

Tecnología, limitaciones y aplicaciones de la videolaringoscopia en cirugía ortopédica y traumatológica

Technology, limitations, and applications of video laryngoscopy in orthopedic and trauma surgery

Antonio Ismael Aparicio-Morales^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6899-342X>

¹Complejo Científico Ortopédico Internacional “Frank País”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: aiaam.25@icloud.com.

RESUMEN

Introducción: Los videolaringoscopios se han convertido en instrumentos de referencia para el manejo de la vía aérea difícil. Se consideran equivalentes a los fibroscopios flexibles por su efectividad para garantizar la intubación en pacientes adultos y pediátricos, tanto en el ámbito clínico como quirúrgico, y la baja incidencia de complicaciones.

Objetivo: Describir los principios tecnológicos, las limitaciones y las aplicaciones de los videolaringoscopios.

Métodos: Se realizó una revisión no sistemática de la literatura, en bases de datos científicas como *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Pubmed, Medline, EMBASE, Scopus, *Web of Science*, EBSCOhost, ScienceDirect, Springer Link y el buscador académico Google Scholar en marzo de 2024.

Desarrollo: Los videolaringoscopios incorporan una cámara de alta resolución que provee una visión indirecta de las estructuras laríngeas con un campo de visión panorámico. Las espátulas pueden ser canaladas o no canaladas, cuya geometría es diversa, pues además de las palas Miller y Macintosh usuales, se han diseñado variantes denominadas “hiperanguladas”, con ángulos que oscilan entre los 60° y 90° de curvatura, más efectivas para la vía aérea difícil.

Su versatilidad ha posibilitado que se utilicen en otros procedimientos clínicos o complementarios a las técnicas convencionales.

Conclusiones: La videolaringoscopia se ha instituido como técnica de referencia para el manejo de la vía aérea difícil, porque integra los principios de la laringoscopia directa convencional con funcionalidades audiovisuales avanzadas y pocas limitaciones; además de otras utilidades terapéuticas y diagnósticas que trascienden su indicación primaria.

Palabras clave: manejo de la vía aérea; intubación intratraqueal; laringoscopia; laringoscopios.

ABSTRACT

Introduction: Video laryngoscopes have become standard instruments for the management of difficult airways. They are considered equivalent to flexible fiberscopes due to their effectiveness in ensuring intubation in adult and pediatric patients, both in clinical and surgical settings, and their low incidence of complications.

Objective: To describe the technological principles, limitations, and applications of video laryngoscopes.

Methods: A non-systematic literature review was conducted in scientific databases such as Cochrane Database of Systematic Reviews, Pubmed, Medline, EMBASE, Scopus, Web of Science, EBSCOhost, ScienceDirect, Springer Link, and the academic search engine Google Scholar during March 2024.

Development: Expert consensus and the opinions of several surgeons, based on a methodology and adhering to defined scales, can help determine the best therapeutic option for the patient. Amputation should not be considered a failure, but rather a deliberate choice, due to the functional impact of complications after limb salvage.

Conclusions: Initial multidisciplinary treatment of a severely traumatized limb is considered a guideline in hospitals with reconstructive surgery services. In institutions without these services, orthopedists should be equipped with the necessary tools to address such contingencies.

Keywords: airway management; intratracheal intubation; laryngoscopy; laryngoscopes.

Recibido: 15/04/2024

Aceptado: 14/07/2024

Introducción

El manejo de la vía aérea difícil constituye una habilidad esencial en anestesiología y cuidados intensivos, debido a la celeridad y la precisión que requiere la intubación traqueal, procedimiento crítico para la vida del paciente. De forma conceptual, la vía aérea difícil se considera cualquier dificultad anticipada o imprevista durante la ventilación con mascarilla facial, laringoscopia, ventilación con dispositivo supraglótico, intubación traqueal, extubación o el establecimiento de una vía aérea quirúrgica.⁽¹⁾

Estimar el impacto de la vía aérea difícil en la práctica asistencial resulta complejo, pues la mayoría de sistemas sanitarios no disponen de métodos estandarizados para el registro fiable de eventos adversos en medicina perioperatoria y cuidados críticos. Esto limita la capacidad de establecer nexos causales y la descripción objetiva de los procedimientos fallidos. Proyectos federativos, como la reciente edición del NAP7 británico (*7th National Audit Project*), determinaron que las complicaciones relacionadas con el manejo de la vía aérea constituyen la segunda causa de morbilidad perioperatoria (421/1922 reportes, 22 %), entre ellas se incluyen la imposibilidad de establecer un acceso seguro a la vía aérea y las paradas cardiorrespiratorias.⁽²⁾

