equipo real marcó el comienzo de la simulación de alta fidelidad.^{43,44}

El realismo de este simulador era suficiente para generar comportamientos realistas y promovió el entrenamiento en el manejo de recursos en crisis (CRM).^{45,46,47}

3.2. Simulación en el manejo de la vía aérea (VA)

El manejo y el control de la vía aérea es una competencia esencial para el anestesiólogo ya que la imposibilidad de controlar la VA puede conllevar serias consecuencias para el paciente, motivo por el que el entrenamiento continuo en esta competencia es fundamental en Anestesiología.^{48,49,50}

El aprendizaje del manejo de la VA se ha ido realizando mediante la supervisión por parte de un médico especialista, sin embargo, la enseñanza está limitada por la baja incidencia de dificultad en el manejo de la vía aérea, la limitación de tiempo para el control de la misma y las consecuencias de un manejo inadecuado. Dado que en Anestesiología el control de la VA es una competencia fundamental, tiene un elevado beneficio el uso de simuladores de diferentes niveles de complejidad y de fidelidad para ello.^{51,52,53,54}

El éxito de la realización de una técnica alternativa en una situación de emergencia, depende más de la experiencia adquirida en la propia técnica que del uso habitual de la misma.⁵⁵ Dada la baja incidencia de VAD en el día a día, tanto de intubación difícil (1-

4%), ventilación difícil (hasta el 5%) o ambas (hasta 0,6%),^{56,57} hace que varios autores recomienden entrenar estos casos con simulación clínica, para facilitar la implementación rápida de los algoritmos desarrollados para una práctica clínica segura en Anestesiología.^{58,59,60}

3.3. Metodología para el entrenamiento en el manejo de la vía aérea (VA)

En la mayoría de casos, el entrenamiento en el manejo de la VA se realiza con simuladores.^{61,62}

Un meta-análisis reciente de 17 estudios mostró que para el entrenamiento en el manejo de la VA, la simulación estaba asociada con un mejor rendimiento en comparación con el entrenamiento sin simulación. Sin embargo no se encontraron diferencias respecto al tiempo de éxito, la habilidad técnica, la puntuación del examen escrito y la tasa de éxito en la realización del procedimiento en pacientes.⁶³

Actualmente, la predicción de una VAD no es completamente fiable⁶⁴, motivo por el que el anestesiólogo debe estar bien entrenado en el manejo de la VAD no prevista. Múltiples estudios avalan la utilidad de la simulación en el manejo de la VAD. Entre ellos cabe destacar:

Un estudio realizado por el Departamento de Anestesiología de la Universidad de Georg-August (Göttingen), que evaluó la influencia de un curso para el manejo de la VA con simuladores. Los participantes concluyeron que el curso tuvo un impacto significativo en la precisión y en la confianza al momento de evaluar la VA, a la vez que se sintieron más capaces en el uso de dispositivos alternativos para el manejo de la VA. También manifestaron haber cambiado su práctica profesional en situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea.⁶⁵

En otro estudio prospectivo realizado con el simulador SimMan[®], examinaron el manejo de la VAD no anticipada y el efecto del entrenamiento con simulación en esta área. Se crearon dos escenarios: uno donde no se podía intubar, pero sí ventilar y otro donde no se podía intubar ni ventilar al paciente. El entrenamiento se hizo con base en los algoritmos de la "Difficult Airway Society" (DAS), y se comparó la evaluación inicial con otra evaluación a las 6-8 semanas y a los 6-8 meses. Los autores concluyeron que repetir la capacitación con simulación cada 6 meses mantenía el conocimiento y la aplicación del algoritmo.⁶⁶

Por otro lado, Borges et al., corroboraron que la ausencia de la repetición del entrenamiento con simulación llevaba a desviaciones en la aplicación del algoritmo.⁶⁷

En el manejo de la VA es más seguro cuando se identifican los posibles problemas y se planifica una estrategia con todo el equipo para reducir el riesgo.⁶⁸ El uso de reglas mnemotécnicas es una estrategia efectiva para recordar los pasos importantes a seguir y proporcionar un proceso estructurado.⁶⁹

Usar el aprendizaje basado en problemas facilita la enseñanza interactiva y una mejor retención de los conocimientos.⁷⁰

Un estudio reciente randomizado con estudiantes de medicina concluye que cuánto mejor es la eficacia de las transmisiones, mejor es la retención de conocimientos. Los estudiantes realizaron unas lecciones basándose en presentación narrada, narración con demostración en vídeo, presentación con práctica mental y la combinación de modelación y práctica mental. A continuación pasaron a practicar con un maniquí con VAD. Concluyeron que la combinación de la práctica mental y la simulación conducían a mejores resultados de aprendizaje.⁷¹

3.3.1. Habilidades técnicas

3.3.1.1. Habilidades técnicas en pacientes reales

Dado que las situaciones de VAD son poco habituales en pacientes, las oportunidades de aprender a manejar estas situaciones son limitadas, sobre todo si la VAD no está prevista. El hecho de poder practicar con mayor frecuencia estas situaciones, aunque sea en maniqués o con simulación, es necesario para poder utilizar eficazmente los múltiples tipos de herramientas de las que disponemos para tratar los pacientes con VAD.⁷²

El uso de videolaringoscopios (VDL) u otros dispositivos que permiten visualizar el manejo de la vía aérea difícil podría mejorar el aprendizaje de las personas que observan la resolución del caso.

3.3.1.2. Maniqués y/o simuladores

La adquisición de habilidades en el manejo de la VAD se puede lograr mediante el uso de maniqués que tienen la posibilidad de recrear diferentes situaciones de VAD y diferentes niveles de dificultad en función del participante.

Estos maniqués permiten el aprendizaje y entrenamiento del manejo de la VAD sin poner en riesgo a los pacientes y se considera equivalente al entrenamiento en cadáveres.⁷³

No se debe dejar nunca de lado el hecho de que ningún maniquí es capaz de emular de forma absolutamente fidedigna la anatomía humana.

Todo esto implica que la elección del maniquí o simulador debe ir en función del procedimiento que se desea realizar y los objetivos de aprendizaje preestablecidos. Cabe recalcar que incluso los maniqués del mismo fabricante pueden tener variaciones anatómicas.^{74,75}

Recientemente, se evaluó, por parte de varios otorrinolaringólogos, la fidelidad anatómica de varios maniqués comercializados actualmente. Evaluaron la cavidad nasal, la nasofaringe, la cavidad oral, la orofaringe, la laringe, la tráquea, el esófago y el cuello y concluyeron que había una variación de la fidelidad anatómica en función de cada maniquí.⁷⁶

3.3.1.3. Modelos animales y cadáveres

El entrenamiento basado en cadáveres y modelos animales es lo más cercano a trabajar con pacientes reales. Sin embargo, el acceso a esta forma de entrenamiento está limitado debido al elevado coste y la poca disponibilidad de modelos animales y de cadáveres.

Un estudio reciente sobre cricotiroidotomía en cadáver, concluyó que el entrenamiento en cadáveres proporciona una mayor fidelidad de los tejidos en comparación con los simuladores, especialmente para procedimientos poco frecuentes como es el caso de la cricotiroidotomía.⁷⁷

3.3.2. Habilidades no técnicas

3.3.2.1. Recreación de escenarios en simulación

La simulación pretende recrear o imitar algún escenario clínico con fines de evaluación y capacitación de los alumnos.⁷⁸

Los diferentes escenarios creados para la recreación de situaciones de simulación, permiten orientar a nuevos procedimientos, exponer escenarios clínicos poco comunes y evaluar los conocimientos obtenidos.

3.3.2.2. Debriefing

El "debriefing" puede realizarse después de una crisis real o simulada después de una situación de VAD. Consta de una sesión informativa inicial, la explicación real de la experiencia y el informe. Durante el "debriefing", una persona con formación

específica para ello, discute con los alumnos sobre la situación de crisis. Esto permite a los alumnos entender el proceso de toma de decisiones (modelo mental) y cambiar su práctica clínica para mejorar los resultados de los pacientes. La formación específica del instructor en técnicas de debriefing es fundamental para preservar la seguridad del alumno, ya que un debriefing inapropiado puede ocasionar graves problemas al alumno.

El autoaprendizaje, los debates interactivos, la simulación y el debriefing son herramientas importantes para crear confianza, mejorar el conocimiento clínico a través de la práctica y perfeccionar el trabajo en equipo.⁷⁰

3.4. Limitaciones de la simulación en la vía aérea (VA)

Una de las principales limitaciones de la simulación en la VA, es el coste económico de los maniqués o simuladores y las aulas de habilidades, junto con el mantenimiento de los mismos.⁷⁹

Otra limitación, es el tiempo entre las simulaciones y las sesiones de debriefing entre los profesores y alumnos. Los resultados son mejores cuanto menor es este tiempo.

Las situaciones de formación con simulación deben garantizar que todos los alumnos alcancen los mismos objetivos de aprendizaje sin apenas variación. Esto no es fácil de cumplir, dado que cada alumnado y/o profesor puede generar diferentes situaciones que no siempre se pueden repetir fidedignamente.^{80,81}

4.1. Revisión y actualización bibliográfica

Durante la inducción anestésica, una de las principales responsabilidades del anestesiólogo es el control de la VA, ya que durante dicha inducción el paciente deja de ventilar y desaparecen los mecanismos de protección de la vía aérea. Para ello, dispone de diferentes técnicas y dispositivos.

La intubación orotraqueal es el “patrón de oro” de estas técnicas. Dicha intubación no siempre es fácil. Una intubación se considera difícil cuando la introducción del tubo en la tráquea precisa más de diez minutos o requiere más de 2-3 intentos por personal experto, la utilización de material accesorio al laringoscopio de Macintosh, cambiar de dispositivo o de operador. Aunque la situación de vía aérea difícil no prevista no es habitual (prevalencia 1,8-1,9%)⁸², sí puede llegar a ser complicada de resolver y puede conllevar graves consecuencias para el paciente, como son: la muerte, la isquemia cerebral o miocárdica y el traumatismo de la VA.⁸³

Existen unos parámetros que nos permiten prever las situaciones de intubación difícil, aunque el valor predictivo positivo, de cada uno de ellos por separado, es bajo y ello ha llevado a la combinación de varios de estos factores para mejorar la predictibilidad.⁸⁴

La adquisición de competencias en el manejo de la VA es una parte importante dentro de la formación del anestesiólogo. Para la obtención de las mismas, una de las herramientas a utilizar son los maniqués y simuladores para el manejo de la VA, tanto normal como difícil. Existen maniqués, que simulan diferentes situaciones de mayor o menor dificultad de manejo de la VA, que suelen utilizarse como paso previo a la práctica clínica con pacientes.

Diferentes sociedades de Anestesiología (americana, francesa, canadiense, alemana, catalana e italiana) han publicado guías para la valoración y manejo de la VAD. La que ha tenido más difusión es la de la American Society of Anesthesiologists (ASA).

La ASA publicó en 1993 su primera edición, realizando posteriores revisiones en 2003⁸⁵ y en 2013.⁸⁶ Por primera vez, se incluyó la dificultad que se puede presentar al colocar un dispositivo supraglótico (DSG) y la dificultad en la laringoscopia. Apareció la mascarilla Fastrach® como alternativa en la dificultad en la ventilación además de cómo método de intubación, al igual que como método para facilitar la ventilación convirtiendo una situación de emergencia en una situación controlada. También incluyó los videolaringoscopios como dispositivos a utilizar desde un primer momento ante la sospecha de VAD. Incidió nuevamente en la importancia de la extubación bajo condiciones clínicas favorables. Por último, recomendó fervientemente informar al paciente tanto de las dificultades presentadas como de las consecuencias que acarrearía,

explicando los problemas encontrados y los dispositivos utilizados, registrándolo en la historia clínica del paciente y entregándole una tarjeta informativa.⁸⁶

En estas guías se define la VAD como la situación clínica en la que un anestesiólogo convencionalmente entrenado presenta dificultades para ventilar con mascarilla facial o intubar la tráquea o ambas.⁸⁷ El fallo de intubación y de ventilación tiene una incidencia de 0,01-2 de cada 10.000 casos.⁸⁸

Existe dificultad para ventilar con mascarilla facial cuando se produce sellado inadecuado, escape excesivo de gas y mayor resistencia de entrada y salida de gas. Los factores de riesgo que se han asociado a dificultad para la ventilación con mascarilla facial son: presencia de barba, obesidad (índice de masa corporal $>26 \text{ Kg/m}^2$), falta de dentición, edad > 55 años, historia de roncador.⁸⁹ La presencia de dos o más factores tiene una sensibilidad del 72% y una especificidad del 73%.⁹⁰

Los signos de una inadecuada ventilación son: ausencia de ruidos respiratorios, obstrucción severa e insuflación gástrica en la auscultación, cianosis, descenso de la saturación arterial de oxígeno (saturación $\text{O}_2 < 90\%$), ausencia de CO_2 exhalado y cambios hemodinámicos.⁹¹ La incidencia de dificultad de ventilación con esta definición se encuentra en torno al 5% de la población general.⁹⁰

Unos factores importantes a tener en cuenta en la valoración de la VA son la presencia de signos de obstrucción de la vía aérea superior: estridor inspiratorio, roncus, sibilancias (inspiratorias y espiratorias), disnea, afonía y disfonía, etc.

Existe una escala que permite, combinando criterios objetivos y subjetivos, una aproximación cualitativa y cuantitativa de la complejidad de las intubaciones oro-traqueales: la "Intubation Difficult Scale" (IDS), que crearon Adnet et col. en 1997. Se basaron en siete factores que en la literatura se habían relacionado con situaciones de intubación difícil.⁹²

La escala de IDS suma la puntuación del primer al séptimo parámetro. Si el valor es 0, corresponde a una intubación bajo condiciones ideales, al primer intento, por un único profesional que realiza una única técnica, que intuba sin realizar demasiada fuerza con el laringoscopio y con una exposición completa de la glotis. Un valor entre 1 y 5, indica ligera dificultad y mayor de 5 implica intubación moderada/difícil.

La IDS es una escala objetiva y fiable para determinar si una intubación debe ser considerada como difícil porque evalúa factores vinculados antes y después de la intubación. También presenta sus limitaciones. Algunos componentes tales como la presión laríngea externa son menos relevantes en la laringoscopia indirecta. Sin embargo, hay otros factores que contribuyen a la dificultad de intubación cuando se

usa un videolaringoscopio tales como la introducción del dispositivo entre los dientes del paciente que no están incluidos en la escala. Hay autores que no consideran fácil su aplicación por lo que uso queda limitado en el ejercicio habitual de nuestra profesión.⁹³

PARÁMETROS	VARIABLE	PUNTUACIÓN
Número de intentos >1	N1	Cada intento adicional suma 1 punto
Número de operadores >1	N2	Cada operador adicional suma 1 punto
Número de técnicas alternativas	N3	Cada técnica alternativa suma 1 punto
Grado Cormack-Lehane	N4	Grado I= 0 puntos Grado II= 1 punto Grado III= 2 puntos Grado IV= 3 puntos
Fuerza en la laringoscopia	N5	Normal= 0 puntos Incrementada= 1 punto
Presión laríngea	N6	No aplicada= 0 puntos Aplicada= 1 punto
Posición de las cuerdas vocales	N7	Abducción = 0 puntos Aducción= 1 punto

Se propusieron, por parte de Benumof, dos aplicaciones de esta escala. Por un lado comunicar la dificultad total de intubación de un paciente, y por el otro, investigar el poder predictivo de una variable específica en grupos de pacientes.⁹⁴

La guía de la ASA describe algunos hallazgos “poco tranquilizadores” de la exploración física⁹⁵:

Incisivos superiores largos	Cuello ancho	Cuello corto
Prominencia de los incisivos superiores respecto a los inferiores durante la oclusión dentaria	Paladar muy arqueado o muy estrecho	Úvula no visible cuando el paciente saca la lengua en posición sentada (clase Mallampati superior a II)
El paciente no puede colocar los incisivos inferiores por delante de los superiores durante la protrusión voluntaria de la mandíbula	Espacio mandibular rígido, indurado, ocupado por masa o no elástico	El paciente no puede tocar el tórax con el mentón o no puede extender el cuello
Distancia entre los incisivos superiores e inferiores menor de 3 cm	Distancia tiromentoniana menor de tres dedos	

4.2. Test predictivos de vía aérea difícil (VAD)

Los test predictivos de dificultad en el manejo de la VA en general, fallan en la seguridad; tienden a diagnosticar muchos más casos de los existentes, es decir, tienen un bajo valor predictivo positivo.⁸⁴ Se mencionarán a continuación algunos de los test predictivos más usados con sus respectivas sensibilidades, especificidades y valor predictivo aproximado.

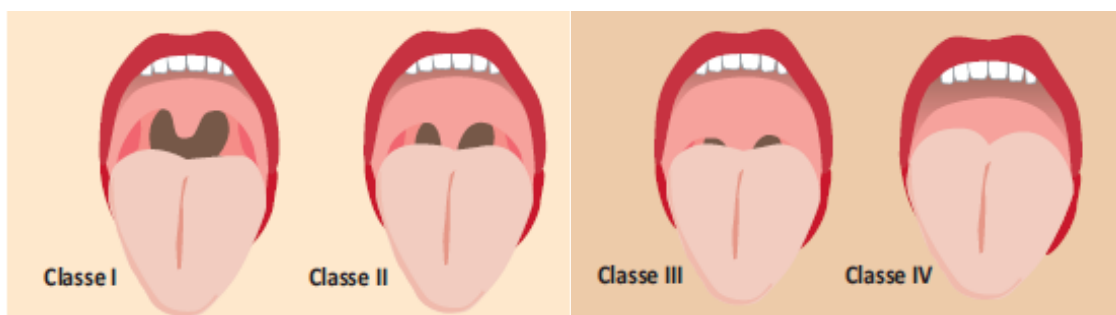
En la predicción de VAD mediante la exploración física del paciente, debemos valorar:

4.2.1. Clasificación de Mallampati modificada por Samsoon y Young

Mallampati describió su clasificación en 1983⁹⁶, que fue modificada en 1987 por Samsoon y Young⁹⁷, quienes añadieron un cuarto grado, en la que solo se visualizaba el paladar duro.

Dicha clasificación valora la visualización de estructuras anatómicas faríngeas y la lengua, con el paciente en posición sentada y la boca completamente abierta. Tiene una sensibilidad de un 60%, especificidad del 70% y valor predictivo positivo del 13%.⁹⁸

Clase	Visualización directa, paciente sentado
Grado I	Paladar blando, fauces, úvula, pilares
Grado II	Paladar blando, fauces, úvula
Grado III	Paladar blando y base úvula
Grado IV	Sólo paladar duro

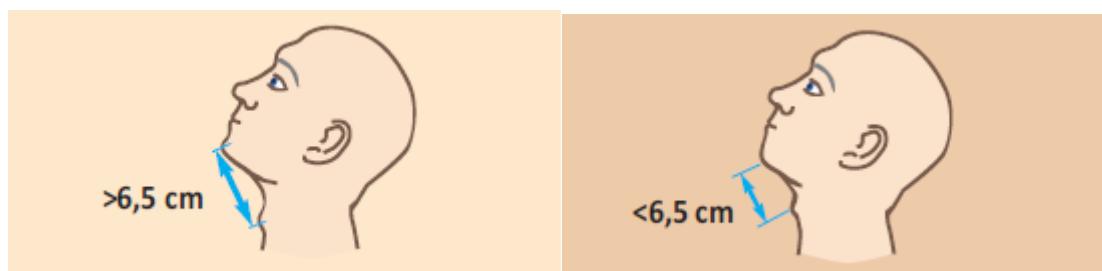


Avaluació preanestèsica via aèria. SEVA (SCARTD)

4.2.2. Distancia tiro-mentoniana o distancia de Patil

La distancia tiro-mentoniana o distancia de Patil es la distancia entre la línea media del mentón y la prominencia del cartílago tiroides con el cuello totalmente extendido. Determina la facilidad de alinear los ejes laríngeo y faríngeo con extensión de la articulación atlanto-occipital. Su longitud normal es de 6,5 cm o tres traveses de dedo. Si la distancia es corta ambos ejes forman un ángulo más agudo, es más dificultoso su alineamiento y hay menos espacio para desplazar la lengua durante la laringoscopia. Sensibilidad alrededor del 60%, especificidad del 65% y valor predictivo positivo de un 15%.⁹⁸

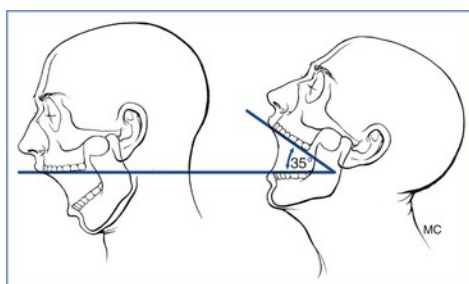
- **Grado I:** Distancia > 6,5 cm. Laringoscopia e intubación orotraqueal sin dificultad.
- **Grado II:** Distancia entre 6,0-6,5 cm. Laringoscopia e intubación orotraqueal con cierta dificultad.
- **Grado III:** Distancia < 6 cm. Intubación orotraqueal muy difícil o imposible.



Avaluació preanestèsica via aèria. SEVA (SCARTD)

4.2.3. Extensión atlanto-occipital

La extensión atlanto-occipital se mide con la cabeza erguida y dirigida hacia delante. Es equivalente al ángulo formado por el plano de la superficie de oclusión dentaria superior estando la cabeza erguida (dirigida hacia delante) y extendida. El ángulo normal es de 35°. Una extensión menor de 30° puede dificultar la posición de "olfateo" para la intubación y limitar la visión laringoscópica.⁹⁸



Bellhouse CP, Dore C. Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intensive Care* 1988; 16:329-37.)

4.2.4. Distancia esterno-mentoniana (Prueba de Savva)

La distancia esterno-mentoniana, tal y como su nombre indica, mide la distancia entre el mentón y la parte superior del esternón. Una distancia $<12,5$ cm se relaciona mayor posibilidad de intubación difícil.⁹⁹

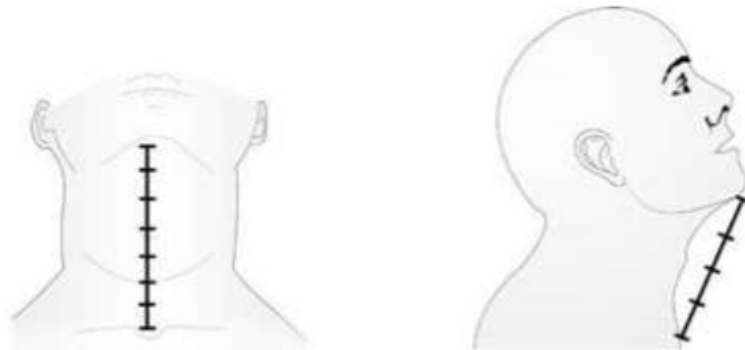


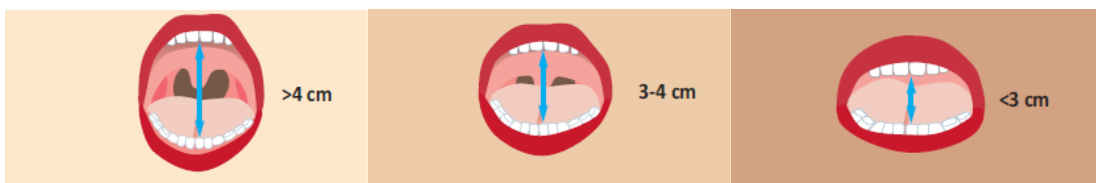
Figura 1-4. Distancia esternomentoniana.

1. Luna, Pastor y Col. EL ABC de la Anestesia. Valoración Preanestesia. Editorial Alfil. México. 2011. Pág. 1-12
2. Grupo CTO. Manual CTO de Medicina y Cirugía. Anestesiología. Visita Preanestesia. Editorial CTO. Madrid. 2014. Pág. 7-16.

4.2.5. Distancia interincisiva (DI) o apertura bucal

La apertura bucal medida mediante la distancia interincisiva determina la posibilidad de poder utilizar o no algunos dispositivos. Su valoración se realiza en 3 grados en función de la apertura bucal. Si el paciente no tiene dientes se medirá la distancia entre la encía superior e inferior a nivel de la línea media.

Si la distancia es < 5 cm, probablemente la laringoscopia sea dificultosa, si la distancia es $< 2,5$ cm, muchos dispositivos supraglóticos (DSG) no se podrán colocar correctamente y por último, si la distancia es $< 1,5$ cm ni tan siquiera se podrá pasar la pala del laringoscopio.



Avaluació preanestèsica via aèria. SEVA (SCARTD)

4.2.6. Protusión mandibular

La protrusión mandibular se valora llevando el mentón lo más hacia adelante posible con la intención de pasar los incisivos inferiores por delante de los superiores. La

sensibilidad de esta prueba es de alrededor de 30%, la especificidad del 85% y el valor predictivo positivo de 9%.⁹⁸

Se definen 3 clases:

- Clase I: Los incisivos inferiores pueden ser llevados más adelante de la arcada dental superior.
- Clase II: Los incisivos inferiores se deslizan hasta el nivel de la dentadura superior, es decir, quedan a la misma altura.
- Clase III: Los incisivos inferiores no se proyectan hacia adelante y no pueden tocar la arcada dentaria superior.



Avaluació preanestèsica via aèria. SEVA (SCARTD)

4.2.7. Capacidad predictiva de los test de la vía aérea difícil (VAD)

A pesar de los múltiples test que existen de predicción de la VAD, ninguno de ellos de forma aislada ofrece una alta sensibilidad, especificidad o valor predictivo positivo para predecir la dificultad de intubación.

En la siguiente tabla se puede observar la capacidad predictiva de los test más comunes:⁹⁸

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)
Mallampati original	42-60	81-89	4-21
Mallampati modificada	65-81	66-82	8-9
Distancia tiro-mentoniana	65-91	81-82	8-15
Distancia esterno-mentoniana	82	89	27
Score de Wilson	42-55	86-92	6-9
Apertura bucal	26-47	94-95	7-25
Protrusión mandibular	17-26	95-96	5-21

La baja capacidad predictiva de cada una de las pruebas por sí sola, ha llevado a que se combinen para mejorar la capacidad de predicción. Este intento de predecir nos lleva a definir diferentes situaciones y algoritmos para el manejo de las mismas como son los algoritmos específicos de manejo de la vía aérea de la ASA. Como consecuencia de estos algoritmos, resulta evidente la conveniencia de tener perfectamente preparado y estandarizado el equipo necesario y de tener la capacitación y la práctica adecuadas para un método de intubación alternativo.

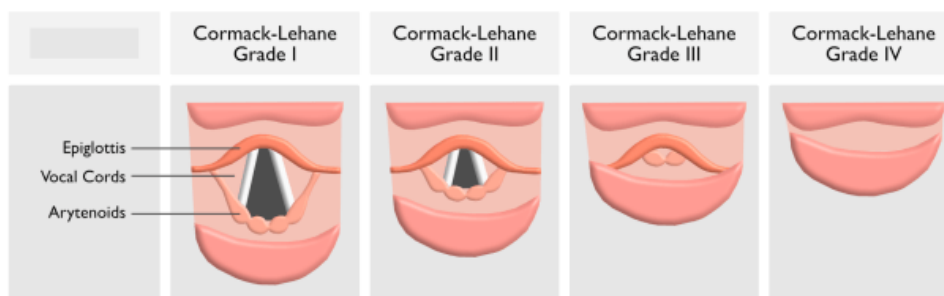
Estos algoritmos fueron diseñados específicamente para la intubación del paciente anestesiado o que va a ser anestesiado y sometido a una intervención quirúrgica y tiene algunas limitaciones evidentes para aplicarlos al paciente crítico. Estas limitaciones están derivadas de que el paciente crítico se encuentra frecuentemente en una situación que hace imposible volver atrás posponiendo el procedimiento quirúrgico y despertando al paciente, además de que probablemente va a necesitar soporte ventilatorio durante un tiempo prolongado.

4.3. Clasificación Cormack-Lehane

La clasificación de Cormack-Lehane valora el grado de visión laringoscópica de la glotis que se asocia a una menor o mayor dificultad para la intubación orotraqueal, una vez el paciente ya está anestesiado, según las estructuras anatómicas que se visualicen.⁹⁹

Dicha clasificación contempla 4 grados:

- **Grado I.** Se observa el anillo glótico en su totalidad (intubación muy fácil)
- **Grado II.** Sólo se observa la comisura o mitad posterior del anillo glótico (cierto grado de dificultad)
- **Grado III.** Sólo se observa la epiglotis sin visualizar orificio glótico (intubación muy difícil pero posible)
- **Grado IV.** Imposibilidad para visualizar incluso la epiglotis (intubación sólo posible con técnicas especiales)



Airway management. MD Nexus.

4.4. Dispositivos para el manejo de la vía aérea (VA)

4.4.1. Dispositivos para ventilar

4.4.1.1. Mascarilla facial (MF) o buco-nasal

La mascarilla facial permite administrar oxígeno a pacientes que no respiran o que no lo hacen de forma adecuada, a través de la aplicación de presión positiva intermitente de ventilación mediante un resucitador manual y una mascarilla que sella la boca y la nariz. Debe ser de material transparente para permitir la evaluación del color de los labios y la visualización de vómitos, sangre o cualquier otro cuerpo extraño en las vías aéreas.

Sus objetivos son:

- Proporcionar al paciente la oxigenación adecuada, en situaciones de emergencia
- Mantener una ventilación adecuada
- Proporcionar el tiempo necesario al personal sanitario para realizar una intubación de forma segura



4.4.1.2. Cánula orofaríngea. Tubo de Guedel

La cánula de Guedel o tubo de Mayo es un simple tubo curvo y semirrígido de material plástico que, introducido en la boca del paciente, mantiene abierta la VA, impidiendo que la lengua y la musculatura faríngea obstruyan el paso del aire. Fue descrito por primera vez en 1933.¹⁰⁰



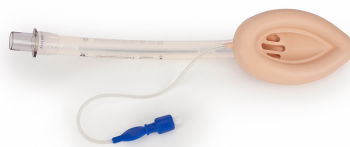
4.4.2. Dispositivos Supraglóticos (DSG) de 1ª generación: Mascarilla laríngea clásica (cLMA) y todas las Mascarillas laríngeas (ML) standard, Cobra, Cobra plus

4.4.2.1. Mascarilla laríngea clásica (cLMA)

La cLMA fue diseñada en 1981 por el Dr. Archie Brain como un nuevo recurso, ya que permitía ventilar a un paciente mediante el sellado neumático peri-laríngeo, sin aislar la VA superior.¹⁰¹ En 1991 fue aprobada en EEUU por la Federación de Drogas y Alimentos (FDA).

En la revisión del algoritmo de manejo de la vía aérea de la ASA en 2003, recomienda el uso de este DSG tras una ventilación con mascarilla facial inadecuada o dificultosa.⁸⁹

Como complicaciones tras una inserción dificultosa se describen: dolor de garganta, afonía, lesión úvula y pilares laríngeos. La complicación más grave sería la aspiración del contenido gástrico.¹⁰²



4.4.2.2. Cobra (Cobra Perylaryngeal Airway)

Cobra es un DSG de un solo uso, de polivinilo y sin látex. Diseñado para ser colocado en la hipo-faringe, sobre la entrada de la glotis. Tiene un tubo de VA ancho para mayor paso de flujo aéreo. En la parte proximal tiene un conector de 15mm y en la distal un agujero, rodeado por un diseño en forma de cabeza de cobra, y por encima un balón en forma de anillo que al hincharse desplaza la lengua anteriormente. Existen pocas publicaciones, y está cuestionado el riesgo de aspiración.¹⁰³

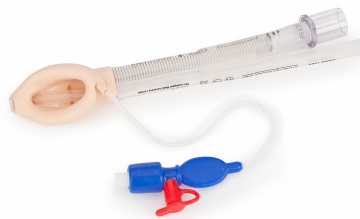


4.4.3. DSG de 2ª generación: ML Proseal, ML Supreme, I-Gel, AuraGain, SLIPA

Estos DSG incorporan características para mejorar la seguridad y proteger contra la regurgitación y aspiración, ya que tienen mejor sellado e incorporan un canal gástrico.

4.4.3.1. ML Proseal (PLMA)

La ML Proseal fue creada también por el Dr. Archie Brain en el año 2000¹⁰⁴, es un DSG que ofrece un mejor sellado de la VA y dispone de un canal gástrico, que va paralelo al tubo de la VA y presenta una apertura distal que, si la PLMA está bien colocada, debería contactar con el esfínter esofágico superior, permitiendo el aspirado de la cavidad gástrica. Disminuye el riesgo de bronco-aspiración. La intubación a través de la PLMA ofrece dificultades.



