

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**  
**CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGÍA**

*Tesis para optar por el grado académico de  
Licenciatura en Medicina y Cirugía*

**COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA  
VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE  
INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL  
RELACIONADO CON COMORBILIDADES,  
REVISIÓN SISTEMÁTICA 2015-2024.**

**ERICK ZAMORA BARRIENTOS**

2024

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>8</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1.1. Antecedentes del problema .....	14
1.1.2. Delimitación del problema .....	16
1.1.3. Justificación.....	17
<b>1.2. REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
<b>1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>20</b>
1.4.1. Alcances de la investigación.....	20
1.4.2. Limitaciones de la investigación.....	20
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. ANATOMÍA DE VÍA AÉREA.....</b>	<b>22</b>
2.1.1. Cavity nasal.....	22
2.1.2. Cavity oral.....	23
2.1.3. Faringe.....	23
2.1.4. Laringe.....	24
2.1.5. Tráquea.....	26
2.1.6. Bronquios .....	27
2.1.7. Pulmones.....	28
<b>2.2. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN .....</b>	<b>30</b>
2.2.1. Ventilación pulmonar .....	30
2.2.2. Volúmenes pulmonares.....	32
2.2.3. Difusión de gases.....	34
2.2.4. Difusión a través de las membranas alveolocapilares .....	35

2.2.5.	Distribución de la ventilación y la perfusión.....	36
2.2.6.	Distribución de la ventilación.....	37
2.2.7.	Radio ventilación-perfusión.....	38
2.2.8.	Determinantes no gravitacionales de la distribución del flujo sanguíneo .	39
2.2.9.	Tono vascular pulmonar .....	39
2.3.	<b>INSTRUMENTOS PARA COLOCACIÓN DE TUBO ENDOTRAQUEAL ....</b>	<b>41</b>
2.3.1.	Laringoscopio de hoja .....	41
2.3.2.	Videolaringoscopio .....	42
2.3.3.	Broncoscopio .....	43
2.4.	<b>TUBO ENDOTRAQUEAL (TET) .....</b>	<b>44</b>
2.5.	<b>PREDICCIÓN DE DIFICULTAD DE VÍA AÉREA .....</b>	<b>45</b>
2.5.1.	Distancia interdental o apertura bucal.....	47
2.5.2.	Rango de movimiento de la cabeza y cuello .....	48
2.5.3.	Distancia tiromentoniana (DTM) o escala de Patil-Aldreti .....	48
2.5.4.	Distancia esternomentoniana (DEM).....	49
2.5.5.	Prueba de la mordida del labio superior .....	49
2.5.6.	Regla “OBESE” .....	50
2.5.7.	Escala de Wilson .....	50
2.5.8.	Escala de Mallampati.....	51
2.5.9.	Escala “LEMON” .....	52
2.5.10.	Test de Cormack-Lehane .....	54
2.6.	<b>INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL .....</b>	<b>55</b>
2.6.1.	Secuencia rápida de intubación (SRI) .....	57
2.6.2.	Intubación en paciente despierto (“awake intubation”) .....	71
2.7.	<b>COMPLICACIONES DE VÍA AÉREA .....</b>	<b>72</b>
2.7.1.	Trauma de labio/dental .....	72
2.7.2.	Trauma oral/laríngeo/faríngeo .....	72
2.7.3.	Lesiones traqueales.....	73
2.7.4.	Obstrucción/estridor .....	73
2.7.5.	Hemorragia .....	73
2.7.6.	Emesis/broncoaspiración .....	73
2.7.7.	Laringoespasma/broncoespasmo .....	74
2.7.8.	Intubación esofágica .....	74
2.7.9.	Lesiones neurológicas.....	74
2.7.10.	Reacciones alérgicas medicamentosas .....	74
2.7.11.	Barotrauma/neumotórax .....	75
2.7.12.	Hipoxia.....	75
2.7.13.	Hipotensión.....	75
2.7.14.	Extubación accidental .....	76
2.7.15.	Paro respiratorio.....	76

<b>2.8. CONSIDERACIONES EN POBLACIÓN CON COMORBILIDADES ESPECÍFICAS.....</b>	<b>76</b>
2.8.1. Embarazo .....	76
2.8.2. Obesidad.....	77
2.8.3. Artritis reumatoide.....	77
2.8.4. Espondilitis anquilosante .....	77
2.8.5. Epiglotitis aguda .....	78
2.8.6. Angina de Ludwig.....	78
2.8.7. Diabetes mellitus.....	78
2.8.8. Acromegalia.....	79
2.8.9. Parálisis de cuerdas vocales.....	79
2.8.10. Variantes anatómicas de la vía aérea .....	80
<b>2.9. LESIONES POR TRAUMA DIRECTO DE LA VÍA AÉREA .....</b>	<b>86</b>
2.9.1. Traumas faciales .....	86
2.9.2. Lesión cervical.....	86
2.9.3. Lesión penetrante .....	86
2.9.4. Lesiones por inhalación.....	87
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>1</b>
3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN .....	89
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	90
3.3. UNIDADES DE ANALISIS U OBJETOS DE ESTUDIO .....	90
3.3.1. Área de estudio.....	90
3.3.2. Fuentes de información.....	90
3.3.3. Población .....	91
3.3.4. Muestra.....	91
3.3.5. Criterios de inclusión y exclusión.....	92
3.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	92
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	94
3.6. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	96
3.7. ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS .....	99
3.8. ANÁLISIS DE DATOS.....	107
<b>CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>109</b>
4.1. GENERALIDADES .....	110
4.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS .....	110
4.3. LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN Y SUS DESCRIPCIONES .....	111
4.3.1. Artículo N°1: Associated Factors of In-hospital Mortality among Intubated Older Adults in Emergency Department; a Cross-sectional Study.....	111

4.3.2. Artículo N°2: Concordancia de la valoración de vía aérea por ultrasonido versus escalas tradicionales y su relación con complicaciones de la intubación orotraqueal.....	115
4.3.3. Artículo N°3: Anestesia del paciente adulto obeso .....	118
4.3.4. Artículo N°4: Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil .....	123
4.3.5. Artículo N°5: Upper airway tract complications of endotracheal intubation .....	125
4.3.6. Artículo N°6: Prevalence of difficult intubation and failed intubation in a diverse obstetric community-based population .....	129
<b>CAPÍTULO V DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>110</b>
5.1. MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL .....	132
5.2. COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.....	134
5.3. COMORBILIDADES EN RELACIÓN CON LA APARICION DE COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.....	137
<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>143</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	144
6.2. RECOMENDACIONES .....	146
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>149</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>162</b>
<b>ANEXO N°1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS PUBMED ..</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO N°2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS SCIELO ....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXO N°3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS SCIENCEDIRECT .....</b>	<b>167</b>
<b>ANEXO N°4 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS COCHRANE .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXO N°5 DECLARACIÓN JURADA.....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO N°6 CARTA DEL TUTOR.....</b>	<b>172</b>
<b>ANEXO N°7 CARTA DEL LECTOR .....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO N°8 AVAL DE PUBLICACIÓN .....</b>	<b>174</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1. VOLÚMENES PULMONARES.....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA 2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....</b>	<b>92</b>
<b>TABLA 3. ESULTADOS DE BÚSQUEDA EN LAS DISTINTAS BASES DE DATOS ..</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 4. RESULTADOS DE BÚSQUEDA EN LAS DISTINTAS BASES DE DATOS POSTERIORES AL FILTRADO .....</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1. ESCALA DE WILSON.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 2. ESCALA DE MALLAMPATI .....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 3. ESCALA LEMON.....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 4. ESCALA DE CORMACK-LEHANE .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 5. TIEMPOS ADECUADOS DE LA SRI.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 6. ALINEACIÓN DE LOS TRES EJES .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 7. FLUJOGRAMA PRISMA .....</b>	<b>91</b>

## DEDICATORIA

A mi familia, y personas que han aparecido en el transcurso de mi formación profesional, las cuales han demostrado ser un pilar fundamental de apoyo.

A mi tutora, la Dra. Karen Jara quien desde el primer bloque de medicina en la facultad se convirtió en un gran apoyo y vi en ella una persona llena de carisma, sabiduría, capacidad y gran sentido del humor; donde a partir de ese momento se creó un lazo de confianza entre ambas partes que me llevó a pedir su opinión, acompañamiento y guía en la confección de este proyecto.

A dos grandes emergenciólogas costarricenses: las doctoras Gina Alejandra Víquez Rojas código MED9162 y a la doctora María Sofía Enríquez Gabuardi código MED13800, quienes con el paso de los años me han demostrado que también existe la familia por elección y no únicamente de sangre, y quienes siempre han estado presentes en mi vida apoyando, educando y corrigiendo cuando ha sido necesario; pero siempre alentando a ser una mejor persona y mejor profesional sin importar el día, la hora o la distancia, y en la búsqueda del cumplimiento todos mis anhelos y metas que me proponga, a ellas mi mayor admiración por ser grandes ejemplos a seguir como seres humanos y como médicas, y mi agradecimiento también por permitirme ser parte de sus vidas.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres por brindarme la oportunidad de cumplir mi sueño desde niño y a mis hermanos por ser un apoyo y motivación constante. A mi madre por cada noche en vela de trabajo y por cada madrugada que se despertó temprano y salió de la comodidad de su cama como apoyo para que su hijo saliera en las mejores condiciones hacia la universidad, por cada llamada para despertar y por cada palabra de aliento, incluso a la distancia cuando las cosas no resultaban como uno siempre las deseaba. A mi padre por el apoyo económico. Gracias a mi hermana Carol Zamora y mi hermano Alex Zamora por siempre estar presentes y brindarme palabras de aliento, de comprensión, soporte económico cuando las oportunidades lo permitieron, e incluso el brindarme un techo en el cual permanecer por tantos años sobreponiendo sus metas personales.

Gracias a personas que han aparecido en el camino dejando una huella con su presencia y palabras de apoyo, por su cariño, detalles, empatía, y comprensión en este mundo de las ciencias de la salud.

Agradezco a mi tutora la Dra. Karen Jara Zúñiga código MED13226 por la excelente guía, la claridad de explicación, anuencia y el gran trato brindado en el periodo de realización de este proyecto de investigación y desde el inicio de mi formación.

Finalmente, agradezco a Dios por la oportunidad brindada a través de mi familia por permitirme cumplir uno de mis grandes sueños, por su compañía espiritual y momentos de intercesión, por brindarme salud para lograrlo y brindarle salud a mi familia y a quienes me rodean, y por permitirme vivir experiencias enriquecedoras, por los momentos buenos y gratos en lo que llevo de vida; así como de los momentos de dificultad que me ayudaron a forjar quien soy hoy día.

## RESUMEN

**Introducción:** la vía aérea se define como el espacio que se ubica entre la cavidad nasal y los pulmones, el conjunto de estructuras y conductos por donde circula el aire desde el exterior hacia los pulmones y que facilita la adecuada administración de oxígeno a las células del cuerpo. La intubación endotraqueal es el procedimiento que se realiza cuando el paciente requiere de la inserción y fijación de un tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales que permita un flujo continuo de aire con concentración elevada de oxígeno. Las complicaciones que resultan de una intubación endotraqueal pueden variar desde leves hasta graves, incluyendo la muerte.

**Objetivo:** determinar las complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal en pacientes mayores de 18 años relacionado con comorbilidades.

**Metodología:** investigación de tipo descriptiva, bajo la modalidad de revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA, con un total de 3048 artículos revisados encontrados en las bases de datos médico-científicas Scielo, PubMed, ScienceDirect y Cochrane, con posterior a aplicación de filtros de criterios de inclusión y exclusión y eliminación de duplicados, dejando únicamente 6 artículos en los cuales se basa esta investigación.

**Resultados:** la utilización de escalas de estratificación de vía aérea difícil disminuye el riesgo de aparición de complicaciones en el manejo de la vía aérea.

**Discusión:** desde los años 980-1037 a.C., existe evidencia de la realización de procedimientos rudimentarios para la colocación de objetos a través de la vía respiratoria que permitieran mantener la permeabilidad de esta.

**Conclusión:** todo procedimiento de intubación endotraqueal debe hacerlo personal capacitado y con la experiencia requerida para la minimización de complicaciones asociadas y del manejo de ellas. Pacientes con comorbilidades previamente adquiridas o halladas durante el procedimiento

requieren de mayor atención. **Palabras clave:** vía aérea, intubación endotraqueal, manejo, complicaciones, comorbilidades.

## ABSTRACT

**Introduction:** the airway is defined as the space between the nasal cavity and the lungs, consisting of the set of structures and passages through which air circulates from the outside to the lungs, facilitating the proper delivery of oxygen to the body's cells. Endotracheal intubation is the procedure performed when a patient requires the insertion and fixation of an endotracheal tube through the vocal cords to allow a continuous flow of air with a high concentration of oxygen. The complications resulting from endotracheal intubation can range from mild to severe, including death. **Objective:** to determine the complications in airway management during the endotracheal intubation process in patients over 18 years old related to comorbidities.

**Methodology:** descriptive research, using a systematic review under the PRISMA methodology, with a total of 3,048 articles reviewed from the medical-scientific databases Scielo, PubMed, ScienceDirect, and Cochrane. After applying inclusion and exclusion criteria filters and removing duplicates, only 6 articles were selected on which this research is based.

**Results:** the use of airway stratification scales reduces the risk of complications during airway management. **discussion:** Evidence exists from 980-1037 BC (10th century) of the performance of rudimentary procedures to insert objects through the respiratory tract to maintain its patency.

**Conclusion:** every endotracheal intubation procedure should be performed by trained personnel with the necessary experience to minimize associated complications and manage them effectively. Patients with previously acquired or discovered comorbidities during the procedure require greater attention. **Keywords:** airway, endotracheal intubation, management, complications, comorbidities.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. Antecedentes del problema

La inclusión de diversas técnicas y formas de intubación para el manejo de la vía aérea (VA) a lo largo de la historia ha generado grandes avances en la atención de salud de pacientes que requieren soporte de esta, ya sea con fines profilácticos, terapéuticos o de protección en casos de emergencia.

Según el estudio *“Complicaciones graves en la intubación orotraqueal en cuidados intensivos: estudio observacional y análisis de factores de riesgo”* (Badia, M., et al) se habla que a nivel mundial existe una incidencia en la dificultad durante el proceso de una intubación endotraqueal en casos de urgencia, que ocurre 3 veces con mayor frecuencia que en los casos de intervención en el mismo procedimiento pero de manera programada; además, la tasa de complicaciones asociadas se ve en aumento de manera exponencial en casos que se requieren 2 o más intentos de colocación del tubo endotraqueal sin distinción por sexo, edad o etnia.

En el estudio realizado en España en el año 2015 *“Complicaciones graves en la intubación orotraqueal en cuidados intensivos: un estudio observacional y análisis de factores de riesgo”* realizado en una unidad de cuidados intensivos (UCI), se encontró que el 34% de los casos en procedimientos de intubación endotraqueal presentaron complicaciones graves, como alteraciones respiratorias y hemodinámicas. Factores de riesgo identificados: edad avanzada, hipotensión, hipoxemia previa, presencia o aumento de secreciones y la necesidad de realizar más de un intento de intubación. (Badia, M., et al).

Revisiones como *“Complications related to multiple endotracheal intubation attempts in the emergency department”* (Zhang, M., et al) y en *“Complicaciones graves en la intubación*

*oro-traqueal en cuidados intensivos: estudio observacional y análisis de factores de riesgo*” (Badia M., et al) realiza una comparación donde reportan frecuencias de aparición de complicaciones que varía entre el 17,6% y el 33,6% en los casos que se valoró población adulta.

Con respecto a la frecuencia en la incidencia y a aparición de las complicaciones, estudios reportan considerables discrepancias entre ellos mismos. Según “*A retrospective study of success, failure, and time needed to perform awake intubation*” (Joseph, T., et al) y en “*Emergency tracheal intubations at an university hospital, airway outcomes and complications*” (Martin, L., et al) ellos describen frecuencias variables que oscilan entre el 1,6% y 4,6% en cuanto a la presentación de las diversas complicaciones de la vía aérea.

Por otra parte, el estudio “*Complicaciones en el Manejo de la vía Aérea: Revisión Sistemática de la Literatura*” señala que las complicaciones observadas con mayor frecuencia en los pacientes durante o posterior a la colocación del tubo endotraqueal fueron: hipoxia, seguida de intubación esofágica, hipotensión y aspiración pulmonar; así como que el 37% de los pacientes requirieron más de un intento para lograr una intubación endotraqueal efectiva. (Rodríguez, J., et al).

En el año 2018, (Higgs, A., et al) publicaron en el British Journal of Anaesthesia del Reino Unido la nueva guía de manejo “*Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults*”, como parte de la *Difficult Airway Society (DAS)*, esto con el objetivo de brindar un nuevo abordaje para disminuir la aparición y prevalencia de complicaciones y mortalidad en los pacientes, ya que la Auditoría Nacional del *Royal College of Anesthetists and Difficult Airway Society* destacó un deficiente manejo los pacientes que conducía a muertes en gran medida evitables.

El estudio *“INTUBE: Complicaciones Mayores Peri-Intubación en Pacientes Críticamente Enfermos”* que recopiló datos de 2964 pacientes de 29 países, proporciona una visión global con respecto a las complicaciones y las mejores prácticas para el manejo de la vía aérea en pacientes críticamente enfermos. Este reveló una prevalencia del 45,2% de complicaciones peri-intubación, donde al menos un evento adverso importante fue presenciado durante el procedimiento. Estos hallazgos resaltan la frecuencia y la seriedad de las complicaciones en los pacientes, recalcando la necesidad de estrategias efectivas de mitigación. (Jaber, S., et al).

Otro estudio *“Análisis descriptivo de pacientes que requirieron manejo avanzado de vía aérea en emergencias prehospitalarias: complicaciones y factores asociados al fracaso en el primer intento de intubación”* (Viejo, R., et al) incluyó 425 pacientes, de los cuales 417 (98,1%) fueron intubados con una tasa de éxito, y de ellos 326 (76,7%) en el primer intento. También se registran 183 complicaciones en 94 de los pacientes (22,1%), y donde cuadros de hipoxemia, así como intubación esofágica fueron las complicaciones halladas con mayor frecuencia.

### **1.1.2. Delimitación del problema**

En esta investigación se realiza una revisión sistemática de la literatura disponible sobre las complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal y el impacto en los pacientes según sus comorbilidades, así como las posibles consecuencias y secuelas que pueden aparecer en un proceso invasivo como la colocación de un tubo endotraqueal. La población de estudio son los pacientes con compromiso respiratorio que requieren protección y manejo de la vía aérea, mayores de 18 años, de ambos sexos, de cualquier etnia, estrato socioeconómico y con cualquier ubicación geográfica. Para esto se toman en

consideración referencias bibliográficas desarrolladas entre el año 2015 y 2024 y obtenidas de artículos científicos, libros de texto médico, guías médicas, material en internet, entre otros necesarios para el correcto abordaje bibliográfico que permita un desarrollo específico del tema.

### **1.1.3. Justificación**

Los centros de atención de salud reciben pacientes las 24 horas del día, los 7 días a la semana en los servicios de emergencias, algunos de estos requieren intervenciones de mayor complejidad en la misión de brindarles una mejoría a su estado de salud y futura calidad de vida; otros casos críticos ya habrán tenido que ser intervenidos durante el transporte extrahospitalario hacia el servicio de emergencias más cercano y que cumpla con las condiciones de espacio, equipo y personal capacitado con la intención de salvaguardar la vida ante escenarios caóticos, cuya decisión del profesional de salud que le acompaña en ese determinado momento, le permita, en el intento de distanciar la delgada brecha entre la vida y la muerte de un paciente críticamente enfermo una atención óptima; es por lo anterior que se convierte en un motivo imprescindible el conocer los principales factores que asocian errores y complicaciones en el manejo de la vía aérea durante situaciones tanto de emergencia como en ambientes controlados, o previo a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general, durante el proceso de una intubación endotraqueal; y así disminuir la incidencia y aparición de los mismos.

La identificación de riesgos asociados mediante la exploración clínica previa del paciente de parte del proveedor de salud autorizado y capacitado, y el equipo que le acompaña, aunado al uso de escalas de estratificación de complejidad de la vía aérea, la utilización de herramientas cada vez de mayor exactitud y vanguardistas para lograr intubaciones endotraqueales más

rápidas, precisas y seguras; además de la capacidad y experiencia del proveedor de salud quien realiza el procedimiento, son factores determinantes en el buen pronóstico y resultados de la intervención misma.

La complejidad del manejo de la vía aérea debe ser vista desde un enfoque multidisciplinario en cualquier situación de la salud, que permita el mejoramiento significativo y positivo de los resultados clínicos y la calidad de vida que se espera puedan tener los pacientes que requieran una intubación endotraqueal ante una atención médica.

La disminución de la mortalidad global en estos episodios es fundamental, para ello la realización de esta investigación; al tener una mejor comprensión sobre el reconocimiento y abordaje tanto procedimental como farmacológico de las complicaciones que se puedan presentar en los distintos servicios de salud.

## **1.2. REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las complicaciones durante el proceso de intubación endotraqueal en los pacientes que requieren manejo de la vía aérea relacionado con sus comorbilidades?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar las complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal en pacientes mayores de 18 años relacionado con comorbilidades.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal
- Identificar las complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal
- Relacionar las comorbilidades con la aparición de complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal

## **1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.4.1. Alcances de la investigación**

Entre los alcances de la investigación se mencionan:

- Como punto de relevancia se brinda una nueva fuente bibliográfica con información médico-científica actualizada sobre el manejo de la vía aérea y su evaluación previo a la realización de procedimientos como la intubación endotraqueal, así como la aparición de complicaciones asociadas.
- Se consigue el desarrollo exitoso y ampliado de los objetivos específicos planteados de manera inicial, donde se realiza una descripción del adecuado manejo de la vía aérea, la identificación de complicaciones en el proceso de una intubación endotraqueal, y la correlación entre la aparición de complicaciones en pacientes con comorbilidades.
- Se consigue la identificación de factores predisponentes de riesgo de complicaciones anatómicas, metabólicas y fisiológicas; además se describen características que permiten brindar mecanismos de prevención de complicaciones.

### **1.4.2. Limitaciones de la investigación**

Al ser este estudio una revisión sistemática, la cual utiliza distintas fuentes bibliográficas para la obtención de la información que se analiza para lograr una base sólida de argumentación, se encuentran las siguientes limitaciones:

- Ausencia de literatura e investigación a nivel nacional sobre los temas que se estudian en esta investigación.
- Falta de acceso público a la información debido a la restricción por pago de algunos artículos o diversa bibliografía que pueden contener material de interés médico.
- Literatura en otros idiomas que no sean en español ni inglés, que dificultan su análisis.
- No existe un protocolo estandarizado o internacional del proceso de intubación endotraqueal, según se deriva de la información adquirida y resultados expuestos en los artículos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2. ANATOMÍA DE VÍA AÉREA**

### **2.1.1. Cavity nasal**

Esta cavity posee una extensión que va desde las narinas hasta las coanas, y sus paredes laterales poseen tres proyecciones óseas que se denominan cornetes, además, se encuentra dividida en dos segmentos o cámaras mediante el tabique nasal. (García, H., et al).

La cavity nasal limita hacia anterior con las narinas, hacia posterior con la nasofaringe, y se encuentra separada de la cavity oral mediante el paladar, tanto en su parte blanda como la porción dura. (García, H., et al).

Dentro de las funciones que posee esta cavity se encuentran: la humidificación y calentamiento del aire, así como el aumento de las resistencias de la vía aérea, lo cual permite el paso de un mayor flujo en comparación con la boca. (García, H., et al).

En el interior de la cavity nasal se ubican tres cornetes que funcionan como división del espacio en meatos, por los cuales fluye el aire, y es el sitio donde permite al mismo tiempo la disminución del flujo turbulento, la humidificación y el calentamiento del aire para ejercer la menor lesión posible de la vía aérea inferior al paso de éste. (García, H., et al).

En cuanto a su irrigación sanguínea, esta se encuentra dada por la arteria esfenopalatina, rama de la arteria maxilar y arteria facial, donde ambas forman el plexo de Kiesselbach y es un sitio frecuente de sangrado por distintas causas, principalmente trauma. (García, H., et al).

### **2.1.2. Cavidad oral**

Limita hacia superior tanto con el paladar blando como el paladar duro, hacia anterior con los dientes y hacia inferior con la lengua, la cual es causa principal de obstrucción a nivel de orofaringe en pacientes que se encuentran con alteración de la consciencia. (García, H., et al).

Debido a lo anterior, la lengua es un órgano de suprema importancia para el adecuado funcionamiento de la vía aérea, ya que de ella depende la permeabilidad de esta. (García, H., et al).

En cuanto a la orofaringe, limita hacia arriba con la nasofaringe y hacia inferior con la punta de la epiglotis. (García, H., et al).

### **2.1.3. Faringe**

Esta es una estructura de tipo fibromuscular que posee forma de “U”, y que se encuentra dividida en tres segmentos: 1-nasofaringe, 2-orofaringe y 3-hipofaringe o laringofaringe. (Pampín, F.).

La faringe realiza una combinación de funciones entre el aparato digestivo y el sistema respiratorio. Se extiende entre 12-15 centímetros aproximadamente, desde el nivel de la base del cráneo hasta la porción anterior del cartílago cricoides, así como del borde inferior de la que corresponde a la sexta vértebra torácica (T6). (García, H., et al).

La nasofaringe posee comunicación con la fosa nasal, la orofaringe comunica con la cavidad oral y laringofaringe, este último es un sitio de relevancia en casos de obstrucción por cuerpo extraño, (García, H., et al) principalmente el espacio que se comprende entre la base de la lengua y el borde anterior de la epiglotis (García, H., et al).

A nivel del hueso hioides se ubica la sección más ancha de la faringe, y en cuanto al segmento más estrecho, este se ubica a nivel esofágico. (García, H., et al).

#### **2.1.4. Laringe**

Posee una estructura de esqueleto cartilaginoso, a la cual se le adhieren estructuras musculares importantes. Esta se sitúa en la sección anterior del cuello, y posee una longitud aproximada de 5 centímetros. La laringe varía su longitud según sexo, se describe que se encuentra en una posición más cefálica en las mujeres, así como que posee un acortamiento en su extensión con respecto al sexo opuesto. Se encuentra en relación con los cuerpos vertebrales desde C3 hasta C6. (García, H., et al).

Es la estructura que comunica de forma directa, tanto los órganos de la vía aérea superior como los de la inferior. (García, H., et al).

Se describen tres zonas de la laringe: la primera de ellas es la zona supraglótica que contiene tanto la epiglotis como los aritenoides, la segunda es la zona glótica que contiene las cuerdas vocales y las comisuras, y, por último, la tercera zona es la subglótica, la cual se extiende aproximadamente 1 centímetro hasta el nivel del cartílago cricoides. (García, H., et al).

La laringe es una estructura que brinda protección gracias a la epiglotis durante el mecanismo de la deglución del paso de alimentos o cuerpos extraños hacia la vía aérea inferior; además, de que posee otra función de gran relevancia: la fonación. (García, H., et al).

Se encuentra conformada por nueve cartílagos, de los cuales tres son impares (epiglotis, tiroides y cricoides) y los otros tres son estructuras pares (los aritenoides, corniculados y cuneiformes).

Además de las estructuras que se mencionan en los párrafos anteriores, existen otras dos estructuras de relevancia ubicadas a nivel de la laringe: las cuerdas vocales, las cuales consisten en pliegues de una membrana tipo mucosa que se extienden desde un plano anteroposterior desde el cartílago tiroideo hasta los cartílagos aritenoides, las cuales se encuentran inervadas gracias al nervio laríngeo superior y el nervio laríngeo recurrente; y la segunda estructura de importancia es el ligamento o membrana cricotiroidea, la cual se localiza entre los cartílagos tiroideos y cricoides y posee una longitud aproximada de 1 centímetro de alto por 3 centímetros de ancho. (Pampín, F.).

- **Músculos intrínsecos de la laringe**

Relacionados de forma directa con el movimiento de las cuerdas vocales, por lo que cualquier tipo de alteración ya sea de estas estructuras o de los nervios encargados, va a generar una alteración directa tanto de la integridad propia de la vía aérea como de la capacidad de fonación. (García, H., et al).

- **Irrigación e inervación de la laringe**

En cuanto al aporte sanguíneo, este proviene de ramas de la arteria carótida externa en su porción superior, y de la arteria subclavia en la porción inferior. La arteria laríngeo superior es una rama de la arteria tiroidea superior (proveniente de la arteria carótida externa) y la cual penetra la membrana tirohioidea hacia posterior, viéndose acompañada tanto de la vena tiroidea superior como de los vasos linfáticos. Por otra parte, la arteria laríngeo inferior es una rama proveniente de la arteria tiroidea inferior del tronco tirocervical la cual se origina en la arteria

subclavia. Existen numerosas anastomosis entre la arteria laríngea superior y la laríngea inferior. (García, H., et al).