Según el análisis de litigios médico-legales, los incidentes vinculados a los procedimientos perioperatorios de la vía aérea predominaron en Canadá (46/406 casos, 11%; mortalidad del 65 %),⁽³⁾ Australia-Nueva Zelanda (170/4000 casos),⁽⁴⁾ Noruega (400 demandas entre 2001 y 2015)⁽⁵⁾ y Estados Unidos (195 demandas entre 1993 y 2012).⁽⁶⁾ El estudio INTUBE⁽⁷⁾ trabajó con pacientes críticos de 29 naciones y registró una prevalencia de vía aérea difícil

del 4,7 %; además, reportó hipoxia severa (9,3 %), intubación esofágica (5,6 %) y lesiones mecánicas de la vía aérea (0,7 %). Se estima que las tasas reales son muy superiores, en factor de cuatro en pacientes quirúrgicos, 35 en los departamentos de emergencias y 55 en las unidades de cuidados intensivos (UCI).^(8,9)

En un esfuerzo por reducir la morbilidad asociada a la vía aérea difícil, se han realizado disímiles innovaciones para optimizar la funcionalidad de mascarillas faciales, laringoscopios, dispositivos supraglóticos, fibroscopios y accesorios auxiliares; pero la más importante se consideran los videolaringoscopios, instrumentos equivalentes a los fibroscopios flexibles, y muy efectivos para garantizar la intubación traqueal en pacientes adultos y pediátricos, tanto en el ámbito clínico como quirúrgico, con una baja incidencia de complicaciones.^(10,11)

La cirugía ortopédica, traumatológica y reconstructiva atiende pacientes con malformaciones, deformidades y tumores del sistema osteomioarticular, traumatismos y patologías complejas de la columna vertebral o cervical, condiciones anatómicas que aumentan el riesgo de vía aérea difícil; por tanto, el empleo de un videolaringoscopio disminuiría las complicaciones perioperatorias. La presente revisión tiene como objetivo describir los principios tecnológicos, las limitaciones y las aplicaciones de los videolaringoscopios.

Métodos

Se realizó una revisión no sistemática de la literatura en bases de datos científicas como *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Pubmed/Medline, EMBASE, Scopus, *Web of Science*, EBSCOhost, ScienceDirect, Springer Link y el buscador académico Google Scholar en marzo de 2024. Como estrategia de búsqueda se utilizó la siguiente combinación de descriptores y operadores booleanos, en los idiomas español e inglés: manejo de la vía aérea AND intubación intratraqueal AND laringoscopia OR laringoscopios; *airway management* AND *intubation intratracheal* AND *laryngoscopy* OR *laryngoscopes*.

Se incluyeron las revisiones sistemáticas y los metaanálisis, los ensayos clínicos aleatorizados y los estudios observacionales con amplios tamaños

muestrales, con menos de cinco años de publicados. De forma opcional, se tuvieron en cuenta revisiones no sistemáticas, presentaciones de casos clínicos y artículos editoriales, cuyo contenido reflejara opiniones o datos relevantes sobre el tema tratado.

Luego de la búsqueda inicial (n 15200) se excluyeron los duplicados, los registros de patentes, las citas, los artículos publicados en revistas depredadoras y en idiomas diferentes a los consignados, los estudios preclínicos, las conferencias y las actas de congresos (n 14706). La pesquisa de títulos y resúmenes se realizó de forma manual (n 494) se priorizaron las revisiones sistemáticas y metaanálisis, los ensayos clínicos aleatorizados y los estudios observacionales (n 256); se identificaron los artículos que cumplieran con los criterios de elegibilidad (n 127), y solo se incluyeron en el manuscrito los que permitieran el acceso al texto parcial o completo de la investigación (n 76). El contenido se estructuró por acápites y se plasmó, además, la experiencia del autor.

