

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: MEDICO Y CIRUJANO
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN



**“PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACION PREANESTESICA
EN PACIENTES ADULTOS”**

TESIS: MONOGRAFÍA MÉDICA
**PRESENTADA A LAS AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN
MARCOS**

POR:

LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ
**PREVIO A CONFERIRSELE EL TÍTULO DE MEDICO Y CIRUJANO EN EL GRADO
DE LICENCIATURA**

ASESOR:
DRA. KAREEN MARISOL GUEVARA OROZCO.
ANESTESIÓLOGA.
COLEGIADO NO. 13,114

REVISOR:
DRA. GLORIA BONIFILIA FUENTES OROZCO.
PEDIATRA
COLEGIADO NO. 22,204

COORDINADOR DE COTRAG
PHD. DR. JUAN JOSÉ AGUILAR SANCHEZ.
EXPERTO EN INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN
COLEGIADO ACTIVO 2 343

SAN MARCOS, MARZO DE 2025.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE MEDICO Y CIRUJANO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO

Director:	MsC. Juan Carlos López Navarro
Secretario consejo directivo:	Licda. Astrid Fabiola Fuentes M.
Representante docente:	Ing, Agr. Roy Walter Villacinda M.
Representante estudiantil:	Lic. Oscar Alberto Ramírez Monzón
Representante estudiantil:	Br. Luis David Corzo Rodríguez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

MIEMBROS DE LA COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico	PhD. Dr. Robert Enrique Orozco Sánchez
Coordinador Carrera de Técnico en Producción Agrícola e Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible.	Ing. Agr. Carlos Antulio Barrios Morales
Coordinador Carrera de Pedagogía y Ciencias de la Educación.	Lic Heliuv Edilzar Vásquez Navarro
Coordinadora Carrera de Trabajo Social, Técnico y Licenciatura.	Licda. Aminta Esmeralda Guillén Ruiz
Coordinador Carrera Administración de Empresas, Técnico y Licenciatura.	Ing. Víctor Manuel Fuentes López
Coordinador Carrera de Abogado y Notario y Licenciatura en Ciencias Políticas y Sociales.	Lic. Mauro Estuardo Rodríguez Hernández
Coordinador Carrera Médico y Cirujano	Dr. Byron Geovany García Orozco
Coordinador Pedagogía Extensión Malacatán	Lic. Nelson de Jesús Bautista López
Coordinadora Extensión Malacatán	Licda. Julia Maritza Gándara González
Coordinadora Extensión Tejutla	Licda. Mirna Lisbet de León Rodríguez
Coordinador Extensión Tacaná	Lic. Marvin Evelio Navarro Bautista

Coordinador Instituto de
Investigación CUSAM

PhD. Dr. Robert Enrique Orozco
Sánchez

Coordinador Área de Extensión

Lic. Mario René Requena

Coordinador Carrera de
Ingeniería Civil

Ing. Oscar Ernesto Chávez Ángel

Coordinador Carrera Contaduría
Pública y Auditoría

Lic. Carlos Edelmar Velásquez
González

Coordinador Carrera de
Profesorado en Primaria Bilingüe
Intercultural

Lic. Danilo Alberto Fuentes Bravo

Coordinador Carrera de
Sociología, Ciencias Políticas y
Relaciones Internacionales

Lic. Yovani Alberto Cux Chan

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO

Coordinador de la Carrera	Dr. Byron Geovany García Orozco
Coordinación área de Ciencias Básicas	Ing. Genner Alexander Orozco González
Coordinación área de Ciencias Sociales	Licda. María Elisa Escobar Maldonado
Coordinación área de Investigación	PhD. Dr. Juan José Aguilar Sánchez
Coordinación área de Ciencias Clínicas	Dra. Gloria Bonifilia Fuentes Orozco

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente	PhD. Dr. Juan José Aguilar Sánchez.
Secretaria	Licda. María Elisa Escobar Maldonado.
Vocales	Ing. Genner Alexander Orozco González. Dr. Manglio Alejandro Ruano Ruiz. Dra. María Elena Solórzano de León. Dra. María Rebeca Bautista Orozco. Dra. Damaris Hilda Juárez Rodríguez. Dra. María de los Ángeles Navarro Almengor. Dr. Milgen Herminio Tul Velásquez. Dra. Jenny Vanessa Orozco Mínchez. Ing. Agr. Roy Walter Villancinda Maldonado. Dra. Gloria Bonifilia Fuentes Orozco. Dra. Yenifer Lucrecia Velásquez Orozco. Dr. José Manuel Consuegra López. Dr. Allan Cristian Cifuentes López. Dra. Lourdes Karina Orozco Godínez. Dr. Miguel Ángel Velásquez Orozco. Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez Dr. José Roberto Sandoval Rosales.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

TRIBUNAL EXAMINADOR

Director:	MsC. Juan Carlos Lòpez Navarro
Coordinador académico:	PhD. Robert Enrique Orozco Sánchez
Coordinador de la carrera de médico y Cirujano:	Dr. Byron Geovani García Orozco
Asesora:	Dra Kareen Marisol Guevara Orozco
Revisora:	Dra. Gloria Bonifilia Fuentes Orozco



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de San Marcos

San Marcos, 20 de Enero de 2025

Integrantes de la Comisión de Trabajos de Graduación

COTRAG

Carrera: Medico y Cirujano

Centro Universitario de San Marcos

San Marcos.

De manera atenta y cordial me dirijo a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Aprovecho esta oportunidad para informarles que en calidad de asesora del presente trabajo de graduación titulado **“PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACIÓN PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS”**, del cual he revisado de forma minuciosa y detallada dando **DICTAMEN FAVORABLE** de acuerdo al reglamento de revisión de COTRAG, de la carrera de médico y cirujano, realizado por la estudiante Laura Lucía de León Rodríguez, carné universitario 201244343, remitiendo el mismo para su trámite correspondiente y demás procesos de graduación en esta prestigiosa carrera del CUSAM-USAC.

Al agradecer su fina atención y buena consideración a la misma, sin otro particular me suscribo atentamente


DOCTORA
Kareen Guevara Orozco
ANESTESIOLOGA
COLEGIADO No. 13,114
Dra. Kareen Marisol Guevara Orozco
Asesora de Tesis
Colegiado No. 13,114
Anestesióloga



San Marcos, 04 de Febrero de 2025

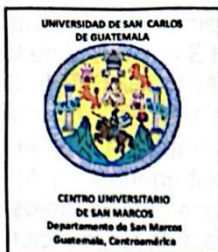
**Integrantes de la Comisión de Trabajos de Graduación
COTRAG
Carrera: Médico y Cirujano
Centro Universitario de San Marcos
San Marcos.**

De manera atenta y cordial me dirijo a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Aprovecho esta oportunidad para informarles que en calidad de revisora del presente trabajo de graduación titulado **“PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACIÓN PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS”**, del cual he revisado de forma minuciosa y detallada dando **DICTAMEN FAVORABLE** de acuerdo al reglamento de revisión de COTRAG, de la carrera de médico y cirujano, realizado por la estudiante Laura Lucía de León Rodríguez, carné universitario 201244343, remitiendo el mismo para su trámite correspondiente y demás procesos de graduación en esta prestigiosa carrera del CUSAM-USAC.

Al agradecer su fina atención y buena consideración a la misma, sin otro particular me suscribo atentamente


Dra. Gloria B. Fuentes Orozco
Revisora de Tesis
Colegiado No. 22,204
Pediatra



LA INFRASCRITA SECRETARIA DEL COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN, DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO, DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CERTIFICA: LOS PUNTOS: PRIMERO, SEGUNDO, TERCERO, CUARTO, QUINTO, SEXTO Y SÉPTIMO DEL ACTA No. 002-2025, LOS QUE LITERALMENTE DICEN:

ACTA No. 2-2025

En la ciudad de San Marcos, siendo las catorce horas, del día viernes veintiuno de febrero del año dos mil veinticinco, reunidos en el salón Pérgolas del Restaurante Cotzic de la Ciudad de San Marcos, para llevar a cabo la actividad académica de Presentación de Seminario 2 convocada por la Comisión de Trabajos de Graduación -COTRAG- de la Carrera de Médico y Cirujano, del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, integrados de la siguiente manera: Ing. Agr. Juan José Aguilar Sánchez, PRESIDENTE e integrante de la terna de evaluación y quién suscribe Licda. María Elisa Escobar Maldonado, SECRETARIA, que de ahora en adelante se le denominará COTRAG; además, integrantes de la terna evaluadora: Dra. Dámaris Hilda Juárez Rodríguez, Dra. María Rebeca Bautista Orozco y Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez; la estudiante **LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ**, quien se identifica con el número de carnet dos mil doce, cuarenta y cuatro mil, trescientos cuarenta y tres (**201244343**), para motivos de la presente se le denominará SUSTENTANTE; Dra. Kareen Marisol Guevara Orozco, que actúa como ASESORA y Dra. Gloria Bonifilia Fuentes Orozco, que actúa como REVISORA del Trabajo de Graduación, respectivamente. Con el objeto de dejar constancia de lo siguiente: **PRIMERO:** Establecido el quórum y la presencia de las partes involucradas en el proceso de la presentación del Seminario 2 de la SUSTENTANTE **LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ**, previo a autorizar el Informe Final del Trabajo de Graduación, denominado: **"PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACION PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS"** **SEGUNDO:** APERTURA: El presidente de la COTRAG procedió a dar la bienvenida a los presentes y a explicar los motivos de la reunión y los lineamientos generales del Seminario 2 a la SUSTENTANTE y entrega a los miembros de la terna evaluadora la guía de calificación. **TERCERO:** La SUSTENTANTE presenta el título del Trabajo de Graduación: **"PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACION PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS"**; presenta la hoja de vida de su asesora y revisora y explica las razones de cómo elaboró el título de su trabajo de graduación, el video de aproximación al problema, árbol de problemas, causas directas, explica los ocho capítulos que contiene la monografía médica, luego presenta el análisis de sus resultados, metodología del trabajo, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. Cada uno de los aspectos fue presentado de manera ordenada y coherente. **CUARTO:** Luego de escuchar a la SUSTENTANTE, El PRESIDENTE de la COTRAG, sugiere a los integrantes de la terna evaluadora someter a interrogatorio a la SUSTENTANTE, Dra. Dámaris Hilda Juárez, felicita a la SUSTENTANTE, pero considera su informe necesita hacer varias correcciones, las cuales anotó en el ejemplar, y considera que las conclusiones no responden a los objetivos; Dra. María Rebeca Bautista Orozco, considera que a las conclusiones les falta contenido y explicaciones teóricas; el Dr. Leonel José Almengor, felicita a la SUSTENTANTE y realiza varias observaciones en el marco metodológico y considera que debe de mejorarse el capítulo nueve, ya que la interpretación y análisis tienen vacíos teóricos. La ASESORA felicita a la SUSTENTANTE sobre todo porque es un problema frecuente y que se necesitan tener protocolos que permitan una intervención inmediata y eficaz; la REVISORA felicita a la SUSTENTANTE e indica de la importancia de la investigación y el apoyo que dará para realizar las correcciones. El PRESIDENTE, manifiesta que deben de hacerse correcciones sugeridas

por la COTRAG. **QUINTO:** El PRESIDENTE de la COTRAG, solicita a los miembros de la terna evaluadora la boleta de evaluación para verificar la calificación obtenida en el Seminario 2 de la SUSTENTANTE para trasladar la nota final y deliberar sobre la APROBACIÓN O REPROBACIÓN del Informe Final de Seminario 2 de Graduación de la SUSTENTANTE. En ese momento, los miembros de la TERNA DE EVALUACIÓN entregan los ejemplares con las correcciones sugeridas. Dichas observaciones y recomendaciones son entregadas en los ejemplares del informe final a la SUSTENTANTE para que proceda a hacer los cambios. **SEXTO:** Se informa a la SUSTENTANTE, ASESORA y REVISORA del Trabajo de Graduación que la calificación asignada es de SESENTA Y DOS PUNTOS (62) por lo tanto, se da por APROBADO el Seminario 2. Sin embargo, se le comunica a las partes que previo a la autorización del informe final para solicitar orden de impresión, deberá hacer los cambios respectivos, que deben ser discutidos, revisados, presentados y autorizados por la ASESORA y REVISORA del Trabajo de Graduación y comunicárselo inmediatamente a la COTRAG. La ASESORA y REVISORA hacen las anotaciones correspondientes y agradecen por los aportes realizados al estudio y felicitan a la SUSTENTANTE por el resultado obtenido. **SÉPTIMO:** En base al artículo 56 del Normativo para la Elaboración de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de San Marcos, el PRESIDENTE de la COTRAG le indica a la SUSTENTANTE que fue APROBADO EL SEMINARIO 2 de LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ, titulado "PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACION PREANESTÉSICA EN PACIENTES ADULTOS". Por lo cual, se AUTORIZA realizar los trámites correspondientes para la aprobación de la orden de impresión del informe final de graduación y trámites de graduación, previamente deberá realizar los cambios sugeridos. Concluyó la reunión en el mismo lugar y fecha, una hora después de su inicio, previa lectura que se hizo a lo escrito y enterados de su contenido y efectos legales, aceptamos, ratificamos y firmamos. DAMOS FE.

(FS) ilegibles Laura Lucía de León Rodríguez, Dra. Kareen Marisol Guevara Orozco, Dra. Gloria Bonifilia Fuentes Orozco, Dra. Dámaris Hilda Juárez Rodríguez, Dra. María Rebeca Bautista Orozco, Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez, Ing. Juan José Aguilar Sánchez y Licda. María Elisa Escobar Maldonado.

A SOLICITUD DE LA INTERESADA SE EXTIENDE, FIRMA Y SELLA LA PRESENTE CERTIFICACIÓN DE ACTA, EN UNA HOJA DE PAPEL MEMBRETADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO, EN LA CIUDAD DE SAN MARCOS, A TRES DÍAS DEL MES DE MARZO DEL AÑO DOS MIL VEINTICINCO.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Licda. María Elisa Escobar Maldonado
Secretaria Comisión de Trabajos de Graduación



CC. archivo

ESTUDIANTE: LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ
CARRERA: MÉDICO Y CIRUJANO.
CUSAM, Edificio.