4.4.3.2. ML Supreme (SLMA)

La ML Supreme, creada en 2007 por el Dr. Archie Brain, aporta mejoras respecto a la PLMA. Es desechable y posee un mango de introducción semi-rígido que confiere mayor estabilidad en orofaringe. Incorpora un protector para evitar mordiscos. Tiene el extremo distal reforzado para evitar el doblez que puede ocurrir durante la inserción. No está recomendada como medio de intubación.^{105,106}



4.4.3.3. I-Gel

I-gel es un DSG de segunda generación que se empezó a comercializar en 2007. Se caracteriza por su facilidad de inserción y porque no necesita hinchado. Además, permite la introducción de un tubo orotraqueal a través del mismo y desde el 2012 está indicado como dispositivo de rescate en el manejo de la VAD, ya que se puede intubar a su través mediante un fibrobroncoscopio.¹⁰⁷



4.4.3.4. AuraGain

AuraGain es un DSG de segunda generación de un solo uso con una curvatura anatómica que permite una rápida inserción. Es una modificación de AuraTM. Dispone de un canal gástrico y puede utilizarse como conducto para la intubación traqueal guiada con fibrobroncoscopio.¹⁰⁸

Está fabricada en PVC y libre de látex. La misma tiene un manguito que garantiza altas presiones de sellado (hasta 40 cmH₂O), un bloque mordedor que evita las oclusiones ante mordidas del paciente, y marcas de profundidad para ayudar a un posicionamiento correcto. Presenta además marcas de navegación para uso de fibrobroncoscopio. Se puede usar para resonancia magnética.¹⁰⁹



4.4.3.5. SLIPA

El dispositivo SLIPA (Streamlined Liner of the Pharynx Airway) tiene forma de pala, su diseño anatómico y mango rígido le permiten ajustarse a la faringe permitiendo un sellado adecuado de la VA sin necesidad de globo. Entre sus ventajas destaca: fácil

colocación, curva de aprendizaje corta, no contiene látex, no lesiona los nervios recurrentes laríngeo e hipogloso y evita que la epiglotis ocluya la VA. Se ha demostrado, en diferentes estudios, que permite la ventilación con presión positiva, con mínima fuga y disminuye de manera significativa el riesgo de bronco-aspiración, ya que tiene un receptáculo que retiene el material regurgitado, el cual puede contener hasta 50 mL.^{110, 111, 112}



4.4.4. DSG de 3ª generación: Baska Mask, Air-Q SP

Estos dispositivos no presentan manguito para hinchar la cazoleta y mantienen la presión de auto-sellado a través de la propia ventilación autopresurizable.¹¹³

4.4.4.1. Baska Mask

Baska Mask es un DSG de 3ª generación que proporciona acceso independiente al tracto respiratorio y digestivo (canal de succión directo o posibilidad de paso de SNG). Al ser totalmente de silicona se adapta completamente a la anatomía del paciente. Presenta un manguito no hinchable, que se diferencia de los previos en que se continúa con el canal central de ventilación. Está diseñado de manera que el manguito se “*auto-hincha*” a medida que aumenta la presión con la ventilación mecánica. Este método de auto-hinchado por ventilación permite altas presiones de sellado. Su porción dorsal está diseñada de manera que dirige las secreciones oro-faríngeas a los canales laterales, que se pueden conectar a un sistema de aspiración.^{114, 115}



4.4.4.2. Air-Q SP

Air-Q SP fue creada en 2011 como evolución de la Air-Q. La diferencia con la mascarilla Air-Q original es que no se ha de hinchar. La presión en el manguito es auto-regulable

porque incorpora una amplia apertura entre la unión del tubo de VA y el manguito, permitiendo la comunicación entre ellos para auto-presurizar el manguito durante la ventilación con presión positiva. A medida que se eleva la presión en el tubo de la VA durante la ventilación con presión positiva o la aplicación de PEEP, el manguito se presuriza de forma simultánea y en igual cantidad, lo cual mejora el sellado del manguito. Permite la intubación a su través.¹¹³



4.4.5. Dispositivos supraglóticos para intubación

Estos DSG permiten la intubación a su través mediante el paso de un tubo orotraqueal.

4.4.5.1. ML Fastrach

Fastrach es un tipo avanzado de ML, diseñado por el Dr. Archie Brain en 1997 para facilitar la intubación traqueal, permitiendo su inserción con una sola mano en cualquier posición, sin mover la cabeza y cuello de la posición neutra. Tiene un tubo rígido a través del cual se puede insertar un tubo de silicona anillado y con neumotaponamiento que permite asegurar la VA del paciente. Una vez insertada frente a la glotis y conseguida la ventilación del paciente se introduce el tubo orotraqueal. Posteriormente, se retira la ML manteniendo el tubo en posición, con un alargador del tubo traqueal diseñado especialmente para eso, de modo de que al sacar la máscara el tubo se mantenga en la tráquea. La intubación se realiza a ciegas y se verifica la posición correcta del tubo mediante la observación de los movimientos torácicos, la auscultación y la medición de CO₂ espirado. Existe en versiones reutilizable y desechable. El éxito de la intubación a ciegas es de 70-90%.¹¹⁶



4.4.5.2. ML C-Trach

ML C-Trach se comercializó en España desde el año 2005 hasta el 2018. Es una variedad de la mascarilla laríngea Fastrach, con una cámara incorporada que permite, una vez que se ha introducido en la hipofaringe, colocar un monitor en la parte externa de la mascarilla y así poder realizar la introducción del tubo orotraqueal bajo visión directa.

Esta mascarilla tiene la ventaja de poder realizar todas las maniobras de acomodación de la ML bajo visión directa y con ello conseguir una mayor seguridad en la intubación.^{117, 103}



4.4.5.3. Air-Q o Air-Q SP

AIR-Q es un DSG con un diseño innovador y manejo similar a la máscara laríngea. Permite realizar la intubación a su través tanto a ciegas como mediante el fibrobroncoscopio. Actualmente la han mejorado a la Air-Q SP.¹¹⁸



4.4.6. Bloqueadores esofágicos

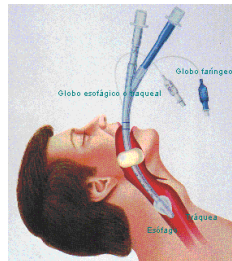
Inicialmente fueron diseñados para el manejo de la VA urgente y para emergencias extra-hospitalarias, para su utilización por personal poco entrenado en intubación orotraqueal.

4.4.6.1. *Combitubo o Combitube*

Combitube es un tubo esófago-traqueal diseñado para su uso en vías aéreas dificultosas y en situaciones de emergencia. En 1987, Frass lo describió como dispositivo para manejo de la VA en medicina de urgencias.¹¹⁹

Puede colocarse sin laringoscopio, y por lo general se introduce en esófago. Tiene dos manguitos: un distal de bajo volumen y uno proximal más grande, que ocluye la orofaringe.

Si se coloca en la tráquea, la ventilación se realiza a través del lumen distal como si fuera un tubo oro-traqueal. Si se coloca en esófago (lo más frecuente), la ventilación se consigue a través de los orificios proximales por encima del manguito distal, por lo que, en esta situación, se deben hinchar ambos manguitos, para evitar el escape de aire de esófago a orofaringe.¹²⁰



4.4.6.2. *Easy-tube*

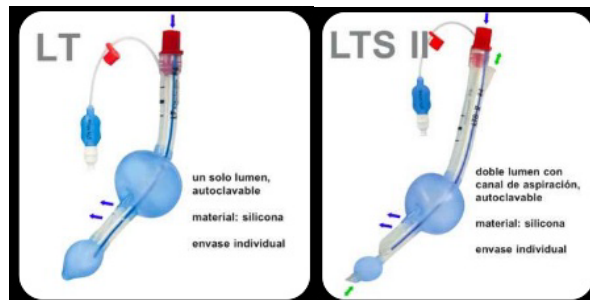
Easy-tube es un DSG parecido al Combitubo, de polivinilo, sin látex y de doble luz. Permite la ventilación tanto en posición esofágica como traqueal. La apertura faríngea está diseñada para permitir el paso de un fibrobroncoscopio o sonda de aspiración. Se diferencia del Combitubo en que la luz distal está diseñada como un tubo oro-traqueal, incluyendo el agujero de Murphy. Se puede insertar a ciegas, pero mejor con el laringoscopio.¹⁰³



4.4.6.3. *Tubo laríngeo*

El Tubo laríngeo es un DSG de una sola luz con dos balones, faríngeo y esofágico. El actual Tubo Laríngeo Sonda (TLS 2001) tiene un único canal de inflado común para los dos balones y una luz interna por la que se permite el drenaje del estómago. Para su

inserción se coloca al paciente en posición neutra o de olfateo y se introduce por la línea media, deslizándolo por la base de la lengua hasta colocarlo en hipo-faringe, quedando las marcas negras transversales del tubo a nivel de los dientes.^{121,122} Actualmente está comercializado el TLS II con modificaciones en el balón esofágico.



4.4.6.4. Paxpress

Paxpress es un DSG compuesto por un tubo de PVC con conector universal de 15 mm en la zona proximal y una dilatación en su extremo distal en el que existe una ventana de unos 3,5 cm de largo, la cual, una vez colocado el dispositivo, queda enfrentada a la entrada de la laringe. Distalmente a la ventana existe una porción triangular con estriaciones a modo de branquias que queda situada a nivel de hipo-faringe. En la zona donde el tubo de PVC se une a la dilatación existe un balón que quedará alojado en la orofaringe y que una vez inflado (30-60 cc) taponará la orofaringe impidiendo fugas de aire en sentido retrógrado. Se puede pasar a su través un tubo orofaríngeo de hasta 7,5 mm de diámetro interno. Para su colocación se realiza una tracción mandibular con la mano dominante y se introduce el dispositivo ejerciendo una ligera presión sobre el paladar blando, deslizándolo hasta que notamos cierta resistencia. En este momento se infla el balón y se ventila para descartar fugas.¹²³



4.4.7. Dispositivos para la intubación traqueal

4.4.7.1. *Laringoscopios (L)*

4.4.7.1.1. L. de Macintosh

El laringoscopio de Macintosh es el dispositivo para intubación traqueal más utilizado en nuestro medio. Consta de un mango en el que se alojan las baterías y una pala. La pala tiene una curva suave y continua de lado a lado. Se avanza la punta de la hoja curva hacia el espacio entra la base de la lengua y la superficie faríngea de la epiglotis. Al mover la hoja hacia delante y arriba se hace posible estirar el ligamento glosopiglótico y en consecuencia elevar la epiglotis para exponer la abertura glótica.¹²⁴



4.4.7.1.2. L. de Miller

El laringoscopio de Miller es un dispositivo similar al anterior pero con una pala diferente. La pala tiene una forma recta de forma que la punta de la pala se pasa bajo la superficie laríngea de la epiglotis (se comprime la lengua y eleva la epiglotis directamente con la hoja levantada) para exponer la abertura glótica.¹²⁴ Habitualmente se usa en niños ya que la epiglotis de los niños tiene más forma de “U” comparada con la plana de los adultos, es más larga en relación al tamaño glótico y está menos en línea con la tráquea y puede estar a nivel de la abertura glótica.^{125,126}



4.4.7.1.3. L. de McCoy

En 1993 McCoy presenta este laringoscopio con un tipo de pala que consiste en una modificación de la pala curva de Macintosh con los últimos 25mm del extremo distal

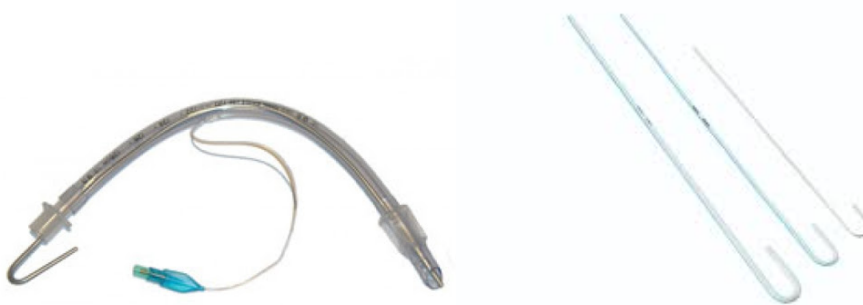
articulables. Mediante una palanca situada en la parte posterior del mango se produce una angulación del extremo distal que permite elevar la epiglotis, mejorar la visualización glótica y disminuir la fuerza aplicada.^{127,128}



4.4.7.2. Estiletes y guías

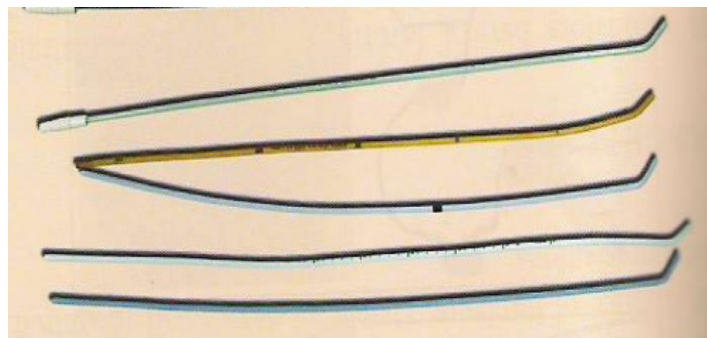
4.4.7.2.1. Estiletes

Los estiletes son dispositivos trans-glóticos maleables. Mediante la inserción de los mismos en el interior de los tubos traqueales permiten que éstos mantengan una forma determinada.



4.4.7.2.2. "Gum elastic bougie" o introductor de Eschmann

"Gum elastic bougie" o introductor de Eschmann es una guía flexible y alargada de 60 cm de longitud. Los 2,5 cm distales presentan una angulación de 35° que permite dirigir la punta para salvar obstáculos con movimientos de rotación. Se inserta mediante laringoscopia directa.¹²⁹



4.4.7.2.3. Guía de Frova

La guía de Frova mide unos 60 cm de longitud. Tiene una luz interior por la que transcurre un fiador metálico maleable. Este fiador se extrae una vez que el dispositivo se ha introducido en la tráquea. Al ser hueco permite aportar oxígeno al paciente y controlar la correcta colocación del dispositivo mediante capnografía.¹³⁰



4.4.7.3. Videolaringoscopios (VDL)

4.4.7.3.1. VDL Mc Grath®

El VDL Mc Grath es un dispositivo portátil sin cables externos que proporciona una visión clara de las cuerdas vocales durante la intubación. Una pequeña cámara con fuente de luz se localiza en la punta de la pala y proporciona una imagen clara de las cuerdas vocales. La punta de la pala se cubre con una funda de un solo uso que tiene diferentes tamaños.¹³¹ No se comercializa en la actualidad.



4.4.7.3.2. Airtraq®

Airtraq es un laringoscopio óptico de un solo uso. Posee dos canales paralelos, uno que hace de guía para la inserción del tubo traqueal y otro que termina en una lente distal. La imagen se transmite por una combinación de lentes. Se puede visualizar la imagen en cualquier cámara de quirófano o en el móvil mediante una aplicación (Airtraq mobile app).¹³²



4.4.7.3.3. Glidescope®

Glidescope es un VDL que consiste en una pala y un mango en una sola pieza que son similares a un laringoscopio convencional. En la parte distal de la pala se inserta una videocámara digital de alta resolución junto con dos fuentes de luz. La imagen captada se muestra en un monitor LCD en color con pantalla de 7 pulgadas. El diseño de la pala se diferencia de un laringoscopio convencional en que no es desmontable, tiene una anchura máxima de 18 mm, en cualquier lugar de la pala y tiene una curvatura de 60° en la punta. El monitor posee una plataforma portátil con ruedas que lo hace fácilmente transportable.¹⁰² Existe una versión portátil.



4.4.7.3.4. VDL King Vision®

King Vision es un VDL asequible, resistente y portátil, que está diseñado para la laringoscopia indirecta, tanto para las intubaciones traqueales difíciles como para las intubaciones rutinarias. Es eficaz para la mayoría de los pacientes adultos, puesto que se puede usar con aperturas bucales de al menos 13 mm. Ofrece una visión inmediata y clara de las cuerdas vocales lo cual facilita una intubación más precisa y reduce al mínimo la manipulación de los tejidos blandos. Se comercializan dos tipos de palas: una Con Canal (el canal integrado en la pala sirve para guiar la colocación del tubo orotraqueal) y otra Sin Canal (en este caso, la intubación orotraqueal (IOT) se facilita si en el TOT se introduce algún tipo de dispositivo trans-glótico independiente para guiar su colocación). Las palas son desechables.¹³³



4.4.7.3.5. VDL V Mac & C Mac (Storz®)

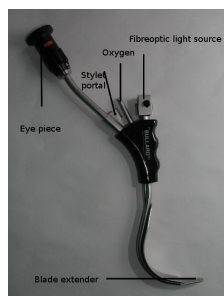
El VDL V Mac & C Mac es un videolaringoscopio con pala y mango de apariencia y curvatura similar al laringoscopio de Macintosh. La pala contiene una fuente de luz y un cable de fibra óptica para captar las imágenes. Todo ello se conecta a un monitor para poder visualizar la imagen. Hay palas de tamaño pediátrico.

La pala D-BLADE puede ser acoplada al sistema C-MAC. Tiene forma de media luna con una angulación de 40° que comprime menos el espacio sub-mandibular, no requiere traccionar la mandíbula, ejerce una menor presión en la vallécula y otorga una visión óptima de la glotis. Estas características hacen que la pala D-BLADE sea muy útil en pacientes con inmovilidad cervical, con apertura bucal limitada, en glotis anterior y en pacientes con mala movilidad submandibular.¹³⁴



4.4.7.3.6. VDL Bullard®

El VDL Bullard consiste en una hoja metálica en forma de “L”. De la parte distal de dicha hoja sale la fuente de luz, la lente óptica y un canal para aspirar o administrar oxígeno.¹³⁵



4.4.7.3.7. VDL Pentax-AWS®

Pentax-AWS® es un VDL que se introdujo en 2006. Tiene canal para la colocación del tubo traqueal y la pala es desechable.¹³⁶



4.4.7.3.8. VDL VividTrac®

VividTrac® es un videolaringoscopio con canal desechable con interfaz USB que es "Open System", con lo que permite trabajar con cualquier sistema operativo.¹³⁷



4.4.7.3.9. VDL Truview EVO2®

Truview EVO2® es un sistema de intubación con visión directa compatible con todas las cámaras endoscópicas, permite el aporte de O₂ al paciente durante la intubación, consta de un sistema de fibra óptica y no requiere fungibles.¹³⁸



4.4.7.3.10. TotalTrack-VLM®

TotalTrack-VLM® es un vídeo-máscara laríngea que permite intubar y ventilar al paciente con visión directa a través de una cámara. Permite ver lo que sucede en el interior de la glotis del paciente, visualizar sus cuerdas vocales, comprobar la ventilación antes de la relajación muscular, insertar un tubo a través de las cuerdas vocales en el momento en el que sea necesario, así como poder retirar el tubo una vez confirmado que el paciente ventila correctamente. Al mismo tiempo, es capaz de aspirar las secreciones de laringe y gástricas.¹³⁹



4.4.7.4. Fibrobroncoscopio (FOB)

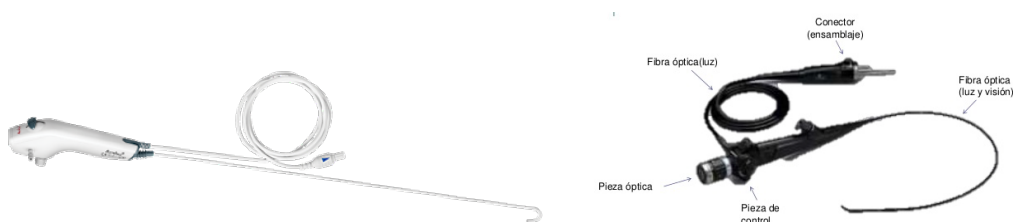
4.4.7.4.1. Fibrobroncoscopio flexible

La introducción del fibrobroncoscopio flexible en el campo de la Anestesiología se produjo en el año 1967. Se utiliza en casos en los que la laringoscopia es peligrosa, inadecuada o imposible, ya que permite practicar con el paciente despierto y bajo visión directa una rápida, suave y atraumática intubación traqueal, incluso en los casos que existan importantes alteraciones anatómicas. También está indicado en casos de intubación fallida en pacientes con ventilación adecuada según las guías de la ASA.^{85,86}

Es la técnica de elección en pacientes con VAD, con una elevada tasa de éxito (87-100%).

Se puede realizar tanto una intubación orotraqueal, mediante una cánula oral, como naso-traqueal. La vía nasal tiene como ventaja que tras pasar la nasofaringe queda más alineado con la glotis que la vía oral.¹⁴⁰

Existen FOB tanto desechables como reutilizables. Ambos pueden tener un canal de trabajo para instilación de fármacos o para la aspiración de secreciones.



4.4.7.5. Cricotiroidotomía

La cricotiroidotomía es una técnica que se utiliza en casos de emergencia. Consiste en la realización de una incisión a través de la piel y la membrana crico-tiroidea para introducir un tubo en la tráquea para oxigenar, ventilar y asegurar la VA de un paciente durante ciertas situaciones de emergencia, como una obstrucción de la VA por un objeto extraño o un proceso inflamatorio, un paciente que no sea capaz de respirar adecuadamente por su cuenta, o en casos de traumatismo facial grave que impidan la inserción de un tubo orotraqueal a través de la boca.

Existen 3 técnicas: punción con aguja, percutánea o quirúrgica.^{141,142}

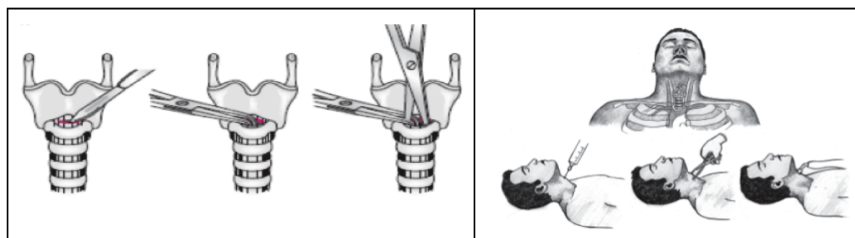
4.4.7.5.1. Cricotiroidotomía con aguja

Se realiza introduciendo una aguja de calibre 14 G, conectada a una jeringa, en el tercio inferior y línea media de la membrana crico-tiroidea con un ángulo caudal de 45° para no dañar las cuerdas vocales. Tras aspirar aire se introduce el catéter. El escaso calibre de la vía obtenida requiere utilizar un sistema de ventilación jet percutáneo trans-traqueal de alta presión o de alto flujo. Esta técnica es transitoria, y permite oxigenar al paciente hasta establecer otra técnica más definitiva.¹⁴¹

4.4.7.5.2. Cricotiroidotomía quirúrgica por incisión o en cuatro pasos

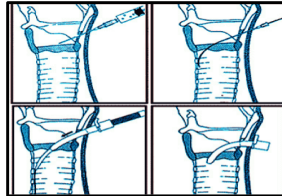
El procedimiento se basa en identificar el espacio crico-tiroideo, hacer un corte horizontal con bisturí hasta la luz laríngea, dilatar el orificio con una pinza de Trousseau o con un mango de bisturí e introducir un tubo traqueal con balón.

La cricotiroidotomía quirúrgica por incisión permite el uso de cánulas de mayor diámetro con balón y ventilar con mayor efectividad, pero presenta mayor riesgo de lesión de vasos tiroideos.¹⁴¹



4.4.7.5.3. Cricotiroidotomía quirúrgica por punción-percutánea

La cricotiroidotomía percutánea permite un aprendizaje fácil de una técnica invasiva de la vía aérea con menor riesgo de lesión de los vasos tiroideos. Existen numerosos sets de cricotiroidotomía percutánea en el mercado.



Sets cricotiroidotomía comercializados:

- **SET DE MELKER® (COOK):** La cánula se introduce montada sobre el dilatador y la guía. Permite ventilar con un circuito anestésico habitual. Los sets con cánulas de 3.5 mm de diámetro interno, precisan ventilación con jet.



- **MINI-TRACH®II (Portex®):** Está compuesto por un catéter de 4,0 mm de diámetro interno que se introduce en la tráquea mediante técnica de Seldinger.



- **PERTRACH KIT® . PULMODINE.**



- *QUICKTRACH*[®] (VBM Medizintechnik). compuesto por una cánula de 4 mm de diámetro interno. Se inserta directamente a través de la membrana crico-tiroidea.



- *PORTEX*[®] Set de Cricotiroidotomía (Smiths Medical). Contiene un tubo con balón de 6 mm. de diámetro interno.



4.4.7.6. Traqueostomía

4.4.7.6.1. Traqueostomía percutánea^{143,144,145,146}

La traqueostomía percutánea se realiza bajo anestesia general con relajación neuromuscular, cuello hiper-extendido, con visualización fibrobronoscópica del interior de la tráquea para su control y, si es posible, se comprueba mediante ecografía la localización y la existencia de vasos pre-traqueales en la zona de punción. La traqueostomía se realiza entre el segundo y tercer cartílago traqueal.

Se puede usar tanto la técnica de Ciaglia como la de Griggs.

Se reserva fundamentalmente para pacientes que no se consiguen destetar de la ventilación mecánica. El momento de su realización (precoz versus tardía) sigue siendo un tema controvertido.^{147,148} No se considera una técnica de elección inicial en situaciones en las que no se puede ventilar ni intubar a un paciente.^{148,149}

4.4.7.6.2. Traqueostomía quirúrgica¹⁵⁰

La traqueostomía quirúrgica implica la incisión y disección de los tejidos blandos que hay sobre la tráquea, sobre segundo o tercer anillo, con la posterior retirada de la cara anterior de un anillo traqueal (o creación de una especie de solapa) para introducir la cánula de traqueotomía y su posterior fijación.

Tradicionalmente se ha empleado en el tratamiento de la obstrucción de la VA superior, aunque hoy en día se emplea fundamentalmente en pacientes con destete complicado de la ventilación mecánica y que no son candidatos a traqueostomía percutánea o bien durante cirugías de cabeza y cuello.

4.5. Manejo de la vía aérea difícil (VAD)

4.5.1. Introducción

La vía aérea difícil (VAD) es uno de los mayores retos del anestesiólogo y su manejo una de las mayores exigencias que conlleva al presentar, en caso de no lograr su control, un riesgo vital para el paciente.

La incapacidad de manejar con éxito una VAD es responsable de 600 muertes anuales y del 30% de las muertes atribuibles a la anestesia.¹⁵¹

Hay múltiples guías y algoritmos que recomiendan planes y estrategias para preservar la seguridad del paciente en situaciones de VAD, ya sea prevista o inesperada. No existen algoritmos ni normas universales, por lo que las guías sólo son recomendaciones básicas y no estándares absolutos.¹⁵²

Las versiones más actualizadas de las guías ASA (2013) y la DAS (2015) son las más usadas generalmente.^{86,153}

La más reciente es la guía de la DAS (Difficult Airway Society) 2015, que proporciona una estrategia en el manejo de la intubación orotraqueal en una vía aérea difícil no prevista. Estas guías están fundamentadas en la evidencia publicada y se han formulado en función de las opiniones de múltiples miembros de la DAS y se han basado en la opinión de expertos.¹⁵³

La práctica clínica ha cambiado y han aparecido nuevos fármacos y nuevos dispositivos para el manejo de la VA, como son los videolaringoscopios. Además, se ha extendido la duración de la apnea sin desaturación si previamente se ha preoxigenado correctamente y se ha dado importancia a la optimización de la colocación del paciente. Con todas estas variantes, la DAS 2015 ha creado un solo algoritmo

simplificado para las dificultades no anticipadas y para la intubación de secuencia rápida.¹⁵³

Se recomienda limitar en lo posible las intervenciones, y que las técnicas "a ciegas" usando un "bougie" o a través de DSG sean reemplazadas por intubación guiada con dispositivos con video o con fibra óptica.

Debemos tener claro que en situaciones de estrés, el procesamiento cognitivo y las habilidades motoras se deterioran.¹⁵⁴ Se consideraron aspectos de los factores humanos que pudieran haber contribuido a los resultados adversos en 40% de los casos reportados en el informe NAP4. Un análisis más profundo de un subgrupo de pacientes identificó la influencia de factores humanos en cada caso. Flin y colaboradores identificaron elementos latentes (mala comunicación, poco entrenamiento, pobre trabajo en equipo, deficiencias en el equipamiento, y sistemas y procesos inadecuados) que predispusieron a perder la conciencia de la situación y que llevó a una mala toma de decisiones, como precursor de la generación de errores.¹⁵⁵

Es muy importante la valoración preoperatoria de la VA, para anticiparse a los potenciales problemas que puedan aparecer y para tener preparadas ciertas estrategias para disminuir los posibles/probables resultados adversos.¹⁵²

La actualización de las guías de VAD de la DAS de 2015 aplica mucho de lo aprendido con "the 4th National Audit Project" (NAP4) sobre complicaciones mayores en el manejo de la VA, proporcionando una serie secuencial de planes de actuación que pueden ser utilizados cuando la intubación traqueal fracasa, en las que se prioriza la oxigenación del paciente, limitando el número de abordajes sobre la VA con el fin de minimizar el trauma y las complicaciones. Además, existen diferentes pautas para el manejo de la vía aérea difícil en Anestesia Pediátrica, Anestesia Obstétrica y para la Extubación.¹⁵³

4.5.2. Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil (VAD)

4.5.2.1. Valoración preoperatoria

La valoración preoperatoria implica la predicción de la dificultad en el manejo de la VA. Por ello, se debe realizar una valoración preoperatoria de forma rutinaria para identificar los factores que nos podrían conllevar problemas en la ventilación con mascarilla facial, la inserción de un DSG, la laringoscopia, la intubación orotraqueal o el acceso quirúrgico.¹⁵⁶

Una de las recomendaciones de las guías DAS 2015 es que debe asegurarse que todo el personal implicado en el manejo de la VA esté familiarizado con los equipos y técnicas que se describen en ellas, lo que puede requerir la adquisición de nuevas habilidades y la práctica regular, incluso para los anesthesiólogos “*experimentados*”.

Como ya se ha comentado previamente, existen unos parámetros que nos permiten prever las situaciones de intubación difícil, aunque el valor predictivo positivo, de cada uno de ellos por separado, es bajo y ello ha llevado a la combinación de varios de estos factores para mejorar la predictibilidad.^{157,158,159,160}

En noviembre de 2019, la SCARTD (Societat Catalana d’Anestesiologia, Reanimació i Tractament del Dolor), publicó unas recomendaciones para la evaluación y el manejo de la VAD prevista y no prevista. En ellas describen la valoración de la VA simplificando los parámetros evaluados por diferentes estudios y guías y resumen la clasificación en tres categorías:¹⁶¹

-Vía aérea difícil evidente o conocida (si cumple una de estas condiciones):

- a) Antecedentes de VAD, si persisten los criterios y factores causantes (100%)
- b) Presencia de criterios evidentes de dificultad como deformidades o traumatismos cérvico-faciales (100%)
- c) Presencia de cualquiera de estos criterios de dificultad, comunes a todas las técnicas de gestión de la VA:
 - Distancia interdental < 3cm (100%)
 - Movilidad del cuello <80° (94,3%)
 - Irradiación cérvico-facial causando alteraciones de la plasticidad tisular (94,3%)
 - Patología obstructiva o deformación de la VA (100%)
- d) Presencia de más de 3 criterios o patologías de alto riesgo de dificultad (100%)

-VA potencialmente difícil, la probabilidad de dificultad aumenta con el número y la gravedad de los criterios de riesgo presentes. Si el paciente presenta uno o varios criterios de dificultad de ventilación e intubación, pero estos no son concluyentes, es necesario considerar individualmente otros factores o criterios de seguridad para planificar el manejo:

- a) Condiciones del paciente: riesgo de bronco-aspiración, baja tolerancia de apnea, falta de colaboración, situación de emergencia (100%)
- b) Experiencia del anesthesiólogo en técnicas habituales y de rescate (100%)

c) Factores del entorno: material y ayuda disponibles (100%)

-VA sin dificultad prevista: Pacientes que no presentan criterios de alto riesgo y menos de 3 criterios menores relacionados con la VAD (88,6%)

También es muy importante en el manejo de la VAD la evaluación del riesgo de bronco-aspiración. Se deben adoptar medidas antes de la cirugía para reducir el volumen y el pH del contenido gástrico, tanto mediante el ayuno preoperatorio como con fármacos. En casos de pacientes con un importante retraso del vaciamiento gástrico o con obstrucción intestinal debe considerarse la colocación de una sonda nasogástrica para minimizar el volumen gástrico residual.