Desarrollo

La historia del manejo de la vía aérea se divide en cuatro etapas, delimitadas por el surgimiento de innovaciones tecnológicas que definieron la práctica asistencial de cada fase. La era preanestésica (1700-1846) se caracterizó por la adopción de conceptos básicos de reanimación cardiopulmonar (parada respiratoria, parada cardíaca, hipotermia), instauración de maniobras como la respiración boca a boca, la ventilación extraglótica (cánula nasal y bucal), la glótica (técnica de intubación a ciegas de Alexander Monro, dispositivo de intubación de Jean-Jacques Leroy) y la subglótica (broncotomía, traqueotomía); asimismo, inicia el auge de la ventilación con presión positiva y su declive en favor de la ventilación con presión negativa a inicios del siglo XIX.⁽¹²⁾

La era artesanal (1846-1904) comenzó con la demostración efectiva de anestesia con éter por William Morton en octubre de 1846 en el *Massachusetts General Hospital*, e impulsó una etapa marcada por la insuficiente investigación y experimentación; pero sentó las bases de la sedación inhalatoria con ventilación espontánea, se describieron maniobras para evitar la obstrucción de la vía aérea (tracción mandibular, elevación del mentón, hiperextensión

cervical) y surgieron dispositivos como la máscara facial monomanual, pinzas y fórceps bucofaríngeos.⁽¹³⁾

En la era progresiva (1904-1960) preponderó el liderazgo de los médicos anestesiistas como responsables de la atención perioperatoria; se fundaron los primeros departamentos académicos, revistas y organizaciones de la especialidad. Predominaron los métodos manuales de ventilación (Schafer, Nielsen, Silvester), se estableció el paradigma de la anestesia contemporánea (combinación de fármacos intravenosos e inhalatorios, intubación traqueal y ventilación con presión positiva intermitente), emergieron los dispositivos supraglóticos pioneros (Doyen, Leech, Primrose), y la intubación directa se convirtió en el modelo práctico de protección de la vía aérea.⁽¹⁴⁾

Durante la era moderna (1960-presente) se recuperó y generalizó la respiración artificial con presión positiva. Se publicaron las primeras guías y algoritmos sobre ventilación y reanimación, se perfeccionaron las técnicas de anestesia general y sedación en las unidades de cuidados intensivos; se optimizó y expandió el *stock* de dispositivos para el manejo de la vía aérea, con el diseño de múltiples modelos de tubos endotraqueales, dispositivos supraglóticos, laringoscopios, fibroscopios y *sets* quirúrgicos percutáneos.⁽¹⁵⁾ En la década de 1990 Peter Bumm acopló un endoscopio rígido a una espátula de laringoscopio convencional, enfoque que inspiraría el diseño de los videolaringoscopios actuales junto con los posteriores sistemas Bullard, Wu y Upsher.

A finales de los años noventa, la corporación Karl Storz® lanzó la primera interfaz de video de acoplamiento directo, y en 2000 esta marca y Verathon® introdujeron sus videolaringoscopios a nivel comercial, C-MAC® y *GlideScope*®, que revolucionaron la industria médica, pues por primera vez se integraba una cámara de tecnología CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) en una espátula de laringoscopio.⁽¹⁶⁾

En el 2005 se publicaron los resultados del *GlideScope*®,⁽¹⁷⁾ diseñado por el cirujano Jack Pacey, quien favoreció el desarrollo de modelos y variantes concurrentes e, incluso, modificó la clasificación de los laringoscopios con la introducción de una nueva categoría, la laringoscopia indirecta o video asistida (fig. 1).