La laringe en su totalidad se encuentra inervada por el nervio vago. El nervio laríngeo superior se separa del nervio vago a nivel del ganglio nodoso, y se divide en dos ramas (la interna y externa) justo antes de ingresar a la laringe. La rama externa se encarga de la inervación del músculo cricotiroideo; mientras que el nervio laríngeo interno perfora la membrana tirohioidea donde se distribuye a lo largo de la mucosa de la laringe justo por encima de las cuerdas vocales, lo cual les brinda la inervación de tipo sensitiva y secretora. (García, H., et al).

El nervio laríngeo inferior se origina a partir del nervio laríngeo recurrente, y este ingresa a la laringe mediante la membrana cricotiroidea, donde se acompaña de la arteria laríngea inferior. Predominantemente este es un nervio motor voluntario el cual inerva la totalidad de los músculos intrínsecos excepto el músculo cricotiroideo; además, lleva la capacidad de inervación tipo sensitiva como secretora de la mucosa en la sección inferior de las cuerdas vocales. (García, H., et al).

### **2.1.5. Tráquea**

Corresponde a una formación de anillos cartilagosos, aproximadamente entre 16-20 de ellos, con una longitud cercana de 20 centímetros y con un diámetro de alrededor de 12 milímetros. Estructuralmente inicia en el segmento inferior del cartílago cricoides a nivel de la sexta vértebra cervical (C6), hasta la porción intratorácica ubicada en mediastino la cual se relaciona con la quinta vértebra torácica (T5), donde se produce la bifurcación que da origen a los bronquios fuente derecho e izquierdo (la carina). (García, H., et al).

La longitud de esta estructura varía según la edad, en los neonatos se estima posee una longitud promedio de 3 centímetros, por otra parte, en población pediátrica varía entre 7-10 centímetros, y en adultos puede alcanzar una longitud aproximada de 17-20 centímetros; y la misma diferenciación sucede en cuanto al diámetro según etapas de crecimiento el cual va desde los 6, 10 y 13-22 milímetros respectivamente. (García, H., et al).

Estos cartílagos que conforman los anillos poseen forma de “C” y las paredes anterolaterales se encuentran unidas hacia posterior mediante una membrana traqueal que no posee de cartílago, y se encuentra sostenida a través del músculo traqueal el cual le proporciona la capacidad de extensión ante grandes flujos de aire. (García, H., et al).

En cuanto a lo que corresponde al aporte sanguíneo, la porción cervical se encuentra principalmente dada mediante la arteria tiroidea inferior, de la cual derivan tres ramas traqueoesofágicas, mientras que el segmento distal, la carina y los bronquios fuentes se encuentran irrigados mediante las arterias bronquiales, de manera principal por la arteria bronquial superior y algunas ramas de la arteria mamaria interna. (García, H., et al).

#### **2.1.6. Bronquios**

Una vez que la tráquea se bifurca a nivel de T5, derivan dos bronquios fuente o principales, el derecho e izquierdo. En cuanto al bronquio fuente derecho, este se encuentra en una posición más vertical y tiende a formar un ángulo de 90° o menor con respecto a la tráquea; por otra parte, el bronquio fuente izquierdo se encuentra más horizontal. (García, H., et al).

Debido a que el bronquio fuente derecho encuentra en una ubicación más paralela a la tráquea, en contraste con el bronquio fuente izquierdo que se ubica más perpendicular a ésta, existe un

riesgo elevado de intubación selectiva derecha en algunos pacientes debido a esta característica anatómica. (García, H., et al).

El bronquio derecho posee una longitud aproximada de 3 centímetros, siendo más ancho que el izquierdo, y posee tres bronquios segmentarios: el superior, medio e inferior. En cuanto al bronquio fuente izquierdo, este es más largo, se estima que mide entre 4 y 5 centímetros y como característica particular es que es más estrecho que el derecho, además, éste tiene solamente división hacia dos bronquios segmentarios: superior e inferior. (García, H., et al).

En 1:300 personas se puede encontrar una variante anatómica en la cual el bronquio propiamente del lóbulo superior derecho se origina justamente superior a la carina; y en otros casos, se puede presentar un puente que sale en el bronquio fuente izquierdo, sin embargo, este ventila el lóbulo inferior derecho. (García, H., et al).

En total, la vía respiratoria sufre 23 ramificaciones, y debemos tomar en consideración que es hasta la ramificación número 11 en la cual posee cartílago, y que hasta la división número 16 no se posee aún intercambio gaseoso de ningún tipo, por lo que estos hacen parte del conocido espacio muerto anatómico, es decir el volumen de aire inhalado sin llegar a los alveolos, el cual corresponde aproximadamente a 150 mL en una persona promedio de 70 kg de peso. (García, H., et al).

### **2.1.7. Pulmones**

El cuerpo humano posee dos pulmones, ubicados cada uno en un hemitórax, y tienen forma de cono con base amplia, además de un ápice que se extiende 2 centímetros en dirección anterior de la primera costilla aproximadamente, y hacia posterior a nivel de la séptima vértebra cervical

(C7). Los pulmones poseen una amplia variedad de funciones dentro de la fisiología; sin embargo, se puede mencionar que el intercambio gaseoso es la de mayor importancia dentro de este grupo. (García, H., et al).

Ambas estructuras se encuentran recubiertas o protegidas por una pleura, la cual es una membrana que forma parte de una serosa. Esta serosa posee doble membrana, una de ellas se adhiere de manera íntima y se encuentra en estrecho contacto con el pulmón, la cual se conoce con el nombre de pleura visceral, y la otra membrana es la que se encuentra revistiendo la parte interna de la cavidad torácica y que lleva el nombre de pleura parietal. Entre ambas pleuras se crea una fisura conocida como la cavidad pleural, y que se encuentra ocupada por una cantidad de líquido pequeña que ejerce una función de lubricante, lo que permite el deslizamiento constante entre ambas hojas pleurales. (García, H., et al).

La distensión pulmonar se da de forma sencilla; sin embargo, el proceso de retracción elástica de la pared torácica le ayuda en la recuperación del volumen inicial de reposo a estos órganos. Existen dos movimientos principales en relación con el intercambio gaseoso dentro del sistema respiratorio, aquí encontramos el movimiento de la inspiración, la cual se ve facilitada predominantemente por el músculo diafragma en un 75% y el porcentaje restante gracias al trabajo de los músculos intercostales durante el proceso de reposo. La inspiración da inicio con el descenso de las presiones intratorácicas generando una presión atmosférica mayor, lo cual facilita el ingreso de aire. El otro movimiento es la espiración, el cual es básicamente un movimiento de tipo pasivo de la pared torácica. (García, H., et al).

El proceso conocido como hematosis, en el cual las células eritrocíticas reciben el oxígeno proveniente de las células alveolares se inicia a partir de la ramificación número 17 de la vía respiratoria, que es donde se encuentran en contacto con los capilares pulmonares. El volumen

de esta zona se conoce con el nombre de zona respiratoria y varía entre 2,5 y 3 litros. Al nacimiento, los seres humanos poseemos alrededor de 24 millones de unidades de alveolos, incluso pudiendo elevarse hasta los 300 millones aproximadamente a los 8 años; los cuales se encuentran en relación estrecha con un aproximado de 250 millones de capilares que crean una gran área de intercambio gaseoso. (García, H., et al).

Los alveolos se constituyen en su mayor parte (aproximadamente un 80%) por células tipo I, las cuales poseen una función metabólica limitada, por lo que ante situaciones patológicas adversas o de lesión esto facilita su daño; mientras que las células tipo II ante este tipo de eventos activan una función de replicación y se convierten en tipo I. Los neumocitos tipo II son las células encargadas de la síntesis del surfactante, el cual mantiene la fuerza de tensión superficial adecuada para la prevención del colapso de los alveolos. (García, H., et al).

## **2.2. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN**

En el adecuado manejo de la vía aérea, el conocimiento de la fisiología respiratoria juega un papel fundamental ya que la vida de los pacientes depende de las variables respiratorias que comprende cada alteración y del uso adecuado de los recursos para un correcto manejo y pronóstico. (García, H., et al).

### **2.2.1. Ventilación pulmonar**

Los gases que tomamos de la atmósfera representan una mezcla que se compone de la siguiente manera: nitrógeno en 78%, oxígeno en un 21% y otros gases 1%. Sin importar la ubicación geográfica la cantidad de oxígeno es la misma; sin embargo, la diferencia de presiones son las que ejercen un impacto en la mecánica de la respiración y estas varían según la altitud en la que

se mide con respecto al nivel del mar (metros sobre el nivel del mar: msnm), por ejemplo, a 0 msnm la presión ejercida es igual a 760 mmHg pero a 5000 msnm esa presión desciende a 560 mmHg; por lo que de acuerdo a lo anterior, la concentración de oxígeno a nivel pulmonar es menor en zonas geográficas de mayor altitud debido a una menor presión que se encarga ingresar el oxígeno a las zonas donde se realiza el intercambio gaseoso, por lo cual diversas poblaciones que habitan en sitios de una alta altitud durante periodos largos generan dentro de ellos mecanismos de compensación que les permite una captación de oxígeno aumentada. (García, H., et al).

Para determinar la presión de oxígeno se debe calcular ese porcentaje con relación a la presión atmosférica, por lo que si 760 mmHg es la presión a nivel del mar, entonces para lograr un cálculo aproximado de la fracción de oxígeno inspirado realmente se debe de tomar la presión a nivel del mar y multiplicarla por la composición de gases atmosférica para posteriormente dividirla entre 100; por ejemplo:  $20.9\%$  (composición de gases atmosférica)  $\times$  760 mmHg (presión a nivel del mar) =  $15900/100$  es igual a 159 mmHg de presión de oxígeno a  $FiO_2$  ambiente a nivel del mar; sin embargo, una vez que estos gases ingresan al sistema respiratorio se debe ajustar la presión de vapor de agua la cual posee un valor de 47 mmHg, por lo que pasaría de 760 a 713 mmHg, por lo cual realmente obtenemos una presión de oxígeno inspirada aproximada de 149 mmHg a nivel del mar. (García, H., et al).

La ventilación respiratoria, así como lo es el gasto cardiaco depende tanto del volumen como de la frecuencia, por lo que la ventilación minuto ( $V_m$ ) deriva de la toma del valor correspondiente al volumen corriente ( $V_t$ ) multiplicado por la frecuencia respiratoria en un minuto ( $Fr$ ). El  $V_t$  de manera general se encuentra en valores que rondan los 500 a 600 mililitros por respiración y la frecuencia respiratoria oscila en rango de 12-20 respiraciones por minuto.

A método de ejemplo, ( $V_m = V_t \times Fr$ ) un  $V_t$  de 500 centímetros cúbicos ( $cm^3$ ) y una  $Fr$  de 12 respiraciones por minuto, es igual a una  $V_m$  (ventilación minuto) de aproximadamente 6000  $cm^3$ . Sin embargo, a pesar del cálculo, no la totalidad de este volumen de aire que es movilizado en el sistema respiratorio hace parte del intercambio gaseoso, ya que le debemos restar el espacio muerto ventilado ( $V_d$ ) que corresponde al tejido pulmonar que no posee la capacidad de producir dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el cual podemos considerar en el ejemplo de este mismo paciente que posee un valor aproximado a 150  $cm^3$  utilizando la ecuación de Bohr ( $V_d/V_t = PaCO_2 - PECO_2 / PaCO_2$ ), por lo que al realizar la multiplicación de los 150  $cm^3$  por la frecuencia respiratoria en un minuto ( $Fr$ ) podemos obtener el valor del espacio muerto de 1800  $cm^3$ , de esta manera se logra determinar que la ventilación alveolar ( $V_a$ ) es igual a 4200  $cm^3$  en este ejemplo. Esta definición es de vital importancia, ya que la ventilación alveolar es la que realmente participa en el intercambio gaseoso. (García, H., et al).

### 2.2.2. Volúmenes pulmonares

Para este apartado primero se deben de conocer los siguientes conceptos:

**Tabla 1**  
*Volúmenes pulmonares*

<i>Volumen</i>	<i>Definición</i>
<i>Volumen corriente</i>	<i>Volumen de gas que se moviliza durante un ciclo respiratorio normal.</i>

---

<i>Volumen de reserva inspiratoria</i>	<i>Volumen de gas que puede ser inspirado posterior a una inspiración normal.</i>
<i>Volumen de reserva espiratoria</i>	<i>Volumen de gas que puede ser espirado posterior a una espiración normal.</i>
<i>Volumen residual</i>	<i>Volumen de gas que queda posterior a una espiración máxima.</i>
<i>Volumen de cierre</i>	<i>Capacidad de cierre menos la capacidad residual funcional.</i>
<i>Capacidad pulmonar total</i>	<i>Volumen de gas dentro del pulmón al final de una inspiración máxima. Es la suma de la capacidad vital (CV) y el volumen residual (VR).</i>
<i>Capacidad vital respiratoria</i>	<i>Volumen de gas exhalado posterior a una inspiración máxima y la inspiratoria es el volumen que puede ser inspirado posterior a una espiración máxima.</i>
<i>Capacidad vital</i>	<i>Corresponde a la suma de la capacidad inspiratoria y el volumen de reserva espiratoria.</i>
<i>Capacidad residual funcional</i>	<i>Volumen de gas remanente en el pulmón posterior a una espiración normal.</i>

---

---

*Capacidad de cierre*

*Volumen pulmonar por debajo del cual se presenta el cierre de la vía aérea durante una espiración máxima lenta.*

---

Fuente: elaboración propia, 2024. Tomado de: (García, H., et al).

En números sencillos de un paciente promedio, la capacidad residual funcional (CRF) tiende a elevarse con el aumento de altura y edad, y disminuye con el peso, oscila en un rango de 3-4 litros y es menor en el sexo femenino en comparación con los hombres, a medida que aumenta la ventilación la CRF tiende a disminuir. La capacidad pulmonar total (CPT) es aproximadamente de 6-8 litros; sin embargo, este valor aumenta en pacientes con enfermedades de atrapamiento aéreo como el EPOC. El volumen residual (VR) es en promedio 2 litros, y la capacidad vital (CV) tiende a ubicarse entre los 4-6 litros. (García, H., et al).

### **2.2.3. Difusión de gases**

A medida que la vía aérea avanza hacia inferior aproximadamente hacia la generación número 15-16 de los bronquios, comienza a tener alvéolos que se encargan del intercambio gaseoso o alveolocapilar; de igual forma, el área de superficie transversal de intercambio va aumentando de forma considerable a medida que aumenta la generación bronquial, utilizando como sitio de referencia la tráquea con aproximadamente  $2.5 \text{ cm}^2$  hasta la generación bronquial número 14 donde el valor se aproxima a  $70 \text{ cm}^2$ . (García, H., et al).

Este mecanismo de tipo pasivo exige la movilización de los gases dentro del intercambio a nivel de la membrana hematogaseosa, donde la velocidad de este flujo tiende a disminuir a medida

que el área aumenta. Otro tipo de fenómeno que se ve relacionado con la tasa de transferencia de las moléculas dentro de los tejidos corresponde a la constante de difusión, la cual es directamente proporcional a la solubilidad que posee la molécula e inversamente proporcional al peso molecular, donde el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) posee una solubilidad aumentada en comparación con el oxígeno ( $\text{O}_2$ ). (García, H., et al).

#### **2.2.4. Difusión a través de las membranas alveolocapilares**

La difusión como concepto en este proceso específico se define como el paso de las moléculas de oxígeno desde la fase gaseosa hacia el interior del plasma y los eritrocitos, al mismo tiempo que el dióxido de carbono se difunde desde el plasma hacia los alvéolos. Esta cantidad que puede ser difundida depende de cuatro determinantes importantes: 1) el área de superficie que se encuentra disponible para la difusión, 2) el espesor que poseen las membranas, 3) la diferencia de presiones que hay entre el gas de la barrera, y 4) el peso molecular y el grado de solubilidad que posee el mismo. (García, H., et al).

- **Área de superficie:** mediante estudios realizados, se determinó que a menor valor del área de superficie menor es la capacidad de difusión. (Hughes, M., et al).
- **Espesor de membrana:** mientras mayor sea el grosor, la difusión tanto de oxígeno como de dióxido de carbono será menor, gracias al distanciamiento que se genera entre la capa.
- **Gradiente de presión:** al ubicarse un gradiente de presión mayor, mayor será la capacidad de difusión que posea.

- **Peso molecular:** por regla de gases, la difusión se encuentra inversamente proporcional con la raíz cuadrada que posee el peso molecular del gas, por lo que teóricamente, el oxígeno posee una mayor capacidad de difusión que el dióxido de carbono; sin embargo, dentro de la práctica se demuestra lo contrario, por lo que el dióxido de carbono se difunde con mayor facilidad que el oxígeno, llegando a ser incluso 30 veces más soluble que el oxígeno y con una velocidad de 20 veces aumentada. (García, H., et al).

### 2.2.5. Distribución de la ventilación y la perfusión

El mecanismo de bombeo del corazón y de manera principal la función propia del ventrículo derecho, la cual es llevar flujos y presiones a través de la arteria pulmonar; así como impulsos de energía cinética que se convierten en fuerzas hidrostáticas son de relevancia al evaluar los segmentos del pulmón, ya que el mecanismo de intercambio gaseoso o alveolocapilar depende de las fuerzas que estas ejerzan en los diferentes segmentos pulmonares. La presión que posee la arteria pulmonar en centímetros de agua (cmH<sub>2</sub>O) se ve disminuida en 1 cm por cada centímetro de distancia vertical del pulmón, por lo cual a determinada altura la presión que posee la arteria pulmonar se equipara con la presión de la atmósfera y origina a partir de ese punto zonas fisiológicas pulmonares en las cuales las variantes de las presiones juegan un papel fundamental en el proceso del intercambio de gases. (García, H., et al).

Las regiones pulmonares poseen una división que las clasifica actualmente en cuatro zonas (Figura 1):

- **Zona 1:** también conocida como un espacio muerto, aquí la presión alveolar posee una mayor presión en relación con la arteria pulmonar y la presión venosa pulmonar ( $P_A >$

$P_{pa} > P_{pv}$ ); y ya que no existe flujo no puede darse intercambio gaseoso en esta zona. Puede existir un incremento de esta zona en particular en casos en los cuales se presenta una disminución de la presión de la arteria pulmonar ( $P_{pa}$ ) o bien una elevación de la presión alveolar (PA).

- **Zona 2:** conforme se continúa el descenso vertical, las presiones de la arteria pulmonar aumentan, por lo cual en esta región la presión de la arteria pulmonar es mayor a la presión alveolar ( $P_{pa} > PA > P_{pv}$ ), permitiendo así intercambio de gaseoso.
- **Zona 3:** a medida que el pulmón desciende la presión venosa pulmonar se eleva hasta llegar a ser superior que la presión de la arteria pulmonar, lo cual se puede observar en esta zona ( $P_{pv} > P_{pa} > PA$ ), donde se mantiene un aporte de flujo sanguíneo continuo.
- **Zona 4:** al darse una expansión del espacio pulmonar intersticial, esta crea a su vez una nueva presión pulmonar intersticial, la cual se transforma en una presión de tipo positiva que origina la cuarta región ( $P_{pa} > P_{ins} > P_{pv} > PA$ ), donde el flujo sanguíneo se encuentra en menor cantidad en comparación a la zona 3; por lo que, a medida que se eleva la presión de la arteria pulmonar y la presión de la vena pulmonar se incrementa el reclutamiento de vasos o mecanismo de trasudación de fluidos a partir de los vasos que se encuentran con mayor distensión. (García, H., et al).

#### 2.2.6. Distribución de la ventilación

Cuando se habla de ventilación, es un punto fundamental referir que el aire no posee la capacidad de distribución de manera homogénea, y que esta misma capacidad de distribución se encuentra paralela a la gravedad ejercida, por lo cual es importante tener en consideración la posición anatómica del paciente; por ejemplo, ya sea en decúbito supino o decúbito lateral.

Dado lo anterior, existe indudablemente un mayor gradiente transpulmonar que viaja hacia las áreas con mayor dependencia de gravedad como lo son las bases pulmonares, donde los gases poseen una capacidad de desplazamiento de facilidad aumentada para la expansión de los alvéolos en comparación con las fuerzas de gravedad que viajan hacia el ápex pulmonar. (García, H., et al).

### **2.2.7. Radio ventilación-perfusión**

El concepto de ventilación-perfusión ( $V/Q$ ) enuncia la cantidad de ventilación con respecto a la perfusión; de manera general este coeficiente se encuentra aumentado a nivel de los ápices pulmonares y que el valor decrece de manera progresiva según el desplazamiento de las fuerzas se acerque a las bases pulmonares; por lo que se considera que las bases son zonas de baja concentración de oxígeno y ricas el dióxido de carbono (hipóxicas e hipercápnicas) en comparación con los segmentos apicales o superiores de los pulmones. (García, H., et al).

A nivel fisiológico esto posee gran relevancia debido a que en los vasos sanguíneos que atraviesan las zonas hipoventiladas no se ejecuta una extracción óptima de oxígeno y además la liberación de dióxido de carbono es baja, como sí ocurre en los segmentos hiperventilados donde se da una eliminación de dióxido de carbono, pero no se extrae de manera proporcional el oxígeno en comparación con la eliminación de dióxido de carbono. (García, H., et al).

### **2.2.8. Determinantes no gravitacionales de la distribución del flujo sanguíneo**

Por definición, se considera que la vasculatura pulmonar corresponde a un circuito de resistencia baja, la cual se ve afectada según el gasto cardiaco; donde un aumento de éste genera una elevación en el grado de distensión de los vasos y por ende un descenso en la resistencia vascular pulmonar (PVR); de forma contraria ocurre cuando el gasto cardiaco decrece en el mismo modo que la resistencia vascular pulmonar, lo que genera la activación de un mecanismo de compensación con vasoconstricción activa el cual en algunos casos puede llevar a edema pulmonar. (García, H., et al).

Por otra parte, otro determinante de importancia es el volumen pulmonar que se encuentra en relación con la capacidad residual funcional (CRF), ya que cuando la resistencia vascular pulmonar se eleva de forma superior a la capacidad residual funcional el nivel de resistencia a nivel de los vasos intraalveolares se ve aumentada, en contraste con lo que sucede cuando la resistencia vascular pulmonar se encuentra en cifras inferiores de la capacidad residual funcional donde el nivel de resistencia a nivel de los vasos extra-alveolares se ve aumentada. (García, H., et al).

### **2.2.9. Tono vascular pulmonar**

Distintas sustancias afectan el cuerpo humano, principalmente a nivel de los vasos sanguíneos, dentro de las cuales las sustancias de tipo vasoactivo son unas de las de mayor importancia, así las cosas, este tipo de sustancias forman parte de las encargadas de controlar el tono vascular y los efectos que genera de manera subsecuente su activación; entre las cuales podemos mencionar las sustancias vasoconstrictoras y vasodilatadoras. (García, H., et al).

El óxido nítrico (NO) es el vasodilatador endógeno que se conoce, y se encuentra relacionado con la transformación de GTP a GMPc que genera una activación de la proteína-kinasa, la cual desfosforila las cadenas livianas que forman parte de la miosina con su subsecuente vasodilatación. Diversos factores como los niveles de calcio o calmodulina, así como los mediadores inflamatorios y el estrés regulan la generación de óxido nítrico, el cual favorece a conservar una resistencia vascular pulmonar (PVR) baja. Por otra parte, la endotelina es el vasoconstrictor de mayor potencia en el organismo, el cual es producido a nivel pulmonar; sin embargo, otras sustancias cumplen también un papel importante en la regulación del tono vascular, como lo son las prostaglandinas PGI-2 con una acción de tipo vasodilatadora, y los tromboxanos y leucotrienos que ejercen acciones vasoconstrictoras. (García, H., et al).

En cuanto a los niveles de concentración tanto de dióxido de carbono como de oxígeno, estos poseen una influencia temporal en el tono vascular, los estados en los cuales las concentraciones de oxígeno se encuentran aumentados generan vasodilatación a nivel pulmonar de manera contraria a la vasoconstricción sistémica; mientras que los niveles bajos de oxígeno producen una vasoconstricción pulmonar de tipo hipóxica por lo que se relacionan las elevaciones de dióxido de carbono con efectos vasoconstrictores. (García, H., et al).

Por otra parte, dentro de los estados ácido-base, tanto las acidosis de tipo respiratorias como metabólicas generan un efecto vasoconstrictor, mientras que los estados de alcalosis brindan vasodilatación. El sistema simpático es quien toma el mecanismo de regulación a nivel arterial, donde ejerce su acción de manera exclusiva en aquellos vasos sanguíneos cuyo diámetro sea mayor de 60 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), principalmente dado mediante receptores vasoconstrictores; sin embargo, también puede mostrar efectos vasodilatadores de tipo alfa-2 y beta-2 ( $\alpha_2$  y  $\beta_2$ ). El sistema parasimpático por su parte, mediante acción del nervio vago, es quien ejecuta la

acción de vasodilatación; y otro sistema que se encuentra implicado cuyo conocimiento no se encuentra establecido de forma completa, pero el cual representa acciones importantes es el sistema no adrenérgico-no colinérgico (NANC) mediado por la acción del óxido nítrico causando vasodilatación a nivel de los vasos. (García, H., et al).

## **2.3. INSTRUMENTOS PARA COLOCACIÓN DE TUBO ENDOTRAQUEAL**

### **2.3.1. Laringoscopia de hoja**

En el año 1743 el médico Leveret realizó el reporte de la visualización de la faringe de un paciente mediante el uso de una espátula de metal; sin embargo, 64 años después, en Alemania el doctor Phillip Von Bozzini, reportó el empleo de un espéculo para lograr la visualización de las cavidades internas mediante dos tubos metálicos, de los cuales el primero poseía una pequeña luz con la intención de generar iluminación de la zona, mientras que el segundo tubo de metal lo utilizó para lograr la visualización de las estructuras a través del mismo, por lo que fue la primer persona a la cual se le atribuyó la aplicación de una fuente de luz externa con el objetivo de iluminar cavidades corporales. (Tovar, S., et al).

En la actualidad, la laringoscopia directa se basa en la creación de una “línea visual” entre la persona operadora del laringoscopio y la entrada de la laringe, y su tasa de éxito va a depender tanto del posicionamiento de la cabeza, la consistencia de la anatomía del paciente, así como de la experiencia del operador.

Existen diversas hojas de laringoscopio que se pueden emplear a la hora de realizar el proceso de visualización y colocación de un tubo endotraqueal, dentro de las más utilizadas encontramos:

- **Hoja recta (Miller)**

A mediados de 1941, Robert Miller creó el diseño de hoja recta con curva en la punta, con la intención de facilitar al operador la montura sobre la epiglotis y así obtener la visualización de las cuerdas vocales. (Tovar, S., et al).

- **Hoja curva (Macintosh)**

En 1943 el médico anesthesiólogo de nacionalidad inglesa, el doctor Sir Robert Reynolds Macintosh presentó ante la comunidad médica el primer prototipo de laringoscopio con hoja o espátula curva, el cual permite una visión mejorada de las cuerdas vocales y por ende facilita el proceso de intubación a través de la tráquea. (Huitrón, A., et al).

Esta es una hoja de curva continua, la cual asegura una mejoría en la técnica de laringoscopia según Macintosh, ya que posee la capacidad de colocarse por encima de la lengua y rechazarla con mayor facilidad, por lo que reduce la incidencia de trauma dental y de lengua. (Tovar, S., et al).

### **2.3.2. Videolaringoscopio**

Este permite la adquisición rápida y sencilla de técnicas para el manejo de la vía aérea que logre una visualización de la glotis sin la necesidad de previamente alinear los ejes. Es un dispositivo de gran avance en las últimas décadas. Son de gran relevancia en el campo de la salud, ya que,

al poseer un sensor de imagen a nivel distal de la hoja, este permite que se obtenga una imagen digital panorámica de la glotis. Una ventaja que poseen en comparación a la laringoscopia directa es el grado de campo visual que proporciona, el cual es de aproximadamente de 45°-60°, a diferencia de los 15° que muestra la laringoscopia clásica. (Huitrón, A., et al).

A nivel del extremo distal de la hoja poseen una cámara de video de alta resolución que permite la visualización de la glotis y del resto de estructuras anexas, por lo que brinda un panorama más amplio a razón de determinar el grado de complejidad de la intubación. (Rojas, J., et al).

### **2.3.3. Broncoscopio**

El broncoscopio, especialmente el broncoscopio flexible, es una herramienta valiosa en la intubación endotraqueal, particularmente en situaciones donde la vía aérea es difícil de manejar. Son fáciles de maniobrar y pueden emplearse en pacientes que poseen una anatomía anormal; sin embargo, requiere práctica continua para lograr reconocer las estructuras a nivel de la laringe desde la perspectiva del fibroscopio. (Moll, V.).