4.5.2.2. Preparación previa a la inducción anestésica

Una postura óptima del paciente maximiza la probabilidad de éxito y minimiza el número de intentos. La posición de "olfateo" (flexión cervical ligera con la cabeza en hiperextensión) es la más frecuentemente utilizada. La posición "en rampa" (alineación horizontal del conducto auditivo externo con la horquilla supra-esternal) es necesaria para pacientes obesos. Ambas posiciones optimizan la permeabilidad de la VA, la mecánica respiratoria y la oxigenación pasiva durante la apnea.¹⁵³

La pre-oxigenación adecuada previa a la inducción de la anestesia general es imprescindible. El incremento de la reserva de oxígeno demora el inicio de la hipoxia, lo cual permite disponer de más tiempo para tratar la VA. El tiempo de apnea sin desaturación se limita a 1-2 min en un adulto sano que respira aire ambiental, mientras que con la pre-oxigenación correcta este tiempo se amplía a 8 min.^{162,163,164}

La desnitrogenación puede lograrse con la administración de oxígeno al 100%, manteniendo una mascarilla bien sellada contra el rostro del paciente hasta que la fracción de oxígeno espirado sea de 0,87-0,9. Otros métodos incluyen la «oxigenación apneica», administrando 15 L/min de oxígeno a través de una cánula nasal y posicionando la cabeza en un ángulo de 25° en el paciente obeso, con presión positiva continua en la VA, lo que permite prolongar la duración de la apnea sin desaturación.¹⁶⁴

4.5.2.3. Inducción de secuencia rápida (ISR)

Diversos estudios han comparado la succinilcolina con el rocuronio para la ISR y aunque algunos han reportado mejores condiciones de intubación con la succinilcolina,

otros han mostrado que con dosis de rocuronio de 1,2 mg/kg el inicio de acción y las condiciones de intubación son comparables.^{165,166,167,168,169,170}

Las fasciculaciones inducidas por la succinilcolina aumentan el consumo de oxígeno durante la apnea, lo cual puede ser relevante en caso de obstrucción de la VA.^{171,172}

Otra ventaja del rocuronio puede ser la posibilidad de antagonizar su efecto con sugammadex, aunque debe recordarse que no garantiza la permeabilidad de la VA o el retorno de la ventilación espontánea. Si la reversión rápida del efecto relajante del rocuronio con sugammadex es parte del plan de intubación fallida, la dosis completa (16 mg/kg) debe estar inmediatamente disponible.^{173,174,175,176}

La presión aplicada sobre el cricoides puede proteger la VA de la aspiración durante el período entre la pérdida de la conciencia y la colocación de un tubo orotraqueal (TOT) con balón.¹⁵³

La presión cricoidea es un componente estándar de una ISR en el Reino Unido, y la evidencia actual sugiere que, si se aplica correctamente, la presión sobre el cricoides puede mejorar la visión durante la laringoscopia directa (se considera correcta la aplicación de una fuerza de 10 Newtons (N) cuando el paciente está despierto, aumentando a 30 N cuando se pierde la conciencia). Sin embargo, hay muchos informes que demuestran que muchas veces se aplica mal, y esto puede hacer que la ventilación con mascarilla facial, la laringoscopia directa o la inserción del TOT sean más difíciles.

Si los intentos de laringoscopia resultan difíciles durante la ISR, debe liberarse la presión cricoidea, aunque esto debe hacerse bajo visión con el laringoscopio y contando con succión disponible. En caso de producirse regurgitación deberá volverse a aplicar la presión sobre el cricoides inmediatamente.

4.5.2.4. Intubación difícil prevista: intubación orotraqueal con el paciente despierto

La intubación orotraqueal con el paciente despierto se centra en los pacientes que presentan características predictivas de dificultad, o antecedentes previos de VAD, y se recoge en la guía de ASA.

La intubación con el paciente en ventilación espontánea es la técnica de elección en la VAD prevista, ya que la preservación del tono muscular mantiene la permeabilidad de la VA y facilita la identificación de las estructuras anatómicas. También preserva la ventilación espontánea.

La selección de la técnica depende de la cirugía, de la situación del paciente y de la habilidad y preferencias del anesthesiólogo. Las principales técnicas son: técnicas no invasivas utilizando fibrobroncoscopio (FOB), videolaringoscopio o FOB a través de DSG, frente a técnicas invasivas como la VA quirúrgica, la VA percutánea, la ventilación jet o la intubación retrógrada.

La intubación orotraqueal (IET) con FOB en un paciente despierto (en ventilación espontánea) es exitosa en el 88-100% de los casos.^{177,178,179}

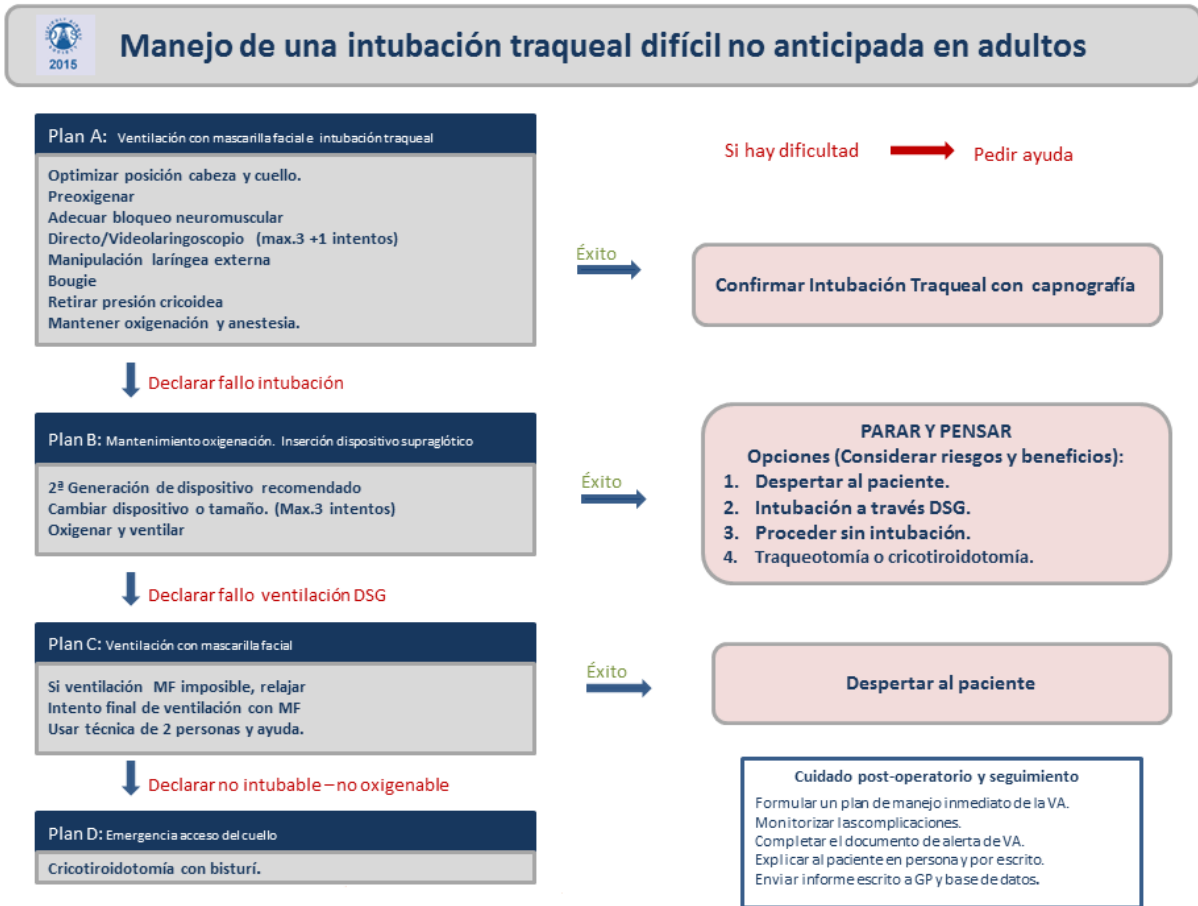
Para lograr dichas tasas de éxito, la intubación orotraqueal con FOB deberá incluir información previa acerca de los riesgos y de la técnica, una preparación minuciosa del paciente, oxígeno suplementario durante el procedimiento, sedación consciente segura, mantenimiento de ventilación espontánea con cooperación del paciente y anestesia tópica o regional adecuada, que debe incluir la cavidad oral, orofaringe, laringe y tráquea. Todo ello es importante para garantizar la comodidad del paciente y evitar las respuestas reflejas de la VA, como tos o laringoespasmos, o las respuestas cardiovasculares mediadas por el sistema nervioso simpático.

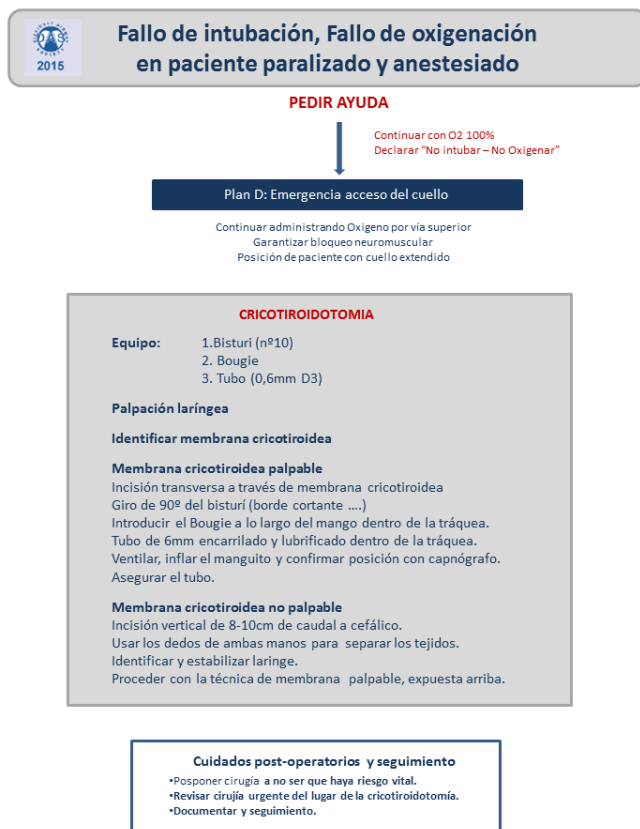
La falta de cooperación del paciente, las limitaciones del equipo y la falta de habilidad del operador se encuentran entre los factores que pueden determinar el fallo de la intubación orotraqueal mediante FOB.

En caso de intubación fallida con el paciente despierto, deberá seleccionarse una estrategia alternativa. Si es posible, debería cancelarse la intervención. Si la cirugía no se puede demorar, es posible proceder a inducir anestesia general, si la ventilación con MF o DSG es adecuada. Otra alternativa es realizar anestesia regional si es factible.

Ninguna de estas alternativas permite asegurar la VA, por lo que se deberá tener un plan alternativo para hacer frente a una IOT difícil. El acceso quirúrgico de la VA puede resultar la mejor opción en pacientes con lesiones traumáticas u obstructivas en la VA superior.¹⁸⁰

4.5.2.5. Intubación difícil no prevista: Guía DAS 2015¹⁵³





4.5.2.6. Limitaciones de las guías de la ASA y de la DAS¹⁸⁰

American Society of Anesthesiologist (ASA)	Difficult Airway Society (DAS)
Falta de consideraciones específicas para el paciente pediátrico, la paciente obstétrica, los pacientes con estómago lleno y los pacientes con obstrucción glótica o subglótica	Solo aborda el manejo de la VAD imprevista
Terminología con definiciones pobres y sin definiciones de intento, intento de ventilación óptimo con mascarilla facial ni intento óptimo con laringoscopia convencional	No relaciona las técnicas individuales con los niveles de evidencia
No se tratan las implicaciones de los relajantes neuromusculares ni el papel de la anestesia regional en los pacientes con VAD.	

No se discrimina entre VA con o sin obstrucción

El punto clínico final es la intubación orotraqueal (IET) exitosa, que puede no ser necesaria cuando la ventilación adecuada es suficiente. El algoritmo comienza cuando falla la IET, mientras que la dificultad para ventilar con MF o dispositivo extraglotico podría ser la dificultad inicial.

Por tanto, el algoritmo puede dirigir al facultativo hacia intervenciones que ya han demostrado su ineficacia.

No sigue un árbol de decisión lineal; esto limita su utilidad en una situación de urgencia.

No presenta un flujograma para la extubación.

4.5.2.7. Conclusiones en el manejo de la vía aérea difícil (VAD)

Las complicaciones en el manejo de la VA son infrecuentes. El proyecto NAP4 estimó que el manejo de la VA derivó en 1 complicación severa por cada 22.000 anestias generales, con resultado de muerte o daño cerebral en 1:150.000.¹⁸¹

Todas las guías y algoritmos para el manejo de la VAD son importantes, ya que han logrado modificar la práctica clínica animando a los profesionales a planificar estrategias específicas para abordar la VAD.

Debido a la falta de un protocolo universalmente aceptado, las guías disponibles constituyen solo recomendaciones básicas. Las guías deberán adaptarse a las competencias específicas y al juicio individual de los anesestsiólogos, a la disponibilidad de dispositivos en cada centro y a las características del paciente. Los facultativos deberán desarrollar sus propias estrategias individuales, basadas en su conocimiento y experiencia clínica.¹⁸⁰

Actualmente, los programas de formación en ciencias de la salud tienden a dejar de lado las clases magistrales, dando paso al aprendizaje por competencias que combina la formación teórica con la formación práctica.

La **Orden SSI/81/2017, de 19 de enero**, por la que se publica el "Acuerdo de la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud", en la que se aprueba el protocolo mediante el que se determinan pautas básicas dirigidas a asegurar y proteger el derecho a la intimidad por los alumnos y residentes de Ciencias de la Salud, **recoge en su artículo 4.5:** "El centro sanitario favorecerá, en la medida de lo posible, que se utilicen pacientes estandarizados/simulados/maniqués u otras técnicas de simulación de situaciones clínicas, a fin de que el personal en formación pueda adquirir competencias clínicas y habilidades técnicas y de trabajo en equipo, con carácter previo al contacto real y necesario con el paciente".

Una de las principales limitaciones que nos encontramos en la simulación es el elevado precio y el coste económico de los simuladores o maniqués, junto a la dificultad que entraña en la mayoría de los centros docentes encontrar un espacio destinado a esta modalidad de enseñanza.^{20,21,22,23,24,25}

En nuestro caso, disponíamos de un maniquí Airway Management Trainer® (AMT®, Ambu) para practicar el manejo de la VA normal, tanto para realizar intubaciones oro-traqueales como para la inserción de DSG, pero era un maniquí básico que no permitía el entrenamiento de situaciones de dificultad de manejo de la vía aérea.

Dada esta situación, se decidió modificar el maniquí AMT® mediante la colocación de una pelota de squash debajo de la lengua para crear macroglosia, fijando la columna cervical con dos tiras con un sistema de cierre tipo Velcro® para producir limitación en la movilidad cervical o bien combinando ambos sistemas y así reconvertirlo en un maniquí que nos permitiera realizar simulaciones en situaciones de VAD.

Para poder constatar la validez de este maniquí modificado, se realizó un estudio comparativo con uno diseñado para recrear situaciones de VAD. El objetivo de nuestro primer artículo fue comparar el maniquí Airway Management Trainer® (AMT®, Ambu, Denmark) modificado por nosotros y el Airsim® (Airsim, Trucorp, Northern Ireland), maniquí diseñado para adquirir habilidades en el manejo de la VA que permitía poder practicar en situaciones de VAD mediante dispositivos para dificultar la intubación oro-traqueal, ya fuera hinchando la lengua hasta un máximo de 20cc de aire, para lograr una dificultad de la visión oro-traqueal en diferentes grados o bien fijando la columna cervical en varias posiciones consiguiendo una rigidez total que imposibilitara la extensión cervical.

Habiéndose observado la utilidad y la validez de las modificaciones realizadas en el AMT® se registraron como modelo de utilidad (ANEXO 13.3).

Alrededor del modelo de utilidad se generó una línea de investigación de simulación en el manejo de la vía aérea que dio lugar a múltiples estudios en los que se probaron diversos dispositivos como videolaringoscopios (ANEXO 13.3) o DSG. Algunas de las conclusiones de los mismos nos llevaron a su aplicación clínica (ANEXO 13.4).

Utilizando otra de las propiedades de nuestro modelo de utilidad, la limitación de apertura de la boca, teniendo en cuenta que una apertura bucal limitada es una limitación al uso de los DSG y no se han establecido los límites de apertura para dichos dispositivos, se realizó un segundo estudio comparando cinco DSG con canal de drenaje gástrico (LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain y Baska Mask) limitando la apertura bucal del maniquí para conocer la DI mínima que permitía la correcta inserción de cada uno de los DSG estudiados.

Una serie de modificaciones de bajo coste sobre un simulador de tareas de manejo de la vía aérea normal nos permiten transformarlo en un simulador de manejo de vía aérea difícil.

7.1. Objetivos generales

Demostrar que con una pequeña inversión económica era posible realizar situaciones de simulación complejas de la VA (simulación "low-cost") para las que habitualmente se necesitan equipos de simulación o maniqués de elevado coste económico.

Objetivar si las modificaciones realizadas en el maniquí Airway Management Trainer® (AMT®, Ambu, Denmark) permitían emular situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea, para el entrenamiento en el manejo de las mismas, comparándolo con otros dispositivos especialmente diseñados para ello.

Comprobar la utilidad del maniquí modificado, modelo de simulación "low-cost", como banco de pruebas para evaluar el comportamiento de dispositivos de manejo de la vía aérea en diferentes situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea difícil.

7.2. Objetivo 1

Evaluar las diferencias entre el maniquí Airway Management Trainer® (AMT®, Ambu, Denmark) modificado para emular también situaciones que dificultan la intubación orotraqueal y el maniquí Airsim® (Airsim, Trucorp, Northern Ireland), maniquí diseñado para reproducir diferentes situaciones que dificultan la intubación orotraqueal.

Calcular el tiempo necesario tanto para visualizar la glotis como para realizar la intubación orotraqueal en cada maniquí y en cada situación propuesta.

Evaluar el grado de dificultad de intubación en ambos maniqués en todas las situaciones recreadas.

Comprobar el grado de Cormack-Lehane que se visualizaba en función del maniquí y de la situación emulada.

Objetivar la necesidad de realización de maniobras para proceder a la intubación, ya fuera la extensión del cuello y/o la movilización laríngea o bien otras maniobras en cada uno de los maniqués y en cada situación.

7.3. Objetivo 2

Conocer la apertura bucal mínima (distancia interincisiva) que permitía una correcta inserción y ventilación de cinco dispositivos supraglóticos con canal de drenaje gástrico (LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain y Baska Mask) en un modelo de simulación con limitación de la apertura bucal.

Determinar el número de intentos necesarios de inserción del DSG para obtener una correcta ventilación en cada DI.

Calcular el tiempo necesario para la correcta inserción del DSG en cada apertura bucal.

Evaluar la facilidad de inserción, valorada tanto por el operador como el observador, con cada DSG en cada DI.

Valorar si se realizaron o no de maniobras para una correcta colocación del DSG.

Comprobar si el calibre de los DSG estudiados, tanto el basal como el comprimible, intervenía en el éxito de la inserción y ventilación de cada DSG.

8.1. Resultados objetivo 1

Technical Reports

Modifications to the Airway Management Trainer Intubation Head for Training in Difficult Airway Recognition Through a Comparative Study With the Airsim[®] Intubation Head

Violeta Farré, MD;
Cristóbal Añez, MD, PhD;
Vicente Serrano, MD;
Natalia Aragonès, MD;
Montserrat Camps, MD;
Inmaculada de Molina, LD

Introduction: The goal of this study was to explain some modifications to the Airway Management Trainer intubation head (case) that transform it into a difficult airway intubation head and to compare it with the Airsim intubation head (control).

Methods: Eight anesthesiologists (5 experienced and 3 residents) conducted 80 endotracheal intubations each, 10 intubations with each of the 2 airway training heads under 4 distinct clinical scenarios: normal airway, macroglossia (placing a squash ball under the tongue), cervical spine rigidity (with tape placed on the cervical spine to inhibit its extension), or both macroglossia and cervical spine rigidity. We used a Macintosh laryngoscope with a #3 blade and a 7-mm (internal diameter) endotracheal tube. The outcome variables included intubation time, ease of intubation (Likert scale), glottis visualization (Cormack-Lehane scale), and the need for maneuvers for intubation. The statistical tests used were the t test and the χ^2 test. A $P < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: The intubation was more difficult in the case, but this difference was only statistically significant in normal airway and combining macroglossia and spinal rigidity, and the time of intubation was longer in the case than in the control. In the evaluation of the glottic view grade when we combined macroglossia and cervical rigidity, the case presented significantly more cases of Cormack-Lehane grade 3.

Conclusions: The present modifications proposed for the Airway Management Trainer are easy to complete to render it similar to the Airsim for training in difficult airway management.

(*Sim Healthcare* 9:136–140, 2014)

Key Words: Difficult airway management, Training, Intubation head.

Airway management is one of the pillars of the anesthesiologists' training. Orotracheal intubation (OTI) is the "criterion standard." The prevalence of difficult intubations is from 1.8% to 1.9%.¹ Difficulty in airway management can have serious consequences, such as serious trauma to the airway, myocardial ischemia, cerebral anoxia, and death.

The low incidence of airway management difficulty and the potential for ethical conflicts in learning airway management necessitate the use of other resources such as airway training heads and simulators that allow for practice under different difficult situations. The use of some techniques of difficult airway management in patients, when not necessary, would produce some complications, and this situation could go against the ethical principles of beneficence and nonmaleficence. One of the most widely used airway training heads in our country for the learning of normal airway

management is the Airway Management Trainer intubation head (Ambu, Denmark). It is an older device with limited performance features. The Airsim (Trucorp, Northern Ireland) intubation head is a newer device with more features that is more expensive and less widely available in our location.

We have developed some modifications to the Airway Management Trainer intubation head that are easy to perform and facilitate the simulation of difficult intubation situations. The aim of this report was to explain some modifications to the Airway Management Trainer intubation head that transform it into a difficult airway intubation head and to compare it with the Airsim intubation head.

MATERIALS AND METHODS

Eight volunteer anesthesiologists (5 experienced anesthesiologists and 3 anesthesia residents of third year) participated in the study, performing 80 endotracheal intubations each. Each participant performed 10 consecutive intubations under 4 different situations with both intubation heads.

The airway training used in the study were as follows:
a. Case intubation head: Airway Management Trainer, designed for training in the management of a normal airway.
b. Control intubation head: Airsim,² designed for training in the management of both normal and difficult airways.

From the Department of Anaesthesia (V.F., C.A., V.S., N.A., M.C.), Hospital Universitario de Tarragona Joan XXIII, Spain; and Nursing Department (I.D.M.), Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, Spain.

Reprints: Violeta Farré, MD, Servicio de Anestesiología y Reanimación Hospital Universitario de Tarragona Joan XXIII C/ Doctor Mallafre 4 43007 Tarragona (Spain) (e-mail: vfarre4@gmail.com).

The authors are members of the ANESTARRACO, Anaesthesia Research Group (IISPV).

The authors declare no conflict of interest.

Copyright © 2014 Society for Simulation in Healthcare

DOI: 10.1097/SIH.0000000000000018



FIGURE 1. Modified mannequin.

The scenarios evaluated on both airway training heads included normal airway, macroglossia, cervical spine rigidity, and a combination of both macroglossia and cervical immobility.

The control intubation head has a valve system that permits the inflation of the tongue with air to simulate macroglossia and a screw that immobilizes the cervical spine.

The modifications to the case intubation head that we propose are to place a squash ball under the tongue, which produces macroglossia, and we obtain cervical immobility with tape placed on the cervical spine to inhibit its extension (Fig. 1 & Fig. 2). Before using a squash ball, we tried to use a small balloon first empty of air and then filled with water, but in both situations, the balloon became herniated for both sides of the tongue without doing any resistance. Then, we tried a ping-pong ball, but it was so hard and not very malleable. Finally, we tried a squash ball, which was hard enough and malleable (Fig. 2). For the cervical immobility, we tried some other devices, such as rope, cellotape, or wire, but they were not as useful as the tape we used. This system allows different degrees of cervical rigidity, depending on the tension we provide to the tape (Table 1).

The cost of Airsim intubation head is €1436.00 (US \$1875.85), and the cost of Airway Management Trainer is €1130.00 (US \$1475.12). The price of both tapes is €6.30 (US \$8.23), and the price of the squash ball is only €0.50 (US \$0.65).

Four randomly chosen anesthesiologists began the series of intubations with the case intubation head and four with the control intubation head to prevent learning from interfering with the times and ease of intubation.

In this study, we used a Welch Allyn laryngoscope with a #3 Macintosh blade and an endotracheal tube with an internal diameter of 7 mm. We lubricated the entire airway of

TABLE 1. Components Used for Each Modification

Situation	Component	Price
Normal airway	Anything	€1130.00 (US \$1,475.12)
Macroglossia	Squash ball (under the tongue)	€1130.50 (US \$1475.77)
Cervical spinal rigidity	Tape (placed on the cervical spine)	€1136.30 (US \$1483.35)
Both	Squash ball + tape	€1136.80 (US \$1484.00)

TABLE 2. Intubation Time of Case and Control Mannequin for the 4 Clinical Scenarios

Intubation Time, s	Case, Mean (SD)	Control, Mean (SD)	<i>P</i>
Normal airway	12.0 (5.3)	6.5 (2.1)	0.000
Macroglossia	10.7 (3.6)	7.5 (2.6)	0.000
Cervical spinal rigidity	10.7 (3.6)	8.0 (3.9)	0.000
Both	16.3 (4.5)	9.6 (6.1)	0.000

both airway training heads with a water-soluble lubricant to facilitate endotracheal tube passage.

The outcome variables included intubation time and intubation degree of difficulty assessed by the same anesthesiologist who performed the intubation.

Intubation time was the time from the introduction of the laryngoscope into the mouth until verification of the correct position of the endotracheal tube via inflation of the mannequin's lung.

The difficult degree was measured on a 5-point Likert scale (very easy intubation, 1; easy intubation, 2; normal intubation, 3; difficult intubation, 4; and very difficult or impossible intubation, 5).

We also recorded the grade of laryngoscopic view on the Cormack-Lehane scale. According to the original definition by Cormack-Lehane, most of the glottic opening can be seen with grade 1. In grade 2, only the posterior portion of the glottis or only arytenoids cartilages are visible. In grade 3, only the epiglottis but no portion of the glottis is visible, whereas in grade 4, neither the glottis nor the epiglottis can be seen. The airway management becomes more difficult as the quality of the glottic view deteriorates.³

We also indicated needed of maneuvers such as neck extension, laryngeal mobilization or pressure, and observations.

The statistical analysis was conducted through a univariate analysis. The mean and SD were used as descriptors for the continuous numeric variables. To compare the groups, Student *t* test was applied. We considered a $P < 0.05$ to be statistically significant. The absolute frequencies were used as descriptors for the categorical variables. To determine whether 2 categorical variables were independent, the χ^2 test was applied. We considered a $P < 0.05$ to be statistically significant.

RESULTS

For all of the 640 OTI attempts, the intubation time was longer with the case intubation head than with the control intubation head, with a $P < 0.05$ (Table 2).

With respect to the ease of intubation in the normal airway scenario, intubation with the case intubation head

TABLE 3. Ease of Case and Control Mannequins for the 4 Clinical Scenarios

Ease	Normal Airway		Macroglossia		Cervical Spine Rigidity		Both	
	Case	Control	Case	Control	Case	Control	Case	Control
1	43	66	19	24	18	28	0	0
2	27	12	55	55	51	44	9	54
3	10	2	6	1	11	6	49	55
4	0	0	0	0	0	2	22	5
5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P</i>	0.000		0.125		0.104		0.000	

TABLE 4. Cormack-Lehane Degree of Glottic View in Case and Control Mannequins for the 4 Clinical Scenarios

Cormack-Lehane	Normal Airway		Macroglossia		Cervical Spine Rigidity		Both	
	Case	Control	Case	Control	Case	Control	Case	Control
1	63	63	56	39	36	43	3	15
2	17	17	23	41	42	36	47	63
3	0	0	1	0	2	1	30	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P</i>	1.000		0.011		0.493		0.000	

was more difficult than with the control intubation head ($P < 0.05$). When simulating macroglossia or spinal rigidity, the case intubation head was also more difficult to intubate, but the difference was not statistically significant ($P = 0.125$ for macroglossia and $P = 0.104$ for spinal rigidity). Finally, when combining both macroglossia and spinal rigidity, the case intubation head was more difficult to intubate than the control ($P < 0.05$). In no clinical scenarios did the case or control intubation heads present the maximal degrees of intubation difficulty of 4 or 5 (Table 3).

When we evaluated the glottic view grade according to the Cormack-Lehane scale, there were no differences between the case and control intubation heads in the normal airway scenario ($P = 1.000$). With macroglossia, the control intubation head had a significantly higher frequency of grade 2 than did the case intubation head ($P = 0.011$). We did not find differences for cervical rigidity ($P = 0.493$). When we combined macroglossia and cervical rigidity, the case intubation head presented significantly more cases of Cormack-Lehane grade 3 ($P < 0.05$). No grade 4 intubation was observed in any of the cases (Table 4).

After the third intubation attempt by an individual anesthesiologist, there were no differences between the case and control airway training heads with respect to the time required for intubation, which leads us to infer that learning altered the results after the third intubation attempt (Fig. 3).

The most frequent observation in the use of the control intubation head was the need to apply greater-than-usual force (71.6%), whereas with the case intubation head, the need to rotate the endotracheal tube to facilitate its passage

**FIGURE 2.** Squash ball under the tongue for macroglossia simulation.

toward the trachea was the most common (48.9%). To a lesser extent, forces requiring 2 hands, pressure on the teeth, or both were used.

DISCUSSION

Airway management is a fundamental competency of the anesthesiologist. The low incidence of difficult airways does not exempt the anesthesiologist from being adequately prepared for their management. For practical and ethical reasons, the use of airway training heads and simulators should form part of the training program in acquiring skills in this area.⁴⁻⁶ With these tools, anesthesiologists can learn and practice the different techniques involved in the airway management algorithms of different scientific societies.^{7,8}

The management of difficult airways requires continuous practice.^{9,10} It is recommended that airway training be repeated approximately every 6 months, especially for skills that are used with low frequency,¹¹ although there is no scientific evidence for this recommended time interval.¹²

Simulating difficult airways involves placing the learner in contexts that mimic certain aspects of actual clinical practice and establishing scenarios similar to those that will be faced during his or her professional practice. The use of simulation in airway management training is an effective method for the development of the set of skills required under challenging conditions.¹³

The use of the simulation accelerates and improves the quality of the learning process. Simulations should not constitute an isolated element of the learning process; rather, they are one among a set of integrated factors. However, no studies have scientifically demonstrated a clear transference of performance ability in clinical practice as a direct result of simulator training.¹⁴

Actual-scale simulators represent the most realistic model of the environment and work places where anesthesia is practiced. Simulators can be successfully used for training in uncommon techniques and critical situations. These techniques are rarely used, but when they are required, they require the ability and skill of prepared specialists.¹⁵⁻¹⁷ The high cost of these simulators limits their access; thus, airway training heads and more economical systems, including the one used in our study, are frequently used. We choose Airsim intubation head for comparing with modified Airway Management Trainer because it allows similar benefits that we could obtain with our proposals.