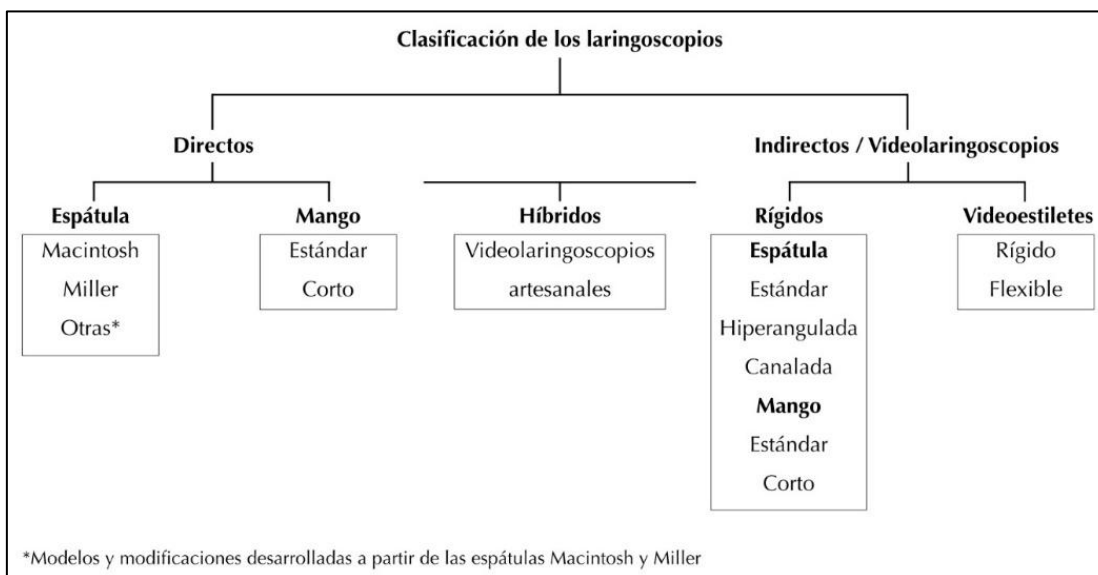


Fig. 1 - Clasificación de los laringoscopios.

Tecnología de los videolaringoscopios

Los laringoscopios directos tradicionales tienen un mango que posibilita el agarre del equipo y aloja las baterías para suministrar electricidad a la fuente de luz. La espátula o la pala se halla acoplada al mango; esta se introduce en la cavidad oral del paciente y permite realizar la laringoscopia. La fuente luminosa puede ser de fibra óptica, LED (*Light-Emitting Diode*) o xenón halógeno.

Los videolaringoscopios comerciales predominantes (fig. 2) incorporan una cámara de alta resolución con sensor CMOS, localizada cerca de la punta de la espátula, para ofrecer una visión indirecta de las estructuras laríngeas con un campo de visión panorámico. La cámara transmite a una pantalla externa al dispositivo (C-MAC® y *GlideScope*®) o ensamblada en el mango (*King Vision*® y McGrath®).



Fig. 2 - Ejemplos de videolaringoscopios comerciales.

Algunos videolaringoscopios utilizan sistemas diferentes, por ejemplo, el *Airtraq*® emplea espejos ópticos para visión periscópica, de forma opcional se puede ensamblar una cámara o teléfono inteligente; y el *Coopdech*® (Daiken Medical, Tokio, Japón) integra el sistema CCD (Charge-Coupled Device).^(18,19)

Los sensores de imagen CMOS y CCD son los más utilizados en cámaras digitales y teléfonos inteligentes, ambos convierten fotones de luz en señales eléctricas, o sea, funcionan como fotodetectores. El CCD emplea un capacitor para generar una carga eléctrica proporcional a la captura de luz y transforma la carga en píxeles. El sensor CMOS usa fotodetectores para obtener luz y amplifica la señal para generar una imagen.

Los sensores CCD resultan costosos y consumen más energía, pero sus imágenes alcanzan mayor resolución, por lo que predominan en las cámaras digitales. La tecnología CMOS consume poca energía y produce imágenes con una resolución óptima, suficiente para un videolaringoscopio con batería externa. Los monitores permiten capturar imágenes y grabar videos a través de conexiones USB, SD y HDMI.⁽¹⁸⁾ Como características opcionales se incluyen mangos cortos para facilitar la introducción de la espátula en pacientes obesos o con flexión cervical; mecanismos de nitidez visual anti vaho; canales para colocar sondas de aspiración o suministro de oxígeno, y la posibilidad de adquirir módulos desechables o reusables.^(18,19,20)

Según la posibilidad de acoplar un tubo endotraqueal al videolaringoscopio, las espátulas pueden ser canaladas o no canaladas (diseño tradicional). Las

canaladas contienen un conducto donde se coloca el tubo endotraqueal y solo se requiere empujarlo una vez localizada la glotis. Aunque los modelos de referencia canalados, *King Vision*[®] y *Airtraq*[®], tiene tasas de éxito similares a los modelos no canalados,⁽²¹⁾ han recibido críticas debido a un mayor riesgo de fallo en la intubación traqueal por la poca flexibilidad en la manipulación del tubo endotraqueal y los puntos ciegos que se generan al avanzarlo,⁽²²⁾ lo que dificulta visualizar la glotis y prolonga el tiempo de intubación.