Actualmente es el método predilecto en procedimientos de intubación vigil de pacientes, en los cuales se mantiene presente la ventilación espontánea y los reflejos de la vía aérea. Al ser un instrumento flexible, este dispositivo permite ejecutar la intubación sin la movilización de la cabeza o el cuello, al tener un pequeño tamaño permite también colocar el tubo endotraqueal en pacientes que poseen una limitación de su apertura bucal, y también realizar intubaciones vía nasal. (Rojas, J., et al).

## 2.4. TUBO ENDOTRAQUEAL (TET)

En tierras musulmanas, fue Avicenna (cuyo nombre real era Abu Ali al-Husayn ibn Abd Allah ibn Sina), un médico, filósofo y científico persa que vivió en el siglo X durante los años 980-1037 a.C., quien por primera ocasión utilizó una cánula forjada en plata u oro con la cual evidenció una mejoría en la elevación pulmonar, lo cual dio inicio al desarrollo del tubo endotraqueal desde sus formas más primitivas. (Tovar, S., et al).

La historia de la laringoscopia y de la intubación endotraqueal tuvo sus primeros inicios en la época de Hipócrates (ubicado entre los años 460-380 a.C.). Este concepto fue descubierto hace mucho más de 1000 años, inicialmente como un procedimiento realizado a ciegas; incluso referido en el Talmud judío como una técnica de soporte ventilatorio con el uso de un pedazo de “cañita” posicionada en la tráquea de neonatos durante aquella época como una medida arcaica con la intención de preservar constantes vitales, específicamente la respiración. (Huitrón, A., et al).

Durante el siglo XVIII, Charles Kite empleó instrumentos similares a los tubos endotraqueales con la finalidad de resucitar personas ahogadas, a las cuales les colocaba estos dispositivos a través de la cavidad oral o bien nasal, ya que en años previos se había descrito que la ventilación boca a boca era menos efectiva en consideración con el uso de estas herramientas. (Tovar, S., et al).

Años más tarde, Friedrich Trendelenburg en el año 1869 fue la primer persona en realizar una intubación con fines anestésicos en un ser humano, realizando una traqueostomía temporal y colocando un tubo a través del orificio; sin embargo, como un gran avance en el campo de la salud, en 1913 el doctor Chevallier Jackson se convirtió en el primer profesional en ejecutar una

intubación endotraqueal mediante el empleo de la visualización directa de las cuerdas vocales colocando un tubo a través de ellas. (Huitrón, A., et al).

En la actualidad, los tubos endotraqueales son creados a partir de cloruro de polivinilo (PVC) de único uso, los cuales vienen envasados de forma estéril y poseen un balón inflable de baja presión. Se consideran instrumentos maleables, lo que le permite la adaptación a la curvatura anatómica de la vía aérea. (Daniel, M., et al).

## **2.5. PREDICCIÓN DE DIFICULTAD DE VÍA AÉREA**

El objetivo primordial de la evaluación clínica de la vía aérea es la identificación de factores o determinantes que lleven a procesos de intubación endotraqueal que resulten fallidos o traumáticos, y que generen en el paciente mecanismos deletéreos de hipoxia, daño cerebral o incluso la muerte. (Huitrón, A., et al).

La Asociación Americana de Anestesiólogos (ASA), define una vía aérea difícil (VAD) cuando existen factores clínicos que complican la administración de ventilación mediante el uso de una mascarilla facial o bien una intubación realizada por un profesional en anestesia con experticia bajo estas condiciones clínicas. (Huitrón, A., et al).

Para Galván, Y., & De los Monteros, I. (2013) la vía aérea difícil (VAD) se define como una situación clínica en la cual un profesional médico con entrenamiento cursa con dificultades en el intento de proporcionar ventilación de la vía aérea superior mediante una mascarilla facial, colocar un tubo endotraqueal, o bien la combinación de ambas.

Con el objetivo de determinar de manera oportuna cualquier grado de dificultad para ejecutar una intubación endotraqueal, se crearon escalas como el índice predictivo de intubación difícil (IPID) que proporcionan una predicción objetiva. Estas escalas son externas, no invasivas para el paciente, no representan ningún costo monetario adicional en la atención de la salud, y cualquier profesional de la salud bajo entrenamiento puede realizarlas e interpretarlas. (Huitrón, A., et al).

En el año 2021, la Asociación Americana de Anestesiólogos (ASA) realizó la publicación de una nueva guía para el manejo de la vía aérea difícil, en la cual brinda las siguientes recomendaciones como puntos clave de la evaluación:

- a) Previo a la intervención o manejo de la vía, identificar tanto los factores médicos, quirúrgicos, ambientales y anestésicos del paciente.
- b) Dentro de la historia clínica evaluar la información demográfica, condición clínica, resultados de pruebas clínicas y diagnósticas.
- c) Realizar un examen físico con el fin de determinar otras características físicas que puedan ser indicativas de una posible vía aérea difícil (rasgos faciales, apertura bucal, nivel de prognatismo, movilidad tanto de la cabeza como del cuello, incisivos superiores prominentes, presencia de barba, prueba de la mordida de labio superior, la medición de puntos de referencia anatómicos, entre otros).
- d) Una evaluación adicional puede emplearse, donde se incluya una endoscopia de cabecera o bien una laringoscopia/broncoscopia virtual o de impresión tridimensional en los cuales se pueda realizar la comprobación de métodos de inserción de algunos de los dispositivos. (Guiracocho, J., et al).

El empleo de los algoritmos de manejo de la vía aérea difícil brinda un orden esquematizado para la búsqueda de mejores resultados, estos algoritmos son un conjunto de estrategias comprendidas de manera organizada para facilitar la selección de técnicas tanto de ventilación como de intubación que posean mayores probabilidades de éxito y así lograr una disminución del riesgo de morbimortalidad en estos pacientes. (Vázquez, H.).

Uno de los predictores más importantes a tomar en consideración en una vía aérea difícil es la historia previa de VAD. (Martín, A.).

Como lo menciona Largo, M., et al, (2023) la predicción una vía aérea difícil a través de escalas se vuelve indispensable para evitar todas esas condiciones asociadas durante la ejecución de la colocación del tubo endotraqueal.

### **2.5.1. Distancia interdental o apertura bucal**

Técnica en la cual en el paciente con ligera extensión cefálica y la apertura máxima de la boca, se mide a nivel de línea media la distancia entre los incisivos superiores e inferiores. (Guiracocha, J., et al).

Se clasifican en cuatro grados:

- Grado I: distancia mayor de 3 cm.
- Grado II: entre 2,6 cm a 3 cm.
- Grado III: de 2 cm a 2,5 cm.
- Grado IV: distancia menor a 2 cm.

En casos en los cuales hay presencia de anodoncia o ausencia de piezas dentales, esta medición se debe efectuar entre la encía superior e inferior. (Palacios, D., et al).

### **2.5.2. Rango de movimiento de la cabeza y cuello**

Se ubica al paciente sentado, con la cabeza en posición neutral y de perfil al observador, se coloca el dedo índice a nivel de la prominencia occipital inferior y el dedo índice de la otra mano sobre el mentón. Se le solicita al paciente que realice una extensión máxima de la cabeza hacia posterior, y en base a la alineación de ambos índices se valora la movilidad en tres grados. Cuanto menor sea el grado de movilidad, mayor será el grado de dificultad de la vía aérea.

- **> 100°**: el dedo índice sobre el mentón realiza una mayor elevación que el de la prominencia occipital.
  - **± 90°**: ambos dedos índices se ubican en el mismo plano.
  - **< 80°**: el dedo índice sobre el mentón queda inferior al de la prominencia occipital.
- (Guiracocha, J., et al).

### **2.5.3. Distancia tiromentoniana (DTM) o escala de Patil-Aldreti**

Paciente en posición sentada, cabeza en extensión y boca cerrada, y se mide la distancia entre el cartílago tiroideos y el borde inferior del mentón.

Se clasifica de la siguiente manera:

- Clase I (intubación sin dificultad): mayor a 6,5 cm.
- Clase II (cierto grado de dificultad): de 6 a 6,5 cm.

- Clase III (intubación muy difícil): menos de 6 cm. (Palacios, D., et al).

#### **2.5.4. Distancia esternomentoniana (DEM)**

Paciente en posición sentada, cabeza en extensión y boca cerrada, y se mide la distancia en línea recta desde el borde superior del manubrio del esternón hasta la punta del mentón.

Se divide cuatro clases:

- Grado I: distancia mayor de 13 cm.
- Grado II: entre 12 cm y 13 cm.
- Grado III: de 11 cm a 12 cm.
- Grado IV: distancia menor a 11 cm. (Palacios, D., et al).

#### **2.5.5. Prueba de la mordida del labio superior**

En ella se evalúa la capacidad que posee el paciente en alcanzar o cubrir el labio superior por completo con los incisivos inferiores, por lo que se le solicita al paciente que muerda con su propia dentadura inferior el labio superior.

Se clasifica en tres grados:

- Grado I: incisivos inferiores cubren de manera completa el labio superior.
- Grado II: existe una visión parcial del labio superior.
- Grado III: los incisivos inferiores no logran cubrir el labio superior, por lo que se relaciona con una laringoscopia difícil. (Guiracocha, J., et al).

### **2.5.6. Regla “OBESE”**

Esta es una regla nemotécnica para la predicción de difícil ventilación con mascarilla facial en los pacientes.

- O: obesidad (en pacientes con índice de masa corporal superior a 26 kg/m<sup>2</sup>).
- B: barba.
- E: edentación.
- S: SAOS o “snoring” (historia de ronquidos diarios).
- E: edad mayor de 55 años.

La presencia de al menos dos de los anteriores representa una probabilidad alta de difícil ventilación con el uso de una mascarilla facial. (Guiracocha, J., et al).

### **2.5.7. Escala de Wilson**

Realiza una clasificación de factores de riesgo para una intubación difícil (ID), otorgándoles un puntaje que varía entre 0 y 2, con un puntaje máximo total de 10 puntos. Toma en consideración el peso, grado de movilidad de la cabeza y cuello, el movimiento mandibular, el retroceso mandibular y la presencia de dientes grandes y extruidos. (Guiracocha, J., et al).

**Figura 1**  
**Escala de Wilson**

<i>Factor</i>	<i>Característica</i>	<i>Puntos</i>
<i>Peso</i>	<i>&lt; 90 kg</i>	<i>0 pts</i>
	<i>entre 90 - 110 kg</i>	<i>1 pto</i>
	<i>&gt; 110 kg</i>	<i>2 pts</i>
<i>Movilidad de cabeza y cuello</i>	<i>&gt; 90°</i>	<i>0 pts</i>
	<i>90°</i>	<i>1 pto</i>
	<i>&lt; 90°</i>	<i>2 pts</i>
<i>Movimiento mandibular</i>	<i>distancia interinsicivos (DI) es &gt; 5 cm o la subluxación &gt; 0</i>	<i>0 pts</i>
	<i>distancia interinsicivos (DI) es &lt; 5 cm o la subluxación = 0</i>	<i>1 pto</i>
	<i>distancia interinsicivos (DI) es &lt; 5 cm o la subluxación &lt; 0</i>	<i>2 pts</i>
<i>Retroceso mandibular</i>	<i>normal</i>	<i>0 pts</i>
	<i>moderado</i>	<i>1 pto</i>
	<i>severo</i>	<i>2 pts</i>
<i>Protrusión de la arcada dentaria maxilar</i>	<i>normal</i>	<i>0 pts</i>
	<i>moderada</i>	<i>1 pto</i>
	<i>severa</i>	<i>2 pts</i>

Fuente: elaboración propia, 2024. Tomado de: (Guiracocha, J., et al).

### **2.5.8. Escala de Mallampati**

Posee una sensibilidad del 62,5% y una especificidad de 78,8%, con un valor predictivo positivo de intubación correspondiente a 7,9% y el negativo de 98,6%. (Largo, M., et al).

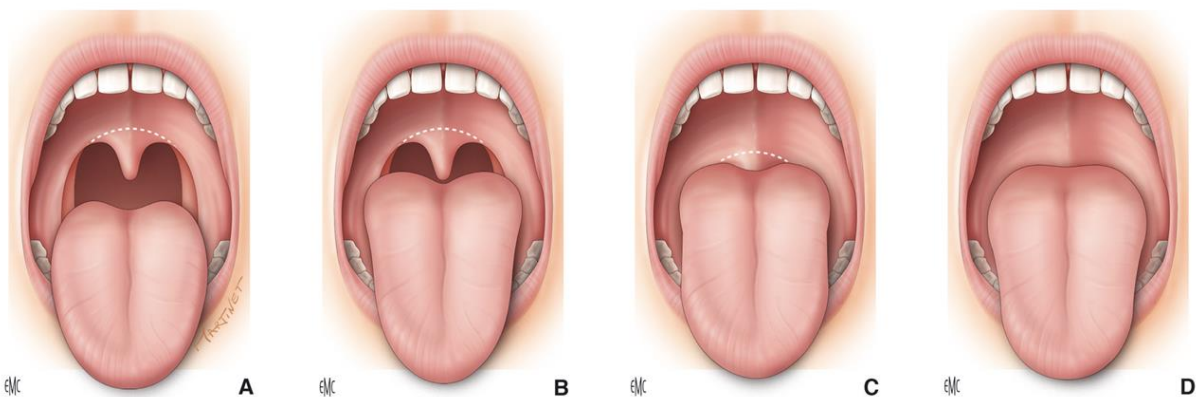
Esta clasificación se basa en el número de estructuras visibles en la cavidad oral, posicionando al paciente frente al observador, con la cabeza en extensión completa, boca abierta, efectuando fonación y con la lengua protruida. (Guiracocha, J., et al).

Se divide en cuatro clasificaciones:

- Clase I: se logra observar el paladar blando, la úvula y los pilares amigdalinos.

- Clase II: se observa el paladar blando y la úvula.
- Clase III: se logra observar el paladar blando y la base la úvula.
- Clase IV: no es posible observar el paladar blando ni la base la úvula, sólo se visualiza paladar duro. (Palacios, D., et al).

**Figura 2**  
***Escala de Mallampati***



Fuente: Tomado de (Daniel, M., et al).

### **2.5.9. Escala “LEMON”**

Nemotecnia que se utiliza para realizar un repaso de cinco determinantes de importancia a tener en consideración a la hora de ejecutar una intubación endotraqueal. (Guiracocha, J., et al).

**Figura 3**  
**Escala LEMON**

<b>L</b>	<i>Look externally – visualización externa</i>	<i>Barva, quemaduras, trauma facial, vómito, hematomas, limitación de apertura bucal</i>
		<i>Grado I: distancia mayor de 3 cm.</i>
<b>E</b>	<i>Evaluación interinsicivos</i>	<i>Grado II: entre 2,6 cm a 3 cm. Grado III: de 2 cm a 2,5 cm. Grado IV: distancia menor a 2 cm.</i>
		<i>Clase I: se logra observar el paladar blando, la úvula y los pilares amigdalinos. Clase II: se observa el paladar blando y la úvula. Clase III: se logra observar el paladar blando y la base la úvula. Clase IV: no es posible observar el paladar blando ni la base la úvula, sólo se visualiza paladar duro.</i>
<b>M</b>	<i>Mallampati</i>	
<b>O</b>	<i>Obstrucciones</i>	<i>Cuerpos extraños, tumores, secreciones, malformaciones</i>
<b>N</b>	<i>Neck mobility – movilidad del cuello</i>	<i>Rigidez, trauma cervical, uso d collarín cervical.</i>

Fuente: elaboración propia, 2024. Tomado de: (Guiracocha, J., et al).

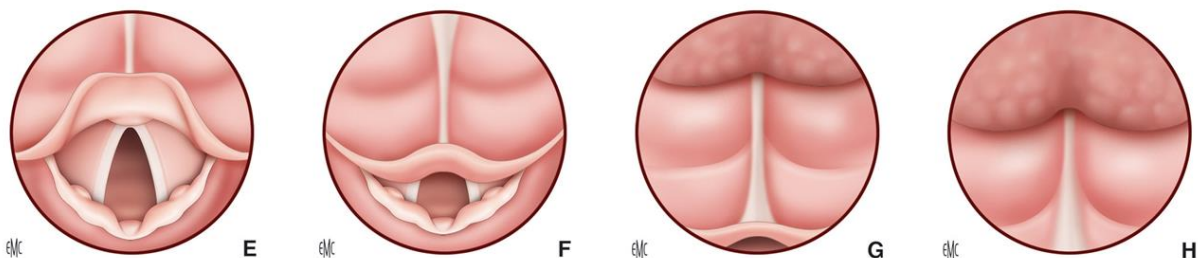
### 2.5.10. Test de Cormack-Lehane

Esta prueba alcanza una sensibilidad del 62,5% y una especificidad del 50%, con un valor predictivo positivo de intubación correspondiente a 12% y un valor predictivo negativo de 96,7%. (Largo, M., et al).

En ella se valoran las estructuras anatómicas visibles a través de la laringoscopia directa, y se clasifica en cuatro grados según el grado de dificultad predecible:

- Grado I (intubación sencilla): se observa el anillo glótico en su totalidad.
- Grado II (intubación difícil): sólo se observa la comisura o mitad superior del anillo glótico.
- Grado III (intubación muy difícil): solamente se observa la epiglotis sin visualización del orificio glótico.
- Grado IV (intubación sólo con técnicas especiales): imposibilidad para la visualización de la epiglotis. (Guiracocha, J., et al).

**Figura 4**  
*Escala de Cormack-Lehane*



Fuente: Tomado de (Daniel, M., et al).

## 2.6. INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL

Se define una intubación difícil (ID) toda intubación en la cual es necesaria más de dos laringoscopías, en la que se requiere más de un intento de intubación, en la cual se vuelve imperante la utilización de herramientas o aditamentos especiales, o aquella en la cual no existe visibilidad de la hendidura glótica en el momento que se realiza la laringoscopia. (Palacios, D., et al).

Dentro de las razones en las cuales se toma la decisión de colocar un tubo endotraqueal a un paciente se pueden mencionar cuatro de gran importancia: 1) garantizar la apertura de la vía aérea, 2) la protección de la vía aérea, 3) aspiración de secreciones bronquiales, y 4) inicio de ventilación mecánica. (Huitrón, A., et al).

La gran mayoría de personas adultas tienen la capacidad de aceptar el uso de un tubo endotraqueal con un diámetro interno  $\geq 8$  milímetros, siendo estos los de preferencia gracias a la menor resistencia al flujo de aire que generan mediante la disminución del trabajo respiratorio, la facilidad para la aspiración de secreciones, el diámetro permite el paso de bronoscopios en caso de ser de necesario y pueden ayudar en el retiro del respirador. (Moll, V.).

Una guía rígida se introduce en el tubo con la intención de brindarle una mayor rigidez, pero esta no debe sobresalir del otro extremo, de forma contraria, si se utiliza la guía, la introducción de esta debe detenerse aproximadamente de 1 a 2 centímetros previo a la salida del extremo distal del tubo. Una vez colocada la guía, el tubo se flexiona hacia arriba en un ángulo aproximado de  $35^\circ$  en forma de “palo de hockey”; esta nueva forma que adapta mejora de manera considerable la introducción del tubo y evita así la obstrucción de la visión del propio

operador de las cuerdas vocales a medida que avanza. La repetición de una laringoscopia en  $\geq 3$  intentos, se relaciona de manera directa con la elevación en la incidencia de cuadros de hipoxemia, aspiración y paro cardiorrespiratorio. (Moll, V.).

El laringoscopio convencional posee un diseño predeterminado para ser sostenido con la mano izquierda (sin importar la dominancia del operador) y así poder insertar la hoja que se utiliza como retractor para la movilización tanto de la mandíbula como de la lengua hacia arriba, donde queda fuera del campo visual del laringoscopista dejando expuesta la faringe posterior; evitando siempre el contacto con los dientes incisivos y evitando también ejercer presión no deseada sobre estructuras propias de la laringe. (Moll, V.).

Se vuelve de suma importancia la identificación de la epiglotis, ya que le permite al laringoscopista ubicar de manera precisa la hoja del laringoscopio sobre ella; y así la epiglotis puede ser apoyada contra la pared posterior de la faringe, donde alcanza el sitio de unión con las demás mucosas o se mezcla con secreciones que puedan aparecer según el contexto del paciente. Una vez que se localiza la epiglotis, el laringoscopista decide qué técnica (según el tipo de hoja de laringoscopio que se encuentra usando en el momento) desea emplear para elevarla; en caso de utilizar una hoja recta, este sostiene la epiglotis con la punta de la hoja; o bien utilizando una hoja curva, el operador eleva la epiglotis de manera indirecta y la logra desplazar de la línea de ingreso a medida que avanza la hoja del laringoscopio hacia la vallécula y la presión del ligamento hioepiglótico con ella. (Moll, V.).

La tasa de éxito al usar una hoja curva depende de la correcta posición del extremo de la hoja como tal a nivel de la vallécula, así como la dirección de la fuerza ejercida en la elevación. Una vez que se logra elevar la epiglotis quedan expuestas las estructuras de la laringe posterior: los

cartílagos aritenoides, la incisura interaritenoidea, la glotis y con mayor importancia, las cuerdas vocales, evitando así la colocación del tubo dentro del esófago. (Moll, V.).

Ya con una visualización óptima de las cuerdas, se realiza la colocación e inserción del tubo mediante la laringe hacia la tráquea utilizando la mano derecha. Previo al retiro del laringoscopio, el laringoscopista debe confirmar que el tubo está ubicado en el interior de las cuerdas vocales, con una profundidad que ronda los 21-23 centímetros en la población adulta; teniendo en consideración que si se introduce en exceso este va a ingresar de manera accidental dentro del bronquio principal derecho exclusivamente. (Moll, V.).

### **2.6.1. Secuencia rápida de intubación (SRI)**

La intubación endotraqueal es el gold standard como medida de aseguramiento y protección de la vía aérea, y en esa misma línea la SRI es la técnica de mayor recomendación cuando existe un riesgo aumentado de broncoaspiración en una vía aérea que no posee predictores de dificultad. Cada uno de sus elementos determinantes está diseñado bajo tres objetivos específicos: a) el acortamiento del tiempo entre la pérdida de los reflejos protectores y el sello de la tráquea a través del neumotaponamiento del TET, b) alcanzar condiciones óptimas que permitan una intubación traqueal (IT) exitosa al primer intento bajo una sedación y bloqueo neuromuscular (BNM) adecuado evitando la activación del reflejo de la tos, vómitos activos o la elevación de la presión intraabdominal, y c) minimizar los riesgos asociados a su empleo, principalmente los cuadros de hipoxia, hipotensión e intubaciones difíciles. (Gómez, M., et al).

La activación de esta inducción deriva en la pérdida de los reflejos que, bajo condiciones normales se encargan de proteger la vía aérea superior, lo cual se asocia a una elevación del

riesgo de broncoaspiración, donde en situaciones de emergencia se aumenta aún más al existir un incumplimiento de ayuno preoperatorio aunado a un retraso en el mecanismo de vaciamiento gástrico. (Quirós, P., et al).

Quirós, P., et al) en su artículo “*Inducción de secuencia rápida: revisión bibliográfica*” muestra los tiempos adecuados en los cuales debe darse cada paso de la SRI para un óptimo abordaje y una disminución de complicaciones.

**Figura 5**  
***Tiempos adecuados de la SRI***

<b><i>Paso</i></b>	<b><i>Tiempo</i></b>
<i>Preparación</i>	<i>10 minutos preintubación</i>
<i>Preasignación</i>	<i>5 minutos preintubación</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>3 minutos preintubación</i>
<i>Parálisis con inducción</i>	
<i>Posición y protección contra broncoaspiración</i>	<i>30 segundos después de la inducción</i>
<i>Intubación endotraqueal</i>	<i>45 segundos posterior a la inducción</i>
<i>Post-intubación</i>	<i>60 segundos después de la inducción</i>

Fuente: elaboración propia, 2024. Tomado de: (Quirós, P., et al).

## 1) Preparación:

Una preparación segura sugiere el empleo de un “*checklist*”, como una medida de reducción de la tasa de complicaciones al disminuir la carga cognitiva de quienes participan, así como de los errores, llevando a una mejoría en la seguridad al emplear un método de enfoque más estandarizado. (Gómez, M., et al).

Involucra tanto la planificación de los materiales a utilizar como de los medicamentos, el equipo de reanimación de emergencia, la monitorización de presión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, y la evaluación física del paciente, aquí se inicia la monitorización y se debe tomar accesos venosos. (Castillo, A., et al).

Este segmento incluye una evaluación de los desafíos anatómicos posibles, desafíos fisiológicos o situacionales a enfrentar, con el fin de crear un plan primario y de abordaje en caso de emergencia que posea instrucciones claras y precisas. (Gómez, M., et al).

En esta etapa se le designa a cada uno de los miembros del equipo las funciones específicas a cumplir dentro de éste; además, se brinda oxigenación con mascarilla a alto flujo, se hace la preparación de los fármacos posibles a ser empleados, se incluyen aquellos que se utilizan como pretratamiento, fármacos de inducción, bloqueadores neuromusculares, y además se tienen a mano los medicamentos que puedan ser utilizados en casos de emergencia como antiarrítmicos y vasopresores. (Quirós, P., et al).

Se ejecuta una revisión del cuello, boca y vía aérea interna del paciente utilizando las escalas de predictibilidad y busca de signos de una VAD, y además, se le cuantifica el grado de apertura oral usando la regla de “3-3-2”, donde se colocan tres dedos entre los incisivos superiores e inferiores, tres dedos apoyados entre el mentón y la parte superior del cuello y dos dedos entre

el cartílago tiroides y el suelo mandibular; este es un mecanismo de revisión rápido de las proporciones óptimas para llevar a cabo la IT. (Quirós, P., et al).

## **2) Preoxigenación:**

Esta se lleva a cabo desde la etapa de preparación y se ejecuta mediante dos personas: quien realiza la intubación y otra persona que le asiste. (Castillo, A., et al).

El objetivo es el desplazamiento del nitrógeno a nivel de los alveolos y reemplazarlo por oxígeno, así se incrementa el aporte a los tejidos y por ende estos aumentan el periodo de tolerancia de la apnea. (Pampín, F.).

Es por tal que, la oxigenación apneica consiste en la administración de oxígeno de alto flujo al 100% durante 3-5 minutos, utilizando una mascarilla de no re-inhalación y buscando alcanzar una saturación de oxígeno en sangre meta mayor a 93%. Esto le proporciona un flujo masivo de oxígeno a los alveolos pulmonares durante el periodo de apnea, y desplaza los átomos de nitrógeno para sustituirlos, llevando a que la capacidad funcional de los pulmones incremente la reserva de oxígeno, por ende, los pacientes logren una tolerancia mayor a la apnea sin presentar cuadros de desaturación, incrementando la seguridad de la intervención y evitando la necesidad de ventilaciones asistidas. (Quirós, P., et al).

Algunos factores como la obstrucción supraglótica en pacientes con obesidad, pacientes mayores de 55 años o la aparición de rigidez o resistencia durante la ventilación, pueden provocar un mal sellado de la mascarilla a la hora de ejecutar la preoxigenación e impedir una correcta distribución del oxígeno por fugas de este gas. (Quirós, P., et al).

Se estima que el tiempo de desaturación total en un paciente preoxigenado va de 6 a 8 minutos aproximadamente, brindándole al laringoscopista un tiempo adecuado y seguro para garantizar la protección efectiva de la vía aérea. (Castillo, A., et al).

Depende de la situación clínica del paciente el método de oxigenación que se utiliza:

- Si preserva la ventilación espontánea, se puede utilizar una mascarilla con reservorio de no re-inhalación.
- Pero si presenta hipoxemia o hipoventilación, se brinda ventilación con un balón autoinflable y mascarilla facial. (Pampín, F.)

### **3) Preintubación/preinducción/premedicación:**

El objetivo definitivo es la estabilización del paciente previa ejecución de la intubación y así mitigar las respuestas fisiológicas deletéreas de la propia manipulación de la vía aérea y de los fármacos seleccionados para la inducción (tos, arcadas, broncoespasmo, efectos sobre la presión arterial, frecuencia cardíaca y presión intracraneal). Para que sea efectiva debe ser administrada en promedio 3 minutos previo a la inducción. (Castillo, A., et al) (Pampín, F.).

Hay evidencia de paro cardíaco en esta etapa, principalmente asociado a cuadros de hipotensión e hipoxemia, lo que muestra que la regulación de la estabilidad del paciente con estas características puede derivar en la disminución de la morbimortalidad. (Castillo, A., et al).

Los medicamentos derivados del opio muestran propiedades sedantes y analgésicas útiles como adyuvantes en esta etapa.