In all of the situations studied, the time required for OTI in the case intubation head was significantly longer than in the control intubation head, which leads us to conclude

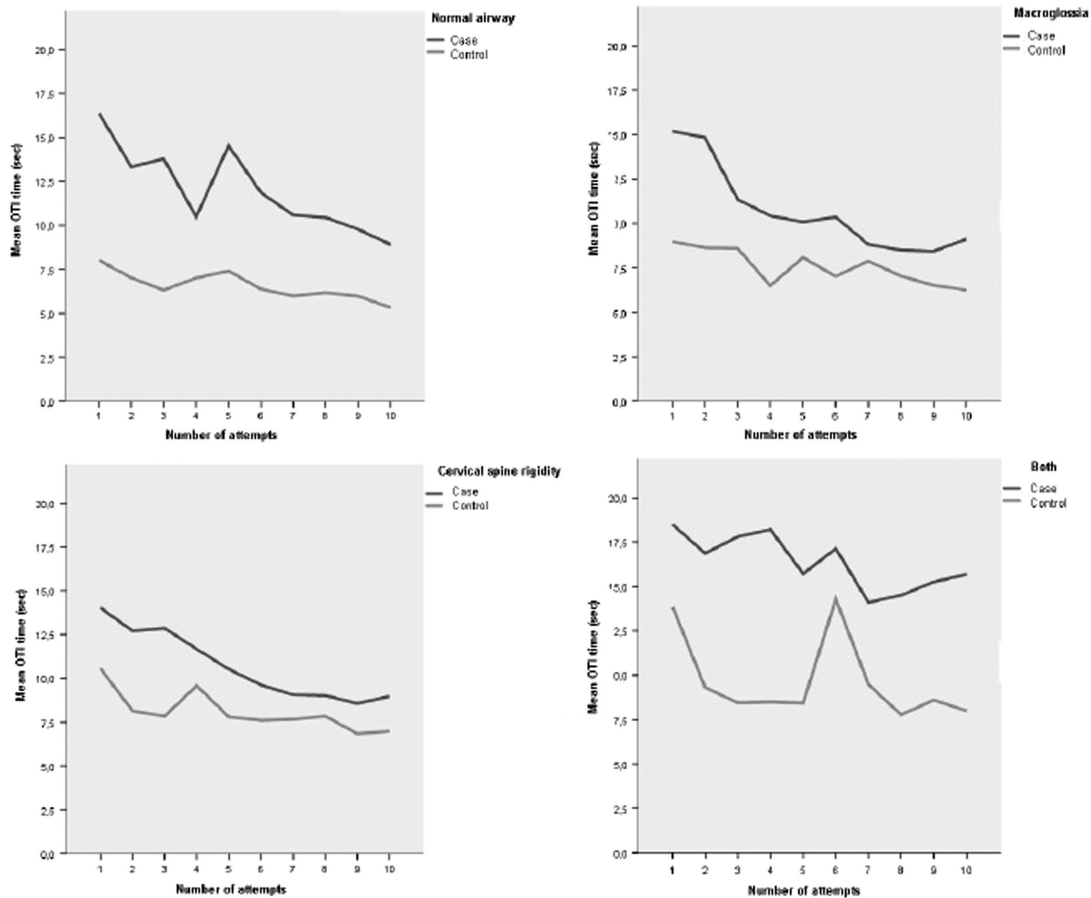


FIGURE 3. Distribution of intubation time for each attempt and situation (1, normal airway; 2, macroglossia; 3, cervical spine rigidity; 4, both).

that the modified case intubation head may be an effective tool for the practice of difficult intubations.

After analyzing the data on the grades of the glottic views, we can conclude that the case intubation head exhibited a higher overall glottic view grade and, therefore, presented greater difficulty for OTI, when macroglossia and cervical rigidity were combined.

The difference with respect to the ease of intubation shows that the modifications to the case intubation head make it significantly more difficult to intubate than the control intubation head. However, this evaluation is subjective.

The proposed modifications are very easy to conduct and are accessible to anyone who has the Airway Management Trainer intubation head.

In the case intubation head, we observed that the rotation of the endotracheal tube facilitated intubation and that more force was required for the intubation of the control intubation head; this observation leads us to conclude that each airway training head requires a distinct technique to facilitate intubation.

In our study, greater tissue rigidity and more challenging laryngeal anatomy were observed for the case intubation head when modifications were introduced to convert it to a difficult airway intubation head, requiring an increase in the force required during laryngoscopy and an increase in the pressure applied to the teeth. The control intubation head has good internal anatomy; however, its external appearance was critiqued.

TABLE 5. Calculation of the Statistical Power Post Hoc Using the OTI Time Results

Power	Case (n = 80)		Control (n = 80)		Post Hoc
	Mean	SD	Mean	SD	
Normal	12.0	5.3	6.5	2.1	100%
Macroglossia	10.7	3.6	7.5	2.6	100%
Cervical spine rigidity	10.7	3.6	8.0	3.9	99%
Both	16.3	4.5	9.6	6.0	100%

It was also notable that after the third intubation attempt by an individual anesthesiologist, there were no differences between the case and control airway training heads with respect to the time required for intubation, which leads us to infer that learning altered the results after the third intubation attempt.

We can conclude that the price of the case intubation head with both tapes and the squash ball is cheaper than the control intubation head.

A limitation of the study was the lack of previous calculation of the sample size; however, in a post hoc sample size calculation accepting an α risk of 0.05 in a bilateral contrast, with 80 attempts of OTI in the case intubation head and 80 in the control, the power of the hypothesis test was found to be 100% in detecting a statistically significant difference between the means of both groups (Table 5).

We conclude that the modifications we propose to the Airway Management Trainer intubation head lend this airway training head features similar to those provided by the Airsim intubation head for training in difficult airway management in the 4 studied scenarios: normal airway, macroglossia, cervical rigidity, and the combination of both macroglossia and cervical rigidity.

REFERENCES

1. Massó E, Borràs R. Evaluación clínica de la vía aérea. In: Rull M, Añez C, eds. *Manual de manejo de la vía aérea*. Barcelona, Spain: Ergon; 2009:13–18.
2. Tru-corp Ltd. AirSim Standard. Available at: <http://www.trucorp.co.uk/>. Accessed January 3, 2012.
3. Krage R, van Rijn C, van Groening D, Loer SA, Schwarte LA, Schober P. Cormack-Lehane classification revisited. *Br J Anaesth* 2010;105(2):220–227.
4. Jordan GM, Silsby J, Bayley G, Cook TM. Evaluation of four manikins as simulators for teaching airway management procedures specified in the Difficult Airway Society guidelines and other advanced skills. *Anaesthesia* 2007;62(7):708–712.
5. Plummer JL, Owen H. Learning endotracheal intubation in a clinical skills learning center: a quantitative study. *Anesth Analg* 2001;93:656–662.
6. Wahlen BM, Roewer N, Lange M, Kranke P. Tracheal intubation and alternative airway management devices used by healthcare professionals with different level of pre-existing skills: a manikin study. *Anaesthesia* 2009;64:549–554.
7. Hendenrson JJ, Popat M-T, Latto IP. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004;59:675–694.
8. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98(5):1269–1277.
9. Parry K, Owen H. Small simulators for teaching procedural skills in a difficult airway algorithm. *Anesth Intensive Care* 2004;32(3):401–409.
10. Rosenstock C, Østergaard D, Kristensen MS, Lippert A, Ruhnau B, Rasmussen LS. Residents lack knowledge and practical skills in handling the difficult airway. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:1014–1018.
11. Kuduvali PM, Jervis A, Tighe SQM, Robin NM. Unanticipated difficult airway management in anaesthetized patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention. *Anaesthesia* 2008;63:364–369.
12. Pérez-Calvo C, Villanueva MA, Del Moral I, Alcalá MA, González-Arenas P, Suárez-Sipman F. Capítulo 11. Internet. simuladores. Torres Morera LM, ed. *Tratado de anestesia y reanimación*. Aran: Tomo 1; 2001:281–315.
13. Villalonga R. Docencia en el manejo de la vía aérea. In: Rull M, Añez C, eds. *Manual de manejo de la vía aérea*. Barcelona, Spain: Ergon; 2009:167–173.
14. Nestel D, Groom J, Eikeland-Husebo S, O'Donnell JM. Simulation for learning and teaching procedural skills: the state of the science. *Simul Healthc* 2011;6(Suppl):S10–S13.
15. Cook TM. Still time to organize training in airway management in the UK. *Anaesthesia* 2006;61:727–730.
16. Baker PA, Weller JM, Greenland KB, Riley RH, Merry AF. Education in airway management. *Anaesthesia* 2011;66(Suppl 2):101–111.
17. Pratt SD. Simulation in obstetric anesthesia. *Anesth Analg* 2012;114:186–190.

8.2. Resultados del objetivo 2 (Pendiente de publicar)

COMPARACIÓN DE CINCO DISPOSITIVOS SUPRAGLÓTICOS DE SEGUNDA GENERACIÓN UTILIZANDO UN MODELO DE MANIQUÍ CON APERTURA BUCAL LIMITADA

Autores: Farré Nebot V., Añez Simón C., Miranda Marín M., Huerta Chulia L., De Molina Fernández M.I.

INTRODUCCIÓN

La utilización de dispositivos para el manejo de la vía aérea ha ido en aumento a lo largo de los años, tanto en quirófano como en medicina de urgencias hospitalarias y extrahospitalarias (1, 2, 3, 4, 5). En el Reino Unido, más del 50% de los procedimientos realizados bajo anestesia general de manera programada se realizan mediante dispositivos supraglóticos (DSG) (6), ya que los DSG son menos invasivos que los tubos orotraqueales (TOT) (7). Desde la aparición de la LMA clásica en los años 80 hasta la actualidad ha ido aumentando el número de dispositivos supraglóticos (8).

Las ventajas en el uso de los DSG son la facilidad de inserción, la elevada eficacia y la elevada incidencia de éxito al primer intento (1, 2, 3, 4, 5) junto con una baja incidencia de complicaciones (9).

Los factores predictores de dificultad de inserción o ventilación con los dispositivos supraglóticos son: limitación de la apertura bucal y/o boca pequeña, patología supra o extraglótica, patología glótica o subglótica, inmovilidad o fijación de la columna cervical, aplicación de presión cricoidea, IMC elevado, aumento de la presión intraabdominal, dentición anormal o edéntulo, género masculino, acceso limitado a la vía aérea durante la ventilación, anomalías de la pared torácica (ejemplo: EPOC severo), laringoespasma o broncoespasma (6,10).

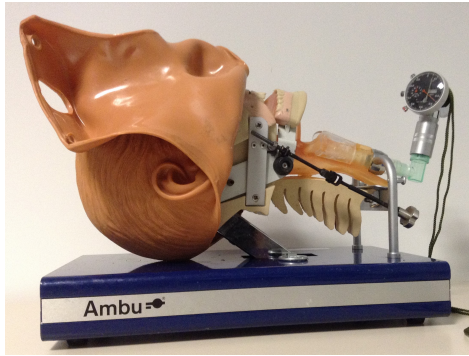
De los citados anteriormente, la limitación de apertura de la boca es el principal factor limitante en la inserción de los DSG. No hay estudios en modelos de simulación ni en humanos que determinen cuál es el límite de apertura de la boca mínimo que permite la inserción de cada DSG. Los DSG se han utilizado en múltiples situaciones de dificultad en el manejo de

la vía aérea (11, 12, 13, 14, 15) incluido en casos aislados de limitación de la apertura bucal (16, 17). Dichos casos sugieren que una apertura de 15 mm podría ser el límite para su uso (18).

El objetivo de nuestro estudio es conocer la apertura bucal mínima (distancia interincisiva) que permite una correcta inserción y ventilación de cinco DSG de segunda generación (LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain, y Baska Mask) en un modelo de simulación de limitación de la apertura bucal. Este estudio sería la primera fase de las tres fases recomendadas antes de la comercialización de un dispositivo de manejo de vía aérea, necesarias para establecer la indicación de su uso en estos casos y una primera aproximación para conocer el límite de apertura bucal para cada uno de los DSG estudiados.

MATERIAL Y METODOS

Participaron en el estudio treinta y seis anestesiólogos voluntarios, de 3 hospitales (Pius Hospital de Valls, Hospital de Sant Pau i Santa Tecla de Tarragona y Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII), con experiencia en el uso de DSG. Al tratarse de un estudio en maniquí se consideró que no era necesaria la autorización del comité de ética para la realización del estudio. Cada anestesiólogo realizó la inserción de los cinco DSG con canal de drenaje gástrico a distancias interincisivas decrecientes 30, 25, 20, 15 y 10 mm en un maniquí Airway Management Trainer de Ambu preparado con un sistema de rosca y tornillo que limita la apertura de la boca a la distancia deseada y al que se le insertó un espirómetro de Wright en la tráquea que nos permitía medir el volumen de aire insuflado. Cada anestesiólogo podía realizar hasta 3 intentos de inserción con un máximo de tiempo de 120 segundos.



Los dispositivos estudiados fueron: LMA ProSeal, LMA Supreme, I-gel, AuraGain y Baska Mask. Todos eran del tamaño nº 3 y fueron lubricados de la manera habitual utilizada en clínica. La vía aérea del maniquí también fue lubricada con lubricante acuoso antes de iniciar las inserciones.

Previamente a la inserción de los DSG medimos con un pie de rey el diámetro mayor (el grosor) del dispositivo, recogimos si era compresible o no y cuál era el diámetro mínimo aplicándole compresión manual, ya que parece lógico pensar que si un dispositivo supraglótico es más compresible debería comportarse mejor a menos apertura de la boca.

La variable principal era la tasa de éxito de inserción con ventilación correcta en cada una de las aperturas bucales para cada dispositivo, considerando que la ventilación era correcta cuando se conseguía un volumen corriente de al menos 400 ml. Como variables secundarias registramos: número de intentos de inserción (máximo de 3, se consideraba intento cada vez que se introducía el extremo distal del dispositivo en la boca del maniquí), tiempo de inserción (desde que se cogía el dispositivo con la mano hasta que se iniciaba ventilación y veíamos el volumen corriente en un espirómetro de Wright, hasta un máximo de 120 segundos), facilidad de inserción con una escala Likert de 4 ítems (1= Muy fácil, 2= Fácil, 3= Difícil, 4= Muy difícil) evaluada por el propio anestesiólogo y por un observador externo, y valor mínimo para el que se conseguía la inserción. Registramos también observaciones y la realización o

no de hiperextensión u otras maniobras que facilitasen la inserción.

Realizamos un estudio piloto con los 7 primeros anestesiólogos, la tasa de éxito de inserción con ventilación correcta a 10 mm de apertura de la boca fue del 100% para LMA ProSeal y LMA Supreme, del 85,7% para AuraGain e I-gel y del 57% para Baska Mask. Para una tasa de éxito del 95%, con un error α del 5% y una precisión del 5% necesitamos 36 anestesiólogos.

Las variables categóricas se presentan mediante frecuencias y porcentajes. Las variables numéricas se presentan en media y desviación estándar o mediana y distancia intercuartil 25-75% si los datos no siguen una distribución normal, para saber si era así realizamos la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov. Las variables numéricas se compararon mediante ANOVA o prueba de Kruskal-Wallis y las categóricas con la prueba χ^2 . Se consideró estadísticamente significativa un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Analizando los resultados de la **tasa de inserción con ventilación correcta** observamos que LMA Supreme muestra los mejores resultados con una tasa de éxito que va de 100% a 30 mm de apertura hasta 97,2% a 10 mm. LMA ProSeal presenta también una elevada tasa de éxito de inserción y ventilación que va del 100% a 30 mm hasta 80,5% a 10 mm con una inflexión a partir de 15 mm de apertura de la boca. AuraGain presenta un valor inicial algo más bajo a 30 mm aunque a 25 mm es del 100% con una disminución de la tasa de éxito a 10 mm de apertura de la boca. La tasa de éxito de I-gel es elevada hasta una apertura de 15 mm donde baja a 88,8% con otro descenso a 10 mm. Finalmente, Baska Mask presenta unos resultados inferiores al resto, con un descenso desde los 25 mm hasta el 80,5% de inserción y ventilación correcta a los 10mm de apertura de la boca.

En resumen, el dispositivo con mayor tasa de éxito en todas las aperturas de la boca es LMA Supreme,

seguida de LMA ProSeal, AuraGain, I-gel y Baska Mask, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

La tasa de éxito disminuye para todos los dispositivos a medida que se limita la apertura de la boca excepto en la LMA Supreme, en la que no existen diferencias estadísticamente significativas para las diferentes aperturas de la boca ($p = 0,46$). Este descenso es progresivo con dos excepciones AuraGain a 30 mm y LMA Supreme a 25 mm en los que hay un valor ligeramente más bajo.

La tasa global de éxito de todos los dispositivos disminuye a medida que limitamos la apertura de la boca, pasa de 97,7% a 30 mm hasta 81,6% a 10 mm ($p < 0,05$).

En lo referente al **tiempo medio de inserción en función del DSG**, en aquellas en que se ha obtenido una ventilación correcta, para todas las aperturas bucales el dispositivo más rápido de insertar es I-gel 13,56 segundos de media, seguido de LMA Supreme 16,95 segundos, LMA ProSeal 20,67 segundos, AuraGain 23,41 y por último la Baska Mask 23,78 segundos de media.

Los valores de tiempo de inserción nos muestran dos grupos, un grupo que requiere menor tiempo, I-gel y LMA Supreme, y un segundo grupo compuesto por LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask que requieren un tiempo superior. Se debe tener presente, que en la mascarilla I-gel no hace falta hinchado en su

Éxito de ventilación en función del DSG y la apertura bucal						
	AuraGain	LMA Proseal	LMA Supreme	I-gel	Baska Mask	Éxito total ventilación
30 mm	34 (94,4%)	36 (100%)	36 (100%)	36 (100%)	34 (94,4%)	176 (97,7%)
25 mm	36 (100%)	36 (100%)	34 (94,4%)	36 (100%)	31 (88,5%)	173 (96,1%)
20 mm	36 (100%)	36 (100%)	36 (100%)	35 (97,2%)	28 (77,7%)	171 (95%)
15 mm	35 (97,2%)	35 (97,2%)	35 (97,2%)	32 (88,8%)	28 (77,7%)	165 (91,6%)
10 mm	29 (80,5%)	29 (80,5%)	35 (97,2%)	30 (83,3%)	24 (66,6%)	147 (81,6%)
Éxito total ventilación	170 (94,4%)	172 (95,5%)	176 (97,7%)	169 (93,8%)	145 (80,5%)	832 (92,4%)

inserción, probable motivo por el cual es la mascarilla más rápida.

En lo referente al **tiempo medio de inserción total en función de la apertura bucal**, no existen diferencias estadísticamente significativas para las aperturas de 30 mm, 25 mm y 20 mm produciéndose un incremento significativo del tiempo a partir de 15mm que se acentúa más a 10 mm de apertura bucal. A partir de 15mm de apertura bucal hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), igual que cuando la apertura bucal es de 10 mm, donde la diferencia también es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Tiempo total de inserción en función del DSG y la apertura bucal						
	AuraGain	LMA Proseal	LMA Supreme	I-gel	Baska Mask	Tiempo total inserción
30 mm	22,21 ± 14,666	18,62 ± 4,962	15,71 ± 5,477	11,99 ± 4,586	23,23 ± 13,440	18,25 ± 10,345
25mm	21,86 ± 16,603	17,42 ± 5,951	16,21 ± 10,706	13,91 ± 11,220	18,68 ± 8,312	17,60 ± 11,411
20 mm	19,02 ± 8,060	18,76 ± 5,485	15,17 ± 5,026	11,84 ± 8,732	24,44 ± 21,942	17,57 ± 11,532
15 mm	24,05 ± 9,371	24,12 ± 12,350	16,61 ± 5,684	13,34 ± 5,091	24,72 ± 15,516	20,52 ± 11,084
10 mm	31,44 ± 16,677	25,45 ± 10,251	21,12 ± 12,146	17,28 ± 6,116	29,29 ± 24,963	24,56 ± 15,505
Tiempo total inserción	23,41	20,67	16,65	13,56	23,78	

En lo referente al **número de intentos de inserción** del DSG para obtener una correcta ventilación, varía en función del tipo de dispositivo y de la apertura bucal. Las mascarillas AuraGain y Baska Mask, son las que con mayor frecuencia necesitan dos o tres intentos para conseguir una correcta inserción. (Tabla 3). I-gel es el DSG que requiere menos intentos de inserción (un caso de 2 intentos y un caso de 3 intentos a 10 mm de apertura bucal, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. Baska Mask es la que en más ocasiones ha requerido más de un intento de inserción (13 veces hacen falta 2 intentos y 7 veces se necesitan 3 intentos).

Cuanto menor es la apertura bucal, mayor es el número de intentos requeridos para la inserción y una correcta ventilación.

Número de intentos de cada DSG en función de la apertura bucal											
Nº intentos inserción	AuraGain		LMA ProSeal		LMA Supreme		I-gel		Baska Mask		TOTAL
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
30 mm	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
25 mm	2	0	0	0	0	1	0	0	3	0	6
20 mm	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
15 mm	3	0	2	0	1	0	0	0	3	2	11
10 mm	2	1	1	1	1	0	1	1	3	3	14
TOTAL	10	1	3	1	2	1	1	1	13	7	40

En lo referente a **facilidad de inserción valorada por el operador**, se han agrupado los cuatro grupos en dos categorías, muy fácil con fácil y difícil con muy difícil. La dificultad va aumentando con la limitación de la apertura bucal para todos los dispositivos, y lo hace de forma más significativa a partir de 15 mm. El dispositivo que presenta mayor facilidad para todas las aperturas de la boca, incluso a 10 mm, es LMA Supreme, Baska Mask es más difícil de insertar que el resto desde los 30 mm de apertura de la boca.

Facilidad según con el operador											
	AuraGain		LMA ProSeal		LMA Supreme		I-gel		Baska Mask		
	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	
30mm	34	2	35	1	36	0	36	0	26	10	
25mm	32	4	35	1	35	1	34	2	24	12	
20mm	32	4	33	3	35	1	32	4	17	19	
15mm	21	15	24	12	31	5	26	10	25	11	
10mm	5	31	13	23	25	11	18	18	3	33	

En la **facilidad de inserción valorada por el observador** también se han agrupado los 4 grupos en 2 categorías, muy fácil con fácil y difícil con muy difícil. Los resultados son similares a la valoración realizada por el operador. La dificultad aumenta con la limitación de la apertura de la boca. LMA Supreme es la que presenta el mejor comportamiento de los cinco dispositivos.

Facilidad según el observador										
	AuraGain		LMA ProSeal		LMA Supreme		I-gel		Baska Mask	
	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil	Muy fácil /fácil	Difícil /muy difícil
30mm	34	2	35	1	36	0	36	0	27	9
25mm	33	3	34	2	34	2	34	2	26	10
20mm	32	4	33	3	35	1	35	1	18	18
15mm	19	17	26	10	31	5	27	9	26	10
10mm	5	31	13	23	22	14	14	22	3	33

En lo referente a **maniobras**, el DSG que más maniobras conlleva para su correcta colocación es la Baska Mask, a 30 mm hay 1 caso en el que se ha ayudado con la otra mano, a 25 mm hay 1 caso de mucha fuerza para su inserción y otro en el que la colocación el DSG está lateralizado, a 20 mm hay 3 casos de recolocación y 4 de desajuste, a 15 mm hay 2 casos de desajuste, 2 de lateralización y 2 que han hecho rotación y por último, a 10 mm hay 5 casos de fuerza y 2 de rotación. El resto de dispositivos estudiados, a 30 mm no conllevan ninguna maniobra, a 25 mm hay un caso de lateralización en LMA Supreme y uno de recolocación en AuraGain, a 20 mm hay un caso de recolocación en AuraGain, a 15 mm hay 1 caso de fuerza en I-gel, 2 de fuerza en LMA ProSeal y 2 de recolocación en AuraGain. Por último, a 10 mm, hay 1 caso de recolocación en I-gel y en AuraGain hay 10 casos de fuerza, 2 de recolocación y 1 de inserción brusca.

El **calibre** basal de los DSG estudiados va desde 18 mm en el caso de la LMA Supreme hasta 37 mm en el caso de la Baska Mask. Todos los DSG son comprimibles. Una vez comprimidos los DSG, el calibre de la LMA-ProSeal y la AuraGain es de 9 mm, la LMA Supreme de 13mm, la Baska Mask de 19mm y la I-gel 20mm.

Tamaños de los DSG (talla 3) en situación basal y con compresión máxima				
DSG	Tamaño basal (mm)	Compresibilidad	Calibre compactado (mm)	Diferencia calibre (mm)
I-gel	27	SI	20	7
LMA ProSeal	24	SI	9	15
LMA Supreme	18	SI	13	5
Baska Mask	37	SI	19	18
AuraGain	20	SI	9	11

DISCUSIÓN

Se ha realizado un estudio en un modelo de simulación con limitación de la apertura bucal con el objetivo de determinar cuál sería la apertura mínima que permite la inserción de cinco DSG de segunda

generación, es decir, con canal de drenaje gástrico que permite el vaciamiento gástrico de uso habitual (19, 20). Considerándose como límite para la apertura bucal aquel límite en el que se consigue una tasa de éxito de inserción y ventilación igual o superior al

95%, podemos determinar que el límite de apertura de la boca para LMA Supreme sería de 10 mm, para LMA ProSeal y AuraGain de 15 mm, para I-gel de 20 mm y para Baska Mask sería 30 mm con una tasa de éxito de 94,4%.

Antes de la comercialización de cualquier dispositivo de manejo de la vía aérea, sería recomendable su evaluación en 3 fases. La primera fase sería un estudio en maniqués específicamente diseñados para los diferentes usos o situaciones en los que se quiere utilizar el dispositivo a estudiar, la segunda fase sería un estudio piloto con alta rigurosidad en humanos para determinar la seguridad y efectividad del dispositivo, y la tercera y última fase, sería la comprobación del dispositivo en un estudio controlado y randomizado en humanos comparándolo con el "gold standard" del procedimiento en cuestión. La primera fase no requeriría la evaluación por parte de un comité de ética ya que se basa en un estudio en maniqués, mientras que la segunda y la tercera fase sí que necesitarían la aprobación del comité de ética (21, 22). Revisada la literatura, no existen estudios ni con modelos de simulación ni con humanos, que determinen cuál es la apertura bucal mínima que permite la inserción de DSG estudiados.

Las fichas técnicas de los DSG estudiados sugieren que la limitación de la apertura bucal es un factor limitante, pero el único DSG de los estudiados que limita la distancia interdental en su ficha técnica es AuraGain, con una distancia mínima interdental de 21 mm. En el caso de LMA ProSeal se recomienda que si la boca del paciente no puede abrirse en un grado suficiente para insertar el DSG, lo primero que debe hacerse es asegurarse de que el paciente está adecuadamente anestesiado y pedir a un asistente que tire de la mandíbula del paciente para mantener la boca abierta. Ninguna de las fichas técnicas aporta ningún tipo de bibliografía que corrobore el grado de limitación de la apertura bucal límite en el que se podría utilizar con garantías de éxito.

Cuando evaluamos la **tasa de éxito para cada DSG en todas las aperturas bucales**, sólo LMA Supreme y LMA ProSeal superan el 95% de éxito, seguidas muy de cerca por AuraGain e I-gel y quedando Baska Mask muy alejada. De lo que se podría inferir que LMA Supreme sería el DSG de elección en situaciones de limitación de la apertura bucal de 10 mm y LMA ProSeal y AuraGain podrían ser de utilidad en los casos de 15 mm de apertura bucal. Baska Mask no sería recomendable en un caso de limitación de apertura de la boca.

Theiler et al. en un estudio con simulación de VAD difícil en pacientes, donde se compara LMA Supreme con I-gel con una apertura bucal de 24 ± 3 mm (23), la tasa de éxito que obtienen es muy parecida a la de nuestro estudio para aperturas similares, obteniendo un éxito del 95% en LMA Supreme y del 93% en I-gel, lo que implicaría que nuestro estudio sería equiparable dado que el éxito para LMA Supreme a 25 mm es del 94,4% y para I-gel es del 93%, lo que nos llevaría a pensar que aún siendo un estudio en maniqué, su comportamiento sería similar al comportamiento en humanos.

Bimla Sharma et al. en un artículo de revisión en el que se estudian los pros y los contras de varios DSG, junto con la efectividad y la seguridad de cada DSG, se concluye que Baska Mask tiene un éxito de inserción inferior a la LMA ProSeal, que el éxito de inserción al primer intento de LMA ProSeal y Supreme es parecido y que I-gel y AuraGain tienen un elevado éxito de inserción (24), resultados muy parecidos a los obtenidos en nuestro estudio.

Ramaiah R y col. en un artículo de revisión en el que se evalúan varios DSG, la tasa de éxito de inserción de Baska Mask en el primer intento fue del 76,7% (25) y tras varios intentos del 96,7% con una DI superior a 30mm (26), resultado muy parecido al que hemos obtenido (94,4%) con nuestro modelo a 30 mm de DI.

En otro estudio con simulación en el que participaron cincuenta estudiantes de medicina donde se utilizó el maniquí Laerdal SimMan 3G para comparar múltiples DSG en situaciones de vía aérea difícil como trismus, limitación de la movilidad de la columna cervical o la combinación de varias (trismus más limitación de la movilidad cervical o trismus y edema de lengua), se concluyó que la inserción de los dispositivos LMA Supreme, LMA Unique, Fastrach, King-LTS-D y I-gel fue un fracaso debido a la limitación del espacio interdental y a la cavidad oral pequeña (27).

Los **tiempos medios globales de inserción para cada DSG** en todas las aperturas bucales estudiadas, analizando sólo los casos en los que el DSG se insertó y se consiguió una ventilación adecuada, muestran que la inserción más rápida es con I-gel, seguida de LMA Supreme, LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask. Todos los valores oscilan entre 13,56 a 23,78 segundos, todos ellos están dentro de unos valores correctos desde el punto de vista clínico.

En un estudio realizado con pacientes, se comparó LMA Supreme con I-gel en un escenario simulado de dificultad de manejo de la vía aérea. A los pacientes se les colocaba antes de anestesarlos un collarín que limitaba la apertura bucal y la movilidad cervical. El tiempo de inserción fue más rápido con LMA Supreme (34 ± 12 segundos) que con I-gel que fue de 42 ± 23 segundos, la diferencia era estadísticamente significativa ($p= 0.024$) (23). En otros dos estudios en los que se compara LMA Supreme e I-gel en situaciones de cirugía programada con vía aérea no difícil, no encuentran diferencias significativas (28, 29, 30).

En nuestro estudio, en lo referente al tiempo de inserción, hay dos grupos de DSG, un grupo que requiere un tiempo de inserción menor de 17 segundos, que son I-gel y LMA Supreme, y un segundo grupo compuesto por LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask que requieren un tiempo

superior a 20 segundos. No obstante esta diferencia tendría poco interés desde el punto de vista clínico.

En un estudio en el que se comparan múltiples DSG los autores concluyen que I-gel tiene rápida inserción con pocas molestias a nivel faríngeo, AuraGain produce pocas molestias a nivel faríngeo pero requiere un mayor tiempo para su inserción (24). En un artículo de revisión sobre los DSG, se concluye que LMA Supreme tiene un tiempo de inserción corto, que LMA ProSeal se ha usado en el manejo de vía aérea difícil prevista, imprevista o bien tras la imposibilidad de intubación (25). Los resultados obtenidos en ambos estudios concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio.

En lo referente al **tiempo medio de inserción total en función de la apertura bucal**, a partir de 15mm de apertura bucal hay diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$), igual que cuando la apertura bucal es de 10 mm, donde la diferencia también es estadísticamente significativa ($p<0.05$), lo cual nos hace reflexionar sobre que a menor apertura bucal, mayor tiempo para la correcta colocación del DSG.

En lo referente al **número de intentos de inserción** de los DSG para conseguir una correcta ventilación, I-gel es el dispositivo que requiere menos intentos, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. AuraGain y Baska Mask, son las que con mayor frecuencia necesitan dos o tres intentos para una inserción exitosa. Estos datos concuerdan claramente con los publicados en el artículo de revisión de Sharma et al sobre DSG, lo que nos permite reforzar la posibilidad de extrapolar nuestros resultados en simulación a situaciones clínicas (24).

Cuanto menor es la apertura bucal, mayor es el número de intentos requeridos para la inserción y correcta ventilación.

Sobre la **facilidad** de inserción, tanto la valorada por el realizador como del observador, la dificultad aumenta en relación a la limitación de la apertura bucal para todos los DSG pero es más significativa a partir de 15mm de apertura bucal. El dispositivo que presenta mayor facilidad para todas las aperturas de

la boca es LMA Supreme. Baska Mask es más difícil de insertar que el resto desde los 30 mm de apertura de la boca. A 10 mm de distancia interincisiva LMA Supreme es la que presenta mayor facilidad de inserción. Un estudio de revisión concluye que LMA Supreme, LMA ProSeal e I-gel son fáciles de colocar mientras que Baska Mask es relativamente fácil de insertar pero requiere de varios intentos para llegar a una tasa de éxito del 96,7% (25, 26).