La geometría de las espátulas resulta diversa. Además de las palas Miller y Macintosh usuales, se han diseñado las variantes hiperanguladas, con ángulos entre los 60° (*C-MAC*[®] *D-Blade*[®]) y los 90° (*Airtraq*[®]) de curvatura, más efectivas para la vía aérea difícil^(13,23,24) y, los pacientes con patologías de la columna cervical, facilitan una visión anterior de la glotis con menor necesidad de extensión cervical y fuerza de tracción.^(25,26,27)

Entre los modelos de referencia de espátulas hiperanguladas se encuentra el *C-MAC*[®] *D-Blade*[®], diseñado por el profesor Volker Dörge y validado en 2011 como dispositivo de rescate en laringoscopías directas fallidas.⁽²⁸⁾ Se caracteriza por un bajo perfil, cercano a los 12 mm; un campo visual de 80°; en la radioscopia su extremo distal se posiciona debajo del hioides con menor compresión de la base de la lengua, la mandíbula y la columna cervical; debido a su forma curva, el lente queda en un plano más bajo y con orientación cefálica que la hoja Macintosh, lo que posibilita observar mejor la glotis y comprimir menos el espacio submandibular.⁽²¹⁾

Las palas hiperanguladas se emplean en la vía aérea difícil y la de rutina, pero tienen mayor utilidad en los pacientes con inmovilización cervical, apertura bucal limitada, patología de la articulación temporomandibular⁽²¹⁾ y en los que demandan una menor respuesta simpática secundaria a la intubación traqueal.^(29,30) Como fueron creadas para la visión indirecta de la glotis, requieren el uso de estiletes o *bougies* en la intubación.

Se ha evidenciado la repercusión de la intubación traqueal sobre la médula espinal cervical, mediante estudios cadavéricos, in vivo y modelación computacional avanzada. La movilidad crítica ocurre en los segmentos C0-C1 y C4-C5 durante la intubación traqueal rutinaria (sin signos predictores de vía aérea difícil y efectuada por profesionales experimentados) con una espátula Macintosh, la tracción recae sobre el cuerpo vertebral de C3, con un ángulo de 70° y una fuerza de 48,8N. El umbral de lesión medular aproximado, si existe inestabilidad cervical ante una fuerza de tracción de 24,4N y 97,6N, sugiere

que el objetivo primario de la intubación traqueal en casos con patologías de la columna cervical, en especial, traumatismos cervicales y mielopatías degenerativas severas, no debe minimizar el movimiento, sino la fuerza de tracción.^(31,32,33)

Estos hallazgos demuestran que la fuerza de tracción habitual de un profesional entrenado en el manejo de la vía aérea duplica la requerida para lesionar la médula espinal en un paciente con inestabilidad cervical. Además, condiciones de fuerza máxima, como la aplicada por profesionales en formación, cuadruplica el umbral de lesión, con el potencial de perjudicar las columnas estables.

Videolaringoscopios artesanales

Los videolaringoscopios artesanales combinan las ventajas de la laringoscopia directa e indirecta. Se han publicado múltiples modelos con diversas configuraciones, materiales y grados de personalización. Los más comunes requieren modelados tridimensionales con materiales sintéticos,^(34,35) una impresora 3D, materia prima y línea de producción sustentable; además de cumplir con los estándares regulatorios biomédicos de seguridad, pues, incluso, los videolaringoscopios desechables, fabricados por corporaciones multinacionales con procesos industriales certificados, sufren desperfectos y roturas ante una manipulación agresiva.⁽³⁶⁾

Otras variantes integran una cámara endoscópica en laringoscopios convencionales, para lo cual emplean cinta adhesiva o aditamentos de fijación.^(37,38) Aunque los primeros prototipos personalizados se publicaron en la India entre el 2014 y 2016,^(39,40) la crisis sanitaria derivada de la pandemia de COVID-19 catalizó la búsqueda de soluciones ante la creciente demanda de respiración artificial en los pacientes críticos, y la necesidad de minimizar la exposición a aerosoles del personal médico y paramédico. Al restaurarse la normalidad asistencial, los estudios desarrollados a priori dificultaron establecer conclusiones sobre el desempeño de los videolaringoscopios artesanales,⁽⁴¹⁾ por ello se exigió la evaluación y la certificación regulatoria de los diseños para garantizar la seguridad de los pacientes.⁽⁴²⁾ Como consecuencia, se presentaron los primeros resultados de estudios fiables y un

marco bioético adecuado, donde se demostró la equivalencia de los modelos artesanales a los comerciales.⁽⁴³⁾

Ninguna tecnología es infalible, cada dispositivo o técnica presenta ventajas e inconvenientes que debe conocer el facultativo responsable de las decisiones clínicas, y, sobre la base de las principales complicaciones, se deben prever planes alternativos para minimizar el riesgo.