Atentamente transcribo a usted el Punto **QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS, inciso a) subinciso a.15) del Acta No. 005-2025**, de sesión ordinaria celebrada por la Coordinación Académica, el 12 de marzo de 2025, que dice:

“QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS: a) ORDENES DE IMPRESIÓN. CARRERA: MÉDICO Y CIRUJANO. a.15) La Coordinación Académica conoció Providencia No. CMCUSAM-13-2025, de fecha 5 marzo de 2025, suscrita por el Dr. Byron Geovany García Orozco, Coordinador Carrera Médico Cirujano, a la que adjunta solicitud de la estudiante: LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ, Carné No. 201244343, en el sentido se le **AUTORIZA IMPRESIÓN DE LA MONOGRAFÍA MÉDICA “PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACIÓN PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS”**, previo a conferírsele el Título de MÉDICO Y CIRUJANO. La Coordinación Académica en base a la opinión favorable del Asesor, Comisión de Revisión y Coordinador de Carrera, **ACORDÓ: AUTORIZAR IMPRESIÓN DE LA MONOGRAFÍA MÉDICA “PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACIÓN PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS”**, la estudiante: LAURA LUCÍA DE LEÓN RODRÍGUEZ, Carné No. 201244343, previo a conferírsele el Título de MÉDICO Y CIRUJANO.”

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

PhD. Robert Enrique Orozco Sánchez
Coordinador Académico



c.c. Archivo
REOS/ejle

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida y ser mi modelo a seguir. Por su amor y misericordia, por permitirme cumplir este sueño y honrar el esfuerzo de mi mamá. Por darme sabiduría y entendimiento.

A MI MAMÁ

Por su esfuerzo y apoyo incondicional; por acompañarme en las madrugadas, por sus muestras de amor y sacrificio a lo largo de la carrera, por el trabajo que hacía año con año para mantenerme estudiando. Por amarme y por ser ejemplo de mujer virtuosa.

A MI PAPÁ

Por su amor y apoyo cuando lo necesitaba, por sus consejos y palabras de ánimo para formarme como profesional.

A MIS HERMANOS Y CUÑADOS

Por demostrarme su cariño y alentarme en momentos difíciles.

A MI FAMILIA

Por ayudarme y alentarme a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A MI NOVIO

Por su compañía, su amor y consejos, y por ser ejemplo de dedicación y esfuerzo.

A MI ASESORA Y REVISORA

Dra. Kareen Guevara y Dra. Gloria Fuentes, por su dedicación, guía y paciencia durante esta investigación.

A MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de San Marcos, por prepararme y educarme a nivel profesional, a través de docentes capacitados, a quienes también agradezco su dedicación durante mi proceso de formación académica.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	NO. DE PÁGINA
1 TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA	1
2 RESUMEN.....	2
3 INTRODUCCIÓN.....	4
4 NOMBRE DEL PROBLEMA INVESTIGABLE.....	5
5 ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	6
6 OBJETIVOS.....	7
6.1 GENERAL.....	7
6.2 ESPECÍFICOS.....	7
7 CUERPO DE LA MONOGRAFÍA	8
7.1 Anestesia general.....	8
7.1.1 Antecedentes	10
7.1.2 Mecanismos de acción de los anestésicos.....	12
7.1.3 Fármacos anestésicos.....	17
7.1.4 Anestésicos inhalados	25
7.1.5 Bloqueadores neuromusculares.....	32
7.1.6 Efectos fisiológicos cardiovasculares.....	33
7.1.7 Efectos fisiológicos respiratorios.....	35
7.1.8 Efectos fisiológicos cerebrales	37
7.2 Vía aérea	39
7.2.1 Anatomía de la vía aérea	39
7.2.2 Fisiología de la vía aérea	63
7.3 Evaluación anestésica.....	67
7.3.1 Evaluación preanestésica.....	67
7.3.2 Monitoreo intraoperatorio	70
7.4 Evaluación de la vía aérea	75

7.4.1	Historia clínica y examen físico	75
7.4.2	Factores de riesgo	76
7.4.3	Complicaciones.....	77
7.5	Intubación	78
7.5.1	Indicaciones	78
7.5.2	Secuencia de intubación rápida.	78
7.5.3	Procedimiento	80
7.5.4	Complicaciones.....	82
7.6	Predictores de vía aérea difícil.....	83
7.6.1	Clasificación de Mallampati modificado	83
7.6.2	Escala de Patil-Aldrete.....	84
7.6.3	Distancia esternomentoniana.....	85
7.6.4	Distancia interincisiva	86
7.6.5	Protrusión mandibular.....	87
7.6.6	Escala de Bellhouse-Doré	88
7.6.7	Clasificación de Cormack y Lehane.....	89
7.7	Manejo de la vía aérea difícil	90
7.7.1	Manejo básico de la vía aérea.	90
7.7.2	Vía aérea difícil no prevista	92
7.7.3	Vía aérea difícil prevista	93
7.7.4	Enfoque Vortex para el manejo de la vía aérea.....	94
7.8	Dispositivos para manejo de la vía aérea.....	99
7.8.1	Dispositivos Supraglóticos.....	99
7.8.2	Videolaringoscopia.....	103
7.8.3	Fibroscopio Bonfils	106

7.8.4	Fibrobroncoscopio Flexible.....	107
7.8.5	Cricotirotomía.....	108
7.8.6	Ventilación Jet Translaríngea	109
7.8.7	Intubación retrógrada.....	110
7.9	Análisis de Resultados	112
8	CONCLUSIONES.....	116
9	RECOMENDACIONES.....	117
10	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES AÑO 2023 – 2025.....	118
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	119
11	ANEXOS.....	126

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	ÁRBOL DE PROBLEMAS DE MONOGRAFÍA MÉDICA	6
FIGURA 2	DEMOSTRACIÓN DE HORACE WELLS.....	10
FIGURA 3	WILLIAM THOMAS GREEN MORTON	11
FIGURA 4	PRIMERA DEMOSTRACIÓN DE LA ANESTESIOLOGÍA QUIRÚRGICA	12
FIGURA 5	RECEPTOR GABA	14
FIGURA 6	RECEPTORES NMDA.....	14
FIGURA 7	ACTIVACIÓN SINÁPTICA Y EXTRASINÁPTICA DE LOS RECEPTORES GABA	16
FIGURA 8	MOLÉCULA DE PROPOFOL	19
FIGURA 9	MOLÉCULA DE ETOMIDATO	20
FIGURA 10	MOLÉCULA DE KETAMINA	22
FIGURA 11	MOLÉCULA DE MIDAZOLAM.....	23
FIGURA 12	MECANISMO DE ACCIÓN DE LA DEXMETOMIDINA	24
FIGURA 13	MOLÉCULA DE ISOFLURANO	27
FIGURA 14	MOLÉCULA DE SEVOFLURANO	29
FIGURA 15	MOLÉCULA DE DESFLURANO	31
FIGURA 16	MOLÉCULA DE ENFLURANO	32
FIGURA 17	MÚSCULOS DEL PALADAR	42
FIGURA 18	IRRIGACIÓN DEL PALADAR.....	43

FIGURA 19 INERVACIÓN DEL PALADAR	44
FIGURA 20 ANATOMÍA DE LA LENGUA.....	44
FIGURA 21 ARTERIAS DE LA LENGUA	45
FIGURA 22 INERVACIÓN DE LA LENGUA	46
FIGURA 23 ESQUELETO DE LA NARIZ	48
FIGURA 24 IRRIGACIÓN DE LA NARIZ	50
FIGURA 25 ANATOMÍA DE LA FARINGE	51
FIGURA 26 INERVACIÓN DE LA FARINGE	52
FIGURA 27 ANATOMÍA ANTERIOR DE LA LARINGE	53
FIGURA 28 CARTÍLAGO TIROIDES	54
FIGURA 29 CARTÍLAGO ARITENOIDES	55
FIGURA 30 ANATOMÍA POSTERIOR DE LA LARINGE	56
FIGURA 31 CARTÍLAGO EPIGLÓTICO	57
FIGURA 32 LIGAMENTO HIOEPIGLÓTICO.....	57
FIGURA 33 CAVIDAD LARÍNGEA	58
FIGURA 34 HENDIDURA GLÓTICA.....	59
FIGURA 35 MÚSCULOS DE LA LARINGE	59
FIGURA 36 IRRIGACIÓN E INERVACIÓN DE LA LARINGE	60
FIGURA 37 ANATOMÍA DE LA TRÁQUEA.....	61
FIGURA 38 ÁRBOL TRAQUEOBRONQUIAL	62
FIGURA 39 ANATOMÍA DE LOS PULMONES	63
FIGURA 40 INTERCAMBIO GASEOSO	65
FIGURA 41 CLASIFICACIÓN ASA DE EVALUACIÓN PREOPERATORIA	68
FIGURA 42 ÍNDICE BIESPECTRAL (BIS).....	72
FIGURA 43 POSICIÓN PARA INTUBACIÓN OROTRAQUEAL	81
FIGURA 44 LARINGOSCOPIA CON HOJA CURVA Y RECTA	81
FIGURA 45 SECUENCIA DE INTUBACIÓN RÁPIDA	127
FIGURA 46 ESCALA MALLAMPATI.....	83
FIGURA 47 DISTANCIA TIROMENTONIANA	84
FIGURA 48 DISTANCIA ESTERNOMENTONIANA	85
FIGURA 49 DISTANCIA INTERINCISIVA	86

FIGURA 50 PROTRUSIÓN MANDIBULAR	87
FIGURA 51 ESCALA DE BELLHOUSE-DORÉ	88
FIGURA 52 CLASIFICACIÓN DE CORMACK Y LEHANE	89
FIGURA 53 ALGORITMO DE VÍA AÉREA URGENTE	90
FIGURA 54 POSICIONAMIENTO DE LA CABEZA.	91
FIGURA 55 VENTILACIÓN CON MASCARILLA FACIAL	92
FIGURA 56 VÍA AÉREA DIFÍCIL NO PREVISTA EN ADULTOS	93
FIGURA 57 VÍA AÉREA DIFÍCIL PREVISTA	94
FIGURA 58 VÓRTEX.....	95
FIGURA 59 EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA	96
FIGURA 60 ZONA VERDE	97
FIGURA 61 COMBITUBO.....	100
FIGURA 62 MÁSCARA LARÍNGEA	100
FIGURA 63 MÁSCARA LARÍNGEA DE INTUBACIÓN.....	101
FIGURA 64 I-GEL	102
FIGURA 65 TUBO LARÍNGEO	103
FIGURA 66 VIDEOLARINGOSCOPIO MACGRATH.....	104
FIGURA 67 VIDEOLARINGOSCOPIO STORZ	104
FIGURA 68 VIDEOLARINGOSCOPIO KING VISION: INSERCIÓN.	105
FIGURA 69 VIDEOLARINGOSCOPIO AIRTRAQ.	105
FIGURA 70 LARINGOSCOPIO DE BULLARD.....	105
FIGURA 71 FIBROSCOPIO RÍGIDO BONFILS.	107
FIGURA 72 FIBROBRONCOSCOPIO FLEXIBLE.....	107
FIGURA 73 CRICOTIROTOMÍA.....	109
FIGURA 74 VENTILACIÓN JET TRANSLARÍNGEA.....	110
FIGURA 75 TÉCNICA DE INTUBACIÓN RETRÓGRADA.....	111

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 ESCALA MALLAMPATI	83
TABLA 2 ESCALA DE PATIL-ALDRETI	84

TABLA 3 DISTANCIA ESTERNOMENTONIANA	85
TABLA 4 DISTANCIA INTERINCISIVA	86
TABLA 5 PROTRUSIÓN MANDIBULAR	87
TABLA 6 ESCALA DE BELLHOUSE-DORÉ.....	88
TABLA 7 CLASIFICACIÓN DE CORMACK Y LEHANE.....	89
TABLA 8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. MONOGRAFÍA MÉDICA.....	118

1 TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA

PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL EN LA EVALUACION
PREANESTESICA EN PACIENTES ADULTOS

2 RESUMEN

Se considera vía aérea difícil aquella que condiciona una situación en la que el médico tiene dificultad con la ventilación con mascarilla facial y ambú, dificultad con la intubación endotraqueal o con ambas. En la monografía titulada “Predictores de vía aérea difícil en la evaluación preanestésica en pacientes adultos”, se realiza un estudio sobre esta condición que generalmente se presenta en un porcentaje considerado de pacientes quirúrgicos, esta investigación aborda todos los aspectos claves de la vía aérea, incluyendo su anatomía, fisiología, diagnóstico por examen físico y escalas, así como el abordaje y los dispositivos disponibles.

El estudio inicia con el desarrollo de la historia de la anestesia, los principales actores que destacaron por sus estudios y aportes a la ciencia de la anestesiología; y los diferentes mecanismos de acción de los anestésicos. Se describe la vía aérea, detallando su amplia estructura anatómica y su fisiología, que condicionará el correcto funcionamiento del cuerpo en pacientes que sean sometidos a cirugía con uso de anestesia general. Se estudian los predictores de vía aérea difícil más utilizados y más confiables, todas con el fin de predecir posibles complicaciones al intubar a un paciente y establecer un plan preoperatorio de manejo.

La presente investigación de tipo monografía, de clase compilativa, con diseño descriptivo, busca conocer los instrumentos que se requieren en sala de operaciones para facilitar la intubación endotraqueal y algunos algoritmos que se han desarrollado para el manejo oportuno del paciente con vía aérea difícil. Se buscan técnicas de laringoscopia directa, el uso correcto de un videolaringoscopio y cómo realizar una traqueostomía como último recurso para salvar la vida de un paciente y evitar complicaciones. La revisión documental se realizó tomando en cuenta 45 estudios y artículos, utilizando motores de búsqueda con alta especialidad en ciencias de la salud, basándose en páginas como Elsevier, Asociación Americana de Anestesiología, y Asociación Española de Anestesiología.