En lo referente a las **maniobras** a realizar para la inserción, el DSG que más maniobras necesita para su correcta colocación es Baska Mask. La LMA Supreme no necesita maniobras para su correcta colocación. El resto de los DSG, a partir de los 15 mm de apertura bucal necesitan la realización de maniobras para su correcta colocación. Hay muy poca bibliografía al respecto, dado que apenas hay estudios de uso de DSG en situaciones de limitación de la apertura bucal a no ser que sea en situaciones de emergencia y en ninguna de ellas se comenta sobre la necesidad de maniobras para conseguir su correcto funcionamiento.

El **calibre** basal de los DSG estudiados va desde 18mm en el caso de la LMA Supreme hasta 37mm en el caso de la Baska Mask. Todos los DSG son comprimibles y el éxito de inserción y ventilación con limitación de la apertura bucal está más relacionado con el calibre basal, ya que según nuestros resultados y la falta de bibliografía que lo avale, parece ser que el DSG que mejor funciona en situaciones de limitación de la apertura bucal es el que en situación basal tiene un calibre menor, LMA Supreme, independientemente de su capacidad de compresión.

Como principal limitación de nuestro estudio, debemos considerar que se trata de un estudio realizado sobre un simulador y no en humanos, su posible extrapolación a la clínica debe de hacerse con cautela. La simulación permite evaluar los dispositivos de manejo de la vía aérea en condiciones de normalidad y de vía aérea difícil. Se ha sugerido que los dispositivos de manejo de la vía aérea como

sucede con los fármacos, deberían pasar por tres fases de evaluación antes de su comercialización, la primera mediante simulación, una segunda mediante un estudio piloto para conocer el comportamiento en humanos y una tercera fase con estudios con numerosos pacientes (21, 22). Es evidente que los resultados con maniqués no son extrapolables a humanos pero pueden constituir un principio para el conocimiento del comportamiento de los dispositivos previo al uso de los mismos en pacientes. Actualmente no hay pruebas de la transferencia de las habilidades aprendidas en situaciones de simulación a la práctica clínica (31, 32, 33), sin embargo hay muchos hospitales y universidades que están entrenando múltiples técnicas en pacientes simulados (34).

Por otro lado, nos queda la duda de la fidelidad de los maniqués para reproducir la anatomía de la vía aérea humana. En un estudio se compara la anatomía de 20 pacientes adultos con dos maniqués de vía aérea mediante la realización de tomografías computerizadas de la vía aérea (35). Otros estudios evalúan maniqués (36, 37, 38, 39, 40) y simuladores de pacientes (41) para correlacionar las características de cada maniqué con la anatomía humana. Según la mayoría de estos estudios, la vía aérea humana difiere de forma importante respecto a los maniqués, sobre todo en lo referente a la rigidez de los tejidos, la movilidad de la columna cervical y las proporciones anatómicas, principalmente la faríngea y el espacio retropalatino. Los autores también identificaron variaciones entre maniqués del mismo fabricante. Todas estas situaciones hacen pensar que esta variabilidad puede afectar a la evaluación de nuevos dispositivos utilizando simuladores (42).

El maniqué utilizado fue el Airway management Trainer de Ambu modificado por los autores de forma que permite limitar la apertura bucal al nivel deseado. En un estudio en el que se compara el comportamiento de 4 maniqués para el entrenamiento en el manejo de la vía aérea (Airway Management Trainer de Ambu, Airway Trainer de

Laerdal, Aircsim de Trucorp y 'Bill 1' de VBM) con 8 dispositivos extraglóicos (AMD, CobraPLA, Combitube, I-gel, Laryngeal Tube, Laryngeal Tube Disposable, Laryngeal Tube Suction II y SLIPA), los autores concluyen que Ambu Airway Management Trainer no sería el más apropiado para el entrenamiento y la utilización de los dispositivos estudiados (37, 38, 39, 40). De los dispositivos estudiados nosotros sólo hemos utilizado I-gel. Si valoramos los resultados aislados de I-gel vemos que el comportamiento en el maniquí Airway Management Trainer de Ambu es excelente. Si valoramos los resultados de los cinco dispositivos utilizados por nosotros a 30 mm de apertura, no existen diferencias estadísticamente significativas y el comportamiento del maniquí es muy similar para todos ellos y por otro lado hemos visto como algunos de nuestros resultados eran similares a los obtenidos en estudios en pacientes.

Los estudios realizados en maniqués ofrecen ventajas importantes como la falta de riesgos para los pacientes junto a la no necesidad de reclutar pacientes, además permiten que los estudios se puedan realizar en situaciones más estandarizadas que permitan la comparación entre estudios. El hecho de que cada vez haya más estudios en simuladores para el manejo de la vía aérea, ha conllevado que incluso la European Resuscitation Council haya basado sus guías en este tipo de estudios (43).

CONCLUSIÓN

Considerando un valor correcto de tasa de inserción y ventilación correcta para un dispositivo supraglótico del 95%, LMA Supreme sería el DSG de elección en

situaciones de limitación de la apertura bucal de 10 mm y LMA ProSeal y AuraGain podrían ser de utilidad en los casos de 15 mm de apertura bucal y la I-gel en casos de DI mayor o igual a 20 mm. La Baska Mask no sería recomendable en un caso de limitación de apertura de la boca.

En lo referente al número de intentos de inserción de los DSG para conseguir una correcta ventilación, I-gel es el dispositivo que requiere menos intentos, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. AuraGain y Baska Mask, son las que con mayor frecuencia necesitan dos o tres intentos para una inserción exitosa.

Si comparamos el tiempo necesario para la correcta inserción del DSG, la inserción más rápida es con I-gel, seguida de LMA Supreme, LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask. A menor apertura bucal, mayor tiempo para la correcta colocación del DSG.

Sobre la facilidad de inserción, tanto la valorada por el realizador como del observador, la dificultad aumenta en relación a la limitación de la apertura bucal para todos los DSG. El dispositivo que presenta mayor facilidad para todas las aperturas de la boca es LMA Supreme. La Baska Mask es más difícil de insertar que el resto.

También se registró si se realizaron maniobras para una correcta colocación del DSG. El DSG que más maniobras necesita para su correcta colocación es Baska Mask. La LMA Supreme no necesita maniobras para su colecta colocación. El resto de los DSG, a partir de los 15 mm de apertura bucal necesitan la realización de maniobras para su correcta colocación.

Por último, en lo referente al calibre basal de los DSG estudiados, el DSG que mejor funciona en situaciones de limitación de la apertura bucal es el que en situación basal tiene un calibre menor, LMA Supreme, independientemente de su capacidad de compresión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ostermayer, D. G., Gausche-Hill, M. (2014) Supraglottic airways: the history and current state of prehospital airway adjuncts. *Prehosp. Emerg. Care* 18, 106–115.
2. Wiese CHR, Semmel T, Müller JU, Bahr J, Ocker H, Graf BM. The use of the laryngeal tube disposable (LT-D) by paramedics during out-of-hospital resuscitation-an observational study concerning ERC guidelines 2005. *Resuscitation* 2009;80(2): 194–8.
3. Hagberg C, Bogomolny Y, Gilmore C, Gibson V, Kaitner M, Khurana S. An evaluation of the insertion and function of a new supraglottic airway device, the King LT™, during spontaneous ventilation. *Anesth Analg* 2006;102(2): 621–5.
4. Frascone RJ, Wewerka SS, Griffith KR, Salzman JG. Use of the King LTS-D during medication-assisted airway management. *Prehosp Emerg Care* 2009;13(4): 541–5.
5. Lafuente A., Veiga N., Hernández-Sanz M., Moncada R., Hidalgo F., Pérez-Cajaraville J. Alternativas en el manejo de la vía aérea en urgencias extrahospitalarias. *Prehosp Emerg Care (Ed. Esp)* Octubre 2009; 2(4): 241-310.
6. Woodall, N. M., Cook, T. M. (2011) National census of airway management techniques used for anaesthesia in the UK: first phase of the Fourth National Audit Project at the Royal College of Anaesthetists. *Br. J. Anaesth.* **106**, 266–271.
7. Brimacombe, J. (1995) The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: a meta-analysis. *Can. J. Anaesth.* **42**, 1017–1023.
8. Gordon J, Cooper RM, Parotto M. Supraglottic airway devices: indications, contraindications and management. *Minerva Anestesiol* 2018; 84: 389-97.
9. Michálek P, Miller DM. Airway management evolution - in a search for an ideal extraglottic airway device. *Prague Med Rep.* 2014;115(3-4): 87-103.
10. Law JA, Broemling N, Cooper RM, Drolet P, Duggan LV et al. The difficult airway with recommendations for management - Part 2 - The anticipated difficult airway. *Can J Anesth.* 2013; 60: 1119-1138.
11. Hubble MW, Brown L, Wilfong DA, Hertelendy A, Benner RW, Richards ME. A metaanalysis of prehospital airway control techniques part I: orotracheal and nasotracheal intubation success rates. *Prehosp Emerg Care* 2010;14(3):377–401.
12. Hilton MT, Wayne M, Martin-Gill C. Impact of system-wide king LT airway implementation on orotracheal intubation. *Prehosp Emerg Care* 2016;3127(July):1–8.
13. van Tulder R, Schriefl C, Roth D, Stratil P, Thalhammer M, Wieczorek H, et al. Laryngeal tube practice in a metropolitan ambulance service: a five-year retrospective observational study (2009–2013). *Prehosp Emerg Care* 2016;3127(July):1–7.
14. Subramanian A, Garcia-Marcinkiewicz AG, Brown DR, Brown MJ, Diedrich DA. In reply: definitive airway management in emergency department patients with a King laryngeal tube™ in place: a simple and safe approach. *Can J Anesth* 2016; 63(5):640.
15. Hernandez MC, Aho JM, Zielinski MD, Zietlow SP, Kim BD, Morris DS. Definitive airway management after pre-hospital supraglottic airway insertion: Outcomes and a management algorithm for trauma patients. *Am J Emerg Med.* 2018 Jan; 36(1): 114-119.
16. Meyers J.A., Sidman J. Children with limited oral opening can be safely managed without a tracheostomy. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* 2014, 150(1): 133–138.
17. Wijngaarde CA, Stam M, de Kort FAS, Wadman RI, van der Pol WL. Limited maximal mouth opening in patients with spinal muscular atrophy complicates endotracheal intubation: An observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2018 Aug;35(8): 629-631.
18. Maltby JR, Loken RG, Beriault MT, Archer DP. Laryngeal mask airway with mouth opening less than 20mm. *Can J Anaesth* 1995; 42: 1140-1142.
19. Drolet, P. (2009) Supraglottic airways and pulmonary aspiration: the role of the drain tube. *Can. J. Anaesth.* **56**, 715–720.
20. Chen, X., Jiao, J., Cong, X., Liu, L., Wu, X. (2013) A comparison of the performance of the i-gel™ vs. the LMA-STM during anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 8, e71910.
21. Cook TM. Novel airway devices: spoilt for choice? *Anaesthesia* 2003; 58:107-10.
22. Rai MR, Popat MT. Evaluation of airway equipment: man or intubation head? *Anaesthesia* 2011; 66: 1-3.
23. Theiler LG, Kleine-Brueggeney M, Kaiser D, Urwyler N, Luyet C, Vogt A, Greif R, Unibe MM. Crossover comparison of the laryngeal mask supreme and the I-gel in simulated difficult airway scenario in anesthetized patients. *Anesthesiology* 2009; 111: 55-62.

24. Bimla Sharma, Chand Sahai, Jayashree Sood. Extraglottic airway devices: technology update. *Med Devices (Auckl)*. 2017; 10: 189–205.
25. Ramaiah R, Das D, Bhananker SM, Joffe AM. Extraglottic airway devices: A review. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2014 Jan;4(1):77-87.
26. Alexiev V., Salim A.L. Kevin L.G., Laffey J.G. An observational study of the Baska mask: a novel supraglottic airway. *Anaesthesia* 2012, 67: 640–645.
27. Robak O, Leonardelli M, Zedtwitz-Liebenstein K, Rützler K, Schuster E, Vaida S, Salem R, Frass M. Feasibility and speed of insertion of seven supraglottic airway devices under simulated airway conditions. *CJEM*. 2012 Nov;14(6): 330-4.
28. Chew EE, Hashim NH, Wang CY. Randomised comparison of the LMA Supreme with the I-Gel in spontaneously breathing anaesthetised adult patients. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38: 1018-22.
29. Teoh WH, Lee KM, Suhitharan T, Yahaya Z, Teo MM, Sia AT. Comparison of the LMA Supreme versus the I-Gel in paralysed patients undergoing gynaecological laparoscopic surgery with controlled ventilation. *Anaesthesia* 2010; 65: 1173-9.
30. Wong DT, Yang JJ, Jagannathan N. Brief review: The LMA Supreme™ supraglottic airway. *Can J Anaesth*. 2012 May;59(5): 483-93.
31. Finan E, Bismilla Z, Campbell C, Leblanc V, Jefferies A, Whyte HE. Improved procedural performance following a simulation training session may not be transferable to the clinical environment. *Journal of Perinatology* 2012; 32: 539–44.
32. Crabtree NA, Chandra DB, Weiss ID, Joo HS, Naik VN. Fiberoptic airway training: correlation of simulator performance and clinical skill. *Canadian Journal of Anesthesia* 2008; 55: 100–4.
33. Chandra DB, Savoldelli GL, Joo HS, Naik VN. Fiberoptic oral intubation: the effect of model fidelity on training for transfer to patient care. *Anesthesiology* 2008; 109: 1007–13.
34. Good ML. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Medical Education* 2003; 37(Suppl. 1): 14–21.
35. Schebesta K, Hupfl M, Rossler B, Ringl H, Muller MP, Kimberger O. Degrees of reality: airway anatomy of high-fidelity human patient simulators and airway trainers. *Anesthesiology* 2012; 116: 1204–9.
36. Keller C, Brimacombe J, Giampalmo M, et al. Airway management during spaceflight: a comparison of four airway devices in simulated microgravity. *Anesthesiology* 2000; 92: 1237–41.
37. Jackson KM, Cook TM. Evaluation of four airway training intubation heads as patient simulators for the insertion of eight types of supraglottic airway devices. *Anaesthesia* 2007; 62: 388-393.
38. Jordan GM, Silsby J, Bayley G, Cook TM. Difficult Airway Society. Evaluation of four manikins as simulators for teaching airway management procedures specified in the Difficult Airway Society guidelines, and other advanced airway skills. *Anaesthesia* 2007; 62: 708–12.
39. Silsby J, Jordan G, Bayley G, Cook TM. Evaluation of four airway training manikins as simulators for inserting the LMA Classic. *Anaesthesia* 2006; 61: 576–9.
40. Cook TM, Green C, McGrath J, Srivastava R. Evaluation of four airway training manikins as patient simulators for the insertion of single use laryngeal mask airways. *Anaesthesia* 2007; 62: 713–8.
41. Hesselheldt R, Kristensen MS, Rasmussen LS. Evaluation of the airway of the SimMan full-scale patient simulator. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2005; 49: 1339–45.
42. De Luca A, Sall FS, Saillely R, Capellier G, Khoury A. Reliability of manikin-based studies: an evaluation of manikin characteristics and their impact on measurements of ventilatory variables. *Anaesthesia*. 2015 Aug; 70(8): 915-21.
43. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2010; 81: 1277–92.

Este artículo será enviado próximamente para su posible publicación a la revista *Emergencias* (Revista Científica de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y de Emergencias), con un factor de impacto de 3,173 en el año 2019.

9.1. Discusión general

La simulación en la formación y el entrenamiento de los profesionales de las ciencias de la salud permite mejorar las habilidades técnicas y no técnicas para mejorar la seguridad del paciente.

Tanto por razones prácticas como éticas, el uso de maniqués y simuladores debe de formar parte del programa de aprendizaje para adquirir habilidades en esta área.^{183,184} Cabe recordar, que el acceso a simuladores de VA es importante para aprender las diferentes técnicas y el uso de los múltiples dispositivos descritos en los algoritmos de la VAD de la ASA, DAS y SCARTD.^{85,86,87,153,161,185}

El manejo de la “vía aérea difícil” conlleva una cierta dificultad de aprendizaje y requiere una práctica constante.¹⁸⁶ Además, se recomienda repetir el entrenamiento cada seis meses aproximadamente, sobre todo para habilidades que se usan poco a menudo.¹⁸⁷ Este intervalo recomendado no tiene evidencia científica.¹⁸⁵

Las principales ventajas de la simulación clínica (maniqués y simuladores) son:¹⁸⁸

1. No hay daño para el paciente.
2. Permite el entrenamiento en situaciones difíciles, críticas y/o infrecuentes.
3. Se trabaja en un entorno en el que los errores están permitidos y se puede aprender de ellos.
4. Son situaciones reproducibles las veces que sea preciso.
5. Permite el entrenamiento del trabajo individual, en equipo y el liderazgo.
6. Permite adecuar el grado de dificultad en función del nivel de conocimientos.

La simulación en la VAD consiste en situar a la persona a formar en el contexto que imite algún aspecto de la realidad y en establecer en ese ambiente situaciones similares a las que se deberá enfrentar durante su práctica profesional. El uso de la simulación constituye un método de enseñanza y aprendizaje efectivo para el desarrollo de un conjunto de habilidades que posibiliten alcanzar modos de actuación superiores.

El empleo de la simulación permite acelerar el proceso de aprendizaje y contribuye a mejorar su calidad. No puede constituir un elemento aislado del proceso docente, sino un factor integrador.

Los simuladores a escala real representan un modelo más realista del ambiente y del lugar de trabajo donde se desarrollará la anestesia. Se aplican con éxito para el

entrenamiento de técnicas poco comunes y sin embargo críticas, y que raramente se manejan en anestesia pero que cuando son necesarias requieren de la habilidad y destreza de especialistas preparados.^{189,190}

Además, los estudios realizados en maniqués ofrecerían ventajas importantes como un nulo riesgo para los pacientes junto a la no necesidad de reclutar pacientes. A su vez, permitirían que los estudios se pudieran realizar en situaciones más estandarizadas que permitieran la comparación entre estudios.

Uno de los principales hándicaps de la simulación es su elevado coste, por lo que una posible solución es la modificación de un maniquí para el manejo de la vía aérea convencional con una pequeña inversión económica ("low-cost"), reconvirtiéndolo en un maniquí para el manejo de la vía aérea difícil y para testar múltiples dispositivos para el control de la vía aérea.

Asimismo, antes de la comercialización de cualquier dispositivo de manejo de la VA, sería recomendable su evaluación en 3 fases. La primera fase sería un estudio en maniqués específicamente diseñados para los diferentes usos o situaciones en los que se quiere utilizar el dispositivo a estudiar, la segunda fase sería un estudio piloto con alta rigurosidad en humanos para determinar la seguridad y efectividad del dispositivo, y la tercera y última fase, sería la comprobación del dispositivo en un estudio controlado y randomizado en humanos comparándolo con el "gold standard" del procedimiento en cuestión. La primera fase no requeriría la evaluación por parte de un comité de ética ya que se basa en un estudio en maniqués, mientras que la segunda y la tercera fase sí que necesitarían la aprobación del comité de ética.^{191,192} Revisada la literatura, no existen estudios ni con modelos de simulación ni con humanos, que determinen cuál sería la apertura bucal mínima que permitiría la inserción de DSG estudiados.

9.2. Discusión objetivo 1

El manejo de la vía aérea es una competencia fundamental del anestesiólogo. La baja incidencia de dificultad en el manejo de la VA, no exime al anestesiólogo de disponer de una preparación adecuada para el manejo de la misma.

Los tiempos de intubación obtenidos en nuestro estudio fueron muy parecidos entre adjuntos y residentes en todas las situaciones. Basándonos en el tiempo de intubación en situación basal, observamos que apenas hubo diferencias, ya que tanto adjuntos como residentes, tardaron aproximadamente 10 segundos al ajustar las variables por situación, participante y medición. Observamos que en el maniquí caso, tanto adjuntos

como residentes, conseguían una visión óptima de la glotis y realizar la intubación décimas de segundo más rápido que en el maniquí control (*Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Gráfico 1, Gráfico 2, Gráfico 3*).

En la modificación para obtener macroglosia y así obtener un grado de Mallampati elevado, el tiempo de media para realizar la intubación orotraqueal sin ajustar los valores, el resultado fue estadísticamente significativo pero al ajustar el tiempo de media por participante, situación y medición de intubación en el maniquí modificado los resultados no mostraban diferencias estadísticamente significativas, por lo que los dos maniqués se pudieron considerar parecidos (*Tabla 4*).

Al producir una rigidez a nivel de la columna cervical y evitar así la extensión cervical, el tiempo de media para conseguir la intubación orotraqueal sin ajustar los valores fue estadísticamente significativo pero si se ajustaban los valores por participante, situación y medición, no se observaron diferencias entre ambos maniqués (*Tabla 5*).

Por último, al combinar la macroglosia con la rigidez de columna, el tiempo de media para llevar a cabo la intubación orotraqueal fue estadísticamente significativo, pero al ajustar los valores obtenidos por participante, situación y medición no había diferencias estadísticamente significativas, motivo por el que ambos maniqués se pudieron considerar parecidos (*Tabla 6*).

Viendo los resultados obtenidos en el grado de Cormack-Lehane en todas las intubaciones, nos llevó a objetivar una mayor dificultad de visión glótica en el maniquí modificado, aunque en ningún caso se llegó a visualizar un grado de Cormack-Lehane 4 (*Tabla 7*). Evaluando los datos sobre el grado de Cormack-Lehane y sobre la facilidad de intubación, todo nos llevó a pensar en una mayor dificultad técnica a la hora de intubar en el maniquí caso versus el maniquí control.

En lo referente a la facilidad de intubación, realizada con una escala de Likert del 1 al 5 en función de la facilidad, tampoco ninguno de los participantes consideró que fuera imposible de intubar (*Tabla 8, Gráfico 4*). Las diferencias en lo referente a la facilidad demostraron que las modificaciones realizadas en el maniquí caso (AMT[®]) hacían que fuera más difícil que el maniquí control (Airsim[®]) con un valor de p estadísticamente significativo, pero debemos tener presente que la facilidad era una valoración subjetiva del operador mediante una escala de Likert sin doble ciego, por lo que no se podría concluir si realmente fue más difícil el maniquí modificado versus el control (*Tabla 8, Gráfico 4*).

Se observó que el tiempo de IOT en función de la situación del maniquí apenas variaba, ya que sólo se tardó más en realizar la intubación orotraqueal del maniquí al combinar el grado de Mallampati elevado con la rigidez de columna, pero en lo referente a la

facilidad de intubación sí que hubo diferencias en función de la situación, habiéndose observado que en situación basal hubo más casos de facilidad 2 en ambos maniqués tanto en adjuntos como en residentes; en la situación de macroglosia, también hubo más casos de facilidad 2 en ambos maniqués; al producir rigidez a nivel de la columna cervical, la mayoría de intubaciones fueron consideradas de facilidad 2 en ambos maniqués; al combinar la rigidez de la columna cervical junto con la macroglosia, se observó que en el maniquí caso hubo más casos de facilidad 3 mientras que en el maniquí control hubo más casos de facilidad 2, con un valor de p significativo lo que nos llevó a pensar nuevamente en la mayor dificultad técnica al realizar la intubación en el maniquí caso (*Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Gráfico 5, Gráfico 6, Gráfico 7, Gráfico 8, Gráfico 9, Gráfico 10*).

En lo referente a las observaciones durante cada intento de intubación orotraqueal, el hecho de que para el maniquí AMT® modificado fuera más frecuente la rotación del tubo orotraqueal mientras que para el maniquí Aircim® fuera más frecuente la fuerza, nos dejó entrever que cada maniquí requería una técnica concreta para poder intubar más fácilmente (*Tabla 15*).

Otra observación que consideramos interesante, fue el hecho que a partir de la tercera intubación, no había diferencias en lo referente al tiempo, lo que nos hizo pensar en la posibilidad de un aprendizaje a partir de ésta intubación (*Gráfico 3*).

En nuestro estudio, se apreció más rigidez en los tejidos y peor anatomía laríngea del maniquí AMT®, ya que a medida que se empezaban a introducir sistemas para reconvertirlo en un maniquí de vía aérea difícil, se denotó un aumento de la fuerza realizada durante la laringoscopia y un aumento de presión en los dientes. En lo referente al maniquí Aircim®, tenía una muy buena anatomía interna, pero se criticó su aspecto exterior y su dificultad a la hora de ventilar con mascarilla facial.

Por último, sería necesario comentar el hecho de la diferencia de precios entre el maniquí AMT® (1.130,00€) que sumándole el precio de las 2 cintas de Velcro® (6,00€) y la pelota de squash (0,50€) era menor que el precio del maniquí Aircim® (1.436,00€), como uno de los principales motivos que nos condujeron a la elaboración de éste estudio.

9.2. Discusión objetivo 2

Se realizó un estudio en un modelo de simulación con limitación de la apertura bucal con el objetivo de determinar cuál sería la apertura mínima que permitía la inserción de cinco DSG de segunda generación, es decir, con canal de drenaje gástrico (permite

el vaciamiento gástrico de forma habitual).^{193,194} Considerando como límite para la apertura bucal aquel límite en el que se conseguía una tasa de éxito de inserción y ventilación igual o superior al 95%, pudimos determinar que el límite de apertura de la boca para LMA Supreme sería de 10 mm, para LMA ProSeal y AuraGain sería de 15 mm, para I-gel de 20 mm y para Baska Mask sería 30 mm con una tasa de éxito de 94,4%.

Las fichas técnicas de los DSG estudiados sugieren que la limitación de la apertura bucal es un factor limitante, pero el único DSG de los estudiados que limita la distancia interdental en su ficha técnica es AuraGain, con una distancia mínima interdental de 21 mm. En el caso de LMA ProSeal se recomienda que si la boca del paciente no puede abrirse en un grado suficiente para insertar el DSG, lo primero que debe hacerse es asegurarse de que el paciente está adecuadamente anestesiado y pedir a un asistente que tire de la mandíbula del paciente para mantener la boca abierta. Ninguna de las fichas técnicas aporta ningún tipo de bibliografía que corrobore el grado de limitación de la apertura bucal límite en el que se podría utilizar con garantías de éxito.

Al evaluar la *tasa de éxito para cada DSG* en todas las aperturas bucales, sólo LMA Supreme y LMA ProSeal superaron el 95% de éxito, seguidas muy de cerca por AuraGain e I-gel y quedando Baska Mask muy alejada. De lo que se podría inferir que LMA Supreme sería el DSG de elección en situaciones de limitación de la apertura bucal de 10 mm y LMA ProSeal y AuraGain podrían ser de utilidad en los casos de 15 mm de apertura bucal. Baska Mask no sería recomendable en un caso de limitación de apertura de la boca.

Theiler et al. en un estudio con simulación de VAD difícil en pacientes, donde se comparó LMA Supreme con I-gel con una apertura bucal de $24 \pm 3\text{mm}$ ¹⁹⁵, la tasa de éxito que obtuvieron fue muy parecida a la de nuestro estudio para aperturas similares, obteniendo un éxito del 95% en LMA Supreme y del 93% en I-gel, lo que implicaría que nuestro estudio sería equiparable dado que el éxito para LMA Supreme a 25 mm fue del 94,4% y para I-gel fue del 93%, lo que nos llevaría a pensar que aún siendo un estudio en maniquí, su comportamiento sería similar al comportamiento en humanos.

Bimla Sharma et al. en un artículo de revisión en el que se estudiaron los pros y los contras de varios DSG, junto con la efectividad y la seguridad de cada DSG, concluyeron que Baska Mask tenía un éxito de inserción inferior a la LMA ProSeal, que el éxito de inserción al primer intento de LMA ProSeal y Supreme era parecido y que I-gel y AuraGain tenían un elevado éxito de inserción¹⁹⁶, resultados muy parecidos a los obtenidos en nuestro estudio.

Ramaiah R y col. en un artículo de revisión en el que se evaluaron varios DSG, la tasa de éxito de inserción de Baska Mask en el primer intento fue del 76,7%¹⁹⁷ y tras varios intentos del 96,7% con una DI superior a 30mm¹⁹⁸, resultado muy parecido al que obtuvimos (94,4%) con nuestro modelo a 30 mm de DI.

En otro estudio de simulación en el que participaron cincuenta estudiantes de medicina donde se utilizó el maniquí Laerdal SimMan 3G para comparar múltiples DSG en situaciones de VAD como trismus, limitación de la movilidad de la columna cervical o la combinación de varias (trismus más limitación de la movilidad cervical o trismus y edema de lengua), se concluyó que la inserción de los dispositivos LMA Supreme, LMA Unique, Fastrach, King-LTS-D e I-gel fue un fracaso debido a la limitación del espacio interdental y a la cavidad oral pequeña.¹⁹⁹

Los *tiempos medios globales de inserción para cada DSG* en todas las aperturas bucales estudiadas, analizando sólo los casos en los que el DSG se insertó y se consiguió una ventilación adecuada, mostraron que la inserción más rápida era con I-gel, seguida de LMA Supreme, LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask. Los valores oscilaron entre 13,56 a 23,78 segundos, así que todos ellos estaban dentro de unos valores correctos desde el punto de vista clínico.

En un estudio realizado con pacientes, se comparó LMA Supreme con I-gel en un escenario simulado de dificultad de manejo de la VA. A los pacientes se les colocaba antes de anestesiarlos un collarín que limitaba la apertura bucal y la movilidad cervical. El tiempo de inserción fue más rápido con LMA Supreme (34 ± 12 segundos) que con I-gel (42 ± 23 segundos) siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p= 0.024$) (23). En otros dos estudios en los que se comparó LMA Supreme e I-gel en situaciones de cirugía programada con VA no difícil, no se encontraron diferencias significativas.^{200, 201, 202}

En nuestro estudio, en lo referente al tiempo de inserción, hubo dos grupos de DSG, un grupo que requirió un tiempo de inserción menor de 17 segundos, que fueron I-gel y LMA Supreme, y un segundo grupo compuesto por LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask que requirieron un tiempo superior a 20 segundos. No obstante esta diferencia tendría poco interés desde el punto de vista clínico.

En un estudio en el que se compararon múltiples DSG los autores concluyeron que I-gel tenía una rápida inserción con pocas molestias a nivel faríngeo, AuraGain producía pocas molestias a nivel faríngeo pero requería un mayor tiempo para su inserción.¹⁸⁷ En un artículo de revisión sobre los DSG, se concluyó que LMA Supreme tenía un tiempo de inserción corto y que LMA ProSeal se había usado en el manejo de VAD

prevista, imprevista o bien tras la imposibilidad de intubación.¹⁹⁶ Los resultados obtenidos en ambos estudios concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio.

En lo referente al tiempo *medio de inserción total en función de la apertura bucal*, a partir de 15mm de apertura de la boca había diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), igual que cuando la apertura bucal era de 10 mm, donde la diferencia también fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), lo cual nos hace reflexionar sobre que a menor apertura bucal, mayor tiempo para la correcta colocación del DSG.

En lo referente al *número de intentos de inserción* de los DSG para conseguir una correcta ventilación, I-gel fue el dispositivo que requirió menos intentos, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. AuraGain y Baska Mask, fueron las que con mayor frecuencia necesitaron dos o tres intentos para una inserción exitosa. Estos datos concuerdan claramente con los publicados en el artículo de revisión de Sharma et al sobre DSG, lo que nos permitiría reforzar la posibilidad de extrapolar nuestros resultados en simulación a situaciones clínicas.¹⁹⁶

Cuanto menor era la apertura bucal, mayor era el número de intentos requeridos para la inserción y correcta ventilación.

Sobre la *facilidad de inserción*, tanto la valorada por el realizador como del observador, la dificultad aumentaba en relación a la limitación de la apertura bucal para todos los DSG pero fue más significativa a partir de 15mm de apertura bucal. El dispositivo que presentó mayor facilidad para todas las aperturas de la boca fue LMA Supreme. Baska Mask fue más difícil de insertar que el resto desde los 30 mm de apertura de la boca. A 10 mm de DI, LMA Supreme fue la que presentó mayor facilidad de inserción. Un estudio de revisión concluyó que LMA Supreme, LMA ProSeal e I-gel eran fáciles de colocar mientras que Baska Mask era relativamente fácil de insertar pero requería de varios intentos para llegar a una tasa de éxito del 96,7%.^{197,198}

En lo referente a las *maniobras* a realizar para la inserción, el DSG que más maniobras necesitó para su correcta colocación fue Baska Mask. LMA Supreme no necesitó maniobras para su colecta colocación. El resto de los DSG, a partir de los 15 mm de apertura bucal necesitaron la realización de maniobras para su correcta colocación. Hay muy poca bibliografía al respecto, dado que apenas hay estudios de uso de DSG en situaciones de limitación de la apertura bucal a no ser que sea en situaciones de emergencia y en ninguna de ellas se comentaba sobre la necesidad de maniobras para conseguir su correcto funcionamiento.