Determinadas condiciones limitan y contraindican el empleo de un videolaringoscopio, por ejemplo: secreciones o sangramiento abundantes en la vía aérea superior; restricción extrema de la apertura bucal que impida la inserción de la espátula o el tubo endotraqueal; obstrucción severa de la vía aérea superior y riesgo de desperfecto técnico durante el procedimiento.^(44,45)

La intubación traqueal en un paciente quirúrgico o crítico constituye el objetivo primario de un videolaringoscopio; sin embargo, gracias a su cámara de alta resolución, que permite observar con nitidez las cercanías de las estructuras bucales, faríngeas y laríngeas, este dispositivo se utiliza en otros procedimientos clínicos o complementarios a las técnicas convencionales como intubación híbrida con fibroscopio flexible, introducción de tubo de doble luz, extracción de cuerpo extraño en esófago, colocación de sonda de ecocardiografía transesofágica, monitorización de la movilidad de las cuerdas vocales durante la cirugía tiroidea, detección de lesiones malignas en la glotis, inserción de sonda nasogástrica y cirugía microlaríngea transoral.

Conclusiones

La videolaringoscopia se ha instituido como técnica de referencia para el manejo de la vía aérea difícil, debido a su capacidad para integrar los principios de la laringoscopia directa convencional con funcionalidades audiovisuales avanzadas; además, posee utilidades terapéuticas y diagnósticas que trascienden su indicación primaria. En el ámbito de la cirugía ortopédica y traumatológica, reduce las complicaciones perioperatorias derivadas del manejo de la vía aérea y optimiza la seguridad de los pacientes.

Referencias bibliográficas

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, *et al.* 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiol.* 2022;136(1):31-81. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004002>
2. Cook TM, Ogelsby F, Kane AD, Armstrong RA, Kursumovic E, Soar J. Airway and respiratory complications during anaesthesia and associated with peri-operative cardiac arrest as reported to the 7th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthes.* 2023;79(4):368-79. DOI: <https://doi.org/10.1111/anae.16187>
3. Crosby ET, Duggan LV, Finestone PJ, Liu R, Gorter RD, Calder LA. Anesthesiology airway-related medicolegal cases from the Canadian Medical Protection Association. *Can J Anesth.* 2021;68(2):183-95. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01846-7>
4. Endlich Y, Lee J, Culwick MD. Difficult and failed intubation in the first 4000 incidents reported on webAIRS. *Anaesth Intensive Care.* 2020;48(6):477-87. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0310057X20957657>
5. Fornebo I, Simonsen KA, Bukholm IRK, Kongsgaard UE. Claims for compensation after injuries related to airway management: a nationwide study covering 15 years. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2017;61(7):781-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/aas.12914>
6. Joffe AM, Aziz MF, Posner KL, Duggan LV, Mincer SL, Domino KB. Management of difficult tracheal intubation. a closed claims analysis. *Anesthesiol.* 2019;131(4):818-29. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002815>
7. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P, *et al.* Intubation practices and adverse peri-intubation events in critically ill patients from 29 countries. *JAMA.* 2021;325(12):1164-72. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2021.1727>
8. Heidegger T. Management of the Difficult Airway. *N Eng J Med.* 2021;384(19):1836-47. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMr1916801>
9. Huitink JM, Cook TM. The epidemiology of airway management complications. En: Cook TM, Kristensen MS, editor. *Core topics in airway*

management. 3rd ed. Cambridge University Press; 2021. p. 22-37. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108303477.005>

10. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation. Cochrane Database Syst Rev. 2022;2022(4):CD011136. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011136.pub3>

11. Lingappan K, Arnold JL, Fernandes CJ, Pammi M. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. Cochrane Database Syst Rev. 2018;2018(6):CD00997]. DOI: <https://doi.org/10.1002%2F14651858.CD009975.pub3>

12. Matic AA. An Anesthesiologist's perspective on the history of basic airway management. The "Preanesthetic" Era, 1700 to 1846. Anesthesiol. 2016;124(2):301-11. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000955>

13. Matic AA. An Anesthesiologist's perspective on the history of basic airway management. The "Artisanal Anesthetic" Era, 1846 to 1904. Anesthesiol. 2017;126(3):394-40. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001508>

14. Matic AA. An Anesthesiologist's perspective on the history of basic airway management. The "Progressive" Era, 1904 to 1960. Anesthesiol. 2018;128(2):254-71. DOI: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001975>