***Fentanilo (ampolla de 150 mcg/3 ml):***

Medicamento más utilizado, es un analgésico de gran potencia que disminuye la respuesta simpática, presenta una mayor liposolubilidad en comparación con la morfina, genera menor liberación de histamina y brinda una mayor estabilidad hemodinámica. Dosis de inducción de 1-3 microgramos por kilogramo de peso (1-3mcg/kg) intravenoso (iv.), con un tiempo de inicio de acción de 2-3 minutos y una duración de 30 a 60 minutos. Dentro de sus efectos adversos se pueden encontrar rigidez de la pared torácica (tórax leñoso), bradicardia e hipotensión leve. El empleo de fentanilo se recomienda en personas normotensas o hipertensas, ya que decrece el impacto en la respuesta simpática de la técnica de intubación, por lo que no se debe utilizar en cuadros de hipotensión.

***Lidocaína hidrocloreuro (solución inyectable al 1%/10 ml = 100 mg, 2%/10 ml = 200 mg, 5%/10 ml = 500 mg, 5%/50 ml = 2500 mg):***

Se recomienda su uso en cuadros de asma grave y en pacientes con hipertensión intracraneal debido a que posee un efecto atenuante de la respuesta hemodinámica durante el proceso de intubación endotraqueal, donde previene la broncoconstricción refleja y el laringoespasma debido causado por la instrumentación de la VA. (Castillo, A., et al) (Pampín, F.).

**4) Inducción y parálisis muscular:**

Este paso dentro de la SRI representa la piedra angular del procedimiento y consiste en la aplicación de un agente inductor (sedante) y un bloqueador neuromuscular (relajante); con el objetivo de producir la pérdida del conocimiento y relajación de la musculatura del paciente en un corto tiempo. (Castillo, A., et al).

### ***Sedantes/hipnóticos:***

La selección del fármaco sedante depende del escenario clínico, contexto agudo, el compromiso cardiovascular que presenta el paciente y la experiencia del personal. La sedación se indica en todos los casos con excepción de pacientes que presentan una escala de coma de Glasgow igual o menor de 3 puntos, o bien en pacientes con parada cardiorrespiratoria. Medicamentos mayormente empleados: (Quirós, P., et al).

- *Propofol (vial de 20mg/ml y 10mg/ml):* agente sumamente liposoluble y de acción rápida, que potencia los receptores GABA causando inhibición del sistema nervioso central. (Castillo, A., et al).

Se considera el agente de elección en pacientes euvolémicos y hemodinámicamente estables, ya que brinda las mejores condiciones para la colocación del tubo. Dosis de 2-3 microgramos por kilogramo de peso (2-3mcg/kg) intravenoso (iv.). En un paciente inestable su uso puede derivar en complicaciones hemodinámicas y en muerte por un mayor riesgo, por lo cual debe ser evitado en todo paciente crítico o en aquellos con inestabilidad hemodinámica potencial. (Gómez, M., et al).

Genera una hipnosis rápida, en aproximadamente 40 segundos posterior a la aplicación, con una duración del efecto breve y con recuperación rápida, dejando un estado de confusión posterior muy bajo. Posee efecto broncodilatador y además inhibe la reactividad a los estímulos faríngeo y laríngeo; disminuye la presión intracraneal y posee también un efecto anticomitial y antiemético. Debido al descenso de las resistencias vasculares sistémicas y de la capacidad de contractibilidad a nivel del miocardio que genera su uso, llevando a depresión cardiovascular con hipotensión y bradicardia, es que

no se recomienda en pacientes con datos francos de inestabilidad hemodinámica.  
(Pampín, F.)

- *Ketamina (vial de 50mg/ml en 10ml)*: es un agente anestésico disociativo con efectos amnésicos y analgésicos; su efecto inicia entre 45-60 segundos tras administración y posee una duración de 10 a 20 minutos. Ejecuta un antagonismo de los receptores tipo NMDA que genera una inhibición del sistema nervioso central y analgesia. (Castillo, A., et al).

Causa aumento de la frecuencia cardíaca y cambios en la presión arterial (efecto variable); el uso moderado aumenta la producción de secreciones por lo que se debe tener en consideración una mayor probabilidad de broncoaspiración. (Quirós, P., et al).

La ketamina induce sedación y además funge como analgésico de manera simultánea, y esta permite la permanencia de los reflejos de la vía aérea y la respiración. Genera una hipnosis de tipo disociativa y además conserva el reflejo corneal, el deglutorio y el tusígeno. (Pampín, F.).

Dosis de 1-2 miligramos por kilogramo de peso (1-2mg/kg) intravenoso (iv.) y es de elección ante pacientes con inestabilidad hemodinámica; sin embargo, puede conducir a un colapso hemodinámico en casos de pacientes con reserva simpática ya agotada (p. ej., shock hipovolémico severo) gracias al efecto depresor miocárdico leve directo, por lo que no se debe utilizar en cuadros de isquemia aguda miocárdica. (Gómez, M., et al).

- *Midazolam (ampolla de 15mg/3ml)*: inhibidor de receptores GABA con efectos amnésico y sedante; tras su administración inicia entre 30 a 60 segundos con una duración aproximada de 15-30 minutos. (Castillo, A., et al).

Se considera la benzodiazepina de elección en la ejecución de una SRI gracias a la rapidez en la que actúa y su corta vida media. Puede reducir hasta un 20% la presión arterial media (PAM). Dosis de 0,1-0,2 miligramos por kilogramo de peso (0,1-0,2mg/kg) intravenoso (iv.). Tiene una actividad anticonvulsivante, ansiolítica y broncodilatadora. Efectos hemodinámicos son más visibles cuando se administran dosis altas, bajo una administración rápida, en cuadros de hipovolemia y en adultos mayores. (Pampín-Huerta F.) (Quirós, P., et al).

- *Etomidato (ampolla de 20 mg/10ml)*: deriva del imidazol y posee propiedades sedantes e hipnóticas, tiene una rápida capacidad de inhibición de neuro-excitación al ejercer efecto sobre los receptores GABA, y su efecto tras administración inicia aproximadamente entre 15-45 segundos, con una duración que va de 3 a 12 minutos. (Castillo, A., et al).

Es el hipnótico de elección en casos de inestabilidad hemodinámica y los pacientes con datos de hipertensión intracraneal. Posee una escasa repercusión a nivel hemodinámico y no brinda ninguna contraindicación absoluta para su uso; sin embargo, se debe evitar en pacientes con shock séptico ya que disminuye la síntesis de cortisol. (Pampín, F.).

Dosis de 0,2-0,5 miligramos por kilogramo de peso (0,1-0,2mg/kg) intravenoso (iv.). Tiene la capacidad de disminuir el flujo sanguíneo a nivel cerebral, así como la demanda

de su metabolismo, conservando la presión de la perfusión cerebral al mismo tiempo. Como desventaja se menciona que no ejerce mecanismos analgésicos. (Quirós, P., et al). El etomidato se asocia con un riesgo menor de hipotensión postinducción si se compara con el uso de ketamina. (Gómez, M., et al).

Diversos estudios arrojan que la utilización de estos agentes decrece la tasa de complicaciones y eleva la posibilidad de protección de la vía aérea. (Quirós, P., et al).

### ***Bloqueadores neuromusculares:***

Representan un paso fundamental en la mejoría de condiciones para la intubación, ya que se logra la supresión del reflejo de la tos y el laringoespasma; además, genera una optimización de la capacidad de distensión de la pared torácica. (Gómez, M., et al).

Se clasifican según el mecanismo de acción en: despolarizantes, que imitan a la molécula de acetilcolina en el interior de los receptores nicotínicos de la placa motora, lo cual resulta en una despolarización sostenida que impide la contracción muscular; y en no despolarizantes, los cuales tienen una función como inhibidores competitivos. (Quirós, P., et al).

- *Agentes despolarizantes:*
  - Succinilcolina (ampolla de 100 mg/2ml): molécula análoga de la acetilcolina (aCh) que ejerce estimulación en los receptores colinérgicos a nivel de la placa motora terminal generando una despolarización y posterior inhibición de la transmisión neuromuscular. Debe de administrarse posterior a la aplicación del sedante hipnótico. En la actualidad de la práctica clínica, es el único agente despolarizante con el que se dispone. Dosis de

1-1,5 miligramos por kilogramo de peso (1-1,5mg/kg) intravenoso (iv.), y su efecto inicia entre 45-60 segundos tras administración y posee una duración de 6 a 8 minutos. (Alfaro, K., et al).

Como efectos adversos se han descrito: cuadros de hiperpotasemia (siendo el principal efecto secundario, con elevaciones de potasio séricas hasta de 0,5mEq/L), hipertermia maligna (trastorno metabólico que cursa con acidosis, rigidez muscular e hiperactividad simpática), fasciculaciones (secundaria a activación nicotínica y pueden llevar a elevación de presión intracraneal), bradicardia (por acción del metabolito succinilmonocolina, el cual sensibiliza a los receptores cardiacos muscarínicos ejerciendo una activación parasimpaticomimética), y rabdomiólisis (secundario de las fasciculaciones). (Alfaro, K., et al).

Efectos anteriores producen un incremento de la presión intragástrica y disminuyen el periodo de apnea. (Gómez, M., et al).

- *Agentes no despolarizantes:*
  - Atracurio (ampolla de 10mg/ml): proviene de la familia de las benzinquinolonas, con una duración intermedia. Genera condiciones para intubación endotraqueal aproximadamente a los 3 minutos y la duración de su efecto se extiende alrededor de 40 minutos. Como precaución de relevancia se menciona que es un fármaco con capacidad de liberación de histamina, por lo que puede generar cuadros de hipotensión o bien estos pueden agravarse. Dosis de 0,5 miligramos por kilogramo de peso (0,5mg/kg) intravenoso (iv) en bolo. (Alfaro, K., et al).

- Rocuronio (vial de 50 mg/5ml): posee un perfil clínico de mayor seguridad y brinda un bloque neuromuscular de mayor duración; además, puede ser revertido con mayor rapidez en comparación con la succinilcolina mediante la administración de sugammadex (agente selectivo de unión a bloqueantes). (Gómez, M., et al).

Es un agente inhibidor competitivo de acetilcolina a nivel de la placa neuromuscular, por lo que no permite una despolarización de esta. (Castillo, A., et al).

Agente de elección en SRI gracias a su tiempo de acción más rápido y tiempo de efecto más corto. Dosis de 1-1,2 miligramos por kilogramo de peso (1-1,2mg/kg) intravenoso (iv). Inicio de acción aproximado de 45 a 60 segundos, y una duración de efecto de alrededor de 45 minutos. Posee una baja capacidad de liberación de histamina, por lo cual no suele generar alteraciones hemodinámicas de relevancia; y si se administra ya se en un corto periodo o a dosis altas puede llevar a un efecto vagolítico con elevación de la frecuencia cardíaca. Dentro de las reacciones adversas poco frecuentes se encuentra el aumento de las resistencias vasculares periféricas, taquicardia, hipotensión transitoria e hipertensión. (Alfaro, K., et al).

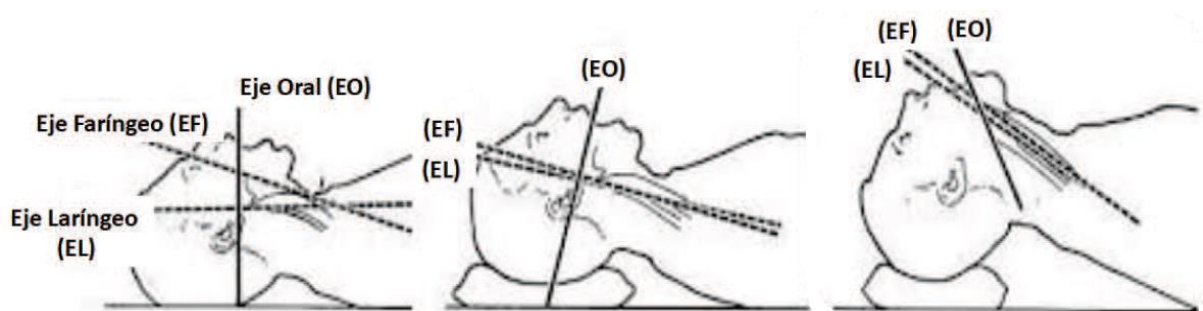
### **5) Posición:**

El posicionamiento adecuado de la cabeza y cuello es fundamental para una mejor examinación de la vía aérea, así como de la optimización de la intubación, esto con la intención de realizar una alineación óptima de los tres ejes (oral, faríngeo y laríngeo) utilizando la maniobra de olfateo; la cual consiste en realizar una hiperextensión de la cabeza con relación al cuello y este se flexiona con respecto al tronco elevando la cabecera de la cama o bien con la colocación de

una almohada de pequeño tamaño o sábana debajo del occipucio. El objetivo primordial es la visualización directa de la laringe y de la glotis. (Pampín, F.) (Quirós, P., et al).

Bajo un contexto de trauma espinal, esta alineación no puede ser ejecutada, por lo que se considera una contraindicación. (Quirós, P., et al).

**Figura 6**  
*Alineación de los tres ejes*



Fuente: Tomado de (Pampín, F.).

La maniobra de Sellick es utilizada para brindar protección de la vía aérea previniendo la broncoaspiración por regurgitación durante el proceso de colocación del tubo endotraqueal, además puede disminuir la insuflación gástrica durante la etapa de preoxigenación; se realiza haciendo una compresión del cartílago cricoides anteroposterior con los dedos pulgar e índice, lo cual genera una oclusión de la luz esofágica contra la cara anterior del cuerpo vertebral. Como contraindicaciones de la maniobra de Sellick se menciona: pacientes con traumatismos de la vía aérea superior, trauma o lesión cervical, lesión cervical artrítica severa, presencia de cuerpo extraño en tráquea o esófago, abscesos retrofaríngeos o pacientes con divertículos esofágicos superiores. (Pampín, F.) (Castillo, A., et al) (Quirós, P., et al).

## 6) Colocación del tubo:

Una vez cumplidos todos los pasos anteriores, se procede a realizar la colocación del tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales. Retirado el laringoscopio, y el balón del tubo endotraqueal es inflado, debe de confirmarse en una correcta ubicación anatómica el posicionamiento del tubo. La correcta colocación del tubo debe conducir a una elevación simétrica del tórax en cada ventilación manual o mecánica o el empañamiento del tubo al momento de la espiración; por otra parte, la capnografía de onda cuantitativa es una herramienta útil para la detección de dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>); así como una radiografía de tórax que evidencie la guía radiolúcida del tubo endotraqueal en el interior de la tráquea y superior a la carina. (Castillo, A., et al) (Quirós, P., et al) (Moll, V.).

La confirmación de la correcta colocación es de suma importancia, ya que una intubación esofágica accidental o una intubación selectiva de un bronquio principal puede llevar a graves consecuencias e incluso la muerte. (Pampín, F.).

El método de capnografía con curva es el estándar de oro para la confirmación de correcta colocación, este consiste en un registro gráfico de la concentración de CO<sub>2</sub> durante la fase de espiratoria del ciclo respiratorio, mostrando el valor máximo de CO<sub>2</sub> en cada exhalación o también conocido como “end-tidal” (ETCO<sub>2</sub>); y este puede ser expresado en porcentaje o bien como presión parcial (kPa), donde la presión de dióxido de carbono debe encontrarse entre 35-45 mmHg, lo que representa una concentración de CO<sub>2</sub> en sangre arterial (PaCO<sub>2</sub>) aproximada de 4,7-6,0 kPa. (Díaz, L., et al) (Pampín, F.).

## 7) Manejo post-intubación:

Se asegura el tubo con cinta adhesiva o con un dispositivo de fijación especializado según materiales accesibles en el momento del procedimiento, en este apartado es importante brindar una correcta sedación, analgesia y relajación muscular para evitar complicaciones como la extubación accidental; así como el ajuste de los parámetros ventilatorios necesarios. (Quirós, P., et al).

### 2.6.2. Intubación en paciente despierto (“awake intubation”)

Se define como la inserción del tubo endotraqueal mientras el paciente mantiene su mecánica de respiración espontánea, y como ventaja principal con respecto a la SRI, es que no es necesaria la inhibición de los reflejos de la vía aérea del paciente ni las respiraciones espontáneas. Condiciones en las que se puede emplear esta técnica: acidosis metabólicas severas, angioedema, obstrucciones, infecciones de orofaringe, trauma de cuello, o en alteraciones de la anatomía oral o laríngea; y como principal desventaja es que se requiere de la completa cooperación del paciente y de su capacidad de manejo de los reflejos de la vía aérea durante el procedimiento. (Butler, K., et al).

La técnica de intubación en paciente despierto consta de cuatro partes:

- a) *Disminución de secreciones*: aplicación de atropina intravenosa (0,5-1,0 mg), y posteriormente se realiza un secado directo de la lengua y orofaringe con gasa.
- b) *Aplicación de anestesia tópica*: se nebuliza lidocaína líquida al 4% a bajo flujo (4-8 litros por minuto), y posteriormente se coloca lidocaína en aerosol en los pilares tonsilares.

- c) *Sedación*: la ketamina es un sedante ideal como medicación para las intubaciones de pacientes despiertos, de esta manera se preserva los reflejos intrínsecos de la vía aérea y la mecánica respiratoria, a dosis de 1,5 miligramos por kilogramo de peso (1,5mg/kg).
- d) *Intubación*: se procede a la colocación del tubo. (Butler, K., et al).

## **2.7. COMPLICACIONES DE VÍA AÉREA**

La mayoría de las complicaciones ocurren en los servicios de emergencia durante la manipulación de la vía aérea, generalmente asociados a una inadecuada preoxigenación, inestabilidad hemodinámica de los pacientes, edema de la vía aérea o múltiples intentos de intubación endotraqueal.

### **2.7.1. Trauma de labio/dental**

Lesiones en piezas dentales o laceraciones menores en labios a causa del contacto directo del laringoscopio o el tubo. (Hernández M., et al). Los incisivos superiores son los que mayormente se lesionan, pueden presentar ruptura parcial o avulsión completa de dientes, los cuales puede ser aspirados a la tráquea y elevar la dificultad del cuadro. (Berkow, L., et al).

### **2.7.2. Trauma oral/laríngeo/faríngeo**

Al momento de la inserción de la hoja de laringoscopio esta puede generar laceraciones, abrasiones o hematomas en la mucosa, que pueden llevar a sangrado, dolor o disfagia, así como lesiones de la úvula. (Hernández, M., et al).

### **2.7.3. Lesiones traqueales**

Una incorrecta inserción del tubo endotraqueal o un inflado excesivo del balo puede generar lesiones a nivel de mucosa traqueal como erosiones, úlceras o perforaciones, las cuales elevan el riesgo de complicaciones mucho más graves como la aparición de neumotórax o neumomediastino. (Hernández, M., et al).

### **2.7.4. Obstrucción/estridor**

La luz del tubo endotraqueal se obstruye secundaria a acumulación de secreciones, ya sea sangre o tejido que imposibilita la adecuada ventilación. (Hernández, M., et al).

### **2.7.5. Hemorragia**

Secundario a lesiones de tejido blando o ruptura de vasos sanguíneos. Lesiones de mayor gravedad como perforación del seno piriforme o lesiones distales en la mucosa de la faringe provocan en algunos casos sangrados de importancia. (Berkow, L., et al).

### **2.7.6. Emesis/broncoaspiración**

Debido a la pérdida o inhibición de los reflejos de protección de la vía aérea y la succión del material a través de esta. Algunas condiciones incrementan el riesgo de aspiración como una cámara gástrica llena, reflujo gastrointestinal, emesis secundaria a fármacos, diabetes mellitus o gastroparesias, etc. (Berkow, L., et al).

### **2.7.7. Laringoespasma/broncoespasmo**

Pueden ocurrir en cualquier momento del procedimiento, como resultado de estimulación de la vía aérea por parte de dispositivos, fármacos o secreciones. (Berkow, L., et al).

### **2.7.8. Intubación esofágica**

La Sociedad de Vía Aérea Dificil indica que la intubación esofágica corresponde aproximadamente al 6% de complicaciones severas dentro de las un manejo de vía aérea difícil; este inconveniente de no ser tratado deriva en hipoxemia, encefalopatía hipoxémica y muerte. Se da como consecuencia de una mala visibilidad de las cuerdas vocales al realizar la introducción de TET a través de estas. (Berkow, L., et al).

### **2.7.9. Lesiones neurológicas**

Daño de nervios laríngeos recurrentes o lesiones medulares se consideran casos raros; sin embargo, se encuentran escritos, llevando a disfonía, disfagia o incluso a dificultad respiratoria. (Hernández, M., et al).

### **2.7.10. Reacciones alérgicas medicamentosas**

Alergia a la administración de los agentes anestésicos, hipnóticos sedantes o relajantes musculares durante la intubación, que generan cuadros de hipotensión, bradicardia o reacciones alérgicas severas con shock anafiláctico. (Hernández, M., et al).

### **2.7.11. Barotrauma/neumotórax**

Altas presiones de ventilación positiva causan barotrauma con potencial riesgo de neumotórax. Presencia de desaturación a pesar de oxígeno suplementario, hipercapnia e inestabilidad hemodinámica son signos para considerar ante la sospecha clínica. (Berkow, L., et al).

### **2.7.12. Hipoxia**

En casos cuando no se brinda una correcta fase de preoxigenación que aumente las reservas de oxígeno para prolongar el periodo de apnea, obstrucción de vía aérea, aspiración, broncoespasmo, laringoespasmo o intubación esofágica, la hipoxia puede aparecer, la cual si no se trata de manera efectiva lleva a hipotensión, arritmias, daño cerebral y muerte debido a un colapso cardiovascular. (Berkow, L., et al).

Un escenario de un paciente no intubable-no oxigenable (NINO), constituye una situación de verdadera emergencia la cual es potencialmente mortal y que requiere de una intervención inmediata para garantizar de manera efectiva y eficaz un acceso a la vía aérea mediante la realización de una vía aérea quirúrgica. (Gómez, M., et al).

### **2.7.13. Hipotensión**

Frecuente durante el proceso de intubación según el contexto clínico del paciente o por la administración de fármacos, la cual de no ser revertida deriva en paro cardiorrespiratorio. (Berkow, L., et al).

#### **2.7.14. Extubación accidental**

Retiro no intencional de un tubo endotraqueal ya sea por error del operador o por baja sedación del paciente; lo cual resulta en hipoxia, inestabilidad hemodinámica y paro cardiorrespiratorio. (Berkow, L., et al).

#### **2.7.15. Paro respiratorio**

Consecuencia de arritmias cardiacas, hipotensión o daño cerebral secundario a hipoxia que lleva a disfunción de las células miocárdicas con consecuente parada cardiorrespiratoria. (Berkow, L., et al). (Vázquez, H.).

### **2.8. CONSIDERACIONES EN POBLACIÓN CON COMORBILIDADES ESPECÍFICAS**

#### **2.8.1. Embarazo**

Conlleva cambios fisiológicos y anatómicos que implica importantes consideraciones durante el manejo de la VA, ya que esta población presenta 8 veces mayor riesgo de intubación fallida con laringoscopia convencional en comparación con la población no gestante. La hormona progesterona induce retención de líquidos, lo que resulta en un edema de la vía aérea junto con engrosamiento de la mucosa y de los capilares a nivel de la orofaringe, que lleva a un aumento del riesgo de sangrado; por otra parte, la progesterona implica un retraso de motilidad gastrointestinal y una disminución del tono muscular del esfínter esofágico que propensa a la regurgitación y consecuente broncoaspiración. (Vázquez, H., et al).

Embarazadas se desaturan con mayor rapidez, lo que se atribuye al aumento en el consumo de oxígeno (entre 30-60%) gracias a la circulación placentaria, a una limitación en la capacidad residual funcional de un 80% aproximadamente y al descenso del gasto cardiaco por compresión aorto-cava. (Vázquez, H., et al).

### **2.8.2. Obesidad**

La grasa ubicada en la pared torácica y a nivel abdominal decrece la distensibilidad de a esta, y el descenso de las propiedades elásticas de la pared torácica consecuentemente trae una disminución de la capacidad residual funcional y el volumen de reserva espiratorio (VRE). (Vázquez, H., et al).

### **2.8.3. Artritis reumatoide**

Existe algún grado de limitación para la movilidad de la articulación temporomandibular, cricoaritenoides y de las articulaciones de la columna vertebral, por lo que resulta en una VAD debido a la dificultad para la ejecución de maniobras que se requieren para la intubación. Subluxación atlanto-axial de columna cervical o una disfunción temporomandibular con limitación de la apertura de la boca son estados que se observan con mayor frecuencia en etapas avanzadas de la enfermedad. (Vázquez, H., et al).

### **2.8.4. Espondilitis anquilosante**

Conforme progresa la enfermedad esta genera alteraciones tanto de la movilidad cervical como temporomandibular con limitación de la apertura bucal, así como alteración de la articulación

atlanto-occipital, protrusión de la cifosis torácica, mayor riesgo de fractura de raquis cervical y anquilosis condrocotal que genera una neumopatía restrictiva con una disminución de la tolerancia al periodo de apnea. (Vázquez, H., et al).

#### **2.8.5. Epiglotitis aguda**

Crecimiento y enrojecimiento de la epiglotis que genera una obstrucción de la faringe a nivel de la base de la lengua. (Vázquez, H., et al).

#### **2.8.6. Angina de Ludwig**

Celulitis a nivel del piso de la boca con una induración tanto en piso como en la región suprahiodea, además, presenta elevación de la lengua que resulta en una obstrucción de la vía aérea. (Vázquez, H., et al).

#### **2.8.7. Diabetes mellitus**

Algunos desarrollan el síndrome de articulación rígida del diabético por la glicosilación no enzimática del tejido colágeno y el depósito a nivel articular, por lo que hay reducción de la movilidad de la articulación atlanto-occipital, y como consecuencia se traduce a una vía aérea difícil. Pacientes diabéticos presentan gastroparesia, por lo cual se consideran con estómagos llenos, lo cual eleva riesgo de emesis y broncoaspiración. (Vázquez, H., et al).

### **2.8.8. Acromegalia**

Presentan prognatismo secundario a un excesivo desarrollo óseo de la mandíbula, la distancia entre labios y las cuerdas vocales se incrementa debido al crecimiento excesivo de la mandíbula, lo que genera un aumento en la dificultad de ventilación; por otra parte, presentan macroglosia y un aumento en el tamaño de la epiglotis que predispone a la obstrucción de VA y la dificultad para visualizar las cuerdas vocales. La apertura glótica y el diámetro subglótico se encuentran disminuidas también. (Vázquez, H., et al).

### **2.8.9. Parálisis de cuerdas vocales**

Anomalía frecuente de la laringe, y esta se describe como la falta de movilidad ya sea de una o ambas cuerdas vocales, principalmente como consecuencia de un daño del nervio laríngeo recurrente. La presentación bilateral se asocia mayormente a afecciones propias del sistema nervioso central como la malformación de Arnold Chiari, cuadros de hidrocefalia, mielomeningocele, enfermedades neuromusculares y agenesia cerebral; en el caso de parálisis unilaterales, usualmente derivan de traumas obstétricos debido a un excesivo estiramiento del cuello durante el proceso de parto, malformaciones cardiovasculares, lesiones nerviosas durante cirugías cardíacas, y son mayoritariamente en el lado izquierdo de las cuerdas. (Pérez, J., et al).

Los cuadros de parálisis bilateral poseen un curso clínico de mayor gravedad, y que llevan a una obstrucción severa de la vía aérea; en otras ocasiones se manifiestan con la aparición de un estridor a la inspiración de tono agudo, apneas recurrentes y aspiración de secreciones secundarias a una incoordinación faríngea. (Pérez, J., et al).

### 2.8.10. Variantes anatómicas de la vía aérea

- a) *Tumores o masas en vía aérea*: son infrecuentes, la gran mayoría diagnosticados en edad adulta. Pueden derivar de extensiones directas de otros sitios anatómicos como orofaringe, zona maxilar superior, y cavidad oral, y ser tanto de origen malignos como benignos, que al aumentar de tamaño pueden comprometer la vía aérea. (Cabezas, L., et al).
- b) *Macroglosia*: corresponde a una condición donde la lengua se encuentra alargada, es ancha o gruesa y se encuentra protruida de manera crónica en una posición de reposo más allá del borde alveolar, la cual puede o no presentar fisuras y/o úlceras, dificultad para el lenguaje, dificultad para la alimentación y deglución, sialorrea constante e infecciones recurrentes de la vía respiratoria, así como obstrucción parcial o completa. (Núñez, P., et al).
- c) *Hipertrofia amigdalina*: causa frecuente de obstrucción usualmente relacionada a causa infecciosa ya sea aguda o crónica, exposición a irritantes de manera prolongada, alergias ambientales o alimentarias a nivel de las amígdalas, que puede derivar en apneas, disfagia y obstrucción. Su clasificación se basa según el tamaño en 5 grados:
- I. Amígdalas atróficas.
  - II. Ocupan <25% de la luz de la faringe.
  - III. Ocupan entre el 25-50% de la luz de la faringe.
  - IV. Ocupan 50-75% de la luz de la faringe.