El *calibre* basal de los DSG estudiados iba des de 18mm en el caso de LMA Supreme hasta 37mm en el caso de Baska Mask. Todos los DSG fueron comprimibles y el éxito

de inserción y ventilación con limitación de la apertura bucal estaba más relacionado con el calibre basal, ya que según nuestros resultados y la falta de bibliografía que lo avale, parece ser que el DSG que mejor funcionó en situaciones de limitación de la apertura bucal fue el que en situación basal tenía un calibre menor, LMA Supreme, independientemente de su capacidad de compresión.

Como principal limitación de nuestro estudio, debemos considerar que se trata de un estudio realizado sobre un simulador y no en humanos, su posible extrapolación a la clínica debe de hacerse con cautela. La simulación permite evaluar los dispositivos de manejo de la VA en condiciones de normalidad y de VAD. Se ha sugerido que los dispositivos de manejo de la VA, como sucede con los fármacos, deberían pasar por tres fases de evaluación antes de su comercialización, la primera mediante simulación, una segunda mediante un estudio piloto para conocer el comportamiento en humanos y una tercera fase con estudios con numerosos pacientes.^{193,194} Es evidente que los resultados con maniqués no son extrapolables a humanos pero pueden constituir un principio para el conocimiento del comportamiento de los dispositivos previo al uso de los mismos en pacientes. Actualmente no hay pruebas de la transferencia de las habilidades aprendidas en situaciones de simulación a la práctica clínica,^{203,204,205} sin embargo hay muchos hospitales y universidades que están entrenando múltiples técnicas en pacientes simulados.²⁰

Por otro lado, nos sigue quedando la duda de la fidelidad de los maniqués para reproducir la anatomía de la vía aérea humana. En un estudio se comparó la anatomía de 20 pacientes adultos con dos maniqués de VA mediante la realización de tomografías computarizadas de la vía aérea.²⁰⁶ Otros estudios evaluaron maniqués^{183,207,208,209,210} y simuladores de pacientes²¹¹ para correlacionar las características de cada maniquí con la anatomía humana. Según la mayoría de estos estudios, la VA humana difiere de forma importante respecto a los maniqués, sobre todo en lo referente a la rigidez de los tejidos, la movilidad de la columna cervical y las proporciones anatómicas, principalmente la faríngea y el espacio retro-palatino. Los autores también identificaron variaciones entre maniqués del mismo fabricante. Todas estas situaciones nos llevaría a pensar que esta variabilidad puede afectar a la evaluación de nuevos dispositivos utilizando simuladores.²¹²

El maniquí utilizado en este estudio fue el AMT[®] modificado por los autores de forma que permitía limitar la apertura bucal al nivel deseado. En un estudio en el que se compara el comportamiento de 4 maniqués para el entrenamiento en el manejo de la vía aérea (Airway Management Trainer de Ambu[®], Airway Trainer de Laerdal, Airsim[®] de Trucorp y 'Bill 1' de VBM) con 8 dispositivos extragloticos (AMD, CobraPLA, Combitube, I-gel, Laryngeal Tube, Laryngeal Tube Disposable, Laryngeal Tube Suction II y SLIPA), los autores concluyeron que AMT[®] no sería el más apropiado para el

entrenamiento y la utilización de los dispositivos estudiados.^{182,207,208,209} De los dispositivos estudiados nosotros sólo utilizamos I-gel. Al valorar los resultados aislados de I-gel vemos que el comportamiento en el maniquí AMT[®] es excelente. Si valoráramos los resultados de los cinco dispositivos utilizados por nosotros a 30 mm de apertura, no existían diferencias estadísticamente significativas y el comportamiento del maniquí fue muy similar para todos ellos. Por otro lado, observamos cómo algunos de nuestros resultados fueron similares a los obtenidos en estudios en pacientes.

El hecho de que cada vez haya más estudios en múltiples simuladores para el manejo de la vía aérea, ha conllevado que incluso la European Resuscitation Council haya basado sus guías en este tipo de estudios.²¹³

10.1. Conclusiones generales

Se ha demostrado que mediante una pequeña inversión económica es factible la modificación de un maniquí fabricado para el manejo de situaciones de vía aérea sin dificultad a un maniquí para simular situaciones complejas en el manejo de la vía aérea mediante una pequeña inversión económica.

Las modificaciones realizadas al maniquí AMT® permiten simular situaciones de dificultad en el manejo de la vía aérea difícil.

El maniquí modificado nos permitió evaluar el comportamiento de varios dispositivos en situaciones de dificultad de la vía aérea.

10.2. Conclusiones objetivo 1

El maniquí AMT® modificado presentó unas prestaciones similares a las aportadas por el maniquí Airsim® para el aprendizaje del manejo de la VA en las cuatro situaciones estudiadas: vía aérea normal, grado de clasificación de Mallampati elevado, rigidez cervical y la combinación de estas dos últimas.

Los tiempos de visualización de la glotis y de intubación orotraqueal fueron muy parecidos entre adjuntos y residentes en todas las situaciones al ajustar las variables por situación, participante y medición. Si no se hubieran ajustado los valores, los adjuntos realizaban la intubación orotraqueal de forma más rápida.

A ningún participante le fue imposible de intubar. El maniquí AMT® modificado ocasionó mayor dificultad técnica que desapareció al ajustarse en función de la situación y del operador. Si no se hubieran ajustado los valores, los adjuntos realizaban la intubación orotraqueal con mayor facilidad.

El grado de Cormack-Lehane objetivó una mayor dificultad de visión glótica en el maniquí modificado, aunque en ningún caso se llegó a visualizar un grado de Cormack-Lehane 4.

La maniobra más frecuente en el maniquí control fue la necesidad de aplicar una fuerza superior a la habitual mientras que en el maniquí caso fue la rotación del tubo orotraqueal. Cada maniquí requiere una técnica concreta para poder intubar más fácilmente.

10.3. Conclusiones objetivo 2

El DSG de elección en situaciones de apertura bucal de 10 mm sería LMA Supreme. LMA ProSeal y AuraGain podrían ser de utilidad en los casos de 15 mm de apertura de la boca e I-gel para DI superiores o iguales a 20mm. Baska Mask no sería recomendable en casos de limitación de apertura bucal.

I-gel fue el dispositivo que requirió menos intentos de inserción, seguido de LMA ProSeal y LMA Supreme. AuraGain y Baska Mask necesitaron con mayor frecuencia dos o tres intentos para una inserción exitosa.

El DSG con inserción más rápida fue I-gel, seguido de LMA Supreme, LMA ProSeal, AuraGain y Baska Mask. A menor apertura bucal, mayor tiempo para la correcta colocación del DSG.

LMA Supreme fue el dispositivo que presentó mayor facilidad para todas las aperturas bucales. Baska Mask fue más difícil de insertar que el resto.

Baska Mask fue el DSG que más maniobras necesitó para su correcta colocación. LMA Supreme no necesitó maniobras. El resto de los DSG, a partir de los 15 mm de apertura bucal necesitaron la realización de maniobras para su correcta colocación.

El DSG que mejor funcionó en situaciones de limitación de la apertura bucal fue el que en situación basal tenía un menor calibre, LMA Supreme, independientemente de su capacidad de compresión.

11. Modelo de utilidad

Una vez realizados múltiples estudios en el maniquí modificado de Airway Management Trainer® (AMT®, Ambu, Denmark) y viendo los buenos resultados obtenidos, decidimos solicitar un modelo de utilidad para que estas modificaciones nos permitieran utilizarlo en la realización de prácticas de manejo de la vía aérea con estudiantes de Medicina o bien con residentes de primer año.

Este maniquí modificado permite tanto aumentar el tamaño de la lengua, creando macroglosia, como fijar la columna cervical, creando una situación de rigidez o bien combinar ambas situaciones.

Para simular macroglosia (aumento del tamaño de la lengua), este maniquí contiene una pelota elástica, de las conocidas como pelota de squash, que hace el papel de lengua.

Para la simulación de la rigidez de la columna cervical, se realiza mediante al menos una cinta de presión que incluye medios de regulación adaptativa de la presión que se quiera ejercer a las mismas, mediante un sistema de apertura y cierre rápido, impidiendo así el movimiento de la columna vertebral.

Este maniquí, a su vez, tiene unos medios de limitación gradual de la apertura bucal, permitiendo graduar cómodamente el grado de apertura bucal. Esta apertura bucal, puede variar desde una primera posición de contacto entre ambos maxilares, a una segunda posición de separación entre maxilares, siendo posible cualquier fijación no elástica intermedia entre estas dos posiciones. Se realiza mediante el uso de dos topes de presión unidos a cada maxilar unidos con una guía deslizante sobre los mismos. Presenta la ventaja de ampliar el número de opciones que se pueden practicar. De este modo, se pueden simular situaciones de normalidad, con una apertura bucal que no cause demasiados problemas y por otra parte, situaciones que presenten complicaciones, denominadas de “Vía aérea difícil”, por presentar una apertura bucal inferior a los 3 cm.

La principal ventaja que presenta este maniquí modificado respecto a los existentes, es el hecho de que resulta mucho más económico que estos, lo que facilita que se pueda contar con los maniqués suficientes para elaboración de las prácticas, así como facilitar la sustitución de un maniquí que quede inutilizable por rotura.

1. Gaba DM. The future of simulation in healthcare. *Simulation in Healthcare* 2007; 2: 126-135.
2. C.M.S. The Center for Medical Simulation. <http://www.harvardmedsim.org/>
3. Docencia y formación continuada. <https://sedar.es/index.php/formacion-continuada/simulacion>
4. Quesada A., Burón F.J., Castellanos A., del Moral I., González C., Olalla J.J., Teja Barbero J.L. Training in the care of the critical and multiple-injured patient: Role of clinical simulation. *Medicina Intensiva* 2007; 31(4): 187-193.
5. Hermann E.K. Remembering Mrs. Chase: Before there were smart hospitals, and Sim-Men, there was "Mrs. Chase". *Connecticut Nurses' Association, NSNA Imprint*, 2008; 55(2):52-55.
6. Amaya, A. Importancia y utilidad de las "Guías de simulación clínica" en los procesos de aprendizaje en medicina y ciencias de la salud. *Universitas Médica* 2011; 52(3): 309-314.
7. International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning 2011.
8. Alinier G. Developing high-fidelity health care simulation scenarios: A guide for educators and professionals. *Simulation & Gaming* 2011; 42(1), 9-26.
9. Jeffries P.R. Simulating in nursing education: From conceptualization to evaluation. New York: National League for Nursing 2007; 75-85.
10. Fowler C., Alden K. Enchancing Patient Safety in Nursing Education Through Patient. *Simulation* 2008. Chapter 51.
11. Aggarwal R. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care* 2010; 19: i34-i43.
12. Fort C.W. Enseñanza práctica mediante la simulación. *Nursing* 2010 (Ed. Española); 28(5), 37-39.
13. Cohen E., Feinglass J., Barsuk J., Barnard C., O'Donnell A., McGaghie W., Wayne D. Cost Savings From Reduced Catheter-Related Bloodstream Infection After Simulation-Based Education for Residents in a Medical Intensive Care Unit. *Simulation in Healthcare*. 2010; 5 (2): 98-102.
14. Vázquez Mata G., Ruiz Castillo J. El futuro pasa por el entrenamiento médico y quirúrgico basado en la simulación. *Cir Esp* 2009; 86: 1-2.

15. Vázquez Mata G., Guillamer Lloveras A. El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *Educación Médica* 2009; 12 (3): 147-148.
16. Ziv A. La educación médica basada en simulaciones. *JANO* 2008; 1701: 42-45.
17. Valler-Jones T., Meechan R., Jones H. Simulated practice -- a panacea for health education? *British Journal of Nursing* (Mark Allen Publishing 2011), 20(10): 628-631.
18. Biese K.J., Moro-Sutherland D., Furberg R.D., Downing B., Glickman L., Murphy A., Hobgood C. Using screen-based simulation to improve performance during pediatric resuscitation. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2009; 16(2): S51-75.
19. Maestre J.M., Szyld D., del Moral I., Ortiz G., Rudolph J.W. The making of expert clinicians: effective practice. *Rev Clin Esp (Eng ed)* 2014; 214: 216-220.
20. Good M. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Medical education* 2003; 37 (S1): 14-21.
21. Haskvitz L.M., Koop E.C. Students struggling in clinical? A new role for the patient simulator. *The Journal of nursing education* 2004; 43(4): 181-84.
22. Nehring, W.M., Ellis, W.E. & Lashley, F.R. Human Patient Simulators in Nursing Education: An Overview. *Simulation & Gaming* 2001; 32(2): 194-204.
23. Peteani L.A. Enhancing clinical practice and education with high-fidelity human patient simulators. *Nurse educator* 2004; 29 (1): 25-30.
24. Bond W.F., Spillane L. The use of simulation for emergency medicine resident assessment. *Academic Emergency Medicine* 2002; 9(11): 1295-1299.
25. Henrichs B., Rule A., Grady M., Ellis W. Nurse anesthesia students' perceptions of the anesthesia patient simulator: a qualitative study. *AANA Journal* 2002; 70(3): 219-225.
26. Maestre J.M., Manuel-Palazuelos J.C., Del Moral I., Simon R. La simulación clínica como herramienta para facilitar el cambio de cultura en las organizaciones de salud: aplicación práctica de la teoría avanzada del aprendizaje. *Revista Colombiana de Anestesiología* 2014; 42 (2): 124-128.
27. Feingold C.E., Calaluce M., Kallen M.A. Computerized patient model and simulated clinical experiences: Evaluation with baccalaureate nursing students. *The journal of nursing education* 2004; 43(4): 156-163.

28. Hammond J. Simulation in critical care and trauma education and training. *Current opinion in critical care* 2004; 10(5): 325-329.
29. Seropian M.A. General concepts in full scale simulation: getting started. *Anesthesia & Analgesia* 2003; 97(6): 1695-1705.
30. Morton P.G. Using a critical care simulation laboratory to teach students. *Critical care nurse* 1997; 17(6): 66-69.
31. Patterson M.D., Bike G.T., Nadkarni V.M. Advances in patient safety in situ simulation: Challenges and results. In: Henriksen K, Battles J.B., Keyes M.A., Grady M.L, editors. *Advances in patient safety: new directions and alternatives approaches*. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2008; p- 1-8.
32. Rosen M.A., Hunt E.A., Pronovost P.J., Federowicz M.A., Weaver S.J. In situ simulation in continuing education for the health care professions: a systematic review. *J Contin Educ Health Prof* 2012; 32(4): 243-54.
33. Kobayashi L., Shapiro M.J., Sucov A., Woolard R., Boss R.M. 3rd, Dunbar J. et al. Portable advanced medical simulation for new emergency department testing and orientation. *Acad Emerg Med. Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2006; 13 (6): 691-5.
34. Alkhulaif A., Julie I., Barton J., Nagie E., Yao A., Clarke S., Venugopal Ss, Hammontree W., Ramirez J., Dunbar K., Sebat C., Barros de Melo M.C., Bair A. Simulación in situ: Ventajas, retos y obstáculos. *Latin Am J Telehealth*, 2016; 3(2): 141-149.
35. Maran N.J., Glavin R.J. Low to high-fidelity simulations-a continuum of medical education? *Med Educ* 2003; 37 (1): 22-28.
36. Daniel A.B., Mendoza A. González J.A., Mancera M.I., Torres M.I., Valdez S.L., Morales S., Beltrán S.M. Diseño y validación de un simulador híbrido de paracentesis. *Educ Med* 2019; 20(1): 37-41.
37. Pokorny M.R., McLaren S.T. Inexpensive home-made laparoscopic trainer and camera. *Anz J Surg*. 2004; 74: 691-3.
38. Chung S.Y., Landsittel D., Chon C.H. Ng C.S., Fuchs G.J. Laparoscopic skills training using a webcam trainer. *J Urol*. 2005; 173: 180-3.
39. Morandeira A., Cabrera A., Sabench F., Hernández M., Del Castillo D. Simulador de bajo coste para el entrenamiento de habilidades laparoscópicas básicas. *Cir Esp* 2010; 87(1): 26-32.

40. Tokarczyk A. J., Greenberg S. B. Use of Mannequin-Based Simulators in Anesthesiology. *Disease-a-Month* 2011; 57(11): 706-14.
41. Good M.L., Gravenstein J.S. Anesthesia Simulators and Training Devices. *International Anesthesiology Clinics* 1989; 27(3): 161-6.
42. Cooper JB. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Quality and Safety in Health Care* 2004; Suppl 1: 11-8.
43. Gaba D.M., De Anda A. A Comprehensive Anesthesia Simulation Environment: recreating the operating room for research and training. *Anesthesiology* 1988; 69(3): 387-94.
44. Cooper J.B., Taqueti V. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgraduate Medical Journal* 2008; 84(997): 563-70.
45. Howard S.K., Gaba D.M., Fish K.J., Yang G., Sarnquist F.H. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviation, space, and environmental medicine* 1992; 63(9): 763-70.
46. Gaba D.M., Fish K., Howard S.K. *Crisis management in anesthesiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994.
47. Holzman R.S., Cooper J.B., Gaba D.M., Philip J.H., Small S.D., Feinstein D. Anesthesia crisis resource management: real-life simulation training in operating room crises. *Journal of Clinical Anesthesia* 1995; 7(8):675- 87.
48. Caplan R.A., Posner K.L., Ward R.J., Cheney F.W. Adverse Respiratory Events in Anesthesia: A Closed Claims Analysis. *Anesthesiology* 1990; 72(5): 828-33.
49. Peterson G.N., Domino K.B., Caplan R.A., Posner K.L., Lee L.A., Cheney F.W. Management of the Difficult Airway Closed Claims Analysis. *Anesthesiology: Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2005; 103(1): 33-9.
50. Cook T.M., MacDougall-Davis S.R. Complications and failure of airway management *Br J Anaesth* 2012; 109 (1): i68-i85.
51. Mason R.A. Education and training in airway management. *British Journal of Anaesthesia* 1998; 81(3): 305-7.
52. Goldmann K., Ferson D.Z. Education and training in airway management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19: 717–732.

53. Stringer K.R, Bajenov S., Yentis S.M. Training in airway management. *Anaesthesia* 2002; 57(10): 967-83.
54. Schaefer J.J. Simulators and difficult airway management skills. *Pediatric Anesthesia* 2004; 14(1): 28-37.
55. Heidegger T., Gerig H.J., Keller C. Vergleich von Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges. *Der Anaesthesist* 2003; 52(5): 381-92.
56. Langeron O., Masso E., Huraux C, Guggiari M., Bianchi A., Coriat P., Riou B. Prediction of Difficult Mask Ventilation. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2000; 92(5): 1229-36.
57. Williamson J.A., Webb R.K., Szekely S., Gillies E.R., Dreosti A.V. The Australian Incident Monitoring Study. Difficult intubation: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesthesia and Intensive Care* 1993; 21: 602-7.
58. Barsuk D., Ziv A., Lin G. et al. Using advanced simulation for recognition and correction of gaps in airway and breathing management skills in prehospital trauma care. *Anesth Analg* 2005; 100: 803-809.
59. Kennedy C.C., Cannon E.K., Warner D.O., Cook D.A. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and metaanalysis. *Crit Care Med* 2014; 42:42.
60. Kory P.D., Eisen L.A., Adachi M. et al. Initial airway management skills of senior residents: simulation training compared with traditional training. *Chest* 2007; 132: 1927–1931.
61. De Maria S., Levine A., Petrou P. et al. Performance gaps and improvement plans from a 5-hospital simulation programme for naesthesiology providers:a retrospective study. *BMJ Simul Technol Enhanced Learning* 2017; 3: 37–42.
62. Barsuk D., Ziv A., Lin G. et al. Using advanced simulation for recognition and correction of gaps in airway and breathing management skills in prehospital trauma care. *Anesth Analg* 2005; 100: 803–809.
63. Sun Y., Pan C., Li T., Gan T.J. Airway management education: simulation based training versus nonsimulation based training. A systematic review and metaanalyses. *BMC Anesthesiol* 2017; 17(1): 17.
64. Nørskov A.K., Rosenstock C.V., Wetterslev J. et al. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists'prediction of difficult airway management indaily clinical practice: a

cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia* 2015; 70: 272–281.

65. Russo S.G., Eich C., Barwing J., Nickel E.A., Braun U., Graf B.M., Timmermann A. Self-reported changes in attitude and behavior after attending a simulation-aided airway management course. *Journal of Clinical Anesthesia* 2007; 19(7): 517-22.

66. Kuduvalli P.M., Jervis A., Tighe S.Q.M., Robin N.M. Unanticipated difficult airway management in anaesthetised patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention. *Anaesthesia* 2008; 63(4): 364-9.

67. Borges B.C., Boet S., Siu L.W., Bruppacher H.R., Naik V.N., Riem N., Joo H.S. Incomplete adherence to the ASA difficult airway algorithm is unchanged after a high-fidelity simulation session. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie* 2010; 57(7): 644-9.

68. Cook T.M., Woodall N., Frerk C. Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011; 106: 617–631.

69. Radhakrishna S., Walker L., Copeman P.A. 'LIVES': a mnemonic for teaching advanced airway management. *Br J Anaesth* 2017; 118: 270–271.

70. Myatra S.N, Kalkundre R.S., Divatia J.V. Optimizing education in difficult airway management: meeting the challenge. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2017; 30(6):748-754.

71. Alam F., Boet S., Piquette D. et al. E-learning optimization: the relative and combined effects of mental practice and modeling on enhanced podcastbased learning-a randomized controlled trial. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2016; 21: 789–802.

72. Altun D., Ozkan-Seyhan T., Orhan-Sungur M. et al. Comparison of 4 laryngoscopes in 2 difficult airway scenarios: a randomized crossover simulation based study. *Simul Healthc* 2016; 11: 304–308.

73. Rothstein J., Gullo J., Cunningham I. et al. Training emergency medicine residents-cadaver vs mannequins. *Panam J Trauma Crit Care Emerg Surg* 2014; 3: 8–10.

74. Rai M.R., Popat M.T. Evaluation of airway equipment: man or manikin? *Anaesthesia* 2011; 66: 1–3.

75. Schalk R., Eichler K., Bergold M.N. et al. A radiographic comparison of human airway anatomy and airway manikins-Implications for manikin-based testing of artificial airways. *Resuscitation* 2015; 92: 129–136.
76. Woo J.A., Malekzadeh S., Malloy K.M., Deutsch E.S. Are all manikins created equal? Pilot study of simulator upper airway anatomic fidelity. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017; 156: 1154–1157.
77. Takayesu, J.K., Peak, D. & Stearns, D. Cadaver-based training is superior to simulation training for cricothyrotomy and tube thoracostomy. *Intern Emerg Med* 2017; 12: 99–102.
78. Leblanc V.R. Review article: simulation in anesthesia: state of the science and looking forward. *Can J Anaesth* 2012; 59: 193–202.
79. Klotz JJ, Dooley-Hash SL, House JB, Andreatta PB. Pediatric and neonatal intubation training gap analysis: instruction, assessment, and technology. *Simul Healthc* 2014; 9: 377–383.
80. McGaghie W.C., Issenberg S.B., Barsuk J.H., Wayne D.B. A critical review of simulation-based mastery learning with translational outcomes. *ed Educ* 2014; 48: 375–385.
81. Hunt E.A., Duval-Arnould J.M., Nelson-McMillan K.L. et al. Pediatric resident resuscitation skills improve after ‘rapid cycle deliberate practice’ training. *Resuscitation* 2014; 85: 945–951.
82. Massó E., Borràs R. Evaluación clínica de la vía aérea. En: M.Rull; C. Añez. *Manual de manejo de la vía aérea*. Barcelona. Ed. Ergon. 2009. p-13-18.
83. Cook T.M., Woodall N., Frerk C., on behalf of the Fourth National Audit Project, Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. *BJA* 2011; 106 (5): 617–631.
84. Shiga T., Wajima Z., Inoue T., Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 2005; 103(2): 429-37.
85. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98(5): 1269-77.

86. Practice Guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 2013; 118: 251-70.
87. Valero R., Mayoral V., Massó E., López A., Sabaté S., Villalonga R., Villalonga A., Casals P., Vila P., Borràs R., Añez C., Bermejo S., Canet J.. Evaluación y manejo de la vía aérea difícil prevista y no prevista: Adopción de guías de práctica. Secció Via Aèria (SEVA) de la Societat Catalana d'Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim.* 2008; 55: 563-570.
88. Heard A.M., Green R.J., Eakins P. The formulation and introduction of a 'can't intubate, can't ventilate' algorithm into clinical practice. *Anaesthesia.* 2008; 64: 601–8.
89. Mariscal M., Casillas A. Valoración y predicción de la vía aérea difícil. *Arydol* 2008. Disponible en: <http://www.arydol.es/valoracion-prediccion-via-aerea-dificil.php>
90. Langeron O., Masso E., Huraux C. et al. Prediction of difficult Mask ventilation. *Anesthesiology* 2000; 92: 1229-36.
91. WO. García. Actualización en el manejo de la vía aérea difícil y nuevos dispositivos. Anestesiólogo del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/actualizacion-vad.pdf>
92. Adnet F., Borron S.W., Racine S.X. et al. The intubation difficult scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology* 1997; 87: 1290-7.
93. Vijayakumar V., Rao S., Shetty N.A. Comparisson of Macintosh and Airtraq laryngoscopes for endotracheal intubation in adult patients with cervical spine immobilization using manual in line axial stabilization: a prospective randomized study. *J Neurosurg Anesthesiol* 2016; 28(4): 296-302.
94. Benumof J.L. Intubation difficulty scale: anticipated best use. *Anesthesiology* 1997; 87: 1273-4.
95. R. Díaz Alersi. Manejo de la vía aérea. *Revista Electrónica de Medicina Intensiva. Vía aérea nº1. Vol 2 nº11, nov 2002.* Disponible en: <https://remi.uninet.edu/debate/m1/REMIM101.htm>
96. Mallampati S.R., Gatt S.P., Gugino L.D. et al. A clinical sign to predict difficult intubation: A prospective study. *Can Anaesth Soc* 1985; 32: 429-34.
97. Samssoon G.L.T., Young J.R.B. Difficult trachea intubation: A retrospective study. *Anaesthesia* 1987; 42: 487-90.

98. Escobar J. ¿Cuánto podemos predecir la vía aérea difícil? Rev. Chil Anest, 2009; 38: 84-90. <http://www.sachile.cl/upfiles/revistas/4b44f0b8e795bpredecir.pdf>
99. Ramadhani S.A.L., Mohamed L.A., Rocke D.A., Gouws E. Sternomental distance as the sole predictor of difficult laryngoscopy in obstetric anesthesia. Br J Anaesth 1996; 77: 312-6.
100. McIntyre J.W. Oropharyngeal and nasopharyngeal airways: I (1880-1995). Can J Anesth 1996; 43: 629-35.
101. Brain A.I.J. The laryngeal mask - A new concept in airway management. Br J Anaesth 1992; 55: 801-5.
102. Baker P., Langton J.A., Murphy P.J., Rowbotham D.J. Regurgitation of gastric contents during general anaesthesia using the laryngeal mask airway. Br J Anaesth 1992; 69:314-15.
103. Mariscal M., Pindado M.L., Duro E., Caro M., Engel W., Arrázola B. Dispositivos de la vía aérea difícil. <https://arydol.com/temas/secciones/via-aerea/via-aerea-dificil/dispositivos-de-la-via-aerea-dificil/>
104. Brain A.I.J., Verghese C., Strube P.J. The LMA Proseal – a laryngeal mask with an oesophageal vent. Br J Anaesth 2000; 84: 650-4.
105. Van Zundert A., Brimacombe J.: The LMA Supreme “a pilot study”. Anaesthesia 2008; 63: 209-10.
106. Verghese C., Ramaswamy B.: LMA-Supreme: A new single-use LMA with gastric access: A report on its clinical efficacy. Br J Anaesth 2008; 101: 405-10.
107. Richez B., Saltel L. A new single use supraglottic airway device with a noninflatable cuff and an esophageal vent: an observational study of the i-gel. Anesth Analg 2008; 106: 1137-39.
108. López Correa T., Sastre J.A., Garzón J.C. Blind tracheal intubation through 2 supraglottic devices: the Ambu AuraGain vs the LMA Fastrach. Emergencias 2016; 28: 83-88.
109. Hoja técnica Ambu® AuraGain™. <https://www.ambu.es/manejo-de-la-via-aerea-y-anestesia/mascarillas-laringeas/producto/ambu-auragain-disposable-laryngeal-mask>
110. Miller D.M., Lavelle M. A streamlined pharynx airway liner: Pilot study in 22 patients in controlled and spontaneous ventilation. Anesth Analg 2002; 94: 759-761.

111. Miller D.M., Camporota L. Advantages of ProSeal and SLIPA airways over tracheal tubes for gynecological laparoscopies. *Can J Anesth* 2006; 53: 188-193.
112. Miller D.M., Light D. Storage capacities of the laryngeal mask and laryngeal tube compared and their relevance to aspiration risk during positive pressure ventilation. *Anesth Analg* 2003; 96: 1821-1822.
113. Martínez Hurtado, E., Mariscal Flores M.L., Engel Espinosa W., Sánchez Merchante M. Nuevas Mascarillas Laríngeas, la 3ª generación. <https://anestesiario.org/2014/nuevas-mascarillas-laringeas-la-3a-generacion/>
114. Tom van Zundert, Stephen Gatt. The Baska Mask® -A new concept in Self-sealing membrane cuff extraglottic airway devices, using a sump and two gastric drains: A critical evaluation. *Journal of Obstetric Anaesthesia and Critical Care* 2012; 2(1): 23-30.
115. Alexiev V1., Salim A., Kevin L.G., Laffey J.G. An observational study of the Baska® mask: a novel supraglottic airway. *Anaesthesia*. 2012 Jun; 67(6): 640-5.
116. Manejo avanzado de la vía aérea. *Revista Médica* <http://www.elsevier.es/pt-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-manejo-avanzado-via-aerea-S0716864011704266>
117. Lopez Jimenez F.A., Morales Cuevas J.M., Alvarado Ramos J.G., Mondragon Villanueva M.E. Intubación traqueal con mascarilla laríngea C-trach en pacientes con vía aérea difícil y pacientes con lesión cervical. *Revista mexicana de Anestesiología* 2007; 30 (1): 26-31.
118. Portas M., Canal M.I., Barrio M., Alonso M., Cabrerizo P., López-Gil M., Zaballos M. Estudio aleatorizado cruzado para evaluar la intubación guiada con fibrobroncoscopio a través del dispositivo Air-Q® versus la mascarilla laríngea Fastrach™ en maniqués Air-Q® versus LMA Fastrach™ for fiberoptic-guided intubation: A randomized cross-over manikin trial. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)*, 2018; 65 (3): 135-142.
119. Frass M., Frenzer R., Zdrahal F., Hoflehner G., Porges P., Lackner F. The esophageal tracheal combtube: preliminary results with a new airway for CPR. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 768-72.
120. Luba K, Cutter T.W. Supraglottic Airway Devices in the Ambulatory Setting. *Anesthesiology Clin* 2010; 28: 295-314.
121. Agro F., Cataldo R., Alfano A., Galli B. A new prototype for airway management in an emergency: the Laryngeal Tube. *Resuscitation* 1999; 41: 284-6.