15. Berkow LC, Morey TE, Urdaneta F. The Technology of Video Laryngoscopy. Anesth Analg. 2018;126(5):1527-34. DOI: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002490>

16. Cooper RM, Pacey JA, Bishop MJ, McCluskey SA. Early clinical experience with a new videolaryngoscope (GlideScope) in 728 patients. Can J Anesth. 2005;52(2):191-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03027728>

17. Maguire S, Schmitt PR, Sternlicht E, Kofron CM. Endotracheal intubation of difficult airways in emergency settings: a guide for innovators. Med Devices Evid Res. 2023;16:183-99. DOI: <https://doi.org/10.2147/MDER.S419715>

18. Guzmán J. El videolaringoscopio C-MAC. Una guía para optimizar su uso ilustrando experiencias clínicas. Endo Press; 2016 [acceso 12/03/2024]. Disponible en: <https://simuvad.aymonline.events/wp-content/uploads/SILVERBOOK-guia-para-optimizar-el-uso-de-videolaringoscopios-CMAC.pdf>

19. Lee J, Cho Y, Kim W, Choi KS, Jang BH, Shin H, *et al.* Comparisons of videolaryngoscopes for intubation undergoing general anesthesia: systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Pers Med.* 2022;12:363. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm12030363>
20. Hoshijima H, Mihara T, Denawa Y, Shiga T, Mizuta K. Airtraq versus GlideScope for tracheal intubation in adults: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Can J Anesth.* 2022;69(5):605-13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12630-022-02217-0>
21. Wünsch VA, Köhl V, Breitfeld P, Bauer M, Sasu PB, Siebert HK, *et al.* Hyperangulated blades or direct epiglottis lifting to optimize glottis visualization in difficult Macintosh videolaryngoscopy: a non-inferiority analysis of a prospective observational study. *Front Med.* 2023;10:1292056. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1292056>
22. Iroushek A, Moritz A, Kremer S, Fuchte T, Danzl A, Schmidt J, *et al.* An approach to difficult airway in infants: Comparison of GlideScope® Spectrum LoPro, GlideScope® Spectrum Miller and conventional Macintosh and Miller blades in a simulated Pierre Robin sequence performed by 90 anesthesiologists. *PLoS One.* 2023;18(8):e0288816. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288816>
23. Kumari A, Choudhuri P, Agrawal N. A comparative study of the C-MAC D-blade videolaryngoscope and McCoy laryngoscope for oro-tracheal intubation with manual in-line stabilization of neck in patients undergoing cervical spine surgery. *J Anaesth Clin Pharm.* 2022;39(3):435-43. DOI: https://doi.org/10.4103/joacp.joacp_471_21
24. Singleton BN, Morris FK, Yet B, Buggy DJ, Perkins ZB. Effectiveness of intubation devices in patients with cervical spine immobilisation: a systematic review and network meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2021;126(5):1055-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.12.041>
25. Correa JBB, Felice VB, Sbruzzi G, Friedman G. Cervical spine movements during laryngoscopy and orotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J.* 2023;40:300-7. DOI: <https://doi.org/10.1136/emmermed-2021-211160>
26. Moraes ACBK, Nascimento CdDd, Souza EG, Kraemer MB, Moraes M, Carreno NLV, *et al.* Advancements in additive manufacturing for video

laryngoscopes: a comprehensive scoping and technological review. *Syst Rev*. 2023;12:236. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02406-y>

27. Cheong CC, Ong SY, Lim SM, Wan WZ, Mansor M, Chaw SH. Partial vs full glottic view with CMACTM D-blade intubation of airway with simulated cervical spine injury: a randomized controlled trial. *Expert Rev Med Devices*. 2023;20(2):151-60. DOI: <https://doi.org/10.1080/17434440.2023.2174850>

28. Popal Z, Dankert A, Hilz P, Wünsch VA, Grensemann J, Plümer L, *et al*. Glidescope video laryngoscopy in patients with severely restricted mouth opening. A pilot study. *J Clin Med*. 2023;12:5096. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12155096>

29. Khader A, Singh T, Singh A, Kour A. Comparing Intubating conditions and stress response with CMAC D-Blade and McCoy laryngoscope: A guide to new anesthetists. *Apollo Med*. 2023;20(3):196-202. DOI: https://doi.org/10.4103/am.am.160_22