V. Ocupan más de  $\frac{2}{3}$  partes de la luz de la faringe. (Santos, J., et al).

- d) *Presencia de cuello corto o grueso*: gran cantidad de síndromes congénitos conllevan a la disminución del largo del cuello, así como del aumento del grosor por acumulación de tejido adiposo e hipertrofia de los músculos de la zona; lo cual conlleva a una disminución de la movilidad cervical por rigidez y dificultad de visualización de estructuras de la vía aérea superior.
- e) *Epiglotis prominente*: Secundaria a procesos inflamatorios a nivel supraglótico de rápida instauración y progresión, por lo que posee una alta mortalidad debido a la posibilidad de obstrucción total de la vía aérea superior. (López, R., et al).
- f) *Estenosis traqueal congénita*: enfermedad rara que caracteriza por la presencia de una cantidad variable de anillos traqueales circulares que pueden ser completos o bien casi completos, que originan una estenosis a nivel de la tráquea. Con frecuencia acompaña otras malformaciones como cardiopatías congénitas, fistulas traqueoesofágicas en H, hemivértebras, anillos vasculares y agenesia pulmonar. Se documentan tres tipos de estenosis traqueal:
- Hipoplasia generalizada: estenosis completa de la luz de la tráquea.
  - Estenosis en embudo: estenosis progresiva que va desde el cartílago cricoides hasta el nivel de la carina.
  - Estenosis en reloj de arena: estenosis corta, la cual puede comprometer uno o varios anillos traqueales.

Clínica varía entre pacientes y esta se relaciona según el grado de obstrucción presente, pudiendo ir desde trastornos de alimentación, estridor inspiratorio persistente, cianosis, etc., hasta cuadros de insuficiencia respiratoria severa en presentaciones de mayor gravedad. (Pérez, J., et al).

g) *Estenosis subglótica congénita*: a causa de una recanalización inadecuada de la luz laríngea posterior a la fusión del epitelio al final de la 10<sup>ma</sup> semana de gestación; lo puede dividirse en tres presentaciones clínicas como consecuencia de lo anterior: atresia congénita, membranas laríngeas, o como estenosis subglóticas congénitas. (Jardim, G., et al).

Las estenosis subglóticas se definen como la presencia de un diámetro subglótico menor a 4 mm, y corresponden a la tercera causa mayormente observada en anomalías congénitas de la laringe. (Jardim, G., et al).

h) *Laringomalacia*: malformación de la vía aérea superior más frecuente, considerada como una disfunción anatómica como consecuencia en el retraso de la maduración neuromuscular de las estructuras anatómicas que brindan soporte muscular a la laringe, que implica un colapso anómalo de los cartílagos laríngeos durante la respiración, debido a un sistema nervioso central subdesarrollado, principalmente a nivel de los nervios periféricos y de los núcleos ubicados a nivel del tronco encefálico que se encargan de la respiración y de mantener la permeabilidad de la vía aérea, por lo que se muestra una flacidez congénita. La sintomatología clínica principal es la aparición de estridor inspiratorio, donde en la mayoría de los casos no conduce a cianosis. Esta

manifestación puede aparecer desde el nacimiento, principalmente en las dos primeras semanas de vida, llevando a su periodo de máxima intensidad alrededor de los 6 meses, para posteriormente ir en descenso del cuadro entre los 8-10 meses y resolver a más tardar los 2 años; sin embargo, existen casos en población adulta donde no ha habido remisión de la misma. (Pérez, J., et al).

- i) *Fístula traqueoesofágica*: consiste en una comunicación entre la pared posterior de la tráquea y la pared anterior del esófago. En el 95% de casos se asocia con atresia esofágica. Posee mayor incidencia en sexo masculino y asocia otras malformaciones en un 30% de los casos, principalmente digestivas, renales o cardiovasculares. Usualmente se diagnostica de manera tardía, incluso en la adultez, por lo que es inusual en la etapa neonatal. (Pérez, J., et al).
  
- j) *Secuencia de Pierre Robin*: esta es una alteración durante el proceso de desarrollo de cara y paladar, la cual ocurre durante el cierre de los procesos palatinos con la subsecuente aparición de una fisura palatina, glosoptosis y micrognatia. En la actualidad se conoce como una secuencia y no como síndrome debido a que constituye una serie de anomalías como consecuencia de una única malformación congénita originada entre la 7<sup>ma</sup> y la 11<sup>va</sup> semana de gestación. La alteración en la función mandibular parece ser la afectación inicial de la enfermedad, cuya posición hacia posterior mantiene la lengua en elevación por lo que se impide la correcta fusión de las placas palatinas. En cuanto a su incidencia esta se reporta como 1 caso de cada 8.500-20.000 nacidos, y donde es frecuente la presencia en miembros de la familia gracias a su patrón de herencia de tipo

autosómico recesivo ligada al cromosoma X, con igualdad de aparición en ambos sexos (1:1). El 25% de los casos manifiesta trastornos de la respiración y de la deglución, lo cual predispone a eventos obstructivos de la vía aérea junto con cuadros de hipoxemia y apneas; además, es común la limitación de movimientos de la articulación temporomandibular, principalmente para lograr una apertura adecuada de la boca. (Pérez, J., et al).

k) *Síndrome de Mounier-Kuhn*: también conocido como traqueobroncomegalia, es una enfermedad congénita poco frecuente, con mayor aparición en el sexo masculino y la edad promedio de diagnóstico es alrededor de los 54 años. Es causada por la disminución en la cantidad y atrofia de las fibras elásticas ubicadas en la tráquea y los bronquios, por lo que se caracteriza por el agrandamiento del árbol traqueobronquial, la aparición de infecciones respiratorias periódicas y cuadros de bronquiectasias cilíndricas que dificultan la capacidad de oxigenación. (Castro, H., et al).

l) *Síndrome de Treacher Collins*: secundario a un inusual trastorno del desarrollo craneofacial durante el periodo de gestación debido a una mutación en el cromosoma 5 que causa una alteración de la proliferación celular a nivel de la cresta neural, la cual deriva en una displasia maxilar, cigomática y mandibular por afectación del desarrollo del primer y segundo arco braquial; además, cursa con afectación bilateral y simétrica de la cabeza y cuello, por lo que implica una altísima probabilidad de una vía aérea difícil (VAD) en contexto de manejo de vía aérea, ya que presenta dificultad para la visualización directa de la vía aérea superior, así como de limitación en la apertura bucal,

presencia de paladar hendido y disminución de movimiento cervical por anomalías a nivel de la articulación temporomandibular. (Guzmán, D., et al).

m) *Malformación congénita de vía aérea pulmonar (CPAM)*: malformación más frecuente después del enfisema lobar congénito; donde la presentación de la enfermedad es la aparición de quistes grandes, donde incluso existen registros de lesiones mayores a 10 cms de tamaño. Suele aparecer durante el periodo neonatal como un cuadro de dificultad respiratoria, aunado a infecciones resistentes y recurrentes de la vía aérea. Según el grado de malformación este puede ir desde la incompatibilidad con la vida hasta permanecer de manera asintomática en la etapa de adultez. La incidencia posee un ligero predominio al sexo masculino. Su clasificación es dada bajo los criterios de Stocker, los cuales van desde el tipo 0 hasta el tipo IV, según el área del árbol respiratorio que se vea afectada. El tipo 0 corresponde a la tráquea y bronquios primarios, y el tipo IV es cuando se encuentra ya instaurada la afectación de los acinos. El CPAM tipo I es el que posee la mayor prevalencia, ya que representa aproximadamente el 70% de los casos. (Rodríguez, A., et al).

n) *Papilomatosis respiratoria recurrente*: lesiones de tipo exofíticas y múltiples causadas por VPH serotipo 6 y 11, las cuales pueden generar una obstrucción parcial para la visualización directa de vía aérea, donde la laringe es el sitio anatómico con mayor frecuencia más afectado (Pérez, J., et al).

## **2.9. LESIONES POR TRAUMA DIRECTO DE LA VÍA AÉREA**

### **2.9.1. Traumas faciales**

Fracturas maxilofaciales representan en gran medida afectación de la vía aérea ya sea por sangrado o por colapso del tejido blando derivado del desplazamiento de segmentos óseos posteriores, ambos representan un riesgo elevado de oclusión de la vía aérea y por ende una complicación en el proceso de ventilación efectiva. (Kovacs, G., et al).

### **2.9.2. Lesión cervical**

Ante sospecha o confirmación de lesión cervical se debe de realizar una minimización de la movilización del cuello y la colocación efectiva del tubo endotraqueal en el primer intento para así disminuir el riesgo de otras lesiones e hipoxemia; las cuales crecen en riesgo con el aumento en el número de intubaciones fallidas. No existe estadísticamente un estudio confirmatorio que avale si la intubación guiada por videolaringoscopia posee una menor tasa de complicaciones en comparación con la laringoscopia directa en estos pacientes. (Kovacs, G., et al).

### **2.9.3. Lesión penetrante**

Un escenario de alto riesgo es el que se presenta ante lesiones primarias de laringe o tráquea y también algunas de cavidad oral, producto de lesiones penetrantes como heridas por arma de fuego, heridas de arma blanca, incrustación de cuerpos extraños; ya que causan sangrado abundante y hematomas expansivos con consecuente obstrucción de VA, enfisema subcutáneo,

estridor, neumotórax, neumomediastino, entre otras; las cuales representan dificultad en la ventilación del paciente y de la colocación de los dispositivos para este fin. (Kovacs, G., et al).

#### **2.9.4. Lesiones por inhalación**

Secundarias a daño del tracto respiratorio o del tejido pulmonar propiamente a consecuencia de calor directo, humo o químicos irritantes transportados durante la inspiración a través de las vías respiratorias. A nivel de vía respiratoria superior se produce eritema, ulceraciones y edema que de no tratarse genera una obstrucción de VA; en cuanto a la afectación en el segmento de vía aérea inferior, la aparición de tos y sibilancias persistentes, como de secreciones que contienen hollín, hay aumento del esfuerzo respiratorio que produce hipoventilación, eritema, hiperemia, y consecuente cortocircuito pulmonar secundario a colapso lobular o atelectasias; dificultan el proceso de colocación del tubo endotraqueal para la protección que requiere la vía aérea. (Mlcak, R., et al).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

El siguiente trabajo corresponde a un enfoque cualitativo, ya que en esta investigación utilizando la metodología PRISMA se logra obtener información de distintas fuentes bibliográficas, en las cuales se pretende la utilización de los datos para la identificación de las complicaciones que pueden ocurrir en la vía aérea de un paciente durante el proceso de una intubación endotraqueal.

Esta revisión comprende una revisión sistemática, por lo cual se investigan y analizan distintos artículos que se relacionan con la información que es de interés para este trabajo de investigación.

Las revisiones sistemáticas son resúmenes claros y estructurados de la información disponible orientada a responder una pregunta clínica específica. Dado que están constituidas por múltiples artículos y fuentes de información, representan el más alto nivel de evidencia dentro de la jerarquía de la evidencia. (Moreno, B., et al).

Una vez con todos los datos e información encontrada, posteriormente se realizará una discusión del tema sin la necesidad de analizar datos estadísticos o numéricos, buscando relaciones teóricas de las variables.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo descriptiva: ya que se realiza una revisión sistemática de diversos artículos científicos con el objetivo de describir todos los datos e información encontrada acordes al tema de investigación.

Para el caso de esta investigación, se busca analizar los factores determinantes, comorbilidades y el impacto en los pacientes en la aparición de complicaciones en el manejo de la vía aérea durante el proceso de intubación endotraqueal, por lo que se analizará la información que cumpla con los objetivos del presente estudio.

### **3.3. UNIDADES DE ANALISIS U OBJETOS DE ESTUDIO**

#### **3.3.1. Área de estudio**

Debido a la naturaleza que posee la siguiente investigación, este apartado no se ejecuta.

#### **3.3.2. Fuentes de información**

Esta investigación analiza distintos documentos recopilados de distintas fuentes, en los cuales se evidencian complicaciones de la vía aérea en el manejo de pacientes que requieren una intubación endotraqueal. Los documentos recopilados son: artículos científicos, informes de investigación y guías clínicas.

Fuentes de información primaria: sitios web, artículos científicos, informes de investigaciones y libros de texto médico.

Fuentes de información secundaria: no cuenta con fuentes de información secundarias.

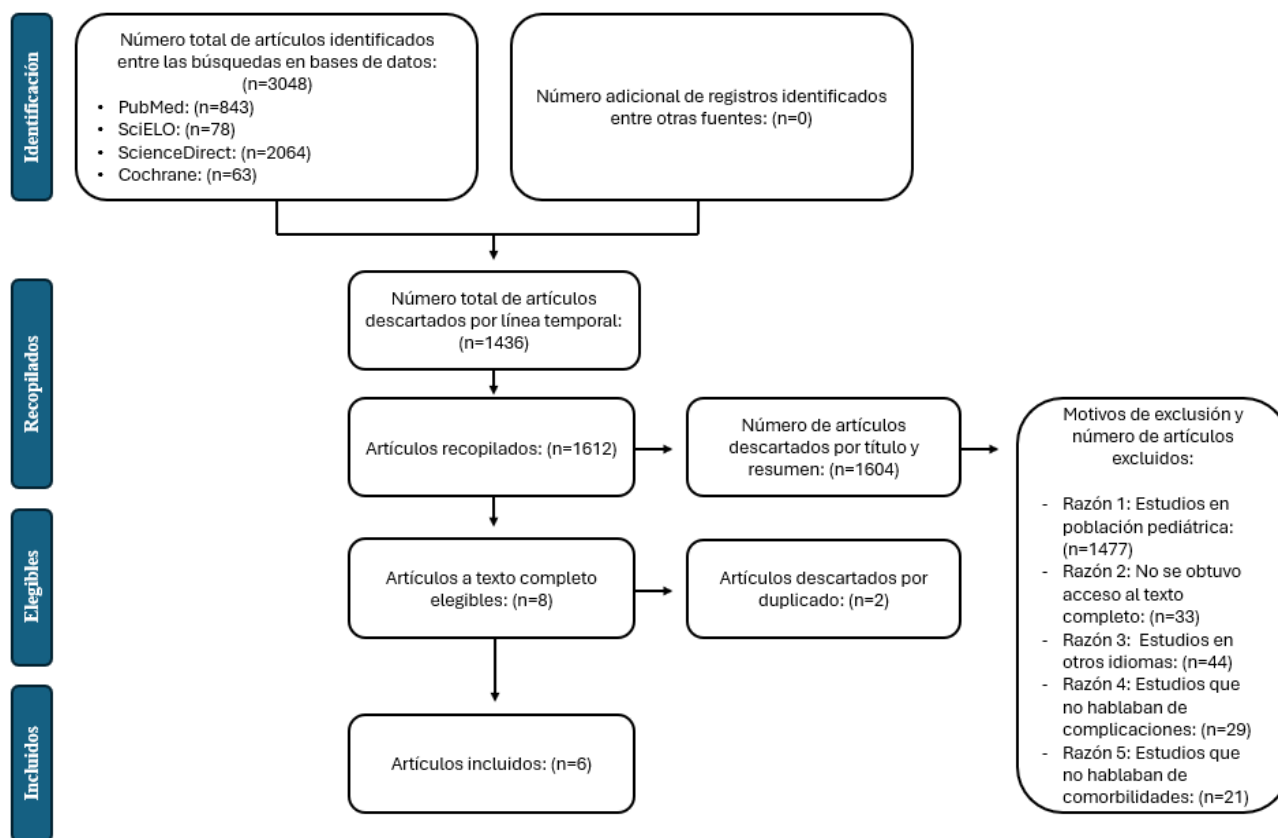
### 3.3.3. Población

Se toman en cuenta los artículos recopilados de la población de estudio, en este caso de pacientes mayores de 18 años que requieren manejo de la vía aérea con intubación endotraqueal. Se utiliza una población total de 3048 artículos científicos, los cuales pueden o no ser seleccionados para la investigación en caso de cumplir o descartarse los criterios de inclusión y exclusión.

### 3.3.4. Muestra

Esta investigación consta del análisis de artículos científicos. Únicamente se incluyen los estudios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, los cuales forman un total de 6 artículos tomados en consideración para el estudio.

**Figura 7**  
**Flujograma PRISMA**



Fuente: elaboración propia, 2024.

### 3.3.5. Criterios de inclusión y exclusión

**Tabla 2**  
**Criterios de inclusión y exclusión**

<i>Criterios de inclusión</i>	<i>Criterios de exclusión</i>
<i>Artículos publicados entre el año 2015-2024 sobre manejo de vía aérea y complicaciones</i>	<i>Artículos duplicados en diferentes bases de datos</i>
<i>Artículos disponibles en bases de datos de PubMed, SciELO, ScienceDirect y Cochrane</i>	<i>Estudios de investigación en formato de tesis</i>
<i>Estudios redactados en idioma español o inglés</i>	<i>Estudios de calidad “Baja” según la herramienta FLC 3.0.</i>
<i>Literatura que sea en seres humanos adultos (mayores de 18 años)</i>	
<i>Artículos científicos originales y literatura médica avalada</i>	
<i>Acceso del texto de forma completa y gratuita</i>	

Fuente: elaboración propia, 2024.

## 3.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para este apartado se realiza un cuadro que permite la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión anteriormente expuestos; este cuadro es la herramienta con la cual se genera la

selección de los artículos estudiados como base de la investigación. En cada artículo seleccionado se cumplen todos los criterios de inclusión y los de exclusión planteados como requisitos.

**Cuadro 1**  
***Instrumento de recolección***

NOMBRE DEL ARTÍCULO	CRITERIOS DE INCLUSION	CUMPLE		CRITERIOS DE EXCLUSION	CUMPLE	
		SI	NO		SI	NO
	<i>Artículos publicados entre el año 2015-2024</i>			<i>Artículos duplicados en diferentes bases de datos</i>		
	<i>Artículos disponibles en bases de datos de PubMed, SciELO, ScienceDirect, y Cochrane</i>			<i>Estudios de investigación en formato de tesis</i>		
	<i>Estudios redactados en idioma español o inglés</i>			<i>Estudios de calidad “Baja” según la herramienta FLC 3.0.</i>		
	<i>Literatura que sea en seres humanos adultos (mayores de 18 años)</i>					
	<i>Artículos científicos originales y literatura médica avalada</i>					
	<i>Acceso del texto de forma completa y gratuita</i>					

Fuente: elaboración propia, 2024.

### 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño de esta investigación es de tipo no experimental transversal, ya que no se manipulan las variables, sino que solamente se observan los datos de interés dentro de los artículos obtenidos para la confección de un trabajo de investigación que genere una síntesis de estos, y con ello generar una descripción detalladas de toda la información recopilada.

Utilizando la metodología PRISMA se logra obtener información de distintas fuentes bibliográficas bajo el empleo de la pregunta PICO: “¿Cuáles son las complicaciones durante el proceso de entubación endotraqueal en los pacientes que requieren manejo de la vía aérea en relación con comorbilidades?”.

**Cuadro 2**  
**Cuadro PICO**

<b>P</b>	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>O</b>
Adultos que requieren manejo de la vía aérea	Intubación endotraqueal	Comorbilidades	Complicaciones

Fuente: elaboración propia, 2024.

Dentro de la estrategia de búsqueda de la investigación se realiza la búsqueda de la población en las bases de datos científicas tomando como base de la estrategia la creación de un cuadro de descriptores de salud, el cual nos permite, además, confeccionar un cuadro de relación de conceptos para finalmente establecer los algoritmos de búsqueda específicos del tema de interés dentro de los buscadores avanzados de los sitios de internet elegidos previamente.

**Cuadro 3**  
*Descriptores de salud*

DESCRIPTOR	ESPAÑOL	INGLÉS
<i>Adultos (mayores 18 años)</i>	X	X
<i>Comorbilidades</i>	X	X
<i>Intubación endotraqueal</i>	X	X
<i>Complicaciones</i>	X	X

Fuente: elaboración propia, 2024.

**Cuadro 4**  
*Relación entre conceptos*

CONCEPTO	RELACIÓN	CONCEPTO
<i>Adultos</i>	<i>relacionado con</i>	<i>Manejo de vía aérea</i>
<i>Complicaciones vía aérea</i>	<i>en</i>	<i>Intubación endotraqueal</i>
<i>Intubación endotraqueal</i>	<i>realizada en</i>	<i>Adultos</i>
<i>Intubación endotraqueal</i>	<i>relacionada con</i>	<i>Complicaciones vía aérea</i>
<i>Comorbilidades</i>	<i>relacionadas con</i>	<i>Intubación endotraqueal</i>
<i>Complicaciones vía aérea</i>	<i>relacionadas con</i>	<i>Comorbilidades</i>

Fuente: elaboración propia, 2024.

**Cuadro 5**  
*Algoritmos de búsqueda*

(((endotracheal intubation) OR (oro-traqueal intubation)) AND (air way management)) AND (intubation complications)) AND (adults)
(((endotracheal complications) OR (oro-traqueal intubation)) AND (air way management)) AND (intubation complications)) AND (adults)
(adultos) AND (manejo vía aérea)

(complicaciones vía aérea) AND (intubación endotraqueal)
(intubación endotraqueal) AND (adultos)
(complicaciones vía aérea) AND (manejo vía aérea)
(manejo vía aérea) AND (intubación endotraqueal)
(complicaciones vía aérea) AND (adultos)
(comorbilidades) AND (intubación endotraqueal)
(complicaciones vía aérea) AND (comorbilidades)

Fuente: elaboración propia, 2024.

### **3.6. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El proceso de identificación y recolección de los artículos se genera de la siguiente manera: una vez hecha la selección de las bases de datos médico-científicas (SciELO, PubMed, ScienceDirect y Cochrane) se colocan en las barras de búsqueda los algoritmos de búsqueda previamente creados como herramientas que faciliten la adquisición del material necesario.

Esta búsqueda se realiza a través del uso de palabras claves que son acompañadas de operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT” en los apartados de búsqueda avanzada de las diferentes bases de datos; por lo que, a partir de la totalidad de los resultados, estos se pasan a través de filtros de elegibilidad y exclusión, donde se distribuyen de la siguiente manera: el número total de artículos encontrados según la búsqueda por algoritmos fue de 3048: de la base de datos PubMed se seleccionaron 843, de la revista SciELO 78, del portal digital ScienceDirect 2064 y de Cochrane 63; del total 1436 artículos fueron eliminados debido a que se encontraban fuera del periodo de estudio, el cual en esta investigación está comprendido entre los años 2015-2024.

El número restante corresponde a 1612 artículos recopilados dentro del periodo de investigación. Posterior a la lectura individual del nombre de cada título se eliminan 1604

artículos que no corresponden a temas de interés particular para este trabajo, los cuales se excluyeron debido a las siguientes razones: 1) estudios en población pediátrica: (n=1477), 2) no se obtuvo acceso al texto completo: (n=33), 3) estudios en otros idiomas: (n=44), 4) estudios que no hablaban de complicaciones: (n=29) y 5) estudios que no hablaban de comorbilidades: (n=21); lo cual genera una cantidad total de artículos elegibles en 8; sin embargo, dentro de estos 8 existen 2 artículos duplicados en distintas bases de búsqueda, por lo consiguiente la muestra final y total es de 6 artículos que son incluidos para esta revisión sistemática.

Para todas las plataformas de búsqueda se utilizan las mismas estrategias de búsqueda avanzada: (((((endotracheal intubation [Title/Abstract]) OR (oroatraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract]), (((((endotracheal complications [Title/Abstract]) OR (oroatraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract]), (adultos [Title/Abstract]) AND (manejo vía aérea [Title/Abstract]), (complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]), (intubación endotraqueal [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract]), (complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (manejo vía aérea [Title/Abstract]), (manejo vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]), (complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract]), (comorbilidades [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]) y por último, (complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (comorbilidades [Title/Abstract]); adicionalmente se coloca como filtro “full text”.

**Tabla 3**  
*Resultados de búsqueda en las distintas bases de datos*

<i>Base de datos</i>	<i>Número de resultados</i>
<i>PubMed</i>	843
<i>SciELO</i>	78
<i>ScienceDirect</i>	2064
<i>Cochrane</i>	63
<b>Total:</b>	<b>3048</b>

Fuente: elaboración propia, 2024.

**Tabla 4**  
*Resultados de búsqueda en las distintas bases de datos posteriores al filtrado*

<i>Base de datos</i>	<i>Número de resultados</i>
<i>PubMed</i>	4
<i>SciELO</i>	1
<i>ScienceDirect</i>	1
<i>Cochrane</i>	0
<b>Total:</b>	<b>6</b>

Fuente: elaboración propia, 2024.

### 3.7. ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

En este segmento se detalla el cuadro donde organizan los datos de los resultados de los estudios comprendidos en la muestra de esta investigación.

**Cuadro 6**  
*Organización de los datos*

<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Metodología</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados/ Conclusiones</b>	<b>Observaciones</b>
Associated Factors of In-hospital Mortality among Intubated Older Adults in Emergency Department; a Cross-sectional Study	2023	Zakaria, M. I., Che Manshor, N., & Tan, M. P.	Cualitativa	Determinar la tasa de mortalidad y los factores asociados a la intubación endotraqueal en pacientes adultos mayores en los departamentos de emergencias.	Adultos mayores de 75 años que ingresan con paro cardio-respiratorio a los servicios de emergencias como indicación de intubación endotraqueal, y una escala de APACHE-II mayor o igual a 25 puntos, son predictores independientes para mortalidad hospitalaria posterior a la colocación del tubo, ya que las comorbilidades y fragilidad del adulto	

					mayor deben verse por separado.	
Concordancia de la valoración de vía aérea por ultrasonido versus escalas tradicionales y su relación con complicaciones de la intubación orotraqueal	2021	Cázares Salas, Jedidiah; Torres Anaya, Carlos Jesús; García Mora, Marco Antonio; Cázares Salas, Jedidiah; Torres Anaya, Carlos Jesús; García Mora, Marco Antonio	Cualitativa	Evaluar la concordancia de la valoración de VA mediante US versus escalas de predicción de VA tradicionales y la relación con complicaciones de la intubación endotraqueal.	La concordancia de los hallazgos por US de la vía aérea difícil como la no visibilidad del hueso hioides o de la estimación del tamaño de la lengua con escalas tradicionales de predicción de VA difícil como Mallampati III/IV o Cormack-Lehane III/IV no tuvo significancia. Sin embargo, en la exploración preoperatoria con US hubo una menor frecuencia de lesiones en cavidad oral; debido a la utilidad en la identificación de hallazgos ultrasonográficos de VA que	

					pronostiquen de mejor manera una vía aérea difícil.	
Anestesia del paciente adulto obeso	2019	Goubaux, B.	Cualitativa	Analizar los factores que modifica la obesidad en la anestesia del adulto	<p>El paciente obeso representa una mayor complejidad en su manejo debido a la asociación con factores de comorbilidad dificultad en el manejo de vías respiratorias, alteraciones del patrón y mecánica ventilatoria, entre otros.</p> <p>La alteración del patrón respiratorio representa la primer causa de morbilidad perioperatoria en el proceso de la inducción anestésica o bien en el periodo postoperatorio inmediato; además, la sobrecarga de tejido adiposo en estructuras de</p>	

				<p>importancia genera modificaciones anatómicas y fisiológicas de las vías respiratorias que dificultan la colocación de dispositivos de ventilación.</p> <p>VARIABLES DE LA VENTILACIÓN PULMONAR se ven alteradas debido a la disminución en la capacidad de la distensibilidad pulmonar y de los músculos del diafragma e intercostales.</p> <p>PACIENTES CON OBESIDAD MÓRBIDA se ven asociados a una elevación en la tasa de frecuencia de episodios de reflujo gastroesofágico debido a alteraciones en la mecánica de la unión esofagogastrica que derivan de trastornos</p>	
--	--	--	--	---	--

					de la relajación del esfínter esofágico inferior, por lo que, durante la fase de inspiración de la respiración, en estos pacientes se aumenta el gradiente de presión gastroesofágica que promueve el reflujo.	
Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil	2019	Encinas Pórcel, Carla Mónica; Portela Ortiz, José Manuel; Ley Marcial, Luis Alfonso.	Cualitativa	Analizar variables asociadas con pacientes portadores de obesidad con intubación difícil.	El grado de obesidad y el índice de masa corporal (IMC) no se encuentra directamente relacionada a una vía aérea difícil; sin embargo, la distancia esternomentoniana (DEM) resulta ser la valoración con mayor significancia estadística al momento de analizar la VA en pacientes con obesidad, y además, toma en consideración la experiencia y habilidad del	

					proveedor de atención médica.	
Upper airway tract complications of endotracheal intubation	2019	Tikka, Theofano; Hilmi, Omar J.	Cualitativa	Analizar la incidencia y presentación de complicaciones relacionadas con intubación endotraqueal, factores causales, mecanismo de trauma y comorbilidades del paciente.	Las lesiones mayormente reportadas corresponden a trauma de tejido blando, especialmente abrasiones superficiales que resultan en sangrado de la mucosa como resultado de acción directa de trauma con la hoja del laringoscopio o del borde distal del tubo endotraqueal, donde la lengua se ve afectada con lesiones superficiales en un 36%, seguida del labio superior en un 22%, labio superior 7% y mucosa oral en un 2%. Las lesiones dentales son	

					secundarias a la presión directa accidental sobre los incisivos superiores con el mango del laringo o videolaringoscopio, y la incidencia de lesiones dentales es de 1:1000 intubaciones.	
Prevalence of difficult intubation and failed intubation in a diverse obstetric community-based population	2017	Pollard, Richard; Wagner, Matthew; Grichnik, Katherine; Clyne, Brittany C.; Habib, Ashraf S.	Cualitativa	Describir la incidencia de intubaciones difíciles e intubaciones fallidas en pacientes obstétricas.	A pesar del incremento de pacientes con obesidad evaluadas de manera objetiva con la clasificación preoperatoria del estado físico de los pacientes (ASA-PS) de la Asociación Americana de Anestesiólogos, no se evidencia incremento en la incidencia de intubaciones difíciles e intubaciones fallidas en pacientes obstétricas. Estudio de 2802 pacientes, de las	

				cuales el 36.7% presentan obesidad con un IMC mayor de 30 kg/m <sup>2</sup> .	
--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia, 2024.

### 3.8. ANÁLISIS DE DATOS

A continuación, en el cuadro 7 se muestra los niveles de evidencia de los artículos, de los cuales, del total de la muestra solamente se toman en consideración dos, debido a que, aun cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión planteados, los artículos restantes no cumplen con los requisitos de calidad metodológica ni de evidencia, por lo que se excluyen.

**Cuadro 7**  
*Análisis de los datos*

<b>Título del artículo</b>	<b>Calidad metodológica (FLC 3.0)</b>	<b>Grado de evidencia de Grade</b>
Associated Factors of In-hospital Mortality among Intubated Older Adults in Emergency Department; a Cross-sectional Study	Alta	Moderado
Concordancia de la valoración de vía aérea por ultrasonido versus escalas tradicionales y su relación con complicaciones de la intubación orotraqueal	Moderada	Bajo
Anestesia del paciente adulto obeso	Baja	Muy bajo
Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil	Moderado	Bajo
Upper airway tract complications of endotracheal intubation	Baja	Muy bajo

Prevalence of difficult intubation and failed intubation in a diverse obstetric community-based population	Moderada	Moderada
--	----------	----------

Fuente: elaboración propia, 2024.

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

## **4.1. GENERALIDADES**

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en el proceso de búsqueda de las cuatro bases de datos médico-científicas utilizadas descritas en el capítulo anterior, con la aplicación de la metodología PRISMA. Los estudios seleccionados plantean respuesta a la pregunta de investigación, la cual corresponde a la parte inicial y primordial de este estudio, así como el cumplimiento de cada objetivo planteado para la ejecución de esta revisión sistemática.

## **4.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS**

Durante en el proceso de selección se realizó una revisión de un total de 3048 artículos de interés según las estrategias de búsqueda planteadas, posterior filtrado por intervalo de años de interés se reducen a 1612, de los cuales se realiza un segundo filtrado de exclusión para descartar los elementos que por título y resumen del artículo no corresponden a las áreas de estudio, por lo que con el procedimiento anterior se logra la extracción final de 8 artículos; sin embargo, de ellos se obtienen únicamente 6 para el desarrollo de la investigación tomando como base los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, ya que se encuentran 2 elementos duplicados. Los artículos finales se seleccionaron de la plataforma PubMed 4 artículos, de la revista SciELO 1 artículo y de ScienceDirect 1 artículo.

Entre los tipos de diseño de estudio tomados en consideración se encuentran estudios de tipo retrospectivo transversal (1), estudio observacional prospectivo (2), revisión de literatura (2), estudio de valor predictivo (1).

### **4.3. LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN Y SUS DESCRIPCIONES**

#### **4.3.1. Artículo N°1: Associated Factors of In-hospital Mortality among Intubated Older Adults in Emergency Department; a Cross-sectional Study**

Este artículo corresponde a un estudio de tipo retrospectivo transversal desarrollado en el año 2023 tomando la información pertinente desde expedientes clínicos del 2015 al 2019 de pacientes del departamento de emergencias del Centro Médico de la Universidad de Malaya (UMMC), en Kuala Lumpur, Malasia, por Mohd Idzwan Zakaria, Northadila Che Manshor y Tan Maw Pin, y publicado en Archives of Academic Emergency Medicine en año 2023; el cual habla sobre la asociación entre mortalidad intrahospitalaria y la intubación endotraqueal de pacientes adultos mayores de 65 años en los servicios de emergencias.

El artículo inicia mencionando que la población se encuentra envejeciendo con rapidez, principalmente en los países de bajo y mediano desarrollo; y que en el año 2020 la cantidad de adultos de 65 años o mayores ha crecido en un 7.0% de la totalidad de la población de Malasia, en comparación con el año 2019 en donde el crecimiento fue de un 6.7%, por lo que se estima que para el año 2030 un aproximado de más del 15% de la población se va a encontrar dentro de este rango demográfico; todo esto gracias a cambios que se le atribuyen al mejoramiento de las condiciones sanitarias, acceso a alimentos de mayor aporte nutricional, y disminución de las tasas de nacimiento debido a que cada vez las parejas posponen más el proceso de procreación.

Los avances médico-científicos han llevado al mejoramiento de los cuidados críticos, los cuales de manera regular involucran un manejo avanzado de la vía aérea con soporte ventilatorio, esto

con el objetivo de mantener las constantes vitales de los pacientes, y de manera particular los que pertenecen al grupo etario de la investigación; sin embargo, esto no necesariamente conlleva a beneficio con consecuente supervivencia.

Se menciona dentro del artículo un estudio tipo cohorte retrospectivo, realizado por Ouchi., et al (2018), que sugiere que uno de cada tres pacientes adultos mayores de 65 años intubados dentro de un hospital llega a fallecer; otro artículo de Foerch., et al, menciona que al menos un cuarto de los adultos mayores intubados con accidente cerebrovascular, sobrevivieron con buen resultado neurológico y razonable calidad de vida. En una encuesta nacional aleatoria estratificada y transversal, Steinhouser et al., indica que más del 70% de adultos mayores de 65 años elegiría calidad de vida versus incremento de su longevidad; sin embargo, a pesar de esto, la tasa de intubación endotraqueal en pacientes críticamente enfermos incrementó en aproximadamente 30% desde el año 2001 hasta el 2011, y se duplicó para el 2020.

Se menciona que una guía práctica que hable de toma de decisiones sobre cuándo proceder con una intubación endotraqueal de pacientes adultos mayores basada en predictores de intubación y sus resultados sería de gran beneficio.

Dentro del diseño de la investigación se tomaron en consideración: edad, género, lugar donde habita, escala de fragilidad ISAR, índice de comorbilidad de Charlson, escala APACHE-II, escala de coma de Glasgow, indicaciones de intubación, diagnóstico de admisión en relación con mortalidad intra-hospitalaria, duración de la ventilación mecánica y tiempo de estadía. El Centro Médico de la Universidad de Malaya es un gran centro hospitalario docente que cuenta con un total de 1100 camas de hospitalización, y recibe alrededor de 1.1 millones de visitas anuales con una ocupación promedio del 70-75% de las camas, y el departamento de emergencias recibe 25,000 pacientes adultos mayores cada año.

Como resultados, dentro de las características de la población participante, el estudio indica que entre el año 2015 y el 2019 un total de 889 pacientes de 65 años o mayores, fueron intubados durante el estudio en el servicio de emergencias; donde el 7.5% correspondía a adultos  $\geq 85$  años y 61.5% eran del sexo masculino. 8% provenía de hogares de cuidado, 452 (52%) pacientes tenían índice de comorbilidad de Charlson  $\geq 5$ , mientras que 660 de ellos (el 74%) poseían una escala de fragilidad ISAR  $\geq 2$ , 203 pacientes (23%) mostraban un valor de APACHE-II  $\geq 35$ , y un total de 316 pacientes (36%) ingresaron con una escala de coma de Glasgow de 3. Del número total de individuos incluidos (889 personas), 220 de ellas (el 25%) requirieron el empleo de una intubación mediante protocolo crash debido a que se encontraban en paro cardio-respiratorio.

De todos los adultos mayores intubados en el estudio, 635 correspondiente al 71.4% fallecieron. Hubo una asociación significativa entre la edad ( $p < 0.001$ ), hogar de cuidado ( $p = 0.008$ ), índice de comorbilidad de Charlson  $\geq 5$  ( $p = 0.001$ ), escala de APACHE-II ( $p < 0.001$ ), pre-intubación por escala de coma de Glasgow ( $p < 0.001$ ), indicación de intubación por paro cardíaco ( $p < 0.001$ ), diagnóstico de admisión ( $p < 0.001$ ), tiempo de estancia hospitalaria ( $p < 0.001$ ), tiempo de ventilación mecánica ( $p < 0.003$ ), y mortalidad en el servicio de emergencia de los pacientes intubados.

Como predictores de mortalidad intrahospitalaria se menciona que, los pacientes  $\geq 85$  años y los que se encontraban entre los 75 a 84 años, junto con los que presentaron paros cardio-respiratorios y puntaje de APACHE-II entre 25-34 y mayores o iguales a 35, fueron los factores predictivos independientes de mayor mortalidad.

Comenta el artículo que el manejo de pacientes críticamente enfermos y principalmente en etapas avanzadas de la vida, en las unidades de cuidados intensivos es complejo e implica un incremento de la atención de salud especializada al requerir intervenciones y en algunos casos el uso de fármacos que implican gran costo, aún más cuando los tiempos de estancia son prolongados; de ahí la importancia de la toma de decisiones tomando en consideración riesgo-beneficio del estado del paciente y su subsecuente intubación.

El brindar atención en salud a pacientes adultos mayores no debe significar someterles a tratamientos agresivos como intubaciones de manera cotidiana, esto con el fin de evitarle sufrimiento innecesario tanto para el paciente como para sus familias. Como dato relevante, se indica que múltiples estudios han identificado peores resultados en adultos mayores gravemente enfermos con más comorbilidades subyacentes a la hora de proceder con la colocación de un tubo endotraqueal y el tiempo que este se encuentre posicionado.

Como hallazgo del estudio, este sugiere que una vez que un paciente adulto mayor es intubado, la probabilidad de supervivencia se encuentra determinada más por la severidad de la enfermedad que por el estado y escala de fragilidad que poseía previo a la admisión en el centro médico; sin embargo, la edad por sí sola juega un papel significativo en cuanto a la evolución del paciente ante la ventilación artificial.

Como conclusión, el estudio consume que los adultos mayores de 75 años que ingresan con paro cardiorrespiratorio a los servicios de emergencias como indicación de intubación endotraqueal, y una escala de APACHE-II mayor o igual a 25 puntos, son predictores independientes para mortalidad hospitalaria posterior a la colocación del tubo, ya que las comorbilidades y fragilidad del adulto mayor deben verse por separado.

#### **4.3.2. Artículo N°2: Concordancia de la valoración de vía aérea por ultrasonido versus escalas tradicionales y su relación con complicaciones de la intubación orotraqueal**

El artículo es un estudio observacional prospectivo comparativo en el cual se incluyeron pacientes mayores de 18 años, tanto masculinos como femeninos y que poseían una clasificación de ASA I-III, donde se hace énfasis en que la valoración preanestésica en casos de intervenciones de pacientes programados es vital para la identificación de vías aéreas difíciles, o bien para la identificación de características físicas de la vía aérea que puedan requerir una modificación del plan de abordaje inicial.

Si bien es cierto que se conocen ya métodos y escalas de estratificación clínica para identificar este tipo de pacientes, en los últimos años se ha venido dando un auge de la valoración de vía aérea a través del uso de ultrasonido durante la consulta preanestésica, principalmente debido a que se han reportado incidencias que oscilan entre el 1-5% de pacientes con VA difíciles no anticipadas; por lo que el uso del ultrasonido transcutáneo brinda la posibilidad de valorar estructuras más allá de lo que el ojo humano puede ver y las escalas de estratificación conocidas pueden valorar, tales como el grosor aproximado del tejido blando de la pared anterior del cuello, epiglotis y cuerdas vocales, distancias suprahioideas e infrahioideas de tejido blando, alteraciones pulmonares, alteraciones anatómicas de la vía aérea, cálculo longitudinal de la lengua, etc.; sin embargo, no se han definido parámetros universales obtenidos mediante ultrasonido que sirvan como predictores de una vía aérea difícil.

Se indican dos parámetros que de manera frecuente son utilizados bajo este estudio gracias a la facilidad de obtención de las mediciones, los cuales son la identificación del hueso hioides y un grosor de la lengua mayor de 3.5 cm.

Se incluyeron 35 pacientes, 16 pertenecían a un grupo que fueron valorados mediante ultrasonido en consulta preanestésica a los cuales se les asignó como “el grupo USG”, y los 19 restantes que no fueron valorados mediante ultrasonido en consulta preanestésica a quienes se les llamó “el grupo T”. En el grupo USG en el 81.3% de los casos se logró la visualización de la vía aérea, y en el 87.5% la medición del grosor de la lengua fue mayor de 3.5 cm.

Menciona que a la evaluación tradicional de la vía aérea no encontró diferencias de significancia entre ambos grupos a nivel de la circunferencia del cuello, clasificación de Mallampati, la escala de Patil-Aldrete, distancia externo-mentoniana, protrusión mandibular, distancia interinsicivos, ni en la clasificación de Cormack-Lehane al momento de la laringoscopia directa. Solamente en la evaluación de Mallampati modificada y Cormack-Lehane se logró encontrar casos de VAD. En el grupo USG un 31.3% mostró escalas de Mallampati III y IV en contraste con el 52.7% del grupo T; mientras que con el empleo de Cormack-Lehane un 16.8% de los pacientes del grupo USG tuvieron una vía aérea difícil y un 36.9% en el grupo T.

Se documente en el estudio que al realizar la comparación de la frecuencia de lesiones a nivel de la cavidad oral entre los pacientes que tuvieron y los que no tuvieron valoración de la vía aérea mediante US, la frecuencia de aparición fue de 15.8% en el grupo T (n=3) y de 0% en el grupo USG; donde el sangrado se encontró presente en los 3 casos del grupo T. En cuanto a molestias relacionadas a dolor faríngeo postoperatorio, 25% de los pacientes del grupo USG y un 31.6% del grupo T lo presentaron.

El empleo de maniobras adicionales para la ejecución de la intubación endotraqueal también fue comparado en el estudio entre ambos grupos, donde se requirió una hiperextensión cervical del 37.5% de la población del grupo USG y en el 57.9% de las personas del grupo T; manipulación externa de la laringe en el 68.8% del grupo USG y en 73.7% del grupo T. El uso

de una guía fue requerido en el 12.5% de las personas del grupo USG y en el 10.5% del grupo T. El cuanto al uso de almohadilla occipital fue innecesario en el grupo USG (0%) pero si fue requerido en el 10.5% de los participantes del grupo T.

Se menciona que si bien es cierto que el empleo de US a nivel de la consulta preanestésica podría ser útil para la evaluación y detección de hallazgos que puedan jugar papeles importantes para la anticipación y a la hora del proceso de la intubación endotraqueal, la evidencia hasta la actualidad es limitada y es desconocida la asociación directa entre los hallazgos ultrasonográficos en comparación con las escalas conocidas predictoras de intubación difícil y con complicaciones de la intubación endotraqueal propiamente.

Al realizar la evaluación de la visualización del hueso hioides (HH) y el grosor de la lengua mayor a 3.5 cm como potenciales indicadores ultrasonográficos en concordancia con indicadores tradicionales de VAD, se observó una concordancia insignificante; de hecho, la mejor concordancia se dio entre hueso hioides no visible y Cormack-Lehane tipo III-IV.

El artículo menciona que si bien propiamente el grosor de la lengua se ha propuesto como un predictor de manera independiente de intubación difícil con una sensibilidad y especificidad de 69.7% y 77% respectivamente, en el estudio no se encontró que el grosor de la lengua se hubiese asociado de manera directa con predictores de VAD, mientras que la no visualización del hueso hioides podría ser un mejor indicador de intubación difícil gracias a la mejor concordancia con Cormack-Lehane III-IV; sin embargo, el nivel de concordancia entre estos sigue siendo insignificante.

Como conclusión del artículo, el empleo de ultrasonido (US) para la valoración preoperatoria tuvo una tendencia de menor frecuencia de lesiones a nivel de cavidad oral en contraste con la

laringoscopia directa; por tanto, es importante identificar hallazgos que logren pronosticar de mejor manera una vía aérea difícil.

#### **4.3.3. Artículo N°3: Anestesia del paciente adulto obeso**

El artículo es una revisión de literatura que habla sobre la obesidad como un problema de salud pública, ya que afecta todas las edades y profesiones a nivel mundial, y que se asocia con gran cantidad de factores de comorbilidad que pueden o no ser contraindicaciones de cirugía. Se menciona que la mortalidad y morbilidad postoperatorias eran 3 veces mayores en pacientes obesos en los primeros estudios que fueron publicados.

Además, indica que las alteraciones respiratorias son la primera causa de morbilidad perioperatoria en los pacientes con obesidad, ya que los depósitos adiposos a nivel de los músculos intercostales, diafragma y abdomen disminuyen la capacidad de distensión torácica, parietal y pulmonar, lo que conlleva a un descenso de la capacidad residual funcional, y que se acentúa cuando se colocan los pacientes en decúbito supino; por lo que el tratamiento ventilatorio perioperatorio de estos pacientes se fundamenta en una ventilación protectora, maniobras de reclutamiento y de una presión positiva moderada.

Se toma la obesidad como una enfermedad compleja, tanto desde las dimensiones sociales y psicológicas graves que conlleva, y que es visible en todos los grupos etarios en la actualidad, así como los estratos socioeconómicos, siendo esto que sea una amenaza real de llegar a convertirse en una epidemia a nivel global en los países tanto desarrollados como los que se encuentran en vías de desarrollo. En el año 1995 se estimaba una población mundial con obesidad aproximada a los 200 millones de personas, y 5 años después, para el 2020, la cantidad

de personas adultas con obesidad era de más de 300 millones de personas diagnosticadas con la enfermedad a nivel global, donde de esos 300 millones de personas solamente 115 millones se encontraban en países en vías de desarrollo, a lo cual se le llamó como “globesidad”.

Dentro de las afectaciones de esta enfermedad, el artículo menciona que las alteraciones respiratorias son la primer causa de morbilidad perioperatoria, ya que la obesidad como tal genera diversos tipos de modificaciones, tanto respiratorias propiamente a nivel fisiológico, como de la anatomía de las personas que la padecen debido a la sobrecarga ponderal de las vías aéreas superiores.

En pacientes con obesidad mórbida (OM) la distensibilidad pulmonar puede llegar a disminuir un 35% en comparación al valor teórico con el que se ha descrito, ya que los depósitos adiposos logran infiltrarse en los músculos intercostales, diafragma y abdomen, lo que reduce la capacidad de distensibilidad torácica, parietal y parenquimatosa; además, el desbalance entre las fuerzas elásticas tisulares a nivel pulmonar y las fuerzas torácicas generan una modificación de la posición de relajación del musculo diafragma, que conlleva a un descenso de la capacidad residual funcional, debido a que la CRF se disminuye en manera exponencial cuando se da una elevación del índice de masa corporal (IMC) y se acentúa en posición de decúbito supino.

El autor menciona que, en los pacientes bajo anestesia obesos, la CRF puede llegar a ser menor al volumen de cierre de los alveolos, lo que genera un desequilibrio de la relación ventilación/perfusión (V/Q) e hipoxemia. Soderberg et al., observaron la presencia de un cortocircuito pulmonar (shunt pulmonar) en aproximadamente 10-25% de los pacientes con obesidad que fueron parte del estudio, versus 2-5% de pacientes sin obesidad. La anomalía genera una capacidad de tolerancia muy baja a la apnea durante la introducción anestésica y eleva en gran medida el riesgo de desaturación e incluso de paro cardíaco hipóxico.

Los pacientes obesos también aumentan el trabajo respiratorio, ya que requieren un mayor consumo de oxígeno en reposo. En el síndrome de obesidad-hipoventilación, se genera una disfunción de los centros respiratorios por un descenso de la respuesta ventilatoria al CO<sub>2</sub>, que provoca hipoventilación alveolar crónica y que es la responsable de cuadros de hipoxemia y de hipercapnia en pacientes obesos y sin otras patologías respiratorias.

En cuanto al síndrome de apnea obstructiva del sueño, el artículo hace referencia a que diversos estudios muestran que entre un 40-90% de las personas obesas presentan apneas nocturnas; las cuales se deben tanto a modificaciones en la estructura anatómica de la vía respiratoria superior por la disminución del calibre de la faringe secundaria al depósito de tejido adiposo; como a anomalías funcionales propias de la vía respiratoria superior en el caso de la disminución de la actividad de los músculos dilatadores faríngeos.

Se menciona que los pacientes obesos asocian un ascenso en la frecuencia de episodios de reflujo gastroesofágico, donde un aproximado al 50% de los que la poseen son pacientes con OM, lo cual parece deberse a trastornos de alteración de la mecánica a nivel de la unión gastroesofágica que se ven asociadas a alteraciones de relajación del esfínter esofágico inferior y a la presencia o no de una hernia hiatal, ya que en las personas obesas el incremento de tejido adiposo a nivel visceral (grasa visceral), el crecimiento de los órganos (organomegalia) y una pérdida de la capacidad de elasticidad de los músculos, llevan al aumento de la presión intragástrica que favorece la aparición de cuadros de reflujo; aunado a que durante la etapa de inspiración también se incrementa la presión gastroesofágica.

En cuanto a modificaciones propias de la inmunidad, el artículo habla sobre los péptidos autocrinos, paracrinos y endocrinos a nivel del tejido adiposos que posee propiedades tanto pro como antiinflamatorias, ya que se ha logrado identificar que en la población obesa existe un

desequilibrio que favorece el estado pro-inflamatorio, así como de estados de resistencia a la insulina; por otra parte, el incremento de la masa grasa y de las células adiposas genera una elevación en la generación de macrófagos y también de hipoxia tisular causante de procesos de necrosis, con consecuente aparición de células inflamatorias adicionales. Toda esta secuencia de estimulación crónica inducida por la obesidad, también llamada “inflamación metabólica”, afecta todos los tejidos y se encuentra implicada en la aparición de aterosclerosis diabetes tipo II, NASH y como un cofactor de la oncogénesis en esta población.

La evaluación preanestésica en los pacientes obesos debe dirigirse a la búsqueda de criterios clínicos de dificultad de ventilación con mascarilla y de intubación endotraqueal que conlleven a una vía aérea de difícil manejo. Un estudio de tipo prospectivo del 2014 realizado con 309 pacientes obesos mostró que la incidencia de dificultades para la ventilación con mascarilla fue de un 8.8% de la muestra; donde se dedujeron cuatro criterios predictores: 1) el perímetro cervical, 2) limitación de la protrusión mandibular, 3) escala de Mallampati, y 4) sexo masculino. La intubación de difícil manejo se presenta en aproximadamente un 15% de los pacientes obesos que poseen un IMC mayor de 30.

Un exceso de tejido adiposo a nivel de tórax, cuello, pared torácica y abdomen, así como a nivel interno de la boca y faringe es frecuente de ver en pacientes obesos, y es este tejido excedente el que dificulta el acceso a las vías respiratorias superiores en la mayoría de los casos; ya que se genera un obstáculo en la permeabilidad de la luz respiratoria y esto lleva a una modificación de las capacidades respiratorias del paciente bajo anestesia con una disminución de la capacidad residual funcional y la decadencia de la proporción ventilación/perfusión. Otra consideración de importancia es que en los pacientes con obesidad la saturación de oxígeno en sangre posterior a una preoxigenación decae de manera más rápida durante la apnea.

Se menciona en el artículo en relación sobre la ventilación de protección en este grupo de pacientes, que un ensayo clínico multicéntrico de doble anonimato demostró un descenso de las complicaciones a nivel pulmonar y en el tiempo de hospitalización de los pacientes que se sometieron a cirugía y que fueron ventilados con ventilación protectora con respecto a los pacientes a los cuales no se les aplicó esta técnica.

Como población con comorbilidades asociadas, la presencia de obesidad en la aplicación de anestesia general en pacientes obstétricas se convierte en un desafío a la hora de ejecutar una intubación endotraqueal, ya que en muchas ocasiones presentan mayores complicaciones maternas y fetales, como hipertensión arterial (HTA), exacerbación de enfermedades cardíacas subyacentes, etc.; sin embargo, la detección de condiciones de una vía aérea difícil bajo una valoración integral preanestésica sigue siendo la prioridad, ya que la tasa de intubación difícil es mayor en esta población.

Como conclusión del artículo, se hace énfasis en que las consecuencias de los pacientes obesos de la farmacocinética de los medicamentos es fundamental tenerla en consideración, ya que varía entre fármacos y moléculas; así como que en todo paciente obeso este plantea de un mayor o menor grado de dificultades para el anestesiólogo-reanimador, ya sea en el manejo propiamente de la vía aérea al momento de la intubación endotraqueal, como en el mantenimiento óptimo de los parámetros de ventilación y prevención pre/intraoperatoria de complicaciones respiratorias y cardíacas.

#### **4.3.4. Artículo N°4: Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil**

Este artículo corresponde a un análisis de las variables que se ven asociadas entre los pacientes con obesidad y una intubación endotraqueal difícil. Fue realizado bajo la revisión de todos los adultos obesos que ingresaron para cirugía electiva durante 180 días, con clasificación ASA I-III y que fueron sometidos a anestesia general para la colocación de un tubo endotraqueal. Menciona que, dentro de las competencias de mayor importancia de los médicos anesthesiólogos durante la aplicación de anestesia general en los pacientes de cirugía y el periodo postoperatorio, es el aseguramiento de la permeabilidad de la vía aérea en todo momento y el mantenimiento de una adecuada saturación de oxígeno. Según se expone, la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) define el concepto de vía aérea difícil (VAD) como: a) la dificultad para la ventilación (con mascarilla-válvula-bolsa) que posea una saturación de oxígeno inferior al 90% con una fracción inspirada de oxígeno al 100% y/o signos de una inadecuada ventilación como la aparición de cianosis, ausencia de ruidos respiratorios o aparición de inestabilidad hemodinámica, b) la dificultad para la colocación de un tubo endotraqueal con más de 3 intentos fallidos o bien el fallo de no intubación posterior a 10 minutos de intento mediante un operador experimentado para la ejecución del procedimiento; se menciona también que hasta un 30% de los casos de muerte relacionados con anestesia general son atribuidos a una VAD.

Debido al incremento sostenido de casos de obesidad a nivel mundial, siendo esto un grave problema de salud pública a nivel global se llegó a denominársele como “la epidemia del siglo XXI”. Según Ebert et al., la incidencia de la intubación difícil en pacientes con obesidad mórbida excede el 13%, es decir, que se eleva entre 2 y 10 veces más que en la población general con pesos promedios. Voyagis et al., indica que el factor de obesidad por si solo provee un

20.2% de valor predictivo de difícil intubación en comparación con los pacientes que poseen un IMC normal o dentro del rango promedio que les corresponde.

En cuanto a escalas de predicción de VAD para intubación, menciona el estudio que partiendo de que la incidencia de intubación difícil es de un 5.8% en la población promedio, incluso un paciente con 5% de probabilidad puede llegar a aumentar hasta en un 15% de riesgo de intubación difícil posterior a una evaluación de distancia tiromentoniana positiva que posea un valor de menos de 6.0 cm. El artículo explica la correcta valoración de la escala de Mallampati, de apertura oral o distancia interinsicivos, protrusión mandibular, distancia esternomentoniana y la escala de Cormack-Lehane, así como sus respectivas clasificaciones.

Por otra parte, el artículo menciona también que en pacientes obesos se logró la asociación de dificultad de intubación en personas con una circunferencia del cuello que fuese mayor de 40 cm, según un estudio de Brodsky et al., ya que a medida que se agranda la circunferencia también se eleva la altura del cartílago tiroideos, lo que aumenta de manera progresiva la probabilidad de una intubación difícil, donde incluso puede alcanzar un 35% de dificultad en circunferencias mayores de 60 cm o más, que a su vez, en gran medida estos pacientes se relacionan también con una clasificación de Cormack-Lehane tipo III-IV.

Un estudio que en el que se hace mención dentro del artículo indica que se examinaron 1833 intubaciones endotraqueales bajo anestesia general, donde se reveló que, de manera constante, la obesidad siempre presenta un 20.2% de valor predictivo de intubación difícil en comparación con pacientes que poseían un IMC normal.

Con respecto a la apnea obstructiva del sueño, o también conocida como “SAOS”, el artículo la define como el cese del flujo de aire mayor a 10 segundos, donde estos episodios se clasifican

en 3 tipos: obstructiva, central o mixta. Menciona que el SAOS es la alteración a nivel funcional de mayor frecuencia del sueño y que posee una incidencia de 12 a 30 veces mayor de aparición en pacientes que poseen obesidad en comparación con los individuos eutróficos, y que además presentan un riesgo elevado entre 18 y 22% de ventilación e intubación difícil.

Un total de 62 pacientes adultos portadores de obesidad fueron evaluados en este estudio, de los cuales 17 de ellos correspondientes al 27.4% se lograron intubar al segundo o más intentos, por lo que fueron clasificados como pacientes de difícil intubación. La edad promedio del estudio fue de 54.18 años y un IMC promedio de 33.9, con un predominio de clasificación de obesidad grado I.

En este estudio se indica que según resultados del metaanálisis realizado por Tohiya et al., se demostró que la incidencia de intubación difícil en población obesa con un IMC mayor de 30 se eleva hasta tres veces más que en la población sin trastornos de peso.

El artículo concluye que el grado de obesidad y el IMC no se encuentra relacionado de manera directa a una vía aérea difícil, sin embargo, la DEM es la prueba que posee mayor significancia clínica y estadística a la hora de realizar la valoración de una vía aérea en pacientes obesos, y que es una parte fundamental la toma de consideración de la capacidad, habilidades y experiencias del anestesiólogo a la hora de realizar la evaluación clínica.

#### **4.3.5. Artículo N°5: Upper airway tract complications of endotracheal intubation**

Este artículo corresponde a una revisión de literatura publicada por el British Journal of Hospital Medicine en el año 2019, donde se abordan las complicaciones de la vía aérea superior en la intubación endotraqueal.

Inicia mencionando que aproximadamente 3 millones de personas anualmente son sometidas a procedimientos tanto electivos como de emergencia bajo anestesia general en el reino unido, y que el riesgo de todos los tipos de complicaciones es estimado en aproximadamente 10 de cada un millón de procedimientos, donde las complicaciones de vía aérea corresponden a un porcentaje bastante significativo. El Royal College of Anaesthetists and Difficult Airway Society definió como complicaciones serias de la vía aérea las que resultan en muerte, daño cerebral, las que requieren ingreso a una unidad de cuidados intensivos o que generen una alta dependencia del paciente debido a una disminución de la capacidad de ejecutar las actividades básicas de la vida diaria; sin embargo, las complicaciones leves o que no progresan a mayores eventos son las más comúnmente reportadas, como los cuadros de hipoxia, dificultad para la colocación del tubo endotraqueal, falla de ventilación con mascarilla, broncoaspiración y laringoespasma.

Se indica que complicaciones menores relacionadas con la colocación del tubo endotraqueal son las que resultan en la mayoría de las lesiones de vía aérea superior en casos de trauma, ya sea con o sin síntomas como la aparición de disfonía, dolor de garganta o disfagia; sin embargo, no se encuentran bien descritas, a pesar del potencial médico-legal que pueden conllevar al implicarse. Esta revisión discute sobre la incidencia y presentación de las lesiones relacionadas a la intubación endotraqueal, además indaga sobre factores causales y los mecanismos de trauma.

Dentro de los cuidados de relevancia la hora de colocar un tubo endotraqueal es el inflado del balón de fijación, el cual puede generar daño tisular por presión elevada, lo cual lleva a comprimir los vasos sanguíneos pequeños, de manera más frecuente en la laringe posterior. Hipoxemia y las secuelas subsecuentes pueden hacer más susceptible la vía aérea a traumas o

lesiones, las cuales pueden ser exacerbadas con repetidos intentos de intubación, donde se ha reportado hasta un 39% de complicaciones asociadas a intubaciones de emergencia.

En cuanto a factores propios de los pacientes como patologías preexistentes a nivel de laringe, estas elevan el riesgo de lesiones posteriores a la colocación de un tubo endotraqueal; pueden ser a causa de anomalías congénitas, patología tumoral tanto benigna como maligna, o lesiones de causadas en intubaciones previas, así como la presencia de membranas laríngeas, estenosis subglóticas o laringomalacia. Todo lo anterior puede resultar en traumas laríngeos incluyendo fractura laríngea, lesiones cáusticas o cambios inflamatorios agudos secundarios a infecciones o reacciones alérgicas.

Pacientes con reflujo gastroesofágico se encuentran con mayor predisposición a trauma laríngeo debido a que la mucosa se encuentra comprometida a causa del ácido gástrico que causa inflamación por irritación de la pepsina.

Otra consideración especial mencionada en el artículo corresponde a los pacientes portadores de obesidad y un índice de masa corporal mayor de 30, ya que se anota que se asocian a eventos de desaturación más prolongados secundarios a la limitación pulmonar y la disminución de la reserva de oxígeno, así como mayor cantidad de tejido adiposo circundante del cuello y limitación de la movilidad y extensión del cuello; la cual empeora en pacientes con artritis.

La incidencia de lesiones laríngeas se describe como variable dentro de la revisión, en procedimientos de emergencia y procedimientos electivos. Mendels et al, en una revisión de sistemática sobre lesiones laríngeas post-intubación identificó que limitados estudios describieron lesión de cuerdas vocales y fonación posterior a la colocación del tubo endotraqueal; sin embargo, las lesiones más comunes fueron: hematoma de cuerdas vocales,

estenosis y granuloma. Otras lesiones reportadas fueron la dislocación aritenoidea, subluxación, y parálisis de cuerdas vocales; lesiones resultantes de acción directa del uso del laringoscopio o bien del tubo endotraqueal.

La parálisis de cuerdas vocales unilateral como complicación post-intubación es poco frecuente, y se estima que se puede dar en 5 de cada 10.000 intubaciones; y los casos de parálisis bilateral es aún más raro de observarse. En ambos casos suelen de resolver de manera espontáneo.

La presentación clínica de síntomas más frecuentemente observados y reportados post-extubación son la disfonía en un 76%, dolor de garganta en un 76% y disfagia en un 49% de los casos, según estudio de Brodsky et al. La mayoría de estos síntomas se vieron revertidos dentro de las primeras 24 horas posteriores, aunado con el consumo de analgesia para alivio sintomático.

Mouráo et al, describe que las injurias mayormente reportadas son lesiones de tejido blando de la lengua en el 36%, seguida de lesiones de labio inferior (22%), labios superiores (7%) y de mucosa oral y orofaríngea en un 2%. Las lesiones dentales son usualmente secundarias a la presión directa de la hoja del laringoscopio sobre los incisivos maxilares, con un promedio de incidencia de 1 de cada 1.000 colocaciones de tubo endotraqueal.

El artículo hace énfasis en que la optimización de condiciones tratables previas a la intubación es fundamental para la prevención de estas complicaciones; por ejemplo, el caso de tratar los cuadros de reflujo gastrointestinal y optimización de la función cardiaca y pulmonar.

Como conclusión de revisión, clínicamente los traumas debido a la ejecución de una intubación endotraqueal son raros, mientras que pueden significar fallos técnicos desde la perspectiva y ejecución del operador, también pueden deberse a factores propios relacionados del paciente.

#### **4.3.6. Artículo N°6: Prevalence of difficult intubation and failed intubation in a diverse obstetric community-based population**

Este artículo corresponde a una descripción de la incidencia de intubación difícil e intubación fallida en pacientes obstétricas obesas (índice de masa corporal mayor de 30 kg/m<sup>2</sup>) durante un periodo de 6 años y con uso de evaluación de la American Society of Anesthesiologists Physical Status score (ASA PS), la cual corresponde a una evaluación preoperatoria del estado físico de las pacientes.

A manera de introducción, el artículo menciona que la población obstétrica puede presentar dificultades en el manejo de la vía aérea debido a cambios anatómicos y fisiológicos propios del embarazo y de sus tiempos de gestación, como el incremento de su índice de masa muscular y comorbilidades, combinado con necesidades urgentes y no programadas para el aseguramiento de la vía en algunos casos.

En cuanto a los resultados, se indica que en el transcurso de los 6 años comprendidos dentro del periodo de revisión hubo un total de 708.120 pacientes que requirieron sedación bajo anestesia general, de las cuales 70.623 correspondieron a sedaciones obstétricas (9.97%). La gran mayoría de las sedaciones obstétricas (un 76%) fueron requeridas por cesáreas, mientras que el porcentaje restante se debió a procedimientos peri-parto, como, por ejemplo: ligaduras tubáricas bilaterales, remoción de placenta retenida, reparación de desgarros de tercer grado, exploración de heridas y laparotomías de emergencia. No hubo detección de intubaciones fallidas durante todo el periodo de estudio; sin embargo, se describen 7 casos de intubaciones difíciles no anticipadas.

Las pacientes con intubación difícil poseían una edad media aproximada a los  $32.5 \pm 5.09$  años y tenían varias comorbilidades. Más del 57% de ellas tenían diagnóstico de hipertensión arterial y obesidad con un IMC promedio de  $37.9 \pm 11.7$  kg/m<sup>2</sup>.

Si se registró un incremento estadístico significativo del ASA PS score en las pacientes ( $P = 0.021$ ), junto con un incremento estadístico significativo en la prevalencia de obesidad ( $P = 0.003$ ). El total de la población obstétrica que presentó obesidad correspondió a un 29.96%.

En este estudio la incidencia de intubación difícil fue de 1 de cada 400 casos, donde no se evidenciaron casos de intubación fallida. El riesgo de intubación no cambió en todo el estudio durante el periodo seleccionado, pero si hubo un incremento en las tasas de ASA PS score y la de obesidad. La incidencia de intubaciones difíciles no anticipadas y fallidas varía dentro de la literatura; en pacientes obstétricas varía desde 1:10 hasta 1:179 casos. En la literatura disponible estas varían entre 1:249 casos y 1:1000; sin embargo, en este estudio en particular, la mortalidad relacionada con intubaciones fallidas y la necesidad de proceder con la colocación de vías aéreas quirúrgicas ocurrieron en 2.3 de cada 100.000 casos.

Esta variación en la incidencia entre estudios disponibles en la literatura puede estar relacionado a un gran número de factores, los cuales podrían incluir: limitaciones de los bancos de información perioperatoria de los expedientes digitales, la definición de qué se comprende como una intubación fallida o intubación difícil (tanto predicha como no anticipada), la experiencia del operador, las comorbilidades entre la población, las técnicas de manejo de la vía aérea empleadas, y la diferencia entre hospitales según técnicas de enseñanza, entre otras.

Como conclusión del estudio, a pesar de la obesidad y un ASA-PS score elevado, no se logró demostrar un aumento en la incidencia de intubación difícil en las pacientes obstétricas.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **5.1. MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL**

De manera inicial y como dato de importancia, se debe indicar que el manejo de la vía aérea debe ser exclusivamente ejecutado por personal de salud profesional y capacitado a nivel tanto práctico como teórico sobre el procedimiento, con los atestados que le permiten la realización de este tipo de intervenciones y el conocimiento de los efectos deletéreos que pueden surgir antes, durante y después de su realización.

Se define la “vía aérea” como el espacio comprendido entre la cavidad nasal y los pulmones o bien como el conjunto de estructuras y conductos por donde circula el aire desde el ambiente hacia los pulmones y viceversa, facilitando el mecanismo de la respiración. La definición de una “intubación endotraqueal” es la de aquel procedimiento que se realiza cuando el paciente requiere de manera profiláctica o de emergencia la protección de la vía aérea, que posee dificultades en el mecanismo o mecánica ventilatoria o existen complicaciones clínicas o compromiso físico de la vía respiratoria; por lo cual es necesario la inserción y fijación de un tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales que permita un flujo continuo de aire con concentración elevada de oxígeno para la adecuada administración de O<sub>2</sub> a nivel tisular. (Zumbana, F., et al).

El manejo de la vía aérea inicia con la valoración clínica de la vía aérea como tal, pilar fundamental en la identificación de condiciones clínicas o características físicas que puedan requerir, según escalas de probabilidad, modificaciones en el abordaje del plan terapéutico para cada paciente que requiere un manejo avanzado de la vía aérea con la subsecuente colocación de un tubo endotraqueal; principalmente con el empleo de escalas de estratificación de riesgo

predictivo de una vía aérea difícil, como lo son: la clasificación de Mallampati, LEMON, Cormack-Lehane, protrusión mandibular, distancia esternomentoniana, entre otras previamente mencionadas, y que derivan en una menor tasa de lesiones. Todo esto ya sea en pacientes con procedimientos programados que tienen la posibilidad de recibir una valoración preanestésica o bien pacientes agudos críticamente enfermos que deben ser abordados en el momento. (Cázares, J., et al).

En la actualidad y con el avance tecnológico, se van sumando herramientas que proporcionan apoyo en la toma de decisiones clínicas, uno de ellos es el empleo del ultrasonido transcutáneo al pie de la cama, el cual está siendo utilizado como mecanismo de evaluación y valoración de las estructuras comprendidas de la vía aérea, evaluando desde la boca hasta los pulmones, con la finalidad de identificar patologías y condiciones donde las estructuras anatómicas se encuentren alteradas y que de otra manera, ya sea en valoraciones preoperatorias preanestésicas a través de solamente laringoscopia directa no son visibles; sin embargo, por el momento no se conoce a plenitud el alcance del uso del ultrasonido con esta finalidad, ya que no se han definido parámetros universales en las mediciones que sean predictores de vía aérea difícil. (Cázares, J., et al).

Para un adecuado abordaje de los pacientes, es indispensable la previa monitorización de signos vitales, así como también de una correcta colocación del paciente según la altura de la superficie en la cual se realiza la intubación, la colocación y permeabilidad de vías venosas periféricas y suplementación de oxígeno a través de dispositivos para ese fin. (Goubaux, B., et al).

Como parte del manejo de la vía aérea se encuentra el uso de diversos fármacos que inducen modificaciones físicas y fisiológicas con la intención de favorecer la introducción y colocación del tubo endotraqueal a través de las estructuras anatómicas de la vía aérea; sin embargo, estas

pueden ser tanto positivas como negativas según el estado del paciente y su tolerancia. Sedantes hipnóticos como el midazolam, ketamina, propofol, etomidato, etc., son empleados con el objetivo de sedar al paciente previo al procedimiento con la intención de que este no se convierta en un evento traumático. Relajantes musculares como la succinilcolina, atracurio y rocuronio, entre otros que facilitan la movilidad cervical y apertura bucal para una adecuada visibilidad de las cuerdas vocales con la alineación de ejes óptima. (Goubaux, B., et al).

Posterior a la colocación del tubo endotraqueal y como parte de los cuidados post-intubación, se debe de realizar una correcta fijación del tubo que evite el movimiento o incluso salida del tubo de la tráquea (extubación), además de la auscultación bilateral de los campos pulmonares que garantice la correcta colocación junto con la presencia de elevación torácica simétrica del paciente, auscultación de la cámara gástrica que pueda ser indicativa de una intubación esofágica, y si el entorno lo permite, confirmación mediante imagen o bien con el uso de capnografía; además se debe observar el mejoramiento y ascenso de la concentración de oxígeno en sangre en el monitor de oximetría de pulso.

## **5.2. COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL**

El proceso de colocación de un tubo endotraqueal, el cual es un tubo fabricado a partir cloruro de polivinilo (semi-rigido), que ayuda a mantener la permeabilidad de la vía aérea para la ventilación y aporte de oxígeno en una persona a través de las estructuras anatómicas que la conforman desde la cavidad bucal, pasando por la orofaringe, faringe, cuerdas vocales, hasta llegara la tráquea; puede derivar en lesiones o complicaciones que pueden ir desde leves hasta

muy graves e incluso fatales en el desenlace del paciente según el entorno en el que se encuentre, el estado clínico de la persona y sus características anatómicas, la capacidad y experiencia del operador, y el equipo utilizado en durante el proceso.

El riesgo de complicaciones serias durante la administración de anestesia general, que de manera obligatoria requiere intubación endotraqueal, se estima en aproximadamente 10 de cada 1 millón de procedimientos realizados, en los cuales las complicaciones de la vía aérea son las que corresponden a un gran porcentaje de ellas. Si bien las complicaciones son eventos poco frecuentes, pueden ocurrir, y de estas, un 40-70% representan complicaciones de la vía aérea. (Cook, T., et al).

Las complicaciones que resultan en muerte, daño cerebral, las que requieren ingreso a una unidad de cuidados intensivos (UCI) o que generen una alta dependencia del paciente debido a una disminución de la capacidad de ejecutar las actividades básicas de la vida diaria, son definidas por el Royal College of Anaesthetists and Difficult Airway Society como “complicaciones serias de la vía aérea”; mientras que, las “complicaciones leves” o que no progresan a mayores eventos son las más reportadas: cuadros de hipoxia, dificultad para la colocación del tubo endotraqueal, falla de ventilación con mascarilla, broncoaspiración y laringoespasma. (Tikka, T., et al).

La implementación de mecanismos de anticipación de complicaciones potenciales adaptados a las necesidades de cada paciente es de suma importancia a la hora de una correcta intervención; y bien la identificación de las complicaciones pre y peri-intubación proporciona una ventana de acción para su atención; así como algunas que pueden ser corregidas minutos posteriores a la colocación del tubo endotraqueal. (Tikka, T., et al).

Condiciones de vía aérea difícil se reportan en un aproximado del 5.8% de todas las intubaciones electivas, en contraste con más del doble de casos en tasa de incidencia en los servicios de emergencias. Dentro de las complicaciones asociadas, las lesiones dentales son usualmente secundarias a la presión directa de la hoja del laringoscopio sobre los incisivos maxilares, con un promedio de 1 de cada 1.000 colocaciones de tubo endotraqueal. (Tikka, T., et al).

Cuadros de hipoxemia y las secuelas subsecuentes hacen más susceptible la vía aérea a traumas o lesiones, las cuales exacerban con repetidos intentos de intubación, donde se reporta hasta un 39% de complicaciones asociadas a escenarios de emergencia. (Tikka, T., et al).

Desde el punto de vista demográfico, el sexo femenino posee un factor contributivo para la aparición de complicaciones por trauma directo, esto secundario a que las mujeres poseen menores diámetros a nivel de las estructuras anatómicas que se relacionan con el procedimiento, además de tener mayor fragilidad de la mucosa laríngea. Las injurias mayormente reportadas son lesiones de tejido blando de la lengua en el 36% de los casos, seguida de lesiones de labio inferior en un 22%, labios superiores en 7% y de mucosa oral y orofaríngea en un 2% respectivamente. (Tikka, T., et al).

A nivel intrahospitalario y propiamente de personal que realiza intubaciones endotraqueales de manera periódica, los residentes o médicos generales que se encuentran en formación de postgrado de especialidades médicas, principalmente los de primer año poseen una tasa mayor de complicaciones relacionadas con la intubación endotraqueal en contraste con los residentes de último año y médicos especialistas; esto se debe al número de procedimientos que han ya realizado previamente los de más experiencia, pues les brinda mayor confianza y seguridad en sí mismos a la hora de la ejecución, así como también poseen un mayor conocimiento teórico

aprendido; sin embargo, las complicaciones mayormente asociadas se deben a trauma directo del equipo utilizado, como por ejemplo la hoja del laringoscopio. (Tikka, T., et al).

### **5.3. COMORBILIDADES EN RELACIÓN CON LA APARICION DE COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL**

Las condiciones médicas previas de las personas juegan un papel fundamental en la atención de la salud, así como de los resultados que derivan de las intervenciones realizadas en ellas, tal es el caso de las enfermedades crónicas como la hipertensión, cardiopatías, diabetes mellitus, asma, rinitis, dislipidemias, etc.; así como de condiciones metabólicas, fisiológicas y de cambios anatómicos con las que cursen en el momento de la atención que derivó en la intubación endotraqueal, ya sea de manera electiva programada o de forma aguda en situaciones de emergencia.

En cuanto a la presencia de patologías preexistentes a la hora de realizar una intubación endotraqueal, estas elevan de manera exponencial el riesgo de lesiones y/o complicaciones en el usuario. Anormalidades congénitas, patología tumoral tanto benigna como maligna o incluso lesiones previas que se relacionan con la colocación de tubos endotraqueales en el pasado, la presencia de estenosis esofágica, membranas laríngeas, laringomalacia, lesiones que requieren protección anticipada de la vía aérea como quemaduras faciales, quemaduras por inhalación, lesiones por agentes cáusticos, trauma de vía aérea y trauma bucal, lesiones penetrantes o procesos inflamatorios alérgicos graves, entre muchas otras comorbilidades, condicionan este

procedimiento a mayores niveles de habilidad y experiencia para su manejo por parte del operador. (Tikka, T., et al).

Pacientes diabéticos y que asocian condiciones vasculares que pueden afectar el nivel de perfusión tisular deben ser tomados con especial consideración, debido a que poseen un mayor grado de vulnerabilidad de los tejidos, lo cual los hace más propensos a injurias desde laceraciones de tejido blando, mucosa, hematomas, hasta hemorragias graves. (Tikka, T., et al).

En casos de reflujo gastroesofágico de larga data, estos pacientes poseen una predisposición a traumas laríngeos secundario a compromiso de la mucosa laríngea por la inflamación crónica ejercida mediante la exposición continua de ácido gástrico, específicamente por la acción de la pepsina; esto eleva el riesgo de broncoaspiración por emesis, inflamación de la mucosa, edema y úlceras. (Tikka, T., et al).

Pacientes portadores de enfermedades inmunológicas como artritis reumatoide, lupus, entre otras, elevan el riesgo de lesiones secundario a la reducción de los rangos de movilidad de las articulaciones implicadas en la colocación de un tubo endotraqueal. (Tikka, T., et al).

Lesiones de mayor gravedad como perforación del seno piriforme, lesiones distales en la mucosa de la faringe o ruptura de vasos sanguíneos provocan en algunos casos sangrados masivos en pacientes anticoagulados. (Berkow, L., et al).

Por otra parte, la obesidad es un problema de salud pública que afecta a gran parte de la población mundial hoy día, principalmente en los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo; aqueja en la actualidad todos los grupos etarios y profesiones, por lo cual no se distingue tampoco por raza, género ni ubicación geográfica; sin embargo, si posee implicaciones que pueden llegar a ser complejas en el manejo de la vía aérea de estas personas,

pues los cambios anatómicos y fisiológicos generados por trastornos de obesidad y del metabolismo humano se convierten en potenciales complicaciones a la hora de realizar una intubación endotraqueal.

Las alteraciones respiratorias son la primer causa de morbilidad perioperatoria durante la inducción anestésica y en intubaciones de emergencia en pacientes obesos, ya que la sobrecarga de células adiposas en los tejidos lleva a modificaciones anatómicas, tanto de las vías respiratorias superiores, como del tracto respiratorio inferior.

Alteraciones de las vías superiores de la respiración derivan en un aumento de la dificultad del paso del tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales al primer intento, ya que el exceso de tejido adiposo en cuello, en el interior de la boca y la faringe obstaculiza la permeabilidad y visibilidad de la vía respiratoria, específicamente a nivel de la glotis y cuerdas vocales, por lo que se eleva el riesgo de lesiones por traumas directos como laceraciones, excoriaciones e intubación esofágica en cada nuevo intento de colocación del tubo; así como del tiempo y cantidades de fármacos necesarios para la óptima movilidad cervical y apertura bucal de la articulación temporomandibular, pues la farmacocinética de los medicamentos liposolubles también se ve alterada en estos pacientes dada la capacidad de fijación y distribución dentro de estructuras con tejido adiposo adherido. Esta modificación en la distribución de fármacos puede producir periodos prolongados de activación de estas, ya sea disminuyendo o aumentando sus efectos, e incluso con la aparición de interacciones medicamentosas, pudiendo llegar a tener desenlaces fatales en casos de reacciones adversas o shock anafiláctico. (Goubaux, B., et al).

En cuanto a las alteraciones de la vía respiratoria inferior en pacientes con obesidad mórbida, estos pueden llegar a tener hasta un 35% de disminución en su capacidad de distensibilidad pulmonar, dado que los depósitos adiposos infiltran los músculos intercostales, diafragma y

abdomen que se relacionan con el movimiento respiratorio, lo cual disminuye la capacidad de distensión torácica, parietal y parenquimatosa; generando un desequilibrio entre las fuerzas elásticas ejercidas a nivel tisular en el pulmón y las fuerzas torácicas, provocando una modificación de la posición basal de relajación del diafragma con la consecuente disminución de la capacidad residual funcional (CRF), lo cual puede contribuir a cuadros de hipoventilación e hipoxia prolongada. (Goubaux, B., et al).

Un aproximado del 50% de los pacientes obesos poseen un aumento en la incidencia de reflujo gastroesofágico secundario a una alteración de la mecánica a nivel de la unión esofagogástrica que se ve asociada a trastornos de la capacidad de relajación del esfínter esofágico inferior y presencia o no de hernia hiatal; lo cual en la fase inspiratoria de la respiración eleva el gradiente de presión gastroesofágica favoreciendo la aparición de episodios de reflujo de contenido gástrico. En ocasiones la administración de fármacos, cambios de posición o mediante la activación de reflejos, entre otras causas, pueden llevar a cuadros de emesis con broncoaspiración en el momento en que se realiza la intubación. (Goubaux, B., et al).

El análisis de variables realizado en la investigación de Encinas, C., et al, concluye que el grado de obesidad y el IMC no se encuentra relacionados de manera directa a una vía aérea difícil; sin embargo, la distancia esternomentoniana es la prueba que posee mayor significancia clínica y estadística a la hora de realizar la valoración de una vía aérea en pacientes obesos, y que es una parte fundamental la capacidad, habilidad y experiencia del operador a la hora de realizar el procedimiento; disminuyendo así las posibilidades de lesiones por trauma directo y complicaciones.

Por otra parte, la edad se convierte también en un factor asociado a riesgo de complicaciones, por tanto, el envejecimiento posee relación directa con el pronóstico de las intervenciones, pues

los cambios anatómicos y fisiológicos de las etapas de la vejez, derivan en la gran mayoría de casos en un déficit de los requerimientos mínimos basales para el óptimo funcionamiento del cuerpo humano, tanto a niveles metabólicos como estructurales, lo cual determina el nivel de fragilidad, que aunado a las comorbilidades relacionadas con enfermedades crónicas se convierten en grandes desafíos en cuanto a su manejo y riesgo de complicaciones.

Un estudio tipo cohorte retrospectivo, realizado por Ouchi., et al, sugiere que uno de cada tres pacientes adultos mayores de 65 años intubados dentro de un hospital llega a fallecer a causa de complicaciones varias. (Zakaria, M., et al).

Mientras que el estudio retrospectivo transversal realizado por Zakaria, M., et al, indica que una vez un paciente adulto mayor es intubado, su probabilidad de supervivencia se encuentra determinada en su gran mayoría por la severidad de la enfermedad en comparación del estado y escala de fragilidad previamente a la admisión en el centro médico.

El embarazo también posee relevancia como comorbilidad en situaciones que ameritan una intubación endotraqueal. Las pacientes obstétricas tienen una mayor tasa de complicaciones en contraste con mujeres no embarazadas. La gestación conlleva cambios fisiológicos y físicos que implica consideraciones específicas durante el manejo de la vía aérea.

Esta población presenta un aumento de episodios de intubación fallida con laringoscopia convencional ocasionando traumas orofaríngeos de diversos tipos como lesiones de tejido blando, hematomas, laceraciones y sangrados. Los altos niveles de progesterona inducen retención de líquidos, ocasionando edema de la vía aérea junto con engrosamiento de la mucosa y de los capilares a nivel de la orofaringe, que traduce en sangrado de importancia en las lesiones traumáticas; por otra parte, la progesterona genera también un retraso de la motilidad

gastrointestinal y una disminución del tono muscular del esfínter esofágico que ocasiona regurgitación y broncoaspiración en algunos casos.

La desaturación en las gestantes se produce con mayor rapidez, gracias al aumento en el consumo de oxígeno de hasta un 60%, gracias a la circulación placentaria, y una limitación en la capacidad residual funcional de aproximadamente un 80%, por lo cual los periodos de apnea e hipoxia pueden ser más prolongados en esta población. (Pollard, R., et al).

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

- Todo procedimiento invasivo debe ser exclusivamente realizado por profesionales de la salud que cuentan con el conocimiento teórico-práctico y habilidades motoras competentes.
- Existe un gran vacío en las habilidades, capacidades y competencias de la mayoría de los médicos generales para efectuar intubaciones endotraqueales de emergencia; la minimización de riesgos para lesiones y complicaciones de una intubación endotraqueal es de gran importancia.
- El adecuado conocimiento de la anatomía como de la fisiología del cuerpo humano es indispensable para la ejecución de una intubación endotraqueal; por lo que las escuelas de medicina y carreras afines juegan un papel fundamental en la enseñanza y preparación para la puesta en práctica de procedimientos invasivos.
- El abordaje de los servicios prehospitalarios y en atención primaria cuentan con vacíos sobre el manejo adecuado y estandarizado de los pacientes que requieren de una intubación endotraqueal de emergencia.
- Es indispensable el conocimiento de los algoritmos de ejecución de intubación endotraqueal que definen el paso a paso, así como de los instrumentos, suministros y fármacos que se utilizan, y los efectos adversos que cada uno de ellos pueda llegar a inducir.
- A pesar del uso de herramientas tecnológicas en la actualidad para determinar el grado de probabilidad de una vía aérea difícil como el ultrasonido transcutáneo, el empleo de escalas de estratificación más rudimentarias provee de mayor capacidad pronóstica a la hora de realizar valoraciones clínicas in situ; por lo cual deben seguir siendo utilizadas;

sin embargo, si se logró evidenciar que existe una baja en la incidencia de lesiones en cavidad oral con el uso de ultrasonido.

- Las modificaciones anatómicas y fisiológicas en los pacientes corresponden a desafíos para el operador de atención de salud ante el contexto de una intubación endotraqueal de emergencia y predisponen a un ascenso de la tasa de eventos adversos y complicaciones moderadas y severas.
- Durante la secuencia rápida de intubación, al momento de la sedación el propofol es el agente de elección en pacientes euvolémicos y hemodinámicamente estables, mientras que el etomidato es el hipnótico de elección en casos de inestabilidad hemodinámica y pacientes con hipertensión intracraneal; en cuanto a los bloqueadores de la placa neuromuscular, el rocuronio posee el perfil clínico de mayor seguridad y duración.
- Comorbilidades de los pacientes representan desafíos médicos de variable complejidad, pues plantean dificultades para el reanimador en el manejo de la vía aérea tanto en intervenciones programadas como en casos de emergencia.
- Pacientes obesos y con IMC elevados no corresponden de manera directa a vías aéreas difíciles, pues requieren de una mayor valoración física para poder determinar el grado de dificultad de intubación endotraqueal; la distancia esternomentoniana corresponde a la prueba de mayor significancia clínica en esta población.
- Una medida igual o mayor a 40 cm de circunferencia del cuello a nivel del cartílago tiroideos en pacientes adultos obesos, eleva la probabilidad de intubación difícil y riesgo de lesiones por trauma directo hasta un 35%, por lo que se debe de tener presente a la hora de ejecutar el procedimiento en pacientes obesos.

- Pacientes obstétricas poseen mayor tasa de complicaciones, ya que la gestación conlleva cambios fisiológicos y físicos que implica consideraciones específicas durante el manejo de la vía aérea, y las predispone a mayor riesgo de lesiones por trauma directo como sangrados y hematomas, y complicaciones principalmente relacionadas con la demanda y aporte de oxígeno.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Incentivar a las universidades tanto públicas como privadas que imparten la carrera de Medicina y Cirugía y la carrera de Emergencias Médicas Prehospitalarias y Rescate en Costa Rica, la implementación de planes o programas de prácticas simuladas bajo supervisión estricta de personal médico especializado en intubación endotraqueal a lo largo de varios cursos de pregrado, donde se les brinden mayores competencias a los estudiantes con al menos 30 sesiones de simulación de mediana y alta fidelidad como práctica que permitan una mayor adquisición de capacidades teórico-prácticas, destreza motora y confianza personal a la hora de enfrentarse a la realidad de los escenarios médicos de emergencia.
- Durante la etapa de formación de pregrado en el transcurso del internado rotatorio universitario, tanto del bloque de medicina interna como de cirugía de la carrera de Medicina y Cirugía, definir como requisito mínimo procedimental en ambos bloques realizar al menos 5 intubaciones endotraqueales bajo supervisión estricta de personal médico especializado que permitan una mayor adquisición de capacidades y habilidades a la hora de enfrentarse a la realidad de los escenarios médicos de emergencia.

- La estandarización de un protocolo de intubación endotraqueal para el manejo de vía aérea avanzada: se debe realizar una revisión exhaustiva de todas las guías internacionales tomando las mejores recomendaciones y consideraciones de cada una de ellas que pueda ser extrapolable a nuestra población según características socio-demográficas, principalmente de las utilizadas en Estados Unidos por la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) y en Europa del Royal College of Anaesthetists que incluye las guías de la Difficult Airway Society (DAS), Association of Anaesthetists y el Resuscitation Council UK; para la confección de un protocolo nacional que pueda ser implementado en Costa Rica a la mayor brevedad posible, así como lo han hecho ya muchos países del Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, México, España, Australia, Países Bajos, Francia, Chile, Brasil, etc.
- El protocolo debe contener una lista de pasos a seguir y de revisiones previas, como paso primario debe de hacerse la definición de roles de las personas que poseen la capacidad de acción, la explicación en casos que exista la disponibilidad al paciente lo que está aconteciendo y el procedimiento que se debe realizar, debe de hacerse un chequeo de insumos, monitorización de signos vitales, colocación de vías venosas periféricas, correcta colocación y posición del paciente para extensión cervical y alineamiento de ejes oral, faríngeo y laríngeo, optimización del estado del paciente, técnicas de pre-oxigenación adecuadas, chequeo de la medicación a utilizar, técnicas de oxigenación de rescate, uso de escalas de estratificación de vía aérea difícil, definición de planes según dificultad de la vía aérea y planes de rescate (plan A, plan B, plan C, etc.).

- En el reforzamiento de la salud pública en Costa Rica, se debe hacer una distribución nacional del protocolo en cada centro de atención de salud y dotar del equipo requerido para el correcto abordaje de los pacientes, ya que en muchas ocasiones los EBAIS y Áreas de Salud no cuentan con los insumos necesarios o se encuentran en mal estado.
- Toda colocación de tubo endotraqueal debe ser ejecutada por un profesional debidamente incorporado ante el colegio profesional respectivo, cuyas competencias mínimas sean demostrables para la disminución del riesgo de complicaciones relacionadas con el manejo de la vía aérea.
- A nivel de atención primaria de la Caja Costarricense del Seguro Social y empresa privada subcontratada para la administración de los Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS) y Áreas de Salud, se debe brindar soporte y capacitación constante de manejo básico y avanzado de la vía aérea mediante espacios de educación médica continua tanto al personal médico como enfermería, sobre el recurso humano y materiales con los que se cuentan en el establecimiento, el nombre del equipo y sus componentes, el uso correcto del equipo y suministros médicos, así como la recreación simulada de escenarios potencialmente tratables en el servicio de salud como primera respuesta de emergencia ante la llegada de pacientes en condiciones graves.

## BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, K., Durán, P., & Villalobos, E. (2022) Fármacos inductores y paralizantes: una actualización en secuencia rápida de intubación. *Rev. méd. sinerg.* Vol 7. Num 3. <https://doi.org/10.31434/rms.v7i3.774>

Badia, M., Montserrat, N., Serviá, L., Baeza, I., Bello, G., Vilanova, J., Rodríguez, S., & Trujillano, J. (2015) Complicaciones graves en la intubación orotraqueal en cuidados intensivos: estudio observacional y análisis de factores de riesgo. *Rev. Medicina Intensiva de la Sociedad Española:* 26-33. <https://doi:10.1016/j.medin.2014.01.003>

Berkow, L. (2024) Complications of airway management in adults. UpToDate. [Internet] [Recuperado el 16 de octubre de 2024]. Disponible en: [https://www.uptodate.com/contents/complications-of-airway-management-in-adults/print?search=intubaci%C3%B3n%20complicaciones&source=search\\_result&selectedTitle=2%7E150&usage\\_type=default&display\\_rank=2](https://www.uptodate.com/contents/complications-of-airway-management-in-adults/print?search=intubaci%C3%B3n%20complicaciones&source=search_result&selectedTitle=2%7E150&usage_type=default&display_rank=2)

Butler, K., & Winters, M. (2022) The Physiologically Difficult Intubation. *Emergency Medicine Clinics of North America.* Volume 40, Issue 3. 615-627 <https://doi.org/10.1016/j.emc.2022.05.011>

Cabezas C., Cardemil M., & Cabezas L. (2015). Tumores del espacio parafaríngeo: Revisión del tema. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 75(2), 187–194. <https://doi:10.4067/s0718-48162015000200016>

Castillo, A., Gallo, S., & Villalobos, G. (2020) Secuencia rápida de intubación rápida: una revisión de la literatura. Rev. méd. sinerg. Vol 5. Num 11. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i11.609>

Castro, H., Wainstein, E., Roza, O., & Las Heras, M. (2019). Síndrome de Mounier-Kuhn. Atención Primaria. ELSEVIER 7;52(2): 133–134. <https://doi:10.1016/j.aprim.2019.02.01>

Cázares, J., Torres, C., & García, M. (2021) «Concordancia de la valoración de vía aérea por ultrasonido versus escalas tradicionales y su relación con complicaciones de la intubación orotraqueal». Acta médica Grupo Ángeles 19, N° 4: 501-5. <https://doi.org/10.35366/102535>.

Choi, HJ., Je, SM., Kim, JH., & Kim, E. (2012) The factors associated with successful paediatric endotracheal intubation on the first attempt in emergency departments: A 13-emergency-department registry study. Resuscitation 83: 1363-1368.

Daniel, M., Fohlen, B., Lebrun, M., Ferrier, S., & Cholley, B. (2021) Intubación: técnicas, indicaciones, equipo, complicaciones. EMC - Otorrinolaringología. Elsevier. Volume 50, Issue 3: 1-19. [https://doi.org/10.1016/S1632-3475\(21\)45400-7](https://doi.org/10.1016/S1632-3475(21)45400-7).

de Treacher Collins. Revista Chilena de Anestesia; 48: 123-128. <https://doi:10.25237/revchilanestv48n02.06>

Díaz, L., Barroso, S., Chico, R., & Gómez, A. (2010). La monitorización capnográfica en la parada cardiaca extrahospitalaria. Revista Científica de la Sociedad Española De Medicina De Urgencias y Emergencias. 22:345-8

Encinas, P., Mónica, C., Portela J., & Ley, L. (2019). «Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil». *Acta médica Grupo Ángeles* 17, N.º 3: 211-17.

Galván, Y., & De los Monteros, I. (2013). Manejo de vía aérea difícil. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 36(1). S312-S315.

García, H., & Gutiérrez, S. (2015) Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. *Revista mexicana de anestesiología*. Vol. 38. No 2. 98-107.

García, H., Valencia, O., López, R., & Gutiérrez, S. (2014) Anatomía de la vía aérea para el broncoscopista. Una aproximación a la anestesia. *ELSEVIER. Colombian Journal of Anesthesiology*. Vol 42, Num 3. 192-198 <https://doi.org/10.1016/j.rca.2014.02.001>

Gómez, M., Gaitini, L., Matter, I., & Somri, M. (2018) Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. Vol. 65, Issue 1: 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2017.07.009>.

Gómez, M., Sastre, J., Onrubia, X., López, T., Abad, A., Casan, R., Gómez, D., Garzón, J., Martínez, V., Casalderrey, M., Fernández, M., Martínez, E., Martín, R., Reviriego, L., Gutiérrez, U., García, J., Serrano, A., Rodríguez, L., Camacho, C., Espinosa, S., Fandiño, J., Vázquez, M., Mayo, M., Parente, P., Sistiaga, J., Bernal, M., & Charco, P. (2024). Guía de la Sociedad Española De Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor (SEDAR), Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) y Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (SEORL-CCC) para el manejo de la vía aérea difícil. Parte I. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. Volume 71, Issue 3. 171-206. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2023.08.002>.

Goubaux, B. (2019). «Anestesia del paciente adulto obeso». EMC - Anestesia-Reanimación 45, N.º 1: 1-12. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(18\)41554-X](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(18)41554-X).

Guiracocha, J., Ortiz, A., León, L., & Bellorin, C. (2022). Vía Aérea Dificil. RECIAMUC, 6(1), 348-358. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.348-358](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.348-358)

Guzmán, D., Reyes, B. & Quiroga, S. (2018) Revisión bibliográfica sobre síndrome

Hernández, M., Panés, M., Soriano, M., Campos, S., Leal, P., & Mainar M. (2024) Complicaciones intubación orotraqueal. Revista sanitaria de investigación. Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España.

Higgs, A., McGrath, B., Goddard, C., Rangasami, J., Suntharalingam, G., Gale, R., & Cook, T. (2018). Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults British. Journal of Anaesthesia, Volume 120, Issue 2, 323 – 352.

Hughes, J., & Bates, D. (2003) Historical review: the carbon monoxide diffusing capacity (DLCO) and its membrane (DM) and red cell (Theta.Vc) components. Respir Physiol Neurobiol.;138(2- 3):115-142.

Huitrón, A., Athié, J., & Martínez, V. (2016) Tiempo de intubación entre laringoscopios. Revista SCIELO. México. Acta méd. Grupo Ángeles. Vol.14 No.3

Jaber, S., Aziz, M., & Jorke, S. (2021). Complicaciones mayores peri-intubación en pacientes críticamente enfermos: El estudio INTUBE. Journal of Critical Care. 65, 103-110. <https://doi:10.1016/j.jcrc.2021.07.012>

Jardim, G., Rezek, A., Romanholo, M., Pires, P., Cavalcante, M., & Ameloti, M. (2015) Estenosis Subglótica Adquirida en recién nacido sin factores de riesgo tratado por Laringoplastía. *Residencia Pediátrica. Sociedad Brasileña de Pediatría* 5(3):139-141.

Joseph, T., Gal, J., DeMaria, S., Lin, H., & Levine, A. (2016) A retrospective study of success, failure, and time needed to perform awake intubation. *Anesthesiology* 125: 105-114.

Kovacs G., & Sowers N. (2021) Airway Management in Trauma. *Emergency Medicine Clinics of North America*. Elsevier. Volume 36, Issue 1: 61-84.  
<https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.006>

Largo, M., & Carrera, R. (2023). Predicción de la vía aérea difícil mediante las escalas Mallampati y Cormack-Lehane durante anestesia general en cirugías de emergencia. *MQRInvestigar*, 7(3), 3365–3378.  
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.3365-3378>

López, R., & Pérez, M. (2020). Epiglotitis aguda del adulto, entidad todavía no erradicada y potencialmente mortal. *Revista Electrónica AnestesiaR*, 11(3), 1.  
<https://doi.org/10.30445/rear.v11i3.729>

Martín, A. (2020). Vía aérea difícil imprevista, evitable: ¿Por qué falla la transmisión de la información crítica de una vía aérea difícil? ¿Estamos haciendo bien las cosas?. *Revista Electrónica AnestesiaR*, 10(9), 3. <https://doi.org/10.30445/rear.v10i9.656>

Martin, L., Mhyre, J., Shanks, A., Tremper, K., & Kheterpal, S. (2011) 3,423 emergency tracheal intubations at a university hospital airway outcomes and complications. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol* 114: 42-48.

Mlcak, R. (2024) Inhalation injury from heat, smoke, or chemical irritants. UpToDate. [Internet] [Recuperado el 16 de octubre de 2024]. Disponible en: [https://www.uptodate.com/contents/inhalation-injury-from-heat-smoke-or-chemical-irritants?search=lesiones+v%C3%ADa+a%C3%A9rea+por+inhalacion&source=search\\_result&selectedTitle=1%7E150&usage\\_type=default&display\\_rank=1](https://www.uptodate.com/contents/inhalation-injury-from-heat-smoke-or-chemical-irritants?search=lesiones+v%C3%ADa+a%C3%A9rea+por+inhalacion&source=search_result&selectedTitle=1%7E150&usage_type=default&display_rank=1)

Moll, V. (2023) Intubación traqueal. Manual MSD. [Internet] [citado el 13 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/intubaci%C3%B3n-traqueal?rulerredirectid=757>

Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018) Revisión Sistemática: definición y nociones básicas. SCIELO. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral Vol. 11(3); 184-186. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>

Moreno, R., Caprotta, G., Jaén, R., Araguas, J., & Pacheco, P. (2006) Intubación endotraqueal: Complicaciones inmediatas en dos unidades de cuidados intensivos pediátricos. Arch Argent Pediatr 104: 15-22.

Núñez, P., García, C., Morán, V., & Jasso, L. (2016). Macroglosia congénita: características clínicas y estrategias de tratamiento en la edad pediátrica. Boletín médico del Hospital Infantil de México, 73(3), 212-216. <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2016.03.003>

Palacios, D., Morales, A., & Paredes, P. (2024). Valoración de vía aérea para predecir dificultad de intubación en adultos: Artículo de Revisión. *Ciencia Ecuador*, 6(25), 12-23. <https://doi:10.69825/cienec.v6i25.216>

Pampín, F. (2018) Manejo de la Vía Aérea Difícil. Parte I: Introducción, Anatomía básica de la aérea y Secuencia Rápida de Intubaciónvía. Proyecto Lumbre: Revista Multidisciplinar de Insuficiencia Cutánea Aguda, (16), 22-46.

Pérez, J., Martínez, O., & Pérez O. (2021) Malformaciones Congénitas de la Vía Aérea. Congreso Internacional de Ciencias Básicas Biomédicas (CIBAMANZ). Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Manzanillo, Cuba.

Pollard, R., Wagner, M., Grichnik, K., Clyne, B., & Habib, A. (2017). Prevalence of difficult intubation and failed intubation in a diverse obstetric community-based population. *Current Medical Research and Opinion*, 33(12), 2167–2171. <https://doi:10.1080/03007995.2017.1354289>

Quirós, P., & Calderón, I. (2022). Inducción de secuencia rápida.: Revisión bibliográfica. *Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos*, 6(3), 17–26. <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v6i3.377>

Rodríguez, A., & Ovalle, J. (2022) Malformaciones de Vía Aérea Congénita en un Adulto. *Revista Médica del Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala*. Vol. 161. N° 3. <https://doi.org/10.36109/rmg.v161i3.511>

Rodríguez, J., Melo, P., Enriquez, D., Arteaga, J., García, E., & Higuera, L. (2018) Frecuencia de Complicaciones en el Manejo de la vía Aérea: Revisión Sistemática de la Literatura. *iMedPub Journals*. Vol. 14 No. 4:7 <https://doi:10.3823/1405>

Rojas, J., Zapién, J., Athié, J., Chávez, I., Bañuelos, G., López, L., & Martínez, Y. (2017). Manejo de la vía aérea. *Rev Mex Anest*. Vol 40. Supl. 1: 287-292.

Santos, J., Viveros, P., Duque, V., Álvarez, M., Fernández, A., Justel, M., & Alonso, M. (2022) Programa de formación continuada en pediatría. Órgano de Expresión de la Sociedad Española de Pediatría y Atención Primaria. Vol. 26. Num. 7.

Tikka, T., & Hilmi, O. (2019). Upper airway tract complications of endotracheal intubation. *British Journal of Hospital Medicine*, 80(8), 441–447. doi:10.12968/hmed.2019.80.8.441

Tovar, S., Rosales, N., Riva, A., & Gómez, G. (2023). Origen y evolución de una vía aérea permeable. *Revista mexicana de anestesiología*, 46(2), 149-152. <https://doi:10.35366/110205>

Vázquez, H. (2017). Patologías asociadas a la vía aérea difícil. *Anest. Méx.* Vol 29 (Suppl No.1): 9-29.

Viejo, R., Galván, E., Parra, S., Cabrejas, A., Merchán, B., Jiménez, J., & Pablo, R. (2021) *Revista Científica de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*. 33:447-4

Zakaria, M., Che, N., & Tan, M. (2023). Associated Factors of In-hospital Mortality among Intubated Older Adults in Emergency Department; a Cross-sectional Study. *Archives of Academic Emergency Medicine*, 11(1), e16. <https://doi.org/10.22037/aaem.v11i1.1613>

Zhang, M., Minhas, K., & Duggan, L. (2015) 104 complications related to multiple endotracheal intubation attempts in the emergency department. *Ann Emerg Med* 66: S36-S37.

Zumbana, F., Meza, M., Vásquez, G., Masache, B., Ortiz, P., & Trujillo, D. (2024). Actualización en el manejo de la vía aérea difícil: Artículo de revisión. *LATAM Revista*

Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades 5 (6), 330 – 341.

<https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3011>

## ABREVIATURAS

**µm:** Micrómetros

**aCh:** Acetilcolina

**ASA:** Asociación Americana de Anestesiólogos

**ASA-PS:** American Society of Anesthesiologists Physical Status

**BNM:** Bloqueo neuromuscular

**cm:** Centímetros

**cm<sup>3</sup>:** Centímetros cúbicos

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono

**CPAM:** Malformación congénita de la vía aérea pulmonar

**CPT:** Capacidad pulmonar total

**CRF:** Capacidad residual funcional

**CV:** Capacidad vital

**DAS:** Difficult Airway Society

**DEM:** Distancia esternomentoniana

**DI:** Distancia interinsicivos

**Dra:** Doctora

**DTM:** Distancia tiromentoniana

**EBAIS:** Equipos Básicos de Atención Integral en Salud

**Etc:** Etcétera

**ETCO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono al final de la espiración

**Fr:** Frecuencia respiratoria

**GABA:** Ácido gamma-aminobutírico

**HH:** Hueso hioides

**HTA:** Hipertensión arterial

**ID:** Intubación difícil

**IMC:** Índice de masa corporal

**IPID:** Índice de intubación difícil

**IT:** Intubación traqueal

**iv:** Intravenoso

**kg:** Kilogramo

**kPa:** Kilopascal

**mcg:** Microgramo

**mEq:** Miliequivalente

**mg:** Miligramo

**ml:** Mililitro

**mm:** Milímetro

**mmHg:** Milímetros de mercurio

**msnm:** Metros sobre el nivel del mar

**NANC:** Sistema no adrenérgico-no colinérgico

**NASH:** Esteatohepatitis no alcohólica

**NINO:** No intubable-no oxigenable

**NMDA:** N-metil-D-aspartato

**NO:** Óxido nítrico

**OM:** Obesidad mórbida

**PA:** Presión alveolar

**PaCO<sub>2</sub>:** Presión parcial de dióxido de carbono

**PAM:** Presión arterial media

**Pins:** Presión pulmonar intersticial

**Ppa:** Presión de la arteria pulmonar

**Ppv:** Presión venosa pulmonar

**PRISMA:** Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

**PVC:** Cloruro de polivinilo

**PVR:** Resistencia vascular pulmonar

**SRI:** Secuencia rápida de intubación

**TET:** Tubo endotraqueal

**UCI:** Unidad de Cuidados Intensivos

**UMMC:** Centro Médico de la Universidad de Malaya

**US:** Ultrasonido

**V/Q:** Relación ventilación-perfusión

**Va:** Ventilación alveolar

**VA:** Vía aérea

**VAD:** Vía aérea difícil

**Vd:** Espacio muerto ventilado

**Vm:** Ventilación minuto

**VPH:** Virus del Papiloma Humano

**VR:** Volumen residual

**VRE:** Volumen de reserva espiratorio

**Vt:** Volumen corriente

## **ANEXOS**

**ANEXO N°1**  
**ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS PUBMED**

<u>Fecha de búsqueda</u>	<u>Terminología completa de búsqueda</u>	<u>Filtro</u>
08/10/2024	<p>(((endotracheal intubation [Title/Abstract]) OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(((endotracheal complications [Title/Abstract]) OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(adultos [Title/Abstract]) AND (manejo vía aérea [Title/Abstract])</p> <p>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</p> <p>(intubación endotraqueal [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract])</p> <p>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (manejo vía aérea [Title/Abstract])</p>	Full text

	<p><i>(manejo vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(comorbilidades [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (comorbilidades [Title/Abstract])</i></p>	
--	--	--

Fuente: elaboración propia, 2024.

**ANEXO N°2**  
**ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS SCIELO**

<u>Fecha de búsqueda</u>	<u>Terminología completa de búsqueda</u>	<u>Filtro</u>
09/10/2024	<p>(((endotracheal intubation [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(((endotracheal complications [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract])) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(adultos [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]) (intubación endotraqueal [Title/Abstract] AND (adultos [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract])</p>	Full text

	<p><i>(manejo vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(comorbilidades [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (comorbilidades [Title/Abstract])</i></p>	
--	--	--

Fuente: elaboración propia, 2024.

**ANEXO N°3**  
**ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS SCIENCEDIRECT**

<u>Fecha de búsqueda</u>	<u>Terminología completa de búsqueda</u>	<u>Filtro</u>
10/10/2024	<p>(((endotracheal intubation [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract]) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(((endotracheal complications [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract]) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(adultos [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]) (intubación endotraqueal [Title/Abstract] AND (adultos [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract])</p>	Full text

	<p><i>(manejo vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(comorbilidades [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (comorbilidades [Title/Abstract])</i></p>	
--	--	--

Fuente: elaboración propia, 2024.

**ANEXO N°4**  
**ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS COCHRANE**

<u>Fecha de búsqueda</u>	<u>Terminología completa de búsqueda</u>	<u>Filtro</u>
10/10/2024 11/10/2024	<p>(((endotracheal intubation [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract]) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(((endotracheal complications [Title/Abstract] OR (orotraqueal intubation [Title/Abstract])) AND (air way management [Title/Abstract])) AND (intubation complications [Title/Abstract])) AND (adults [Title/Abstract]) NOT (children [Title/Abstract])</p> <p>(adultos [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract]) (intubación endotraqueal [Title/Abstract] AND (adultos [Title/Abstract]) (complicaciones vía aérea [Title/Abstract] AND (manejo vía aérea [Title/Abstract])</p>	Full text

	<p><i>(manejo vía aérea [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (adultos [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(comorbilidades [Title/Abstract]) AND (intubación endotraqueal [Title/Abstract])</i></p> <p><i>(complicaciones vía aérea [Title/Abstract]) AND (comorbilidades [Title/Abstract])</i></p>	
--	--	--

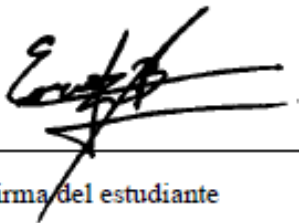
Fuente: elaboración propia, 2024.

**ANEXO N°5**  
**DECLARACIÓN JURADA**

**DECLARACIÓN JURADA**

Yo Erick Zamora Barrientos, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 207470298 egresado de la carrera de Medicina y Cirugía de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Medicina y Cirugía, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: “Complicaciones en el Manejo de la Vía Aérea Durante el Proceso de Intubación Endotraqueal”, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 15 días del mes de Abril del año dos mil veinticinco (2025).



Firma del estudiante

Cédula: 207470298

## ANEXO N°6 CARTA DEL TUTOR

San José, Lunes 21 de abril de 2025

Señores

Departamento de Servicios Estudiantiles

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante ERICK ZAMORA BARRIENTOS, cédula de identidad número 207470298, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación el trabajo de **COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL RELACIONADO CON COMORBILIDADES, REVISIÓN SISTEMÁTICA 2015-2024.**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Medicina y Cirugía. He verificado que se ha incluido las observaciones y hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría; y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

Los resultados obtenidos por el postulante implican la siguiente calificación:

A.	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	30%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
F.	TOTAL		97

Por consiguiente, se avala el traslado de la tesis al proceso de lectura

Atentamente

KAREN PATRICIA JARA ZUÑIGA  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por  
KAREN PATRICIA JARA  
ZUÑIGA (FIRMA)  
Fecha: 2025.04.21 17:52:5  
-06'00'

Dra. Karen Jara Zúñiga

COD. 13226

**ANEXO N°7**  
**CARTA DEL LECTOR**

San José, 30 de abril de 2025

Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana  
Presente


Estimados señores:

El estudiante **Erick Zamora Barrientos**, cédula de identidad número **207470298**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **"COMPLICACIONES EN EL MANEJO DE LA VIA AEREA DURANTE EL PROCESO DE INTUBACION ENDOTRAQUEAL RELACIONADO CON COMORBILIDADES, REVISION SISITEMACA 2015-2024"**.

El cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía. He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y, la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones esenciales correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con los requisitos para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Dra. María Fernanda Álvarez Pineda  
Céd. 2-0721-0894  
Cód. 15636

**ANEXO N°8  
AVAL DE PUBLICACIÓN**

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLÓGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA  
CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y  
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN**

San José, 30 de abril de 2025

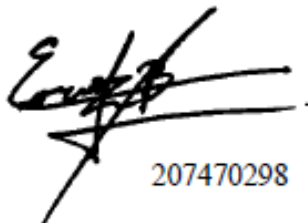
Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Erick Zamora Barrientos con número de identificación 207470298 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Complicaciones en el Manejo de la Vía Aérea Durante el Proceso de Intubación Endotraqueal", presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Medicina y Cirugía, (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



207470298

Firma y Documento de Identidad

## **LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

### **Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional**

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.