122. Asai T., Shingu K. The laryngeal tube. *Br J Anaesth* 2005; 95: 789-96.
123. Jiménez Moral G., Ayuso Baptista F., Garijo Pérez A., Navarrete Espejo M., Requena López A., Baptista García F. Alternativas a la intubación orotraqueal ante una vía aérea difícil. *Emergencias* 2003; 15: 104-112.
124. Castillo Fernández P. Vía aérea difícil. Artículo de revisión. *Rev sanid milit mex* 2004; 58(6): 459-467.
125. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth*. 2009; 19(1): 1-8.
126. Harless J, Ramaiah R, Bhananker SM. Pediatric airway management. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2014; 4(1): 65-70.
127. McCoy E.P., Mimkhur R.K. Rafferty C., Bunting H., Austin B.A. A comparison of the forces exerted during laryngoscopy. The Macintosh versus the McCoy blade. *Anaesthesia* 1996; 51: 912-5.
128. McCoy E.P., Mimkhur R.K., McCloskey B.V. A comparison of the stress response to laryngoscopy. The Macintosh versus the McCoy blade. *Anaesthesia* 1995; 50: 943-6.
129. Droga S., Falconer R., Catto I.P. Successful difficult intubation: Traqueal tube placement over a gum elastic bougie. *Anaesthesia* 1990; 45: 774-6.
130. Hodzovic I., Latto I.P., Wilkes A.R., Hall J.E. Mapleson W.W. Evaluation of Frova, single-use intubation introducer, in a manikin. Comparison with Eschmann multiple-use introducer and Portex single-use introducer. *Anaesthesia* 2004; 59: 811-6.
131. Shippey B., Ray D., McKeown D. Use of McGrath videolaryngoscope in the management of difficult and failed tracheal intubation. *Br J Anaesth*. 2009; 103(2): 308-9.
132. Castañeda M., Batllori M., Gómez Ayeche M., Iza J., Unzué P., Martín M.P. Laringoscopio óptico Airtraq®. *An. Sist. Sanit. Navar*. 2009; 32(1): 75-83.
133. Martínez Hurtado E., Sánchez Merchante M. King Vision ¿estamos ante el videolaringoscopio ideal? Junio 2014. <https://anestesiario.org/2014/kingvision/>
134. Guzman J.O. Videolaringoscopios. *Rev Chil Anest* 2009; 38(2): 135-144.
135. Bjoraker-DG. The Bullard intubating laryngoscopes. *Anesth* 1990; 17(5): 64-70.
136. Asai T, Liu EH, Matsumoto S, et al. Use of the Pentax-AWS in 293 patients with difficult airways. *Anesthesiology* 2009; 110: 898-904

137. Osorio-Cervantes L.J., Gamboa-López G.J., Bautista-Martínez J. Eficacia del video laringoscopio (VividTrac™) en vía aérea difícil. *Evidencia médica e investigación en salud* 2104; 7(1): S24-S25.
138. Saxena A., Madan M., Shrivastava U., Mittal A., Dwivedi Y., Agrawal A., Puri R. Role of the Truview EVO2 laryngoscope in the airway management of elective surgical patients: A comparison with the Macintosh laryngoscope. *Indian J Anaesth.* 2013; 57(3): 276–281.
139. <http://www.medcomflow.com/es/producto/totaltrack-vlm-video-laryngeal-mask/>
140. Stackhouse R.A., Marks J.D., Bainton C.R. Performing fiberoptic endotracheal intubation: clinical aspects. *International Anesthesiology Clinics* 1994; 32: 57-73.
141. Cobo García B. Manejo quirúrgico emergente de la vía aérea: guía para la cricotirotomía percutánea. <https://anestesiario.org/2014/manejo-quirurgico-emergente-de-la-via-aerea-guia-para-la-cricotirotomia-percutanea/>
142. Spiegel J.E., Shah V. Surgical Management of the Failed Airway: A Guide to Percutaneous Cricothyrotomy. *Anesthesiology News. Guide to Airway Management* 2014; 40(8): 47-52.
143. Johnson J.L., Cheatham M.L., Sagraves S.G., Block E.F., Nelson L.D. Percutaneous dilational tracheostomy: a comparison single-versus multiple-dilator techniques. *Crit Care Med* 2001; 29: 1251-1254.
144. Kost K.M. Percutaneous tracheostomy: comparison of Ciaglia and Griggs techniques. *Crit Care.* 2000; 4(3): 143–146.
145. Añón J.M., Gómez V., Escuela M.P., De Paz V., Solana L.F., De La Casa R.M. et al. Percutaneous tracheostomy: comparison of Ciaglia and Griggs techniques. *Critical Care* 2000; 4(2): 124-128.
146. Rozin I., Coitoru M., Badaev F., Altman N., Teitelman U., Altman E. Experimental comparison of Ciaglia and Griggs PCT techniques with biomechanical method: A-602. *European Journal of Anaesthesiology* 2005; 22: 157–158.
147. Freeman BD. Should tracheostomy practice in the setting of trauma be standardized? *Current Opinion in Anesthesiology* 2011, 24: 188-194.
148. Tardáguila Sancho, P., Martínez Fariñas, P., Moreno Casanova, I., Sánchez Merchante, M., Martínez Hurtado, E. Cricotirotomía, Traqueotomía Percutánea y Quirúrgica en el manejo de la Vía Aérea. Revisión 2015.

<https://anestesi.org/2016/cricotirotoni%2%ADa-traqueotoni%2%ADa-percutanea-quirurgica-manejo-la-vi%2%ADa-aerea-revision-2015/>

149. Akulian J.A., Yarmus L., Feller-Kopman D. The Role of Cricothyrotomy, Tracheostomy, and Percutaneous Tracheostomy in Airway Management. Review Article. *Anesthesiol Clin* 2015 Jun; 33(2): 357-67.

150. Delaney A., Bagshaw S.M., Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006; 10(2): R55.

151. Gómez-Ríos M.A. Can fiberoptic bronchoscopy be replaced by video laryngoscopy in the management of difficult airway? *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2016; 63: 189-91.

152. Artime C.A., Hagberg C.A. Is there a gold standard for management of the difficult airway? *Anesthesiol Clin*. 2015; 33: 233-40.

153. Frerk C., Mitchell V.S., McNarry A.F., Mendonca C., Bhagrath R., Patel A. et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015; 115: 827-48.

154. Stiegler M.P., Neelankavil J.P., Canales C., Dhillon A. Cognitive errors detected in anaesthesiology: A literature review and pilot study. *Br J Anaesth*. 2012; 108: 229-35.

155. Flin R., Fioratou E., Frerk C., Trotter C., Cook T.M. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia* 2013; 68: 817–25.

156. Baker P. Assessment before airway management. *Anesthesiol Clin*. 2015; 33: 257-78.

157. Apfelbaum J.L., Hagberg C.A., Caplan R.A., et al. Practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology*. 2013; 118: 251-70.

158. Law J.A., Broemling N., Cooper R.M. 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.

159. Law J.A., Broemling N., Cooper R.M. et al. The difficult airway with recommendations for management - Part 2 - The anticipated difficult airway. *Can J Anesth*. 2013; 60: 1119-38.

160. Piepho T, Cavus E, Noppens R, et al. S1 guidelines on airway management. *Anaesthesist*. 2015; 64: 27-40.
161. López A.M., Belda I., Bermejo S., Parra L., Áñez C., Borràs R., Sabaté S, Carbonell N., Marco G., Pérez J., Massó E., Soto J.M., Boza E., Gil J.M., Serra M., Tejedor V., Tejedor A., Roza J., Plaza A., Tena B., Valero R, y Secció de via aèria (SEVA) de la SCARTD Recomendaciones para la evaluación y manejo de la vía aérea difícil prevista y no prevista de la Societat Catalana d'Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor, basadas en la adaptación de guías de práctica clínica y consenso de expertos. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2020; 67(6): 325-342.
162. Nimmagadda U., Salem M.R., Crystal G.J. Preoxygenation: Physiologic basis. Benefits, and potential risks. *Anesth Analg*. 2017; 124: 507-517.
163. Weingart S.D., Levitan R.M. Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Ann Emerg Med*. 2012; 59: 165-175.
164. Ramachandran S.K., Cosnowski A., Shanks A., Turner C.R. Apneic oxygenation during prolonged laryngoscopy in obese patients: A randomized, controlled trial of nasal oxygen administration. *J Clin Anesth*. 2010; 22: 164-168.
165. Perry J.J., Lee J.S., Silberg V.A.H., Wells G.A. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; April 16; (2):CD002788.
166. Sluga M., Ummenhofer W., Studer W., Siegemund M., Marsch S.C. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction of anesthesia and endotracheal intubation: a prospective, randomized trial in emergent cases. *Anesth Analg* 2005; 101: 1356-61.
167. Karcioğlu O., Arnold J., Topacoglu H., Ozucelik D.N., Kiran S., Sonmez N. Succinylcholine or rocuronium? A meta-analysis of the effects on intubation conditions. *Int J Clin Pract* 2006; 60: 1638-46.
168. Mallon W.K., Keim S.M., Shoenberger J.M., Walls R.M. Rocuronium vs. succinylcholine in the emergency department: a critical appraisal. *J Emerg Med* 2009; 37: 183-8.
169. Marsch S.C., Steiner L., Bucher E. et al. Succinylcholine versus rocuronium for rapid sequence intubation in intensive care: a prospective, randomized controlled trial. *Crit Care* 2011; 15:R199.

170. Sørensen M.K., Bretlau C., Gätke M.R., Sørensen A.M., Rasmussen L.S. Rapid sequence induction and intubation with rocuronium–sugammadex compared with succinylcholine: a randomized trial. *Br J Anaesth* 2012; 108: 682–9.
171. Tang L., Li S., Huang S., Ma H., Wang Z. Desaturation following rapid sequence induction using succinylcholine vs. rocuronium in overweight patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011; 55: 203–8.
172. Taha S.K., El-Khatib M.F., Baraka A.S. et al. Effect of suxamethonium vs rocuronium on onset of oxygen desaturation during apnea following rapid sequence induction. *Anaesthesia* 2010; 65: 358–61.
173. Curtis R., Lomax S., Patel B. Use of sugammadex in a ‘can’t intubate, can’t ventilate’ situation. *Br J Anaesth* 2012; 108: 612–4.
174. Kyle B.C., Gaylard D., Riley R.H. A persistent ‘can’t intubate, can’t oxygenate’ crisis despite rocuronium reversal with sugammadex. *Anaesth Intensive Care* 2012; 40: 344–6.
175. Bisschops M.M.A., Holleman C., Huitink J.M. Can sugammadex save a patient in a simulated ‘cannot intubate, cannot ventilate’ situation? *Anaesthesia* 2010; 65: 936–41.
176. Lee C., Jahr J.S., Candiotti K.A., Warriner B., Zornow M.H., Naguib M. Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology* 2009; 110: 1020–5.
177. Cohn A.I., Zornow M.H. Awake endotracheal intubation in patients with cervical spine disease: A comparison of the Bullard laryngoscope and the fiberoptic bronchoscope. *Anesth Analg.* 1995; 81: 1283-6.
178. Ovassapian A., Krejcie T.C., Yelich S.J., Dykes M.H. Awake fibreoptic intubation in the patient at high risk of aspiration. *Br J Anaesth.* 1989; 62: 13-6.
179. Reasoner D.K., Warner D.S., Todd M.M., Hunt S.W., Kirchner J. A comparison of anesthetic techniques for awake intubation in neurosurgical patients. *J Neurosurg Anesthesiol.* 1995; 7: 94-9.
180. Gómez-Ríos M.A., Gaitini L., Matter I., Somri M. Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación* 2018; 65(1): 41-48.

181. 4th National Audit Project of The Royal College of Anaesthetists and The Difficult Airway Society. Major complications of airway management in the United Kingdom, Report and Findings. Royal College of Anaesthetists, London, 2011.
182. Tru-corp. Airsim User's Guide (Version 2.1.). <http://www.trucorp.co.uk/>
183. Jordan G.M., Silsby J., Bayley G., Cook T.M. Evaluation of four manikins as simulators for teaching airway management procedures specified in the Difficult Airway Society guidelines, and other advanced skills. Journal Compilation 2007. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia*. 2007 Jul; 62(7): 708-12.
184. Plummer J.L., Owen H. Learning endotracheal intubation in a clinical skills learning center: a quantitative study. *Anesthesia Analg* 2001; 93: 656-62.
185. Wahlen B.M.; Roewer N.; Lange M.; Kranke P. Tracheal intubation and alternative airway management devices used by healthcare professionals with different level of pre-existing skills: a manikin study. *Anaesthesia*, 2009; 64: 549-554.
186. Parry K., Owen H. Small simulators for teaching procedural skills in a difficult airway algorithm. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2004; 32(3): 401-409.
187. Rosentock C., Ortergaard D., Kristensen M.S., Lippert A., Ruhnau B., Rasmussen L.S. Residents lack knowledge and practical skills in handling the difficult airway. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 1014-1018.
188. Cook T.M. Still time to organize training in airway management in the UK. *Anaesthesia*, 2006, 61: 727-730.
189. Pérez-Calvo C., Villanueva M.A., Del Moral I, Alcalá M.A., González-Arenas P., Suárez-Sipman F. Capítulo 11. Internet. Simuladores. En: LM Torres Morera. Tratado de anestesia y reanimación. Ed. Aran, 2001. Tomo 1. p-281-315.
190. Villalonga R. Docencia en el manejo de la vía aérea. M.Rull; C. Añez. Manual de manejo de la vía aérea. Barcelona. Ed. Ergon. 2009. p-167-173.
191. Cook T.M. Novel airway devices: spoilt for choice? *Anaesthesia* 2003; 58: 107-10.
192. Rai MR, Popat MT. Evaluation of airway equipment: man or intubation head? *Anaesthesia* 2011; 66: 1-3.
193. Drolet, P. (2009) Supraglottic airways and pulmonary aspiration: the role of the drain tube. *Can. J. Anaesth.* 56, 715–720.

194. Chen, X., Jiao, J., Cong, X., Liu, L., Wu, X. (2013) A comparison of the performance of the i-gel™ vs. the LMA-STM during anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 8 (8): e71910.
195. Theiler LG, Kleine-Brueggeney M, Kaiser D, Urwyler N, Luyet C, Vogt A, Greif R, Unibe MM. Crossover comparison of the laryngeal mask supreme and the I-gel in simulated difficult airway scenario in anesthetized patients. *Anesthesiology* 2009; 111: 55-62.
196. Bimla Sharma, Chand Sahai, Jayashree Sood. Extraglottic airway devices: technology update. *Med Devices (Auckl)*. 2017; 10: 189–205.
197. Ramaiah R, Das D, Bhananker SM, Joffe AM. Extraglottic airway devices: A review. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2014; 4(1): 77-87.
198. Alexiev V., Salim A.L., Kevin L.G., Laffey J.G. An observational study of the Baska mask: a novel supraglottic airway. *Anaesthesia* 2012; 67: 640–645.
199. Robak O., Leonardelli M., Zedtwitz-Liebenstein K., Rützler K., Schuster E., Vaida S., Salem R., Frass M. Feasibility and speed of insertion of seven supraglottic airway devices under simulated airway conditions. *CJEM*. 2012; 14(6): 330-4.
200. Chew E.E., Hashim N.H., Wang C.Y. Randomised comparison of the LMA Supreme with the I-Gel in spontaneously breathing anaesthetised adult patients. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38: 1018-22.
201. Teoh W.H., Lee K.M., Suhitharan T., Yahaya Z., Teo M.M., Sia A.T. Comparison of the LMA Supreme versus the I-Gel in paralysed patients undergoing gynaecological laparoscopic surgery with controlled ventilation. *Anaesthesia* 2010; 65: 1173-9.
202. Wong D.T., Yang J.J., Jagannathan N. Brief review: The LMA Supreme™ supraglottic airway. *Can J Anaesth*. 2012; 59(5): 483-93.
203. Finan E., Bismilla Z., Campbell C., Leblanc V., Jefferies A., Whyte H.E. Improved procedural performance following a simulation training session may not be transferable to the clinical environment. *Journal of Perinatology* 2012; 32: 539–44.
204. Crabtree N.A., Chandra D.B., Weiss I.D., Joo H.S., Naik V.N. Fiberoptic airway training: correlation of simulator performance and clinical skill. *Canadian Journal of Anesthesia* 2008; 55: 100–4.
205. Chandra D.B., Savoldelli G.L., Joo H.S., Naik V.N.. Fiberoptic oral intubation: the effect of model fidelity on training for transfer to patient care. *Anesthesiology* 2008; 109: 1007–13.

206. Schebesta K., Hupfl M., Rossler B., Ringl H., Muller M.P., Kimberger O. Degrees of reality: airway anatomy of high-fidelity human patient simulators and airway trainers. *Anesthesiology* 2012; 116: 1204–9.
207. Keller C., Brimacombe J., Giampalmo M. et al. Airway management during spaceflight: a comparison of four airway devices in simulated microgravity. *Anesthesiology* 2000; 92: 1237–41.
208. Jackson K.M., Cook T.M. Evaluation of four airway training intubation heads as patient simulators for the insertion of eight types of supraglottic airway devices. *Anaesthesia* 2007; 62: 388-393.
209. Silsby J, Jordan G, Bayley G, Cook TM. Evaluation of four airway training manikins as simulators for inserting the LMA Classic. *Anaesthesia* 2006; 61: 576–9.
210. Cook TM, Green C, McGrath J, Srivastava R. Evaluation of four airway training manikins as patient simulators for the insertion of single use laryngeal mask airways. *Anaesthesia* 2007; 62: 713–8.
211. Hesselfeldt R, Kristensen MS, Rasmussen LS. Evaluation of the airway of the SimMan full-scale patient simulator. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2005; 49: 1339–45.
212. De Luca A, Sall FS, Sailley R, Capellier G, Khoury A. Reliability of manikin-based studies: an evaluation of manikin characteristics and their impact on measurements of ventilatory variables. *Anaesthesia*. 2015; 70(8): 915-21
213. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2010; 81: 1277–92.

13.1. Anexos primer artículo

13.1.1. Tablas

ADJUNTO	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
Situación basal								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	11,634	11,350	4,563	3,200	23,500	6,380	0,000	
	Control	7,387	7,125	3,042	2,000	31,700	3,300		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,237	10,186	1,816	6,195	14,273	2,597		0,879**
	Control	10,264	10,252	1,822	6,236	14,367	2,593		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	6,417	5,900	2,602	2,100	17,600	3,350	0,000	
	Control	4,640	4,300	2,045	1,300	18,000	2,200		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,799	5,807	1,221	3,399	8,201	1,942		0,924**
	Control	5,810	5,817	1,223	3,424	8,218	1,950		

**Variables ajustadas para situación, participante y medición

Tabla 1

RESIDENTE	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
Situación basal								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	13,818	13,200	5,233	6,800	38,800	6,780	0,000	
	Control	8,940	8,450	5,371	2,800	52,200	4,180		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,121	10,144	1,822	6,083	14,118	2,609		0,869**
	Control	10,160	10,164	1,828	6,125	14,221	2,643		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	7,072	6,350	2,592	3,700	15,000	3,080	0,000	
	Control	5,454	4,600	3,297	2,100	26,000	3,000		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,792	5,807	1,220	3,401	8,167	1,952		0,925**
	Control	5,807	5,806	1,224	3,416	8,209	1,941		

**Variables ajustadas para situación, participante y medición

Tabla 2

SITUACIÓN BASAL	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	12,008	11,550	5,385	4,100	38,800	6,000	0,000	
	Control	6,559	6,600	2,140	2,000	11,600	3,000		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,197	10,229	1,612	6,988	13,880	2,341		0,886**
	Control	10,234	10,238	1,624	7,023	13,958	2,359		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,865	5,800	1,755	2,100	11,800	1,880	0,000	
	Control	3,721	3,550	1,261	1,300	6,800	1,680		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,803	5,804	0,722	4,482	7,307	1,112		0,903**
	Control	5,817	5,821	0,725	4,489	7,341	1,108		

**Variables ajustadas para participante, medición y adjunto

Tabla 3

MACROGLOSIA	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
Mallampati elevado								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	10,716	9,800	3,608	4,700	23,500	4,950	0,000	
	Control	7,558	7,300	2,629	2,800	17,400	3,250		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,208	10,221	1,614	6,997	13,889	2,345		0,936**
	Control	10,229	10,245	1,626	6,998	13,994	2,363		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,830	5,300	2,351	2,700	17,600	2,480	0,000	
	Control	4,486	4,100	1,622	1,700	10,200	2,200		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,804	5,802	0,720	4,479	7,308	1,106		0,940**
	Control	5,812	5,819	0,725	4,468	7,351	1,089		

**Variables ajustadas para participante, medición y adjunto

Tabla 4

RIGIDEZ CERVICAL	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	10,708	10,250	3,645	3,200	18,300	5,350	0,000	
	Control	8,092	7,300	3,927	3,000	31,000	4,350		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,206	10,226	1,616	6,952	13,904	2,339		0,946**
	Control	10,224	10,239	1,619	7,002	13,954	2,342		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,585	5,700	1,484	2,300	8,900	1,600	0,006	
	Control	5,278	4,700	3,148	1,600	26,000	2,650		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,804	5,813	0,721	4,471	7,313	1,113		0,986**
	Control	5,806	5,805	0,720	4,485	7,307	1,101		

**Variables ajustadas para participante, medición y adjunto

Tabla 5

RIGIDEZ + MACROGLOSIA	Maniquí	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	IQR	M-W test	T-test
								p-valor	p-valor
Tt IOT (seg.)	Caso	16,380	16,800	4,581	5,700	26,300	5,550	0,000	
	Control	9,670	8,600	6,083	3,500	52,200	4,080		
Ajustado Tt IOT (seg.)	Caso	10,169	10,186	1,611	6,925	13,833	2,326		0,858
	Control	10,215	10,222	1,620	6,981	13,943	2,337		
Tt visión óptima (seg.)	Caso	9,369	9,300	2,615	3,600	15,000	3,130	0,000	
	Control	6,294	5,450	3,117	2,300	23,000	2,980		
Ajustado Tt visión óptima (seg.)	Caso	5,779	5,776	0,716	4,441	7,282	1,084		0,849
	Control	5,801	5,803	0,721	4,450	7,334	1,096		

**Variables ajustadas para participante, medición y adjunto

Tabla 6

	Frecuencia	Porcentaje
Grado Cormack-Lehane 1	318	49,7
Grado Cormack-Lehane 2	286	44,7
Grado Cormack-Lehane 3	36	5,6
Grado Cormack-Lehane 4	0	0

Tabla 7

	Frecuencia	Porcentaje
Muy fácil (Grado dificultad 1)	198	30,9
Fácil (Grado dificultad 2)	307	48,0
Difícil (Grado dificultad 3)	106	16,6
Muy difícil (Grado dificultad 4)	29	4,5
Imposible (Grado dificultad 5)	0	0

Tabla 8

Variable		Caso	Control	X2 p-valor	
Facilidad situación basal	1	N	80	118	0,000
		%	25,0	36,9	
	2	N	142	165	
		%	44,4	51,6	
	3	N	76	30	
		%	23,8	9,4	
	4	N	22	7	
		%	6,9	2,2	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 9

Variable			Caso	Control	X2 p-valor
Facilidad situación basal adjunto	1	N	49	84	0,000
		%	24,5	42	
	2	N	88	105	
		%	44	52,5	
	3	N	50	10	
		%	25	5	
	4	N	13	1	
		%	6,5	0,5	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 10

Variable			Caso	Control	X2 p-valor
Facilidad situación basal residente	1	N	31	34	0,000
		%	25,8	28,3	
	2	N	54	60	
		%	45	50	
	3	N	26	20	
		%	21,7	16,7	
	4	N	9	6	
		%	7,5	5	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 11

Variable			Caso	Control	X2 p-valor
Facilidad Mallampati elevado	1	N	19	24	0,000
		%	23,8	30	
	2	N	55	50	
		%	68,8	68,8	
	3	N	6	1	
		%	7,5	1,3	
	4	N	0	0	
		%	0	0	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 12

Variable			Caso	Control	X2 p-valor
Facilidad rigidez columna cervical	1	N	18	28	0,000
		%	22,5	35	
	2	N	51	44	
		%	63,8	55	
	3	N	11	6	
		%	13,8	7,5	
	4	N	0	2	
		%	0	2,5	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 13

Variable			Caso	Control	X2 p-valor
Facilidad combinación Mallampati elevado y rigidez columna cervical	1	N	0	0	0,000
		%	0	0	
	2	N	9	54	
		%	11,3	67,5	
	3	N	49	21	
		%	61,3	26,3	
	4	N	22	5	
		%	27,5	6,3	
	5	N	0	0	
		%	0	0	

Tabla 14

Observaciones	Frecuencia	Porcentaje
Fuerza	93	45,4
Fuerza 2 manos	25	12,2
Presión dientes	3	1,5
Fuerza + Presión dientes	19	9,3
Rotación TOT	64	31,2
Rotación TOT + repetición laringoscopia	1	0,5

Tabla 15

14.1.2. Gráficos

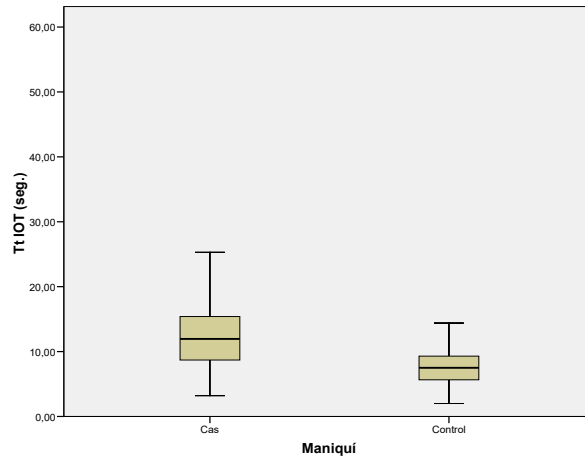


Gráfico 1

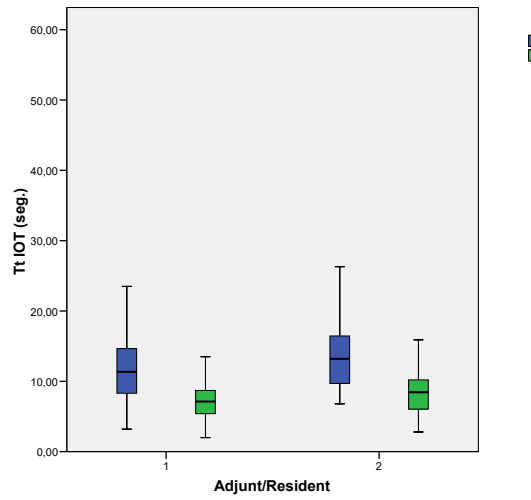


Gráfico 2

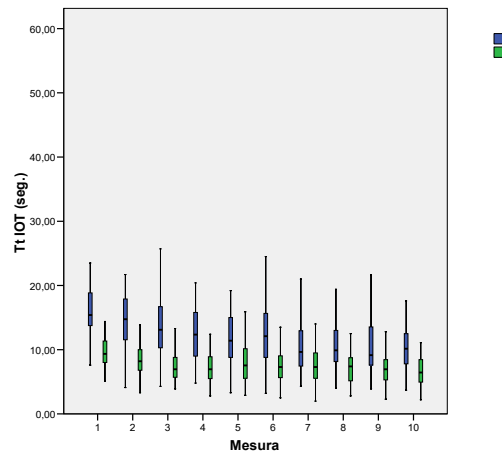


Gráfico 3

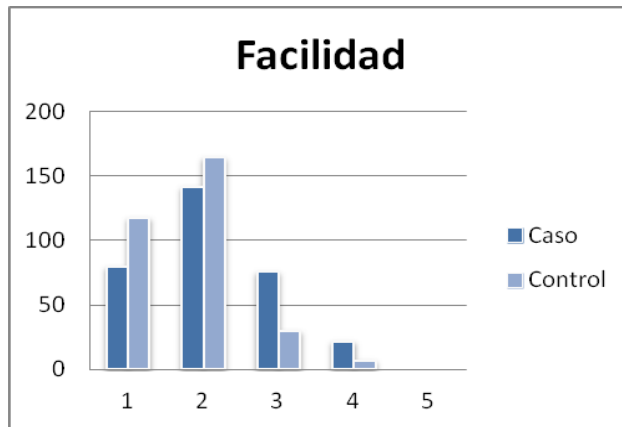


Gráfico 4

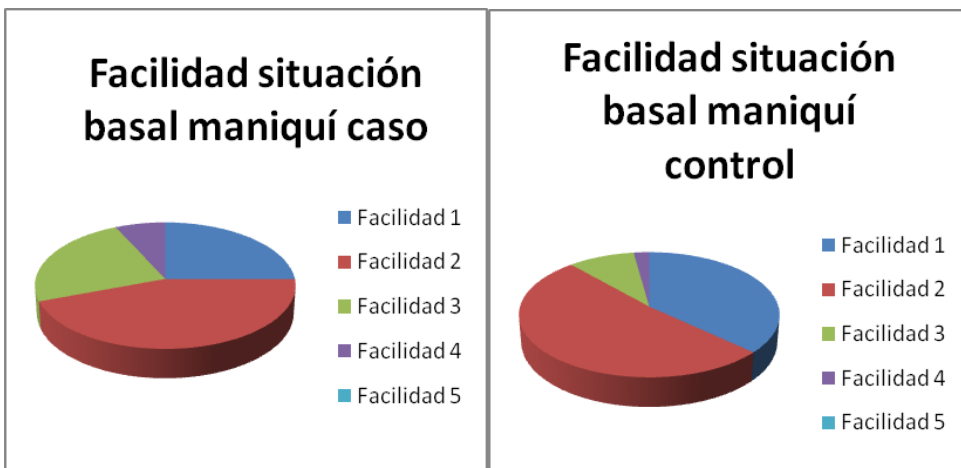


Gráfico 5

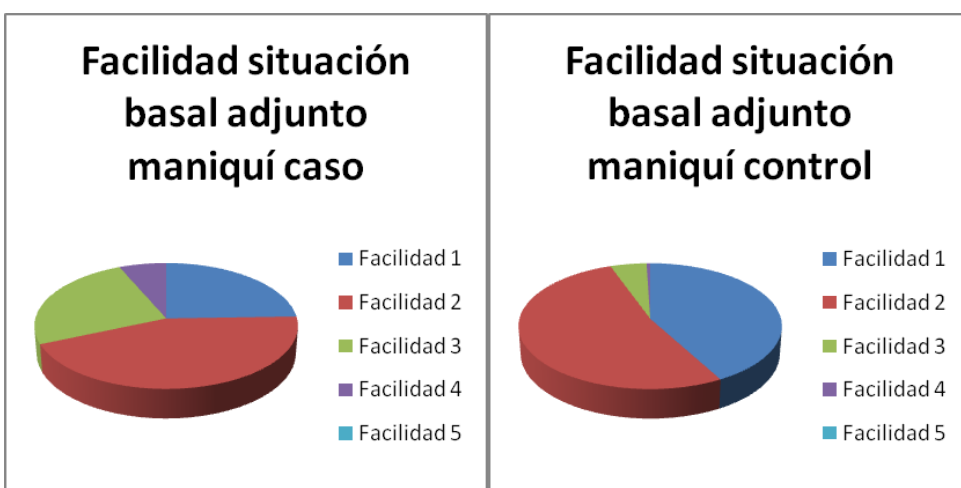


Gráfico 6

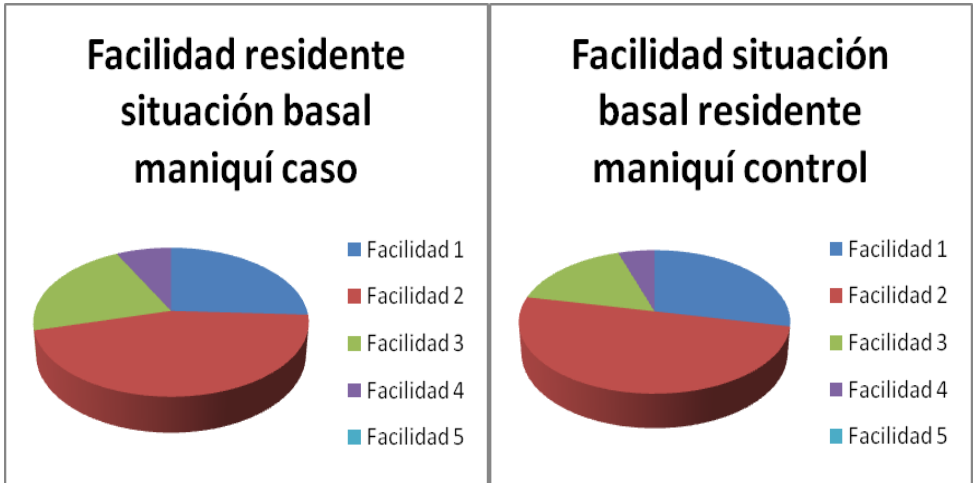


Gráfico 7

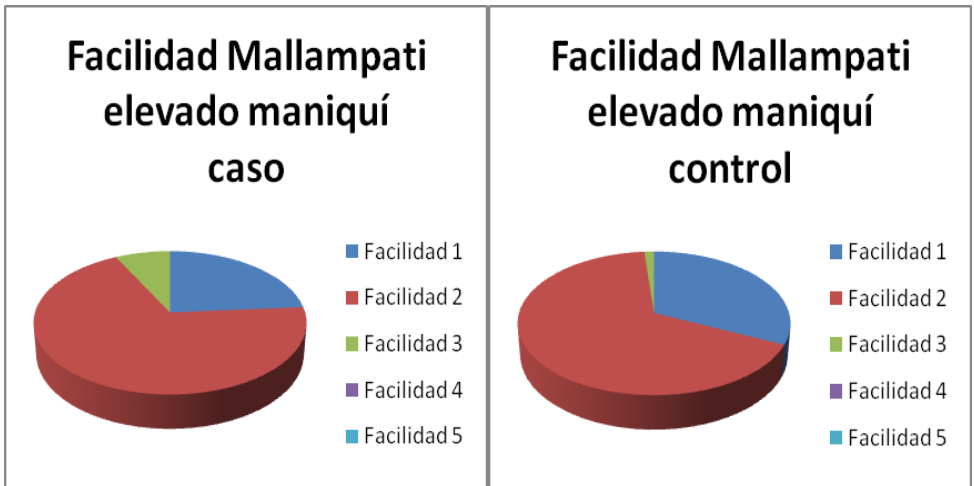


Gráfico 8

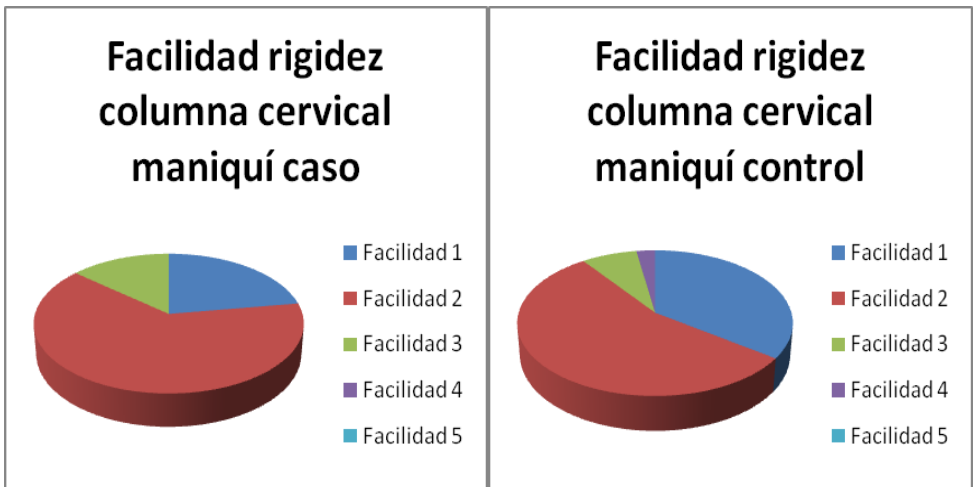


Gráfico 9

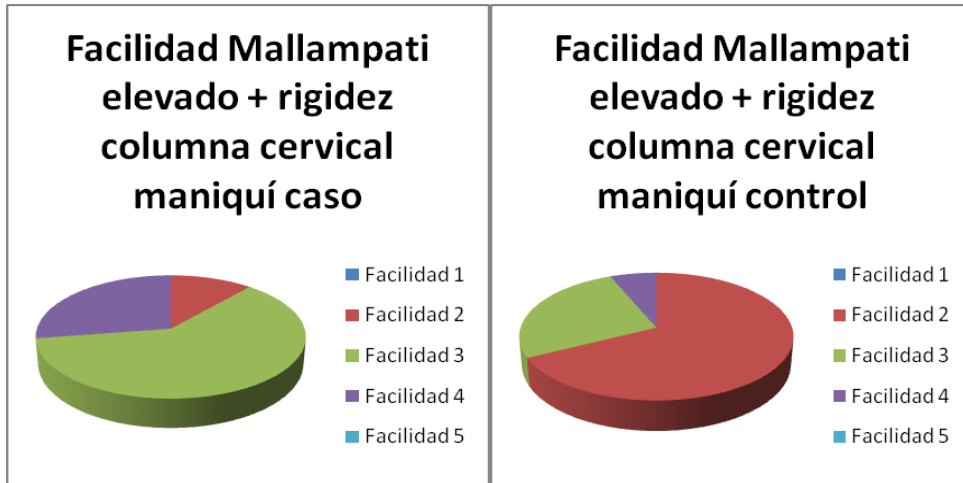


Gráfico 10

13.2. Anexo modelo de utilidad



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **1 074 770**

② Número de solicitud: U 201130357

⑤ Int. Cl.:
A61B 1/00 (2006.01)