30. Sbeghen V, Verdonck O, McDevitt J, Zaphiratos V, Brulotte V, Loubert C, *et al*. A randomized controlled trial comparing nociception level (NOL) index, blood pressure, and heart rate responses to direct laryngoscopy versus videolaryngoscopy for intubation: the NOLint project. *Can J Anesth*. 2021;68(6):855-67. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12630-021-01936-0>

31. Hindman BJ, Dexter F, Gadomski BC, Bucx MJ. Sex-Specific intubation biomechanics: intubation forces are greater in male than in female patients, independent of body weight. *Cureus*. 2020;12(6):e8749. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.8749>

32. Gadomski BC, Shetye SS, Hindman BJ, Dexter F, Santoni BG, Todd MM, *et al*. Intubation biomechanics: validation of a finite element model of cervical spine motion during endotracheal intubation in intact and injured conditions. *J Neurosurg Spine*. 2018;28(1): 10-22. DOI: <https://doi.org/10.3171/2017.5.SPINE17189>

33. Hindman BJ, Fontes RB, From RP, Traynelis VC, Todd MM, Puttlitz CM, *et al*. Intubation biomechanics: laryngoscope force and cervical spine motion during intubation in cadavers - effect of severe distractive-flexion injury on C3–4 motion. *J Neurosurg Spin*. 2016;25(5):545-55. DOI: <https://doi.org/10.3171/2016.3.SPINE1640>

34. Fonternel T, Rooyen Hv, Joubert G, Turton E. Evaluating the Usability of a 3D-Printed video laryngoscope for tracheal intubation of a manikin. *Med Devices Evid Res.* 2023;16:157-65. DOI: <https://doi.org/10.2147/MDER.S405833>
35. Gorman L, Dickson AN, Monaghan M, Vaughan F, Murphy B, Dowling DP, et al. Novel co-axial, disposable, low-cost 3D printed videolaryngoscopes for patients with COVID-19: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol Intensive Care Med.* 2022;2(1):e0015. DOI: <https://doi.org/10.1097/EA9.0000000000000015>
36. Choi J, Song Y, Lee H, Cho Y, Ha TH, Lim TH. Comparison of the strength of various disposable videolaryngoscope blades. *Can J Anesth.* 2021;68:1651-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12630-021-02069-0>
37. Hamal PK, Chaurasia RB, Pokhrel N, Pandey D, Shrestha GS. An affordable videolaryngoscope for use during the COVID-19 pandemic. *Lancet Glob Health.* 2020;8(7):e893-e4. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30259-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30259-X)
38. Freitas JD, Moreno JE, Silva M. Prototipo de videolaringoscopia: Wi-Mac-Multivision. *Rev Chil Anest.* 2020;49:262-70. DOI: <https://doi.org/10.25237/revchilanestv49n02.11>
39. Karippacheril JG, Cong ML. Videolaryngoscopy using an Android smartphone: A direct digital technique. *Indian J Anaesth.* 2016;60(2):143-5. DOI: <https://doi.org/10.4103/0019-5049.176288>
40. Karippacheril JG, Umesh G, Ramkumar V. Inexpensive video-laryngoscopy guided intubation using a personal computer: initial experience of a novel technique. *J Clin Monit Comput.* 2014;28(3):261-4. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9522-x>
41. Hamall PK, Yadav RK, Malla P. Performance of custom made videolaryngoscope for endotracheal intubation: A systematic review. *PLoS One.* 2022;17(1):e0261863. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261863>
42. Lotlikar A, Hoogenboom EM. Importance of standardisation and human factors in ensuring patient safety with videolaryngoscopes. *Anaesthesia.* 2024;79(1):103-4. DOI: <https://doi.org/10.1111/anae.16126>
43. Sukmono B, Manggala SK, Auerkari AN, Christina B. Comparison of self-assembled video laryngoscope versus McGrath MAC®: A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth.* 2022;66(5):350-7. DOI: https://doi.org/10.4103/ija.ija_300_21

44. Aziz MF, Berkow L. Pro-Con Debate: videolaryngoscopy should be standard of care for tracheal intubation. *Anesth Analg*. 2023;136(4):683-8. DOI: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006252>
45. D.Weingart S, Barnicle RN, Janke A, Bhagwan SD, Tanzi M, McKenna PJ, *et al*. A taxonomy of key performance errors for emergency intubation. *Am J Emerg Med*. 2023;73:137-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.08.035>

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.