Palabras clave: intubación endotraqueal, anestésicos, intercambio gaseoso, profundidad anestésica, predictores.

SUMMARY

A difficult airway is considered to be one that causes a situation in which the physician has difficulty with face mask and bag mask ventilation, difficulty with endotracheal intubation, or both. In the monograph entitled "Predictors of difficult airway in preanesthetic evaluation in adult patients," a study is conducted on this condition that generally occurs in a considerable percentage of surgical patients. This research addresses all the key aspects of the airway, including its anatomy, physiology, diagnosis by physical examination and scales, as well as the approach and available devices.

The study begins with the development of the history of anesthesia, the main actors who stood out for their studies and contributions to the science of anesthesiology, and the different mechanisms of action of anesthetics. The airway is described, detailing its broad anatomical structure and physiology, which will determine the correct functioning of the body in patients undergoing surgery using general anesthesia. The most commonly used and reliable predictors of difficult airway are studied, all with the aim of predicting possible complications when intubating a patient and establishing a preoperative management plan.

This monograph-type research, of a compilation class, with a descriptive design, seeks to know the instruments that are required in the operating room to facilitate endotracheal intubation and some algorithms that have been developed for the timely management of the patient with a difficult airway. Direct laryngoscopy techniques, the correct use of a video-laryngoscope and how to perform a tracheostomy as a last resort to save a patient's life and avoid complications are explained. The documentary review was carried out taking into account 45 studies and articles, using search engines with a high specialty in health sciences, based on pages such as Elsevier, American Association of Anesthesiology, and Spanish Association of Anesthesiology.

Keywords: endotracheal intubation, anesthetics, gas exchange, anesthetic depth, predictors.

3 INTRODUCCIÓN

La anestesiología es una disciplina sumamente compleja que une ciencias físicas y biológicas; para poder entenderla, y debido a la profundidad de conocimientos que se requieren para su aplicación, es fundamental tener un conocimiento amplio de los procesos fisiológicos y patológicos en el ser humano, con el fin de lograr una aproximación más efectiva a la homeostasis durante el periodo perioperatorio, así como mantener la homeostasis en pacientes gravemente enfermos.

El manejo de la vía aérea, entendido como el conjunto de técnicas y el uso de dispositivos que garantizan una ventilación segura y efectiva en pacientes que, por diversas condiciones de salud, la necesitan, representa uno de los mayores retos que enfrenta un médico en su labor. Esto se debe a que el resultado final depende de las características del paciente, la disponibilidad de equipos y la destreza y habilidades del médico que realiza la maniobra.

Los pacientes que son sometidos a una cirugía tienen un porcentaje de probabilidad de presentar vía aérea difícil, por lo cual previo a realizar algún procedimiento quirúrgico es necesaria la evaluación pre anestésica que no solo incluye el riesgo cardiovascular si no también, los predictores de vía aérea difícil. Desde hace décadas algunas organizaciones han hecho investigaciones de este tema, de las cuales han surgido algoritmos para minimizar la frecuencia de complicaciones de una intubación difícil.

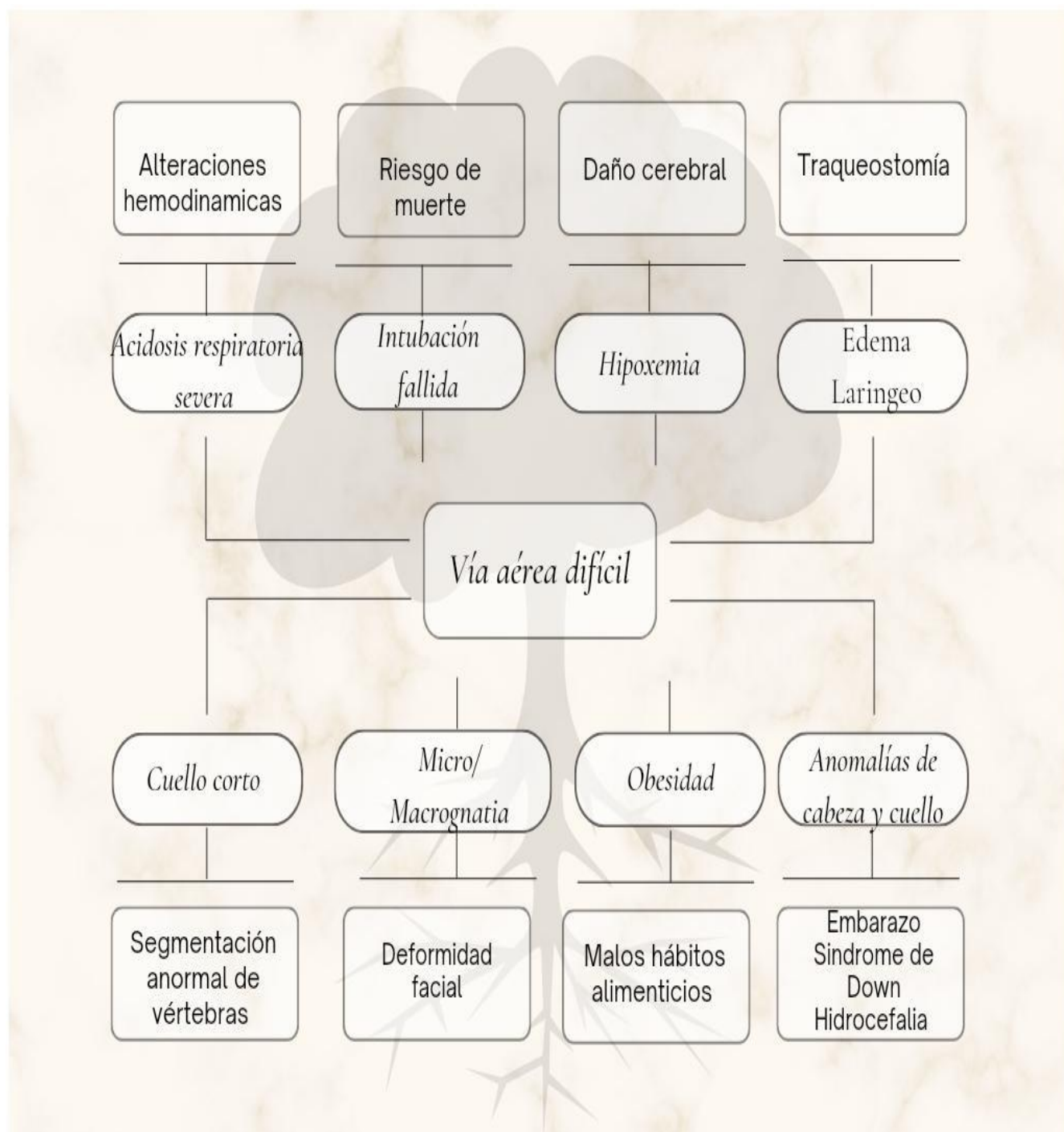
La presente investigación tipo monografía, de clase compilativa, con diseño descriptivo, busca explicar cuál de los predictores de vía aérea difícil ofrece un mejor manejo terapéutico, así como describir cada una de las complicaciones durante la evaluación preanestésica y proponer los algoritmos viables y dispositivos necesarios en sala de operaciones para su abordaje. Para la elaboración de la misma se utilizaron múltiples referencias bibliográficas, haciendo uso de artículos científicos recientes, del 2019 a la fecha, y tomando motores de búsqueda como Elsevier, revista de Anestesiología Española y la Asociación Americana de Anestesiología, los artículos científicos tomados en cuenta son tanto médicos como estadísticos por lo que se presenta esta monografía a continuación.

4 NOMBRE DEL PROBLEMA INVESTIGABLE.

VÍA AÉREA DIFÍCIL

5 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 1 Árbol de problemas de monografía médica



Fuente: Elaboración propia 2024

6 OBJETIVOS

6.1 GENERAL

6.1.1 Describir los predictores de vía aérea difícil más utilizados en la evaluación pre anestésica en pacientes adultos.

6.2 ESPECÍFICOS

6.2.1 Detallar algoritmos viables para el manejo adecuado y conforme al nivel de dificultad en caso de vía aérea difícil.

6.2.2 Proponer las diferentes opciones terapéuticas para la ventilación difícil.

6.2.3 Conocer los instrumentos y dispositivos necesarios en sala de operaciones para el manejo de vía aérea difícil.

6.2.4 Identificar complicaciones al encontrar una vía aérea difícil durante la evaluación pre anestésica.

7 CUERPO DE LA MONOGRAFÍA

7.1 ANESTESIA GENERAL

La anestesiología es una especialidad médica que utiliza diversas técnicas para inhibir la sensación de dolor durante los procedimientos quirúrgicos. Asimismo, varias modalidades de anestesia pueden ofrecer sedación ansiolítica o sedación para pacientes que se someten a intervenciones mínimamente invasivas. Esta disciplina tiene una rica historia y orígenes que incluyen a muchos personajes reconocidos en distintas culturas. No obstante, en la actualidad, su contribución al avance de la medicina es indudablemente valiosa. Existen múltiples técnicas y alternativas que facilitan la práctica de la anestesiología en diversos ámbitos de la medicina.¹

El principal objetivo de la anestesia general es permitir que los pacientes soporten procedimientos que pueden resultar incómodos o perjudiciales, comúnmente en situaciones quirúrgicas. Esto generalmente implica el uso de combinaciones de medicamentos que provocan cambios en la conciencia (hipnosis inducida), que incluyen la ausencia de percepción del entorno, un recuerdo nítido del procedimiento realizado y una reacción limitada al dolor (antinocicepción). Además, se logra la inmovilidad mediante la relajación de los músculos. La anestesia general no apaga por completo la actividad cerebral y no necesariamente conduce a la pérdida total de la conciencia.

De manera análoga a cómo se altera la conciencia en pacientes con daño cerebral severo, la conciencia también puede verse modificada en diferentes niveles, siendo estos cambios influenciados por las características farmacodinámicas del anestésico, su concentración en el organismo y su potencia, así como por los aspectos de la conciencia que pueden ser afectados por la estimulación inherente a la cirugía. Por lo tanto, no podemos referirnos a la profundidad de la hipnosis que provoca la anestesia. Más bien, debemos considerar la existencia o ausencia de algún aspecto de la conciencia.²

En contraste con las creencias anteriores que indicaban que el cerebro cesaba su funcionamiento bajo la anestesia, se ha demostrado que los individuos pueden

mantener varias funciones cerebrales avanzadas hasta que se alcanzan altos niveles de anestésicos. Si definimos la conciencia como un reflejo de la experiencia subjetiva o, alternativamente, como una entidad distinta con capacidad de subjetividad, sensibilidad, identidad narrativa a lo largo del tiempo, entre otros aspectos de mayor complejidad, la anestesia puede lograrse suprimiendo algunos de esos aspectos mientras se conservan otros con funciones activas.

Desde una perspectiva funcional, se pueden clasificar los estados de conciencia en: inconsciencia, conciencia desconectada y conciencia conectada. La inconsciencia es el estado anestésico predominante, caracterizado por la incapacidad de tener alguna experiencia subjetiva. Durante este estado, se pueden producir respuestas motoras automáticas a estímulos, como retirar el brazo al recibir estímulos dolorosos, aunque estas respuestas no son intencionales ni conscientes y no reflejan una conexión con el entorno.

La conciencia desconectada se identifica porque el contenido mental es accesible, aunque no hay percepción consciente del entorno. En este estado, el contenido mental puede ser más distorsionado, similar a las experiencias de sueños o a los estados psicodélicos que puede ocasionar la ketamina. Por otro lado, la conciencia conectada durante la anestesia implica una percepción de la experiencia subjetiva del individuo, así como de la información del entorno. Esto puede manifestarse en episodios con diferentes duraciones y no es tan raro; aproximadamente el 5% de los pacientes los experimentan inmediatamente después de procedimientos como la laringoscopia y la intubación endotraqueal.

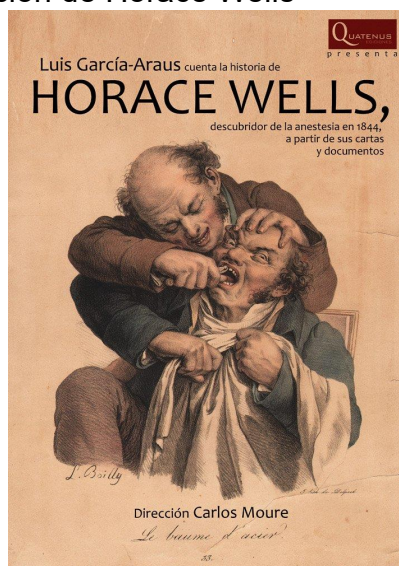
"Conciencia desconectada" se refiere a la conciencia interna, mientras que "conciencia conectada" se refiere a la conciencia tanto externa como interna durante la anestesia. La conciencia externa se define como la conciencia de los estímulos ambientales (por ejemplo, auditivos, visuales, olfativos o estéticos), y la conciencia interna se define como cualquier conciencia independiente de los estímulos ambientales (por ejemplo, el habla interna, los recuerdos autobiográficos o las divagaciones mentales). a pensar.²

7.1.1 Antecedentes

Se dice que el origen de la anestesia se remonta a 1844, cuando Wells experimentó por primera vez los efectos del óxido nitroso al ofrecerse como voluntario para que Gardner Quincy lo probara en él. Tras no sentir dolor, Wells se convirtió en el primer paciente en someterse a una cirugía bajo anestesia cuando su socio, John Riggs, le extrajo un diente. A partir de entonces, comenzó a utilizarlo con sus propios pacientes. Wells no patentó su descubrimiento, declarando que el alivio del dolor debía ser "libre como el aire".

Un año después, en 1845, Horace Wells realizó una demostración ante estudiantes de medicina en el Hospital General de Massachusetts en Boston. No obstante, el paciente voluntario, obeso y posiblemente alcohólico, no respondió como se esperaba al gas, lo que resultó en un procedimiento doloroso. Este fracaso fue evidente para la audiencia, que abucheó a Wells, quien perdió su prestigio en la comunidad médica.¹

Figura 2 Demostración de Horace Wells



Fuente: Gómez Rojas. J, 2021

En 1840, William Thomas Green Morton se matriculó en el Baltimore College of Dental Surgery y prosiguió sus estudios bajo la tutela de Horace Wells. Más adelante, abandonó la odontología para dedicarse al estudio de la cirugía maxilar, trabajando con Horace Wells en 1843. Bajo la dirección de Charles Jackson, quien

le sugirió el uso de vapores de éter, Morton llevó a cabo diversos experimentos con ratas, peces, insectos, gallinas y su propio perro, además de experimentar consigo mismo.¹

Figura 3 William Thomas Green Morton



Fuente: Gómez Rojas. J, 2021

Morton requirió al director del Hospital General de Boston que realizara una demostración pública de su técnica ante cirujanos y estudiantes de medicina. El 16 de octubre de 1846, recibió una invitación formal por escrito. Gilbert Abbott, un joven de 20 años, inhaló vapores a través de un dispositivo de vidrio que contenía una esponja impregnada en éter. Después de una fase inicial de agitación, el paciente se durmió. "En cinco minutos, Warren extirpó un tumor congénito superficial situado en el lado izquierdo del cuello del paciente, bajo la mandíbula". Este suceso es considerado el inicio de la anestesiología moderna.¹

Figura 4 Primera demostración de la anestesiología quirúrgica



Fuente: Gómez Rojas. J, 2021.

7.1.2 Mecanismos de acción de los anestésicos

Al principio, se creía que el funcionamiento de la anestesia general se fundamentaba en efectos fisicoquímicos no específicos. Actualmente, sabemos que actúan sobre receptores concretos. La anestesia general (medicación para inhalar) induce un estado de hipnosis (pérdida de la conciencia y amnesia) y anula la respuesta a los estímulos dolorosos, y estos efectos deben ser reversibles. Los estudios en animales permiten investigar la antinocicepción y la capacidad de reversión de los anestésicos. No obstante, no es posible medir el estado de alerta durante la operación.³

Los anestésicos funcionan sobre receptores celulares específicos, los cuales son el objetivo para la acción de estas sustancias. Para que un lugar se considere como sitio de acción farmacológica, debe cumplir ciertos criterios: contar con una ubicación anatómica determinada, el anestésico debe tener un efecto reversible sobre el receptor a concentraciones relevantes en la clínica, los efectos de selectividad in vivo deben replicar los efectos in vitro y debe contar con aprobación de estudios en animales modificados genéticamente. La respuesta celular a un fármaco no solo se basa en su acción sobre el receptor, sino también en el estado y la estructura del sistema de transmisión de señales en la célula diana.

Los receptores son proteínas especializadas que se encuentran (en su mayoría) en diversos lugares postsinápticos del sistema nervioso central y poseen sitios de unión estereoespecíficos con dos características particulares: reconocimiento y transmisión. El reconocimiento se refiere a la habilidad de un receptor para unirse a un ligando (como un fármaco o hormona) de manera específica, mientras que la transducción es la capacidad del receptor de provocar un cambio molecular (noticias celulares) tras la unión a un ligando.

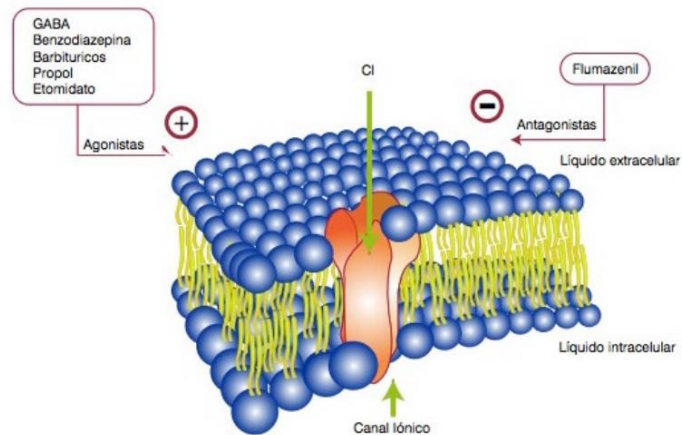
7.1.2.1 Mecanismo de los receptores

La interacción entre neuronas ocurre gracias a los neurotransmisores químicos, que son liberados en la sinapsis como respuesta a señales eléctricas. Estos neurotransmisores pueden tener efectos excitatorios o inhibitorios al unirse a receptores ionotrópicos, lo que regula el flujo de iones en la neurona. Entre los neurotransmisores inhibitorios se encuentran el γ -ácido-aminobutírico (GABA) y la glicina, que disminuyen la actividad en la postsinapsis, mientras que los excitatorios como el glutamato y la acetilcolina provocan una despolarización neuronal.

La regulación de la actividad eléctrica en las células se lleva a cabo mediante canales iónicos, lo que está vinculado a los efectos de los anestésicos. Los canales iónicos GABA-A, de glicina, los nicotínicos de acetilcolina y los N-metil-D-aspartato (NMDA) son afectados por la anestesia general. Los anestésicos generales administrados por inhalación actúan sobre los canales de sodio y calcio que dependen del voltaje, además de los canales de potasio. Estos anestésicos aumentan el efecto inhibitorio de los canales postsinápticos o impiden la activación de los canales sinápticos.

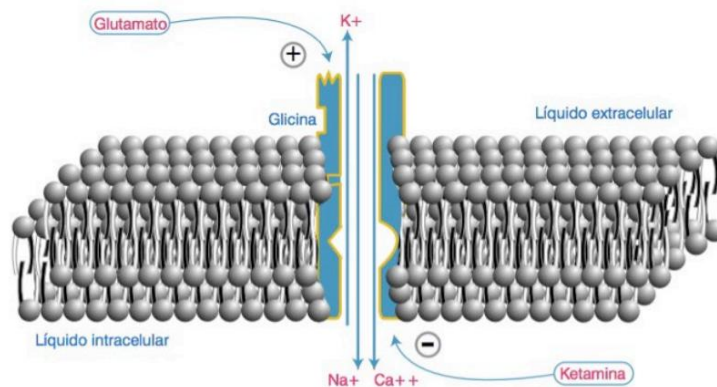
La anestesia general altera los efectos sinápticos a través de mecanismos que ocurren antes (presinápticos) y después (postsinápticos) de la sinapsis. En la parte presináptica, los canales activados por voltaje de sodio (Na^+), los de calcio (Ca^{2+}) y los receptores de proteína SNARE son fundamentales para la inhibición sináptica provocada por anestésicos. En la región postsináptica, los anestésicos generales refuerzan el efecto inhibitorio de los receptores GABA y glicina o bloquean la acción de los receptores de glutamato y acetilcolina en neuronas excitadoras.³

Figura 5 Receptor GABA



Fuente: Gilsanz Rodríguez. F, 2021.

Figura 6 Receptores NMDA



Fuente: Gilsanz Rodríguez. F, 2021.

Los anestésicos disminuyen las señales eléctricas que alcanzan el hipocampo y la corteza cerebral, lo que resulta en la supresión de recuerdos explícitos (y posiblemente implícitos), la interrupción del procesamiento de la información y la consiguiente pérdida de consciencia. El efecto sedante, o la depresión del sistema nervioso central, es mediado por el núcleo tuberoso. La inhibición de los receptores GABA en el tuber cinereum mediante un antagonista de GABA (gabazina) atenúa los efectos sedantes del propofol y el pentobarbital, pero no los de la ketamina. La tuberosidad cinerea, ubicada en el hipotálamo (el suelo del tercer ventrículo, entre

el cuerpo mamilar y el quiasma óptico), se conecta con la glándula pituitaria a través del infundíbulo.

Esta área libera histamina, que contribuye a la regulación de los ritmos circadianos, y está compuesta por materia gris. La formación de la memoria involucra al hipocampo, la amígdala, la corteza prefrontal y otras áreas motoras y sensoriales de la corteza, estando la memoria estrechamente vinculada al sistema límbico. La inmovilidad inducida por los anestésicos inhalados se debe a mecanismos en la médula espinal, y no a mecanismos supraespinales. A nivel molecular, el mecanismo de acción de los anestésicos se centra en el componente lipófilo del canal iónico activado por ligando.

Además, los anestésicos influyen en los canales iónicos dependientes de voltaje. Las alteraciones en la conformación alostérica de estos canales promueven la inhibición o suprimen las corrientes excitatorias. La evidencia científica apoya la inhibición de GABA en los receptores GABA-A y/o el fomento de la inhibición de las corrientes excitatorias en los receptores NMDA. En la práctica clínica, se emplean técnicas anestésicas equilibradas que utilizan múltiples agentes con diferentes sitios de acción para inducir la pérdida de consciencia, amnesia, antinocicepción, relajación neuromuscular y estabilidad hemodinámica.

Los anestésicos pueden impedir que las señales aferentes lleguen al cerebro a través de la vía de transmisión, ya sea incrementando la inhibición, disminuyendo la excitación, o mediante una combinación de ambos mecanismos. Los estudios de laboratorio se han enfocado en investigar las funciones de excitación e inhibición de los canales iónicos, incluyendo tanto los canales activados por voltaje como los activados por ligando. Se sabe que los anestésicos modifican la conductancia de los canales de sodio y calcio dependientes de voltaje.

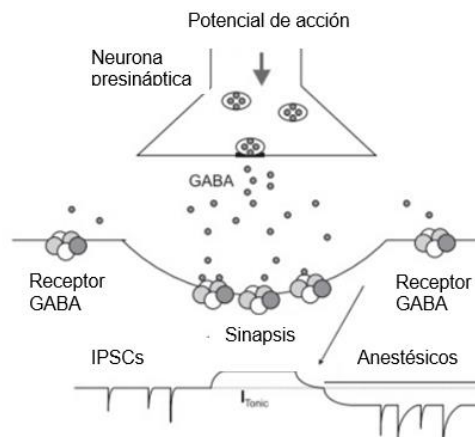
De los cuatro tipos de canales de calcio (T, L, N y P), el canal tipo P está vinculado de manera más cercana a la liberación de neurotransmisores en las terminales del sistema nervioso central. Se observó que los canales de calcio tipo P presentan una sensibilidad baja a los anestésicos inhalados y a los niveles clínicos de barbitúricos en estudios in vitro. Además, aunque la administración de antagonistas del calcio

puede disminuir la demanda de anestésicos en animales de laboratorio, este efecto podría ser resultado de un mecanismo de acción diferente al de los anestésicos, ya que estos, en concentraciones clínicas, no influyen en los canales de calcio.

Los receptores inhibidores activados por el neurotransmisor GABA son fundamentales en la regulación de la excitación; el GABA actúa como neurotransmisor en más de un tercio de las sinapsis en el cerebro y es el principal neurotransmisor inhibitorio en el sistema nervioso central. Existen dos clases de receptores GABA: los ionotrópicos (GABA-A y GABA-C) y los metabotrópicos (GABA-B). La mayoría de los anestésicos, tanto los inhalados como los intravenosos, aumentan las corrientes de cloruro mediadas por bajas concentraciones de GABA, tanto en condiciones neuronales como recombinadas acerca de los receptores GABA-A.

Los únicos anestésicos que carecen de actividad moduladora sobre los receptores GABA son el óxido nítrico, la ketamina y el xenón. La estereoselectividad del receptor GABA-A frente al isoflurano, barbitúricos y etomidato apoya el papel de este receptor en la anestesia clínica. Además, se observa una correlación entre el efecto anestésico in vivo (medido por la inhibición del movimiento tras estímulos nociceptivos) y la mejora de las corrientes de GABA provocadas en neuronas aisladas del hipocampo. La composición de subunidades en el receptor GABA-A influye en los efectos alostéricos de algunos anestésicos generales.³

Figura 7 Activación sináptica y extrasináptica de los receptores GABA



Fuente: Gilsanz Rodríguez. F, 2021.

Los canales que contienen la subunidad β se activan por anestésicos como el pentobarbital, el propofol, el etomidato y los esteroides. También parece que los receptores de la subunidad α son capaces de activarse, aunque la potencia y eficacia de esta regulación varían. La subunidad γ es esencial para la modulación alostérica de las benzodiazepinas, pero no afecta a los barbitúricos, al propofol ni a los anestésicos esteroides. No obstante, la coexpresión de la subunidad δ junto con las subunidades β y α hace que el receptor pierda su sensibilidad a las benzodiazepinas.

Los anestésicos (etomidato, propofol, barbitúricos, inhalantes, alfaxolona) incrementan la duración de la apertura de los canales iónicos, lo que facilita un aumento en la entrada de calcio y provoca hiperpolarización. Además, estos fármacos también afectan otros receptores pentaméricos. El etomidato actúa exclusivamente sobre los receptores GABA A. Por su parte, el propofol amplía la duración de la apertura de los canales iónicos de glicina y ejerce un efecto inhibitorio sobre los receptores nicotínicos y 5-HT₃ de las neuronas. Las investigaciones de mutación indican que cada fármaco tiene una ubicación específica en el receptor. Sin embargo, todas las posiciones están en la subunidad β , mientras que las benzodiazepinas se diferencian en la subunidad a la que se unen.³

7.1.3 Fármacos anestésicos

Los medicamentos que se utilizan para la anestesia general tienen la capacidad de deprimir el sistema nervioso central, con el propósito de llevar a cabo intervenciones quirúrgicas y otros procedimientos que podrían resultar incómodos para los pacientes. Para lograr este objetivo se persiguen tres estrategias clave: minimizar al máximo los efectos adversos directos e indirectos de los medicamentos anestésicos y las técnicas empleadas, mantener la homeostasis durante la cirugía que requiere anestesia general, y mejorar los resultados después de la operación, previniendo el estrés quirúrgico que puede acarrear secuelas a corto y largo plazo.

Los elementos que conforman el estado anestésico incluyen amnesia, analgesia, inconsciencia, falta de movimiento ante estímulos dolorosos y reducción de las respuestas autonómicas a dichos estímulos. Los agentes anestésicos tienen dos

funciones fundamentales a nivel celular: por un lado, los anestésicos inhalados pueden provocar la hiperpolarización de las neuronas, lo que puede influir en la actividad de los marcapasos neuronales y en los circuitos generadores de patrones; y por otro, tanto los anestésicos inhalados como los intravenosos afectan de manera significativa la transmisión sináptica y tienen un impacto menor en la generación o propagación del potencial de acción.

En términos generales, la anestesia general puede interferir con la función del sistema nervioso en varios niveles, incluyendo las neuronas sensoriales periféricas, la médula espinal, el tronco encefálico y la corteza cerebral. Un rasgo constante de la anestesia general es la disminución del metabolismo en el tálamo, que actúa como un transmitidor crucial para que la información sensorial ascienda desde la periferia hacia la corteza. Además, la anestesia general también inhibe la actividad en ciertas regiones de la corteza, como la corteza parietal medial, la corteza cingulada posterior, el precúneo y la corteza parietal inferior. ⁴

7.1.3.1 Propofol

Los sedantes como el Propofol funcionan a través de dos mecanismos: inhiben la corriente excitatoria y estimulan los receptores inhibitorios, bloqueando así los receptores NMDA y activando los receptores GABA. La dosis de inducción recomendada de propofol para adultos es entre 2 y 2.25 mg/kg. Dado que este medicamento tiene una vida media corta, se utiliza tanto para la inducción como para mantener la anestesia, siendo especialmente útil en procedimientos breves. La vida media del Propofol varía según el contexto clínico, pero generalmente se aproxima a 10 minutos con una solución que tiene una duración de alrededor de 3 horas; en infusión, su vida media es de 30 minutos y puede durar hasta 8 horas.

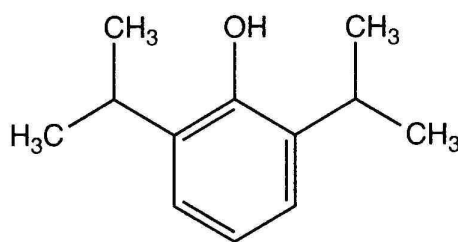
El Propofol se metaboliza en el hígado, donde se conjuga con sulfato y glucurónido, produciendo metabolitos menos activos que luego son eliminados por excreción renal. En los ancianos y recién nacidos, la eliminación es más lenta, mientras que en niños sanos es más rápida, lo que puede requerir una dosis mayor para la inducción y el mantenimiento de la anestesia. Las infusiones de Propofol

proporcionan una dosificación más constante para mantener la anestesia en períodos prolongados.⁴

El Propofol es el medicamento más utilizado para la inducción de la anestesia, aunque dosis altas están relacionadas con un aumento en el riesgo cardiovascular. Asociar el Propofol con otro anestésico, como la ketamina, resulta ventajoso para disminuir la cantidad de Propofol necesaria, lo que contribuye a una menor frecuencia de efectos secundarios.⁶ Este medicamento provoca un efecto de vasodilatación y disminuye la contractilidad del miocardio, además de inhibir el reflejo barorreceptor y la actividad simpática, por consiguiente, uno de los efectos secundarios más destacados es la hipotensión.

A dosis elevadas, el medicamento se relaciona con cierto grado de depresión respiratoria y presenta un menor riesgo de broncoespasmo en comparación con los barbitúricos, lo que lo hace preferible para pacientes asmáticos durante la inducción anestésica, siempre que se realice un monitoreo constante para garantizar una adecuada oxigenación y ventilación.⁴ El Propofol se metaboliza rápidamente en el hígado; sin embargo, enfermedades como la cirrosis hepática y la colestasis pueden prolongar este metabolismo y causar un retraso en el despertar.⁵

Figura 8 Molécula de Propofol



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.3.2 Etomidato

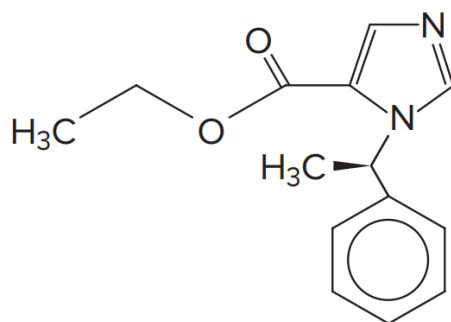
El etomidato se considera el agente ideal para la inducción anestésica en pacientes estables que presentan riesgo de hipotensión. Es un imidazol sustituido que tiene baja solubilidad en agua y se presenta en una solución de 2 mg/ml que

contiene un 35% de propilenglicol. Su mecanismo de acción consiste en potenciar el efecto inhibitor del receptor GABA. A una dosis de 0.3-0.5 mg/kg, su efecto se inicia en 30-60 segundos y tiene una duración de 3-5 minutos.⁷ Esta molécula es un imidazol sustituido poco soluble en agua, es farmacocinéticamente adecuado y aprobado para su uso por infusión, las infusiones a largo plazo no están recomendadas debido a la incidencia de efectos secundarios.

En el sistema nervioso, el etomidato provoca hipnosis, pero no tiene efectos analgésicos. Además, puede aumentar la actividad en áreas propensas a la epilepsia y se ha vinculado con convulsiones. En cuanto al sistema cardiovascular, el etomidato se destaca sobre otros anestésicos, ya que ofrece estabilidad cardiovascular después de la inducción anestésica, provocando un ligero incremento en la frecuencia cardíaca y poco o ningún descenso en la presión arterial, sin afectar el flujo sanguíneo en las coronarias, mientras que disminuye el consumo de oxígeno por parte del miocardio.

El etomidato causa hipo y se ha relacionado con náuseas y vómitos. A pesar de tener un buen perfil en términos de estabilidad hemodinámica, este medicamento suprime la secreción de enzimas biosintéticas en las glándulas suprarrenales, en particular la 11 β -hidroxilasa, que es crucial para la producción de esteroides en la glándula adrenal. Los posibles efectos adversos sobre la síntesis de esteroides generan preocupación con respecto a su uso en situaciones de trauma, en pacientes en estado crítico, y durante infusiones prolongadas.⁴

Figura 9 Molécula de etomidato



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.3.3 Ketamina

Se trata de un anestésico inductivo que funciona al antagonizar los receptores NMDA, bloqueando la señal de excitación. Es beneficioso para pacientes asmáticos, ya que induce broncodilatación en aquellos inestables que cuentan con reserva aminérgica. Al administrarse una dosis de 1-4 mg/kg por vía intravenosa, el efecto comienza en un lapso de 20 a 60 segundos y la duración es de aproximadamente 15 minutos.⁷ La ketamina se utiliza para anestesiarse a pacientes que están bajo riesgo de hipotensión y de broncoespasmo y en algunos procedimientos pediátricos. El fármaco produce un estado cataléptico denominado anestesia disociativa.

En este estado se logra una hipnosis y analgesia intensa y rápida, donde los pacientes muestran una escasa respuesta a órdenes y experimentan amnesia; pueden tener los ojos abiertos, respirar de manera espontánea y mover sus extremidades. La ketamina se metaboliza en el hígado a norketamina principalmente a través de los CYP, especialmente por el 3A4. La norketamina se hidroliza y se elimina a través de la orina y la bilis, su extensa distribución y rápida depuración la convierten en una opción ideal para mantener una infusión continua.

La ketamina actúa como un simpaticomimético indirecto que genera múltiples efectos conductuales. El estado catatónico inducido por la ketamina está acompañado de nistagmo, pupilas dilatadas, salivación, lagrimeo y movimientos espontáneos de las extremidades, junto con un aumento del tono muscular. Los pacientes experimentan pérdida de memoria y se vuelven insensibles a estímulos dolorosos. La ketamina proporciona efectos analgésicos muy potentes y presenta ventajas claras en comparación con otros anestésicos administrados por vía parenteral.

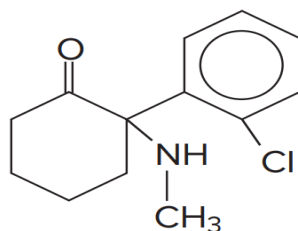
A diferencia de otros anestésicos parenterales, la ketamina incrementa el flujo sanguíneo cerebral (FSC) y la presión intracraneal (PIC), mientras que reduce los cambios en el metabolismo cerebral. El delirio durante la vigilia, que se caracteriza por alucinaciones, sueños intensos y delirios, es una complicación frecuente del uso de ketamina, lo que puede generar un gran malestar al paciente y complicar el

tratamiento posterior a la cirugía. Las benzodiazepinas ayudan a disminuir la incidencia de delirio al despertar de la anestesia.⁴

Respecto a la seguridad, la ketamina presenta un perfil de seguridad adecuado. Se han observado efectos secundarios leves como náuseas, vómitos y mareos. No obstante, estos efectos son temporales y no impactan de manera considerable la calidad de vida del paciente. La investigación indica la posibilidad de efectos secundarios, como el aumento de la presión intracraneal, alucinaciones y psicosis. Además, algunos estudios indican que el uso prolongado de ketamina podría estar relacionado con un deterioro cognitivo a largo plazo.⁸

A diferencia de otros anestésicos, las dosis de inducción de ketamina elevan la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco. Los efectos en el sistema cardiovascular son indirectos y pueden ser el resultado de la inhibición de la recaptación de catecolaminas, tanto en el sistema central como en el periférico. A pesar de que la ketamina posee efectos inotrópicos y vasodilatadores negativos de manera directa, estos generalmente son contrarrestados por efectos simpaticomiméticos indirectos. Por lo tanto, la ketamina y el etomidato son agentes valiosos para pacientes que presentan riesgo de hipotensión durante la anestesia.⁴

Figura 10 Molécula de ketamina



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.3.4 Benzodiazepinas

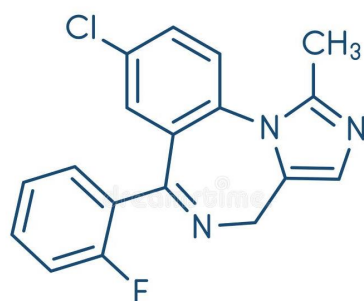
Una dosis de benzodiazepinas utilizada como anestésico puede llevar a un estado prolongado de amnesia y sedación, similar al que se obtiene con barbitúricos. Por esta razón, las benzodiazepinas son preferidas para la inducción y sedación en anestesia general. Estas sustancias, al ser utilizadas como agentes auxiliares en la anestesia, generan efectos de ansiólisis, amnesia y sedación antes

de la inducción, o pueden funcionar como sedantes en procedimientos donde no se requiere anestesia general.⁴

Las benzodiacepinas ejercen su acción al activar los receptores GABA y al inhibir los receptores NMDA. Actuando como ansiolíticos, potencian la efectividad de los fármacos hipnóticos; sin embargo, al ser combinados con opiáceos, estos medicamentos pueden provocar depresión respiratoria. A excepción de los casos de sobredosis y en pacientes de edad avanzada, es improbable que causen sedación prolongada, gracias a la corta duración del efecto farmacológico y la rápida recuperación tras la administración de una única dosis, lo que permite lograr buenos resultados posquirúrgicos con escasos efectos secundarios.⁵

Cuando se detecta cualquier signo de despertar intraoperatorio está indicado utilizar benzodiacepinas como el midazolam ya que es la benzodiacepina más utilizada en el periodo perioperatorio debido a su rápido inicio de acción y que produce un efecto farmacológico más rápido a comparación del Lorazepam y el diazepam.⁹ En dosis comparables producen un efecto menor que los barbitúricos, su administración se asocia a disminución del flujo sanguíneo y del metabolismo cerebral, reducción de la presión arterial y del impulso respiratorio y en raras ocasiones produce apnea.⁴

Figura 11 Molécula de midazolam



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

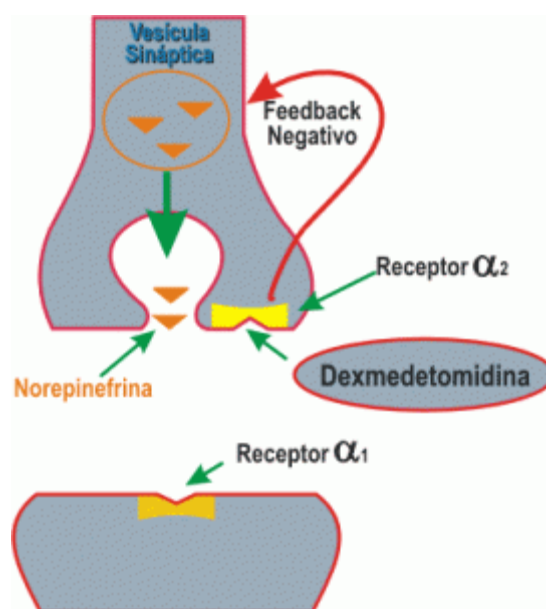
7.1.3.5 Agonistas adrenérgicos α_2

Los agonistas de los receptores adrenérgicos son capaces de inducir sedación y analgesia, siendo la dexmedetomidina el fármaco utilizado. Este actúa como un

agonista selectivo de los receptores adrenérgicos α_2 y es especialmente útil en adultos que se encuentran en estado crítico, ya que proporciona sedación de corta duración, inferior a 24 horas. También se recomienda su uso en procedimientos quirúrgicos u otros en pacientes que no están intubados. Para su administración, se debe comenzar con una dosis de 1 mg/kg durante 10 minutos, seguido de una infusión continua a una tasa de 0.2-0.7 $\mu\text{g/kg/h}$.⁴

No se conoce con total precisión el mecanismo de acción de la dexmedetomidina; no obstante, se han propuesto hipótesis que explican cómo este fármaco puede causar una inhibición en la conducción nerviosa al bloquear la entrada de calcio y evitar la fusión de las vesículas encargadas del transporte de neurotransmisores. Esto ocurre a través de la interacción con receptores acoplados a proteína G, la cual inhibe a la adenilato ciclasa, lo que a su vez reduce los niveles de monofosfato de adenosina y provoca una hiperpolarización en las neuronas noradrenérgicas. Este fenómeno se denomina sedación cooperativa, que facilita la interacción del paciente frente a la estimulación.¹⁰

Figura 12 Mecanismo de acción de la dexmedetomidina



Fuente: Lalinde Ruiz. J, 2023.

La dexmetomidina posee la capacidad de depurar colonias bacterianas por tanto su uso se ha asociado a menor incidencia de infecciones posoperatorias, posee propiedades antiinflamatorias, reduce la apoptosis neuronal superando en estas características a los agonistas de GABA como las benzodiacepinas y el propofol, en un contexto clínico de sepsis y disfunción orgánica la mortalidad ha reducido con el uso de este fármaco, además se ha asociado a mejores resultados en pacientes con delirio, coma y una reducción en el tiempo de ventilación mecánica.¹¹

Este fármaco se transporta en la circulación unido ávidamente a proteínas y su principal metabolismo es hepático donde se producen los conjugados de glucorónido y metilo que tienen su excreción a través de la orina. La estimulación de los receptores adrenérgicos α_2 en el sistema nervioso central y en los tejidos periféricos es la causa de los efectos secundarios más comunes, bradicardia e hipotensión. Su efecto analgésico y sedante con escaso compromiso de la función respiratoria es efectivo.⁴

7.1.4 Anestésicos inhalados

Estos agentes farmacológicos son usados por su rápida absorción rápida y directa en el sistema respiratorio, que se administran en forma de partículas finas, aerosoles o gases para inducir sedación y anestesia a través de la inhalación.¹² Los anestésicos inhalados cumplen su función rápidamente al ser inhalados ingresan a los alveolos y difunden a través de la membrana alveolar hacia la circulación para poder ejercer su efecto en los órganos perfundidos. La eficacia de los agentes inhalados se determina por la concentración alveolar media.¹³

Los anestésicos que se administran por inhalación se distribuyen entre los tejidos (o entre la sangre y el gas) hasta alcanzar un equilibrio, donde las concentraciones de los gases anestésicos en ambos tejidos son iguales. Cuando una persona respira un anestésico inhalado por un tiempo prolongado, todos los tejidos logran equilibrarse con el anestésico disponible, y la presión parcial del gas anestésico en todos los tejidos coincide con la presión del gas que se inhala. Aunque la presión parcial del anestésico es igual en todos los tejidos, las concentraciones del mismo varían entre ellos.

El coeficiente de partición de un anestésico se define como la relación entre las concentraciones de anestésico en dos tejidos cuando las presiones parciales son equivalentes. La eliminación de los anestésicos inhalados se lleva a cabo principalmente de manera opuesta a su absorción. En el caso de los fármacos inhalados que tienen una alta solubilidad en sangre y tejidos, la recuperación depende del tiempo que se administre la anestesia. Esto sucede porque los anestésicos, similares a la grasa, se acumulan en el reservorio, lo que impide que la presión parcial en la sangre (y, por ende, en los alvéolos) disminuya demasiado rápido.⁴

7.1.4.1 Isoflurano

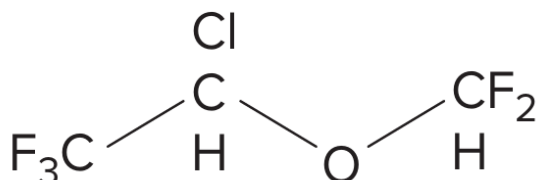
El isoflurano es un anestésico inhalatorio muy utilizado en la práctica médica, pertenece al grupo de los líquidos volátiles junto con el desflurano y el sevoflurano, y tiene diversas propiedades como sedación, hipnosis y anestesia para pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos. Los anestésicos inhalatorios volátiles (halogenados) tienen la propiedad de aumentar la transmisión sináptica inhibitoria a nivel postsináptico al mejorar los canales iónicos regulados por ligandos como GABA y glicina y a nivel extrasináptico potenciando las corrientes de fuga y también aumentando la liberación basal de GABA.¹⁴

Clásicamente, los anestésicos inhalados inhiben la transmisión sináptica excitatoria a nivel presináptico al disminuir la liberación de glutamato e inhiben la transmisión sináptica excitatoria a nivel postsináptico al inhibir los receptores ionotrópicos excitadores activados por el glutamato. El isoflurano tiene un olor fuerte y se usa comúnmente para mantener la anestesia después de la inducción con otros medicamentos. Cuando la concentración de isoflurano está entre 1,5 y 3%, la inducción de la anestesia se completa en 10 minutos. Al inhalar O₂, esta concentración se reduce entre un 1 y un 2% para mantener la anestesia. El uso de aditivos como opioides y óxido nítrico reduce la concentración de isoflurano necesaria para la anestesia quirúrgica.⁴

No es un fármaco ideal para la inducción anestésica por el efecto irritante que tiene sobre las vías respiratorias, posee una solubilidad y metabolismo muy bajo por lo que la recuperación tras su inhalación es muy rápida. Particularmente las cirugías de corta duración no afectan el ADN. Sin embargo, en los procedimientos abdominales mayores, el daño significativo comienza después de 2 horas de exposición sostenida al anestésico, la recuperación suele darse tras unos días posoperatorios.¹⁵

El isoflurano provoca una reducción de la presión arterial que varía según la concentración administrada. El gasto cardíaco se mantiene adecuado y la hipotensión se produce por una reducción en la resistencia vascular sistémica. La supresión de la ventilación también depende de la concentración de este fármaco. Es especialmente efectivo para disminuir las respuestas respiratorias en situaciones de hipercapnia e hipoxia. A pesar de que el isoflurano actúa como un broncodilatador, puede ocasionar irritación en las vías respiratorias, activar los reflejos durante la inducción anestésica y generar tos y laringoespasma.⁴

Figura 13 Molécula de isoflurano



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.4.2 Sevoflurano

El sevoflurano es un líquido volátil de halocarbono derivado de éter que está aprobado para la inducción y el mantenimiento de la anestesia general por inhalación. Esta propiedad se aprovecha para administrar el gas a través de un tubo endotraqueal, el fármaco alcanza los alvéolos y a través de la membrana alveolo capilar se difunde al torrente sanguíneo y llega a su destino en el sistema nervioso central, induciendo la hipnosis.¹⁶

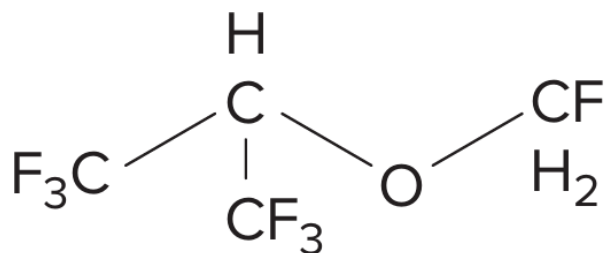
Este anestésico inhalado cuenta con el coeficiente de partición de gases en sangre más bajo entre los anestésicos volátiles y tiene un rápido inicio de acción y rápido despertar. Sus propiedades no respiratorias lo hacen ideal para pacientes pediátricos, ya que no produce irritación en las vías respiratorias. Aunque este anestésico no causa daño oxidativo al ADN después de exposiciones breves, existe evidencia de que el daño persiste por más de 2 horas. Las reparaciones comenzarán en el momento en que se interrumpa el suministro de gas y finalizarán en un plazo máximo de 5 días.¹⁵

La inducción de la anestesia se realiza de manera rápida mediante el uso de sevoflurano inhalado en concentraciones de entre el 2% y el 4%. Este anestésico presenta características que lo hacen un inductor ideal, como su aroma agradable, un comienzo de acción veloz y la ausencia de irritación en las vías respiratorias. Gracias a su baja solubilidad en la sangre y otros tejidos, la anestesia se establece rápidamente y la profundidad de la misma puede cambiar de forma ágil según las variaciones en la concentración administrada.

Durante la anestesia con este agente inhalado se han detectado niveles normales de malonildialdehído, pero durante cirugías mayores como ortopedia, laparoscopia e histerectomía, si se provocan ciertos niveles de estrés, con aumentos de la enzima superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y la capacidad oxidativa general. La evidencia demuestra que produce algunos niveles de estrés oxidativo durante cirugías mayores con exposición prolongada.¹⁵

El sevoflurano causa una reducción de la presión arterial y del gasto cardiaco que depende de su concentración, a través de la vasodilatación sistémica. También provoca una disminución de la ventilación pulmonar que está relacionada con su concentración, así como un aumento en la frecuencia respiratoria en pacientes que están respirando por su cuenta. Sin embargo, este aumento en la frecuencia respiratoria no es suficiente para contrarrestar la reducción de la ventilación pulmonar, resultando en una disminución de la ventilación minuto y un incremento de la PaCo₂. Este anestésico no irrita las vías respiratorias y tiene un notable efecto broncodilatador, siendo más eficaz que otros anestésicos inhalados.⁴

Figura 14 Molécula de Sevoflurano



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.4.3 Desflurano

El desflurano presenta un inicio de acción y un tiempo de recuperación rápidos, lo que lo convierte en una opción ideal para procedimientos quirúrgicos ambulatorios. Sin embargo, este anestésico puede causar irritación en los bronquios, así como tos, salivación y broncoespasmo. Por tal motivo, la anestesia suele inducirse inicialmente con medicamentos intravenosos, y posteriormente se utiliza desflurano para su mantenimiento. Generalmente, se necesitan concentraciones de inhalación de entre el 6 y el 8% para sostener la anestesia, siendo posibles dosis menores cuando se administra simultáneamente con opioides.

Además, el desflurano tiene un bajo coeficiente de partición de gases en sangre y es poco soluble en grasas y otros tejidos periféricos. Esto provoca que las concentraciones en los alvéolos y en la sangre aumenten rápidamente con la concentración inspirada, facilitando una rápida inducción de la anestesia y ajustes veloces en su profundidad ante cualquier cambio en dicha concentración. La recuperación de la anestesia con desflurano también es ágil, ya que más del 99% del desflurano absorbido se expulsa sin cambios por los pulmones.⁴

La excreción ocurre en los pulmones, el hígado y los riñones, y solo se puede recuperar el 0,02% de la dosis inhalada en forma de metabolitos. Por lo tanto, no es necesario modificar la dosis en pacientes con insuficiencia renal o hepática. El desflurano incrementa la toxicidad de los aminoglucósidos, los betabloqueantes, la reserpina y los simpaticomiméticos, mientras que las benzodiazepinas reducen la

efectividad del desflurano. Además, la toxicidad se ve aumentada por los barbitúricos, la fenitoína y la tetraciclina.¹⁷

El desflurano causa hipotensión principalmente al disminuir la resistencia vascular sistémica. La función cardíaca se mantiene bien, al igual que el flujo sanguíneo a los lechos de órganos más importantes (nervios espláncnicos, riñones, cerebro y órganos coronarios). A menudo se observa taquicardia transitoria con un rápido aumento de la concentración de desflurano administrado como resultado de la estimulación del sistema nervioso simpático. El efecto antihipertensivo del desflurano no desaparece incluso si se prolonga el período de administración.⁴

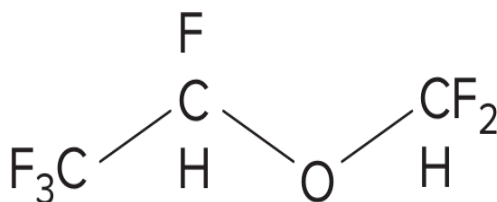
En el sistema nervioso central provoca un aumento del flujo sanguíneo cerebral con aumento de la presión intracraneal, euforia, depresión respiratoria y apnea. Los efectos gastrointestinales principales son la salivación, náuseas y vómitos, y a nivel metabólico aumentan las concentraciones sanguíneas de bilirrubina, glucosa y LDH.¹⁷ La frecuencia respiratoria aumenta y la ventilación pulmonar disminuye de manera dependiente de la concentración. En concentraciones bajas, el efecto neto es mantener una pequeña cantidad de ventilación mientras que las concentraciones más altas afectan gravemente la ventilación minuto y aumentan la presión arterial de CO₂ (Paco₂).⁴

El desflurano presenta una baja solubilidad en los tejidos, lo que facilita su rápida eliminación y el despertar del paciente. No obstante, su efecto irritante puede generar tos, secreción y laringoespasma durante la inducción anestésica. Este fármaco puede causar una profunda depresión respiratoria al afectar los centros respiratorios medulares y los músculos intercostales, además de tener efectos directos o indirectos en otros niveles, como en el músculo liso bronquial.

Este medicamento no presenta efectos convulsivos ni altera el electroencefalograma con cambios epileptiformes. En cambio, produce una supresión de la actividad eléctrica cerebral que es dependiente de la dosis, lo que conlleva una disminución de la resistencia vascular y del metabolismo cerebral. Por otro lado, potencia la intensidad y duración de la relajación provocada por relajantes musculares no despolarizantes, por lo que se puede disminuir la dosis de estos

fármacos durante el mantenimiento de la anestesia, aunque no en la fase de inducción. Además, no causa hepatotoxicidad ni nefrotoxicidad.¹⁷

Figura 15 Molécula de desflurano



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.4.4 Enflurano

El enflurano es un líquido transparente e incoloro a temperatura ambiente con un olor dulce y como otros anestésicos inhalados, es volátil. Se utiliza para mantenimiento más que para inducción de la anestesia. Con enflurano, la anestesia quirúrgica puede inducirse en 10 minutos con concentraciones de oxígeno inhalado de 2 a 4,5% y mantenerse en concentraciones de 0,5 a 3%. El uso concomitante de óxido nitroso u opioides disminuye la concentración de enflurano necesaria para la anestesia.⁴

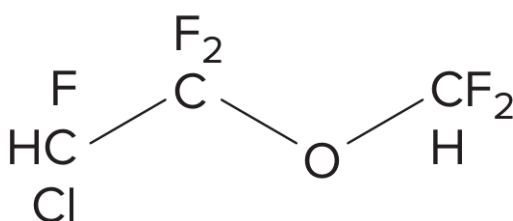
Las preocupaciones sobre la capacidad del enflurano para reducir el umbral convulsivo y causar nefrotoxicidad han limitado su utilidad clínica en los países desarrollados. El fármaco tiene un coeficiente de partición de gases en sangre relativamente alto, lo que resulta en una inducción y recuperación de la anestesia relativamente lentas. Debido a su lento inicio de acción, el enflurano se puede utilizar para mantener la anestesia después de la inducción de la anestesia con otros agentes.¹⁸

El enflurano provoca una disminución de la presión arterial, lo que produce vasodilatación y supresión de la contractilidad del miocardio, pero tiene efectos mínimos sobre la frecuencia cardíaca. Este fármaco es un broncodilatador eficaz que crea un patrón de respiración rápido y superficial. El enflurano puede aumentar la presión intracraneal debido a su efecto como vasodilatador cerebral. No debe

utilizarse en pacientes con trastornos convulsivos ya que puede provocar actividad convulsiva. El enflurano relaja los músculos estriados y uterinos. Al igual que otros gases anestésicos, el enflurano disminuye el flujo sanguíneo renal, la TFG y la producción de orina.⁴

Los anestésicos volátiles pueden tener efectos proarrítmicos sobre los mecanismos electrofisiológicos cardíacos anormales causados por isquemia o infarto de miocardio, pero pueden tener efectos antiarrítmicos al contrarrestar la actividad de estimulación secundaria del miocardio infartado. El enflurano prolonga el intervalo QT en humanos, lo que sugiere que los pacientes con síndromes de QT largo idiopático o adquirido tienen un mayor riesgo de desarrollar taquicardia en torsade de pointes ventricular.¹⁹

Figura 16 Molécula de enflurano



Fuente: Patel Hemal. H, 2019.

7.1.5 Bloqueadores neuromusculares

Los relajantes musculares despolarizantes (como la succinilcolina) y los no despolarizantes (como el vecuronio) se emplean para relajar los músculos de la mandíbula, el cuello y las vías respiratorias, lo que facilita la laringoscopia y la intubación endotraqueal. Por lo general, los relajantes musculares despolarizantes son bien tolerados. Los efectos de los relajantes musculares no despolarizantes suelen ser contrarrestados por inhibidores de la acetilcolinesterasa, como la neostigmina y el edrofonio, los cuales evitan la activación muscarínica al inhibir la acción de la esterasa, una vez que la parálisis muscular ya no es necesaria.⁴

Los bloqueadores neuromusculares funcionan al unirse a los receptores colinérgicos nicotínicos en la unión neuromuscular mediante un mecanismo

agonista (bloqueador neuromuscular despolarizante) o antagonista (bloqueador neuromuscular no despolarizante). Estos medicamentos inhiben la transmisión nerviosa en las uniones motoras, provocando así una parálisis temporal y reversible del músculo esquelético. Son fármacos comúnmente utilizados para facilitar la intubación endotraqueal, establecer condiciones quirúrgicas adecuadas y disminuir la necesidad de ventilación en pacientes críticos.²⁰

Los bloqueadores neuromusculares (BNM) son herramientas fundamentales en la práctica de la anestesia para facilitar la intubación endotraqueal y la ventilación pulmonar, mejorar las condiciones quirúrgicas y minimiza las respuestas del paciente a los estímulos intraoperatorios. Facilita el control de las vías respiratorias durante la anestesia general, especialmente en pacientes obesos. Esto es especialmente beneficioso para pacientes sometidos a cirugía laparoscópica o toracoscopia.

La reversión neuromuscular tras la anestesia general es esencial, dado que el bloqueo residual postoperatorio puede ocasionar obstrucciones en las vías respiratorias superiores, hipoxia y complicaciones pulmonares, especialmente en pacientes que son susceptibles a la apnea o atelectasia. Sugammadex es una ciclodextrina modificada que disminuye la concentración de rocuronio o vecuronio en la unión neuromuscular al encapsular selectivamente las moléculas libres del medicamento, permitiendo así la reversión del bloqueo neuromuscular.²¹

7.1.6 Efectos fisiológicos cardiovasculares

Los efectos de la anestesia en el sistema cardiovascular son aspectos cruciales para asegurar la seguridad y la salud del paciente durante los procedimientos quirúrgicos. La anestesia influye en diversos parámetros cardiovasculares. Los anestésicos impactan en la frecuencia cardíaca al interactuar con el sistema nervioso autónomo; tanto los anestésicos administrados por vía intravenosa como los inhalados tienden a reducir la actividad del sistema nervioso simpático, lo que puede llevar a una disminución de la frecuencia cardíaca.

El gasto cardiaco, es decir, la cantidad de sangre que el corazón bombea por minuto, puede disminuir con ciertos anestésicos que tienen efectos inhibidores sobre la contractilidad del corazón. También es fundamental considerar cómo la anestesia puede afectar el volumen sanguíneo, así como la distribución de la sangre y el retorno venoso, lo que influye en la precarga del corazón. Durante la anestesia, es común observar cambios en la presión arterial. Muchos anestésicos disminuyen la resistencia vascular periférica, lo que puede resultar en una reducción de la presión arterial sistémica, especialmente en pacientes que ya padecen enfermedades cardiovasculares.²²

El efecto fisiológico más significativo de la inducción de la anestesia es la disminución de la presión arterial sistémica. Las causas de esta disminución incluyen la vasodilatación directa, la depresión del miocardio o una combinación de ambas. La regulación de los barorreceptores se fortalece, lo que resulta en un descenso del tono simpático central. Si bien la intensidad de los efectos de los diferentes agentes varía, en todos los casos la respuesta antihipertensiva se ve acentuada por una disminución en el volumen o por una disfunción miocárdica existente.

Los anestésicos inhalados reducen la contractilidad del miocardio tanto en estudios de laboratorio como en la práctica clínica. Determinar el nivel de depresión miocárdica que ocurre en el organismo es aún más complicado debido a los cambios simultáneos en la hemodinámica tanto sistémica como pulmonar, así como la actividad del sistema nervioso autónomo, lo que dificulta la medición de la función sistólica del ventrículo izquierdo (VI). La depresión miocárdica provocada por anestésicos inhalados se genera por alteraciones en la homeostasis del calcio intracelular en diversos puntos dentro del miocardio.

Los anestésicos volátiles prolongan la relajación isovolumétrica del VI de manera dependiente de la dosis. Esta relajación retrasada está asociada con una disminución en el llenado inicial del VI, aunque no afecta significativamente la rigidez de la cavidad. Durante la relajación isovolumétrica, el flujo sanguíneo coronario aumenta, y esta desaceleración contribuye a las variaciones del flujo sanguíneo

coronario durante la diástole temprana. Además, los anestésicos volátiles también disminuyen el llenado ventricular durante la sístole auricular.

El mecanismo detrás de la vasodilatación coronaria está relacionado con alteraciones en la regulación del calcio intracelular en diferentes áreas de las células musculares lisas vasculares. Los anestésicos volátiles bloquean la entrada de calcio a través de canales dependientes de voltaje y receptores ubicados en el músculo liso coronario. Es probable que los efectos vasodilatadores que producen no estén ligados a la generación o liberación de óxido nítrico. Por otro lado, el isoflurano induce vasodilatación coronaria al activar los canales de potasio sensibles a ATP.

Los anestésicos influyen tanto de forma directa como indirecta en la actividad automática del nódulo sinoauricular, lo que provoca una disminución en la velocidad de conducción de este nódulo. Los anestésicos más antiguos, así como el isoflurano, reducen la duración del potencial de acción cardíaco y el período refractario efectivo en las fibras de Purkinje normales. Además, estos agentes incrementan el tiempo de conducción auriculoventricular y la refractariedad; sin embargo, los defectos primarios en la conducción auriculoventricular que llevan al bloqueo auriculoventricular (AV) de segundo o tercer grado en humanos no se presentan con anestésicos volátiles si no existen defectos en la conducción AV.

7.1.7 Efectos fisiológicos respiratorios.

Los pulmones son órganos singulares que se enfrentan a diferentes fuerzas físicas como la ventilación, el flujo sanguíneo y la tensión superficial. Los efectos de los agentes anestésicos son diversos en relación con el tono de las vías respiratorias, la resistencia vascular pulmonar (PVR), la función mucociliar, la producción de surfactante, el control de la ventilación y la lesión pulmonar aguda. Un incremento temporal en la resistencia de las vías respiratorias puede originarse por un aumento en el tono del músculo liso de los bronquiolos.¹⁹

Casi Todos los anestésicos generales disminuyen o eliminan la actividad respiratoria y los reflejos responsables de mantener las vías respiratorias abiertas. Por esta razón, es necesario proporcionar apoyo o control a la ventilación durante el procedimiento quirúrgico. Se pierde el reflejo de vómito y la capacidad de toser

se ve reducida; además, el tono del esfínter esofágico se disminuye, lo que puede provocar reflujo, tanto pasivo como activo. La intubación endotraqueal ayuda a disminuir los casos de mortalidad por aspiración durante la anestesia general.⁴

La broncoconstricción refleja como resultado de la estimulación de las vías respiratorias superiores es controlada por vías aferentes sensoriales que provienen del núcleo del tracto solitario y se proyectan hacia las neuronas del nervio vago. El glutamato influye en la estimulación del núcleo del tracto solitario (NTS) y afecta a las neuronas preganglionares vagales, mientras que el GABA se proyecta desde el NTS hacia estas neuronas. Asimismo, los nervios parasimpáticos también regulan el tono basal de las vías respiratorias mediante modificaciones en los niveles intracelulares de sodio (Na) y calcio (Ca).

La liberación de histamina o diversas formas de estimulación mecánica en las vías respiratorias incrementa la actividad aferente vagal, provocando broncoconstricción refleja. Los receptores adrenérgicos en el músculo liso bronquial se dividen en tipo α y tipo β_2 , siendo este último crucial en la reactividad del músculo liso. El epitelio de las vías respiratorias secreta compuestos que modulan el tono del músculo liso bronquial, y su eliminación potencia la respuesta contráctil ante acetilcolina, histamina o serotonina..¹⁹

Los agentes anestésicos reducen la respiración espontánea, aumentan el umbral de dióxido de carbono necesario para estimular los centros que controlan la respiración, y disminuyen tanto el volumen corriente como la ventilación pulmonar, lo que provoca una acumulación de CO₂. Los anestésicos inhalados afectan los centros respiratorios y modifican la actividad de los músculos responsables de la respiración. La fuerza de contracción se ve reducida, especialmente en los músculos intercostales y en menor medida en el diafragma, resultando en una respiración paradójica.¹³

Todos los anestésicos volátiles actúan como broncodilatadores. Sus efectos particulares en los bronquiolos están determinados por su posición en el árbol respiratorio y su estructura química. En estudios in vitro, el isoflurano mostró una mayor relajación de los bronquiolos en comparación con los bronquios. Además,

cuando se usa junto con sevoflurano, parece tener un efecto más notable en inhibir la constricción bronquial que en la contracción del músculo liso traqueal.

La eliminación del moco en el árbol traqueobronquial funciona como un mecanismo de defensa pulmonar para eliminar partículas, microorganismos y células muertas. Las células ciliadas en el epitelio respiratorio se encuentran en todas las vías respiratorias hasta los bronquiolos terminales, aunque la densidad del epitelio respiratorio va disminuyendo gradualmente desde la tráquea hacia los bronquiolos. Los anestésicos volátiles y el N₂O reducen el aclaramiento de la mucosa al disminuir la frecuencia de los movimientos ciliares y modificar las propiedades físicas o el volumen del moco.

Todos los anestésicos volátiles provocan vasodilatación en el lecho vascular pulmonar, aunque en pulmones sanos este efecto es relativamente modesto y la ligera disminución de la resistencia vascular pulmonar generalmente se ve compensada por una reducción en el gasto cardíaco. La evidencia sugiere que el halotano, el enflurano y el isoflurano, a diferencia del sevoflurano, tienen un efecto regulador diferente sobre la presión vascular pulmonar a través de canales de K sensibles al voltaje o activados por Ca, lo que contribuye a la dilatación de la arteria pulmonar ocasionada por anestésicos volátiles.

7.1.8 Efectos fisiológicos cerebrales

En el ámbito cerebral, los anestésicos provocan un estado de inconsciencia, evidenciado por una reducción en las ondas electroencefalográficas. A altas dosis de anestésicos, se observa un incremento en el flujo cerebral, la pérdida de la autorregulación en el cerebro, un aumento en la presión intracraneal y la aparición de ondas electroencefalográficas isoelectricas. Algunos anestésicos, como el enflurano, pueden inducir actividad epileptiforme, mientras que la mayoría de los agentes anestésicos funcionan como vasodilatadores cerebrales.¹³

Se conoce que la anestesia general emplea el circuito fisiológico de vigilia y sueño para inducir sus efectos hipnóticos. La mayoría de los anestésicos, a excepción de la ketamina, actúan principalmente sobre el neurotransmisor GABA. Los receptores de GABA están ampliamente distribuidos en el sistema nervioso

central y se consideran el objetivo principal de diversos anestésicos, los cuales interactúan sobre todo con los receptores GABA del subtipo GABA-A, facilitando el paso de cloruro hacia las neuronas y generando una hiperpolarización.

Existen también otros sitios en los que los anestésicos pueden tener efecto. La inactivación o daño de áreas que fomentan la excitación, como el locus coeruleus, el núcleo del rafe dorsal, el núcleo pontino, la región peripedicular y la región frontobasal, intensifican los efectos de los anestésicos generales, lo que provoca un retraso en la recuperación de la conciencia. En contraposición, cuando se inactiva el centro que promueve el sueño, como el núcleo preóptico ventrolateral, se estimula el comportamiento de vigilia que se refleja en el EEG, incluso en estado de anestesia.⁵

7.2 VÍA AÉREA

7.2.1 Anatomía de la vía aérea

El conocimiento de las estructuras anatómicas implicadas en el manejo y control de la vía aérea es esencial para el anestesiólogo. Un acceso rápido y preciso a estas estructuras puede marcar la diferencia entre un resultado exitoso, la incapacidad o incluso la muerte del paciente. Por lo tanto, un manejo óptimo requiere la identificación de las estructuras normales y la detección de posibles anomalías antes de cualquier procedimiento quirúrgico.²³

La región bucal, una estructura anatómica fundamental, es a menudo la vía de acceso para la intubación durante procedimientos quirúrgicos. Esta región abarca la cavidad oral, los dientes, las encías, la lengua, el paladar y la región amigdalina. En la cavidad bucal se inicia tanto la absorción de ciertos componentes de los alimentos como su preparación para la digestión posterior en el estómago y el intestino delgado. El proceso de deglución comienza en la boca de forma voluntaria, impulsando el bolo alimenticio hacia la faringe, una extensión del sistema digestivo, donde la deglución se convierte en un proceso involuntario y automático.

7.2.1.1 Región bucal

La boca, también conocida como cavidad bucal, se compone de dos áreas principales: el vestíbulo bucal y la cavidad bucal propiamente dicha. En esta última, se reciben los alimentos y líquidos, donde son masticados y manipulados por la lengua. El vestíbulo bucal es un espacio estrecho delimitado internamente por los dientes y las encías, y externamente por los labios y las mejillas. Este vestíbulo se conecta con el exterior a través del orificio bucal. Los músculos que rodean la boca, como el orbicular de los labios (un esfínter labial), el buccinador, el risorio, el depresor del labio inferior y el elevador del labio superior, controlan el tamaño de la abertura labial.

La cavidad bucal propiamente dicha es el espacio ubicado entre los arcos dentales superior e inferior, formados por los procesos alveolares de los maxilares superior e inferior y los dientes que estos contienen. Los arcos dentales definen los

lados y la parte frontal de esta cavidad. El paladar constituye el techo de la cavidad bucal, que se comunica posteriormente con la orofaringe (la porción bucal de la faringe), punto de convergencia de los sistemas respiratorio y digestivo.

Los labios son pliegues móviles de tejido muscular que rodean la boca, extendiéndose lateral y superiormente desde el pliegue nasolabial y las fosas nasales hasta los pliegues mentolabiales inferiores. Contienen el músculo orbicular de los labios, otros músculos labiales, vasos sanguíneos y nervios. Su superficie externa está cubierta de piel, mientras que la interna está revestida de mucosa. Funcionan como válvulas de la hendidura bucal, albergando el esfínter (orbicular de la boca) que regula el acceso a la boca, al tracto gastrointestinal superior y al tracto respiratorio.

Los dientes están compuestos por una parte visible llamada corona, una zona intermedia conocida como cuello, y una sección anclada llamada raíz. La corona se encuentra por encima de las encías, mientras que el cuello conecta la corona con la raíz. La raíz se sujeta a la cavidad dental a través del tejido periodontal, que es el tejido conectivo que abraza la raíz. La mayor parte del diente está constituida por dentina, la cual está recubierta por esmalte en la corona y por cemento en la raíz. Dentro de la cavidad pulpar se hallan tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios. El conducto radicular, o conducto pulpar, permite la entrada y salida de nervios y vasos sanguíneos desde y hacia la cavidad pulpar a través del agujero apical.

Por otro lado, divide la cavidad bucal de la nasal y la sección de la faringe que está por encima de la nasofaringe o paladar blando. La parte superior del paladar, que mira hacia la nariz, está recubierta por mucosa respiratoria, mientras que la parte inferior, que se encuentra en la boca, está cubierta por mucosa oral, rica en glándulas. El paladar se divide en dos áreas: el paladar duro al frente y el paladar blando en la parte posterior.²⁴

El paladar duro es una estructura anatómica compuesta por los huesos maxilar y palatino, así como por la mucosa bucal y nasal, y tiene la función de separar la cavidad nasal de la bucal. Por otro lado, el paladar blando está formado por fibras musculares que están recubiertas por membranas mucosas, y está constituido por

cinco músculos que cumplen funciones clave en el habla, la deglución, la vocalización y la respiración.

El músculo tensor del velo palatino, también conocido como estafilino externo, se sitúa dentro y detrás de la fosa escafoides, en el borde medial del ala mayor del hueso esfenoides, abarcando el agujero oval, el agujero espinoso y el área externa del canal auditivo. Sus fibras descienden y se unen en la parte inferior del músculo pterigoideo, formando un tendón que envuelve el gancho de este músculo. Este tendón tiene una forma de abanico en la parte inferior de la aponeurosis palatina. Su función principal es tensar el paladar blando y ampliar el canal auditivo durante el acto de tragar o bostezar.

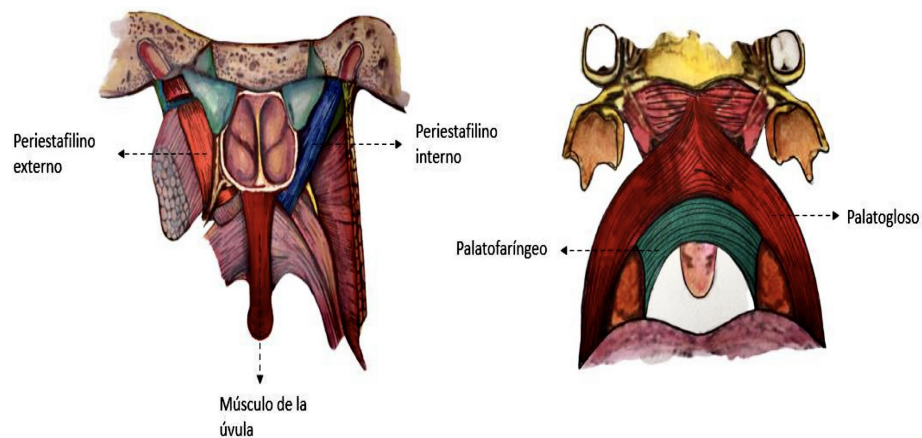
El músculo elevador del velo del paladar, o periestafilino interno, se inserta en la parte anteroinferior del hueso temporal, justo delante del canal carotídeo, en la superficie medial del cartílago del canal auditivo y en la parte superior de la aponeurosis palatina. Su función consiste en elevar el paladar blando y dilatar el canal auditivo, lo que facilita la apertura del istmo faríngeo y, en conjunto con el tensor del velo palatino, impide que los alimentos ingresen a la nasofaringe durante la deglución.

El músculo ácigos de la úvula palatina, conocido como estafilina uvular, se origina en la espina nasal posterior y se extiende hacia la superficie posterior de la aponeurosis palatina, estando rodeado por una banda de tejido mucoso que le otorga soporte y estabilidad. Este músculo se encarga de elevar y retraer la úvula, colaborando con los músculos elevadores palatinos para abrir el istmo faríngeo entre la cavidad bucal y la orofaringe, además de permitir que el paladar blando se estire durante la producción del habla.

El músculo palatofaríngeo, o estafilino faríngeo, se origina en el paladar duro y la aponeurosis palatina, insertándose en la parte superior del cartílago tiroides. Su función es reducir el istmo faringonasal, bajar el paladar blando y alzar la faringe durante la deglución y el habla, además de cerrar las vías respiratorias en la laringe al tragar, evitando que se inhale comida.

Finalmente, el músculo palatinogloso, también conocido como glosostafilina, forma parte del arco palatogloso y constituye su estructura. Se origina en la base de la lengua a través de dos haces: uno anteroposterior que continúa hacia el borde de la lengua y otro transversal que empieza en el tabique lingual, cuya fusión se extiende hasta el paladar blando formando la cúspide anterior que se une a la lengua. Su función es elevar la base de la lengua, descender el paladar blando y contraer el istmo faríngeo como un esfínter, facilitando la masticación, la succión y las etapas finales de la deglución al empujar el bolo hacia el esófago.²⁵

Figura 17 Músculos del paladar



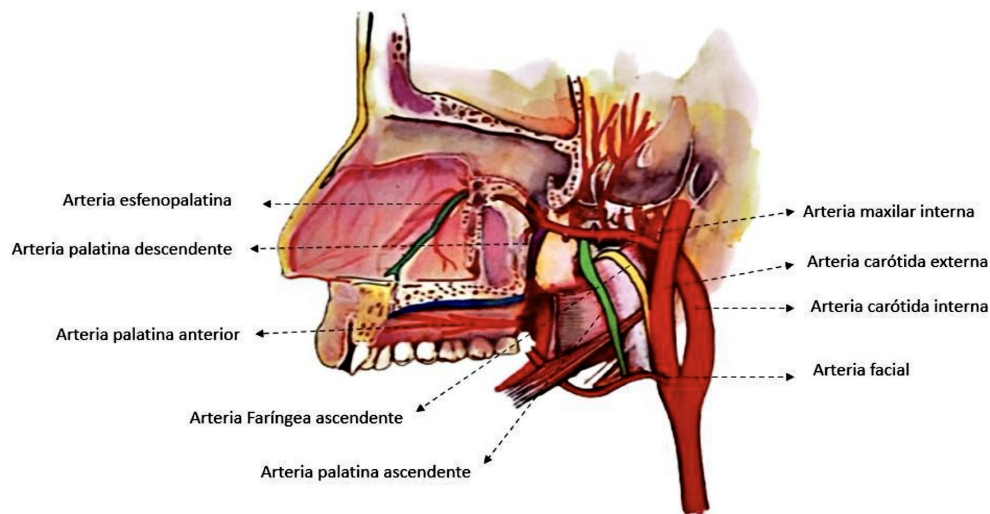
Fuente: Suarez. V, 2022.

La irrigación principal del paladar duro se lleva a cabo mediante arterias denominadas arteria palatina inferior y arteria esfenopalatina. La arteria palatina inferior proviene de la región pterigopalatina de la arteria maxilar, desciende a través del canal palatino, atraviesa el agujero palatino mayor, llega al fondo de saco palatino y se dirige anteromedialmente hacia el canal incisivo. Esta arteria proporciona suministro sanguíneo al paladar, las encías y el canal incisivo, así como a las membranas mucosas. Actúa como enlace entre el paladar duro y la glándula palatina, además de anastomosarse con la rama terminal de la arteria esfenopalatina.

Por otro lado, el paladar blando recibe riego sanguíneo a través de arterias conocidas como arteriolas palatinas y la arteria faríngea ascendente, que es una rama de la arteria carótida externa. La arteria palatina inferior incluye una rama más

pequeña que entra al paladar a través del agujero palatino inferior, conectándose con la arteria palatina ascendente, que es una rama de la arteria facial. Esta arteria palatina ascendente se desplaza externamente a la faringe, pasa por encima del músculo constrictor superior de la faringe y anastomosa con la arteria amigdalina y la arteria faríngea ascendente, contribuyendo así al riego del paladar blando, sus músculos, así como de la trompa auditiva y la tonsila palatina.²⁵

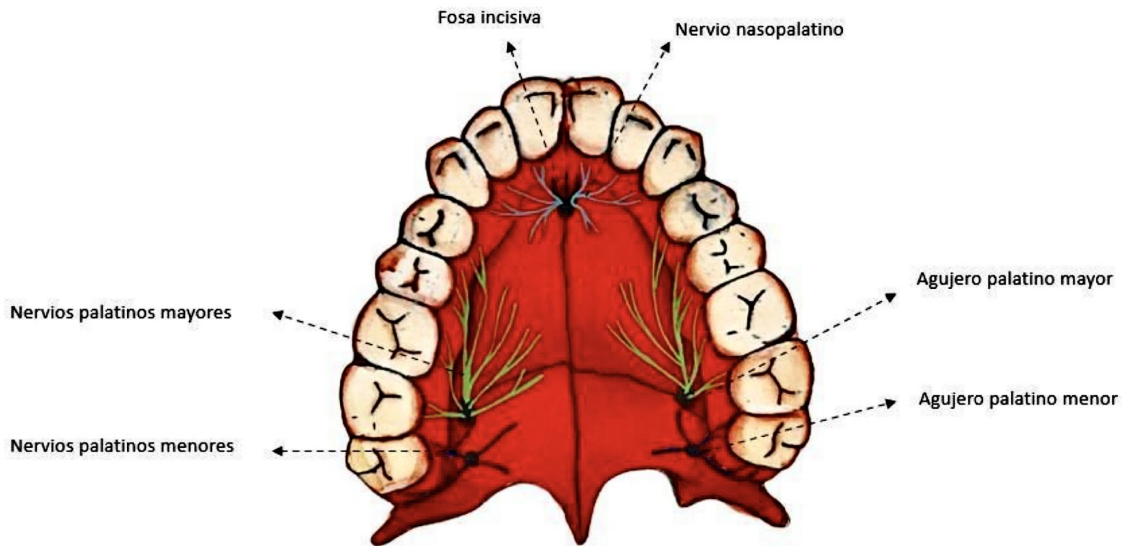
Figura 18 Irrigación del paladar



Fuente: Suarez. V, 2022.

Los principales vasos sanguíneos que drenan el paladar son las venas faciales, que se extienden desde el canto posterior de la arteria facial y desembocan en la vena retromandibular situada debajo del mentón. Esta conexión se denomina vena facial común. El paladar duro recibe exclusivamente inervación sensorial a través de los nervios nasopalatino y palatino mayor. Este último nervio se origina en su canal por medio del agujero palatino mayor y avanza anteriormente por el techo del paladar. Por lo tanto, estos dos nervios son responsables de la inervación de las encías, las membranas mucosas y las glándulas del paladar duro, y se interconectan en la parte anterior de este.²⁵