⑫ SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

② Fecha de presentación: **01.04.2011**

⑦ Solicitante/s: **INSTITUT D'INVESTIGACIÓ
SANITÀRIA PERE VIRGILI
c/ Escorxador, s/n
43001 Tarragona, ES**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **09.06.2011**

⑦ Inventor/es: **Áñez Simón, Cristóbal;
Farré Nebot, Violeta;
Sánchez Toll, Roger y
Ivars Parraga, Carmen**

⑦ Agente: **Carpintero López, Mario**

⑤ Título: **Maniquí con fines médicos para práctica de la intubación oral en pacientes.**

ES 1 074 770 U

DESCRIPCIÓN

Maniquí con fines médicos para práctica de la intubación oral en pacientes.

Campo técnico de la invención

La presente invención corresponde al campo técnico de los maniqués utilizados con fines médicos, en concreto para el estudio de la intubación de pacientes, proceso en el cual, debido a la posible aparición de situaciones con distinto grado de dificultad se hace imprescindible una práctica del mismo que aporte competencias al anestesiólogo para resolver los problemas que se puedan presentar.

Antecedentes de la invención

En la actualidad existe una amplia variedad de maniqués con fines médicos, contándose entre ellos, aquellos cuyo objetivo concreto es servir de base para la práctica de intubaciones en pacientes.

En la práctica real con pacientes, y ante una situación de normalidad, para el proceso de intubación, se suele utilizar el laringoscopio de Macintosh.

Existen sin embargo, situaciones en las aparecen complicaciones, como puede ser la aparición de trismos como signo de hipertermia maligna o la rigidez de maseteros por la administración de opioides, que hacen que la intubación con el laringoscopio de Macintosh se dificulte.

Estas complicaciones, desembocan en una situación denominada "Vía aérea difícil", determinada por una apertura bucal inferior a 3 cm que dificulta la operabilidad de la intubación.

Estas situaciones suelen aparecer de una forma imprevista, por lo que resulta completamente necesario que el anestesiólogo tenga experiencia en la actuación ante estas situaciones. Para ello, es fundamental que haya practicado ante las posibles complicaciones que se le puedan presentar y es por eso que el maniquí utilizado para la práctica de estas situaciones adquiere gran importancia.

Como ejemplo concreto de maniqués existentes en el estado de la técnica, se puede mencionar las memorias de referencia EP-94029-A1, JP-07210080-A y US-3520071-A.

En algunos de estos casos, como el EP-94029-A1 y el US-3520071-A, se utilizan medios de rigidización de la zona que simula la columna vertebral, en el primer caso mediante tornillos y en el segundo mediante medios elásticos.

En el caso del JP-07210080-A, se utiliza una pelota inflable por aire, para simular la lengua y poder reflejar así una situación real con hinchamiento de la misma.

Existen también los que como en el caso del EP-94029-A1, utilizan medios de limitación de la apertura bucal.

Los modelos de maniquí existentes en el estado de la técnica, como los arriba mencionados a modo de ejemplo, poseen unos medios de rigidización de las partes del cuerpo del paciente simuladas en el modelo, de tal forma que estas partes quedan fijas en una posición para el estudio y práctica de una situación determinada, pero no posibilitan o se complica en gran medida, el hecho de tener que variar alguna de estas situaciones, dificultándose así la práctica de un mayor número de opciones o posibles situaciones con las que se puedan encontrar en la situación real.

Además, estos modelos de maniquí existentes en la actualidad, tienen un inconveniente añadido, que

es su elevado precio, que no facilita que estén al alcance de los anestesiólogos en un número suficiente o poder sustituirlos sin problemas tras una rotura del mismo.

Descripción de la invención

El maniquí con fines médicos que aquí se propone es de los utilizados para prácticas de la intubación oral en pacientes, y que dispone de medios de simulación de aumento del tamaño de la lengua, así como medios de simulación de la rigidización de la columna vertebral.

Este maniquí a su vez, comprende unos medios de limitación graduales y no elásticos de la apertura bucal del maniquí. Esto permite al anestesiólogo, regular cómodamente el grado de apertura bucal.

Esta apertura bucal, puede variar desde una primera posición de contacto entre ambos maxilares, a una segunda posición de separación entre maxilares, siendo posible cualquier fijación no elástica intermedia entre estas dos posiciones.

Los medios de limitación graduales y no elásticos de la apertura bucal, consisten en dos topes de presión unidos a cada maxilar entrelazados con una guía deslizante sobre los mismos.

Para la simulación de aumento del tamaño de la lengua, este maniquí comprende una pelota elástica, de las conocidas como pelota de squash, que hace el papel de lengua.

Por otro lado, para la simulación de la rigidización de la columna vertebral los medios con que cuenta consisten al menos en una cinta de presión que incluye medios de regulación adaptativa de la presión que se quiera ejercer a las mismas, mediante un sistema de apertura y cierre rápido, impidiendo así el movimiento de la columna vertebral.

El maniquí aquí presentado, presenta la ventaja de que consigue ampliar el número de opciones con el que se puede practicar.

Así pues, al presentar una limitación de la apertura bucal gradual y no elástica, se pueden simular múltiples situaciones con las que el anestesiólogo se encuentra en la realidad y que aquí se pueden obtener gracias a la posibilidad de regulación de esa apertura bucal.

De este modo, se pueden simular situaciones normales, con una apertura bucal que no cause demasiados problemas y por otra parte, situaciones que presentan complicaciones, denominadas de "Vía aérea difícil", por presentar una apertura bucal inferior a los 3 cm.

El anestesiólogo, puede practicar por tanto estos casos de poca apertura bucal e ir regulando dicha apertura para variarla dentro de las múltiples posibilidades reales que se puede encontrar.

Otra ventaja que presenta este maniquí respecto a los existentes en el estado de la técnica es el hecho de que resulta mucho más económico que estos, lo que facilita el hecho de que se pueda contar con los maniqués suficientes para elaboración de las prácticas, así como facilitar la sustitución de un maniquí que quede inutilizable por rotura.

Breve descripción de los dibujos

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se aporta como parte integrante de dicha descripción, una serie de dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva de la cabeza del maniquí, con el detalle de los medios de limitación de la apertura bucal, que se encuentran en el momento de fijación de la limitación, de forma exterior a la cabeza del maniquí.

Descripción detallada de un modo de realización preferente de la invención

A la vista de las figuras aportadas, puede observarse cómo en un modo de realización preferente de la invención, el maniquí con fines médicos que aquí se propone, para la realización de prácticas de intubación oral en pacientes, está formado por una representación de la cabeza y busto del paciente.

Como puede observarse en la Figura 1, el maniquí dispone de los medios de simulación de aumento del tamaño de la lengua, que consisten en unos medios de inflado por aire de una vejiga (1) o globo que representa la lengua, así como medios de simulación de la rigidización de la columna vertebral, que cuentan con unas cintas de presión que mediante un medio de apertura y cierre rápido en cada una, como puede ser por velero, regulan la presión que se ejerce sobre ellas, inmovilizando así la comuna vertebral del maniquí.

Este maniquí, presenta a su vez unos medios de li-

mitación graduales y no elásticos de la apertura bucal, que comprenden dos topes de presión (2) unidos a los maxilares (3) del maniquí e interconectados mediante una guía deslizante (4) sobre los mismos.

Con estos medios de limitación de la apertura bucal, se permite la fácil regulación del grado de apertura deseado, que puede variar entre la posición de contacto de ambos maxilares (3) y la posición de máxima separación entre ellos, pudiendo fijarse cualquier otra posición intermedia.

Este maniquí aquí presentado, mejora las condiciones de utilización de los maniqués existentes en la actualidad, al presentar un amplio número de posiciones de apertura bucal, fácilmente graduables, lo que permite la práctica de multitud de situaciones de gran dificultad que se pueden presentar en la realidad y por tanto es necesario que el anestesiólogo haya practicado previamente hasta adquirir un dominio de las mismas.

Presenta también la ventaja económica de no ser tan costoso como los maniqués existentes actualmente, de forma que es mucho más factible la adquisición del número de maniqués necesarios para realizar las prácticas, así como el sustituirlos en el momento en que se encuentren defectuosos.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Maniquí con fines médicos, de los utilizados para practicar la intubación oral o nasal de pacientes, que dispone de medios simulación de aumento del tamaño de la lengua y medios de simulación de la rigidización de la columna vertebral **caracterizado** porque comprende medios de limitación graduables y no elásticos de la apertura bucal del maniquí.

2. Maniquí con fines médicos, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios de limitación graduables de la apertura bucal consisten en sendos topes de presión unidos a cada maxilar entrelazados con una guía deslizante sobre los mismos.

3. Maniquí con fines médicos, según cualquiera las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque los medios de limitación graduables de la apertura bucal permiten una regulación de la apertura de la boca que

viene definida entre una primera posición de contacto entre ambos maxilares y una segunda posición de máxima separación entre maxilares siendo posible cualquier fijación no elástica intermedia entre esa primera y segunda posiciones.

4. Maniquí con fines médicos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende unos medios de inflado de una vejiga o globo que simula la lengua.

5. Maniquí con fines médicos según la reivindicación 1 **caracterizado** porque los medios de simulación de la rigidización de la columna vertebral consiste en al menos una cinta de presión que impide el movimiento de la columna vertebral, cinta que incluye medios de regulación adaptativa de la presión que se quiera dar a la misma, mediante sistema de apertura y cierre rápido de la misma.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 1 074 770 U

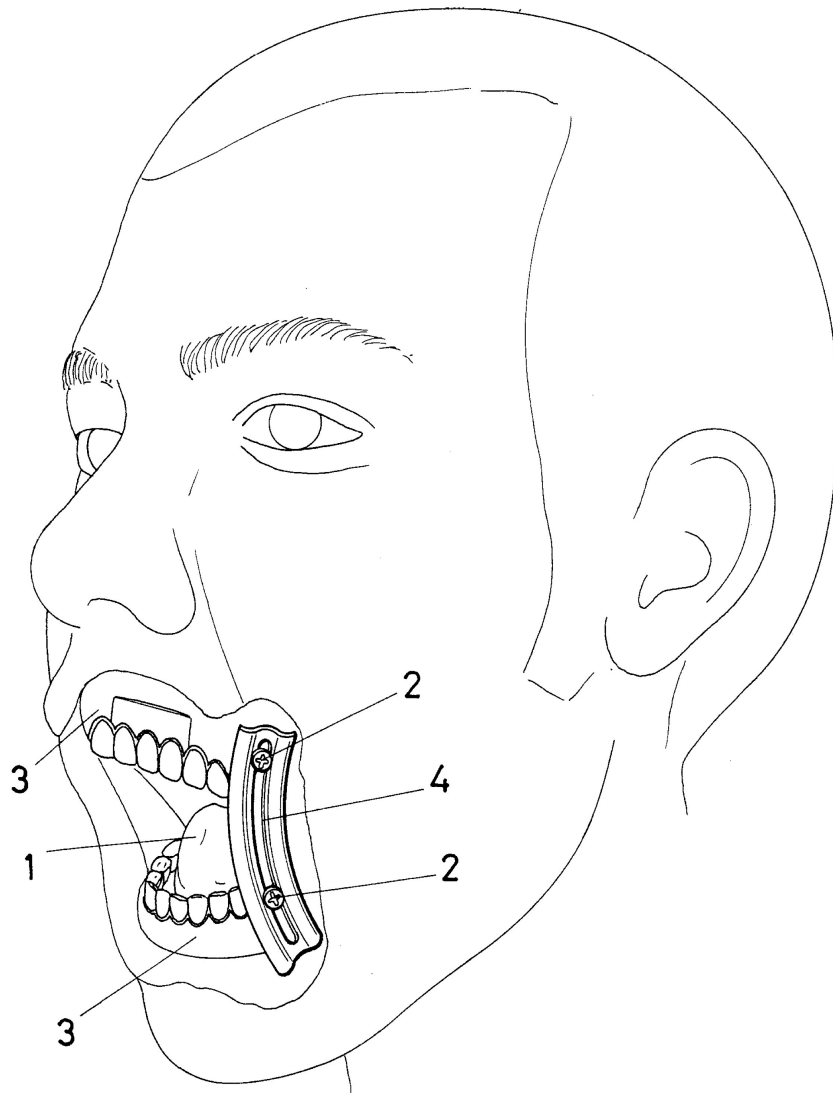


FIG.1

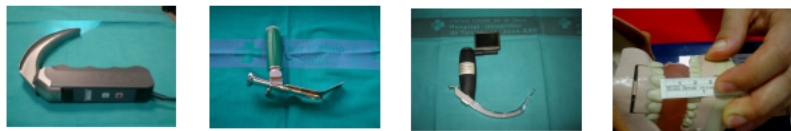
13.3. Estudio comparativo de tres VDL en maniquí con limitación de la apertura bucal

Comparative study of three videolaryngoscopes for nasotracheal intubation with restricted mouth opening: A manikin study

Sanchez Toll R., Añez Simon C., Ivars Parraga C., Santos Marques L., Serrano Gonzalvo V., Camps Vidal M
ANESTARRACO (IISPV)
 HOSPITAL UNIVERSITARI JOAN XXIII, Department of Anesthesiology, TARRAGONA (SPAIN)

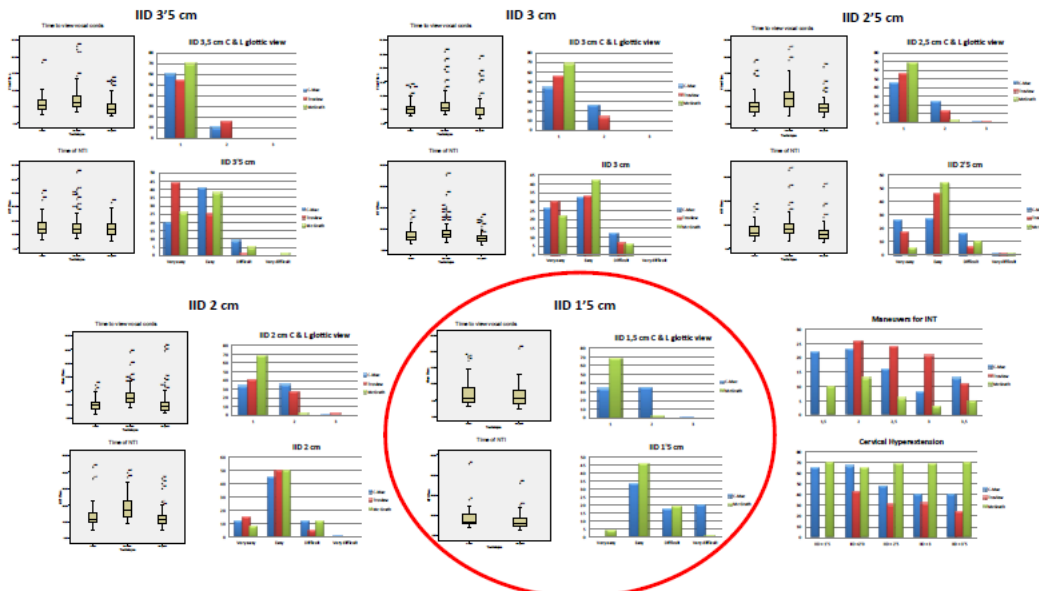
Background and Goal of Study: Limited mouth open is an important factor when dealing with a difficult airway. The videolaryngoscopy lets us intubate without the need of the three axis alignment and in case of nasotracheal intubation(NTI), can help us pointing the endotracheal tube (ET) towards the trachea. We have realized a comparative study with 3 videolaryngoscopes (C-Mac, Truview and McGrath) in a manikin model whose mouth opening has been limited.

Materials and Methods: We modified a manikin (Ambu® Airway Management Trainer) so we could limitate the mouth open. Seven anesthetist proceeded to NTI 10 times with each videolaryngoscope at the **inter-incisor distance (IID)** following: 3'5, 3'2'5, 2'5 and 1'5 cm. We did use a preformed nasal tube. The endpoints collected were: time to view vocal cords, best glottic view by using Cormack & Lehane clasification, time to achieve NTI successfully, requirement of cervical hyperextension or other maneuvers and technique difficulty assessed by a 4 items Likert scale. The chi-square and Mann-Whitney tests were used to analyze data. $p < 0'05$ was considered statistically significant.



Results and Discussion: McGrath is the best to obtain a Cormack Lehane I glottic vision in all IID. It also has been the VDL that needed more hyperextension maneuvers. C-Mac and McGrath were the only devices with which we could intubate at an IID of 1'5 cm. When the IID is 3'5 cm, McGrath is clearly faster than C-Mac and Truview to visualize vocal cords. As we restrict mouth opening, truview requires more time to view them. When NTI time is analyzed, Truview device revealed to be the one that needed more time for mouth opening between 2'5-2 cm. When comparing them, Truview VDL has revealed as the easiest to use when NTI is performed with an IID of 3'5 cm. However, C-Mac gets better results when IID is 2'5cm.

Blade size is a limiting factor when it is used in patients with restricted mouth opening. The blade angle should improve glottic view. Nasal route enables intubation when the interincisor gap is limited and also permits more ET maneuvers rather than oral route. In many cases the ET headed between vocal cords on its own.



Conclusion(s): Videolaryngoscopy could be a good option when performing NTI with a restricted mouth opening only for emergency cases, not for elective cases. Based on our results, McGrath seems to be the best option of videolaryngoscopes studied, because of its ease of use, its speed and also the glottic view that allows. Nevertheless, these findings are limited by the interpretation of a manikin model.

Manikin model modifications of original are protected under license: MODELO UTILIDAD 201130357

13.4. Intubación nasotraqueal con VDL McGrath en pacientes con limitación de la apertura bucal

Anaesthesia Cases

Nasotracheal intubation with the McGrath videolaryngoscope in patients with limited mouth opening

Published: 13 Mar 2014

<http://dx.doi.org/10.21466/ac.NIWTMVI.2014>

© Anaesthesia Cases / 2014-0055 / ISSN 2396-8397

Authors

Dr Cristóbal Añez [1]

crislobal.anez@urv.cat

Dr Violeta Farre [2]

Dr Carmen Maria Holgado [2]

Prof Maria Inmaculada De Molina [3]

[1] Consultant, Anaesthesia, Hospital Universitario Joan XXIII, Tarragona, Spain

[2] Associate Specialist, Anaesthesia, Hospital Universitario Joan XXIII, Tarragona, Spain

[3] Lecturer, Nursing, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain

Summary

Limited mouth opening is an important contributing factor to difficult tracheal intubation. Existing guidelines recommend the use of awake techniques but they are often badly tolerated by patients who sometimes refuse consent. We present three patients with limited mouth opening but with no other criteria for difficult airway management and normal upper airway imaging, who refused awake techniques. They were managed with general anaesthesia and nasotracheal intubation using the McGrath series 5 videolaryngoscope.

Introduction

An inter-incisor gap of less than 35 mm is predictive of a difficult intubation. The recommended management includes performing an awake tracheal intubation as a first line of action [1-3]. The main problem in patients with limited mouth opening is difficulty in aligning the oral, pharyngeal and laryngeal axis in order to obtain a good view of the glottis during conventional laryngoscopy. The McGrath series 5 (McGrath, Aircraft Medical Ltd, Edinburgh, UK) videolaryngoscopes do not require this alignment for successful tracheal intubation. The 60° angulated blade provides a superior glottic view compared with a Macintosh laryngoscope blade. It has been successfully used in some cases of unexpectedly difficult airways [4]. In addition, there are a group of patients with normal upper airway anatomy, apart from limited mouth opening. In this group of patients, it may not be necessary to use an awake technique.

We present three patients, who refused awake techniques and whose tracheas were successfully intubated by the nasal route using the McGrath series 5 videolaryngoscope after induction of general anaesthesia.

Anaesthesia Cases

Report

Case 1

A 50-yr-old female, weighing 63 kg and 1.65 m in height, required drainage of a dental abscess. She had a past medical history of psoriasis and smoking and had an interincisor distance of 20 mm with no other criteria to suspect a difficult airway. Computerised tomography (CT) scan did not show any anatomical alteration of the airway. She refused an awake intubation. We obtained written informed consent for general anaesthesia. The patient was pre-oxygenated and both nostrils were sprayed with 30 mg of 10% lidocaine. Following induction of anaesthesia, with midazolam 2 mg, fentanyl 150 µg and propofol 130 mg, we confirmed adequate bag/valve/mask ventilation and administered rocuronium 40 mg. We performed laryngoscopy with the McGrath, obtaining a Cormack and Lehane grade 1 view. We performed a nasotracheal intubation through the right nostril with a size 6.5 preformed nasal tube at the first attempt. The operation was uneventful and the patient was successfully extubated.

Case 2

A 28-yr-old male, weighing 82 kg and 1.78 m in height, presented with a fractured mandible. Airway assessment revealed an interincisor gap of 18 mm with no other risk factors for a difficult airway. Head and neck CT scan did not reveal any airway abnormality. The patient refused an awake technique for airway management and he signed an informed consent for general anaesthesia. Both nostrils were sprayed with 30 mg 10% lidocaine, he was pre-oxygenated and anaesthesia was induced with fentanyl 150 µg and propofol 170 mg. After checking for adequate bag/valve/mask ventilation, we administered rocuronium 50 mg. There was no improvement in his mouth opening. We performed videolaryngoscopy with the McGrath, obtaining a Cormack and Lehane grade 1 view. He was intubated through the left nostril with a size 7 preformed nasal tube at the first attempt. The patient was successfully extubated at the end of the operation.

Case 3

A 30-yr-old male, weighing 80 kg and 1.77 m height, presented with a traumatic malar fracture that caused limited mouth opening. He had a past medical history of epilepsy treated with sodium valproate. He had an inter-incisor gap of 21 mm but no other risk factors for a difficult airway. CT scan of his head and neck did not show any airway abnormality. The patient refused an awake intubation and gave informed consent for general anaesthesia. Both nostrils were sprayed with 30 mg 10% lidocaine and he was pre-oxygenated. Anaesthesia was induced with fentanyl 150 µg and propofol 160 mg. After checking for adequate bag/valve/mask ventilation, we administered rocuronium 50 mg. Following muscle relaxation, his mouth opening improved slightly, resulting in an inter-incisor gap of 24 mm. Videolaryngoscopy was performed with the McGrath, revealing a Cormack and Lehane grade 1 view. The patient's trachea was intubated via the left nostril with a size 7 pre-formed nasal tube at the first attempt. Successful extubation was undertaken at the end of the operation.

Discussion

Many difficult airway predictors were developed whilst using the conventional Macintosh laryngoscope blade. The Macintosh laryngoscope blade requires alignment of the oral, pharyngeal and laryngeal axis in order to obtain an adequate glottic view. This alignment is not necessary when using the McGrath series 5 videolaryngoscope. It allows an improved glottic view compared with the Macintosh laryngoscope blade and it has been used in known difficult airway cases. In a study comparing the McGrath series 5 videolaryngoscope with the Macintosh blade in 61 patients, a grade 3 or 4 view was obtained using the Macintosh laryngoscope; with the McGrath videolaryngoscope all patients had a grade 1 or 2 view. Fifty-eight patients were successfully intubated, the remaining 3 were not and the authors did not explain how the airway of the remaining three patients was secured [5]. It is known that difficulty in passing the tracheal tube into the trachea, in spite of a very good glottic view, can be resolved with the use of stylets or bougies [6]. Shippey et al reported 70 patients with one or more criteria for a difficult airway who were successfully intubated after one or two attempts [4]. Bamghade et al demonstrated that, in a

Anaesthesia Cases

series of 25 patients with potentially difficult airways, they could all be managed with nasal tracheal intubation using a McGrath series 5 videolaryngoscope [7].

The advantage of obtaining a good glottic view, and not needing to align the axis when using the McGrath, allowed us to use this device for nasal tracheal intubation in 3 cases of limited mouth opening. The McGrath series 5 blade is 12 mm broad which means that it can be inserted into the mouth provided the inter-incisor distance is at least 12 mm. There is one reported case of a patient with an inter-incisor gap of 20 mm whose trachea was intubated using the McGrath series 5 and Frova airway introducer via the oral route. However the author had difficulties in advancing the bougie into the trachea and it required some manoeuvres [8]. In our patients, the nasal tube passed easily into the trachea on all three occasions. There are no studies in patients with trismus, but in a manikin study, with a limited mouth opening model comparing the McGrath series 5, C-Mac and Truview EVO2, and an inter-incisor gap of 15 mm, we successfully passed a nasal tracheal tube using the McGrath in all attempts [9].

We found only one article related to nasotracheal intubation using the McGrath laryngoscope. In this study, Bamgbade et al demonstrated a good laryngeal view and easy tracheal intubation when they used this device, despite all their patients having a Cormack and Lehane grade 3 or 4 view with the Macintosh laryngoscope. However, there was no mention of limited mouth opening [7].

We believe that the nasotracheal approach is useful for airway management in patients with limited mouth opening because it allows more space in the mouth for insertion of the videolaryngoscope; the tracheal approach is relatively easy and does not require manoeuvres such as tube rotations which previously demanded a "blind" technique [10].

Aside from limited mouth opening, our patients did not have any other criteria for an anticipated difficult airway. A CT scan was performed because this is routine in all patients with traumatic or infectious injury that results in limited mouth opening. All patients were pre-oxygenated and we ensured that bag/valve/mask ventilation was easy before we administered rocuronium. We had other airway adjuncts available in the event of failed tracheal intubation. We chose rocuronium in case we needed to reverse neuromuscular blockade with sugammadex. We also had immediate access to a cricothyrotomy kit for emergency access to the airway. We chose this technique based on our previous experience with the McGrath laryngoscope and the patients' tracheas were easily intubated via the nose despite mouth openings of 20, 18 and 24 mm respectively.

We conclude that general anaesthesia and nasotracheal intubation using the McGrath series 5 videolaryngoscope is a feasible technique in patients with limited mouth opening, provided no other airway abnormalities are present.

Acknowledgements

Published with the written consent of the patients.

Competing Interests

No external funding and no competing interests declared.

Anaesthesia Cases

Image

Case 1. Dental abscess, mouth opening of 20 mm.

References

- 1 Valero R, Mayoral V, Massó E et al. Evaluación y manejo de la vía aérea difícil prevista y no prevista: Adopción de guías de práctica. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2008; 55: 563-570
- 2 Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Difficult Airway Society. Anaesthesia.* 2004; 59: 675-694
- 3 American Society of Anesthesiologists task force on management of the difficult airway. Practice guidelines for management of the difficult airway. An updated report. *Anesthesiology.* 2013; 118:251-270
- 4 Shippey B, Ray D, McKeown D. Use of the McGrath videolaryngoscope in the management of difficult and failed tracheal intubation. *British Journal of Anaesthesia.* 2008; 100: 116-119
- 5 Noppens RR, Möbus S, Heid F, Schmidtman I, Werner C, Piepho T. Evaluation of the McGrath series 5 videolaryngoscope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia.* 2010; 65: 716-720
- 6 Shippey B, Ray D, McKeown D. Case series: the McGrath videolaryngoscope- an initial clinical evaluation. *Canadian Journal of Anesthesia.* 2007; 54: 304-313
- 7 Bamgbade O A, Onaolapo M H, Zuokumor P A. Nasotracheal intubation with the McGrath videolaryngoscope in patients with difficult airway. *European Journal of Anaesthesiology.* 2007; 28:673-674
- 8 Graterol J, Quader K McGrath videolaryngoscope for an anticipated difficult airway. *British Journal of Anaesthesia.* 2009; 103: 308-309

Anaesthesia Cases

- **9** Sanchez R, Añez C, Ivars C, Santos ML, Serrano V. Comparative study of three videolaryngoscopes for nasotracheal intubation with restricted mouth opening: A manikin study. *European Journal of Anaesthesiology*. 2011; 28: 237-237
- **10** Hall CEJ, Shutt LE. Nasotracheal intubation for head and neck surgery. *Anaesthesia*. 2003; 58:249-256



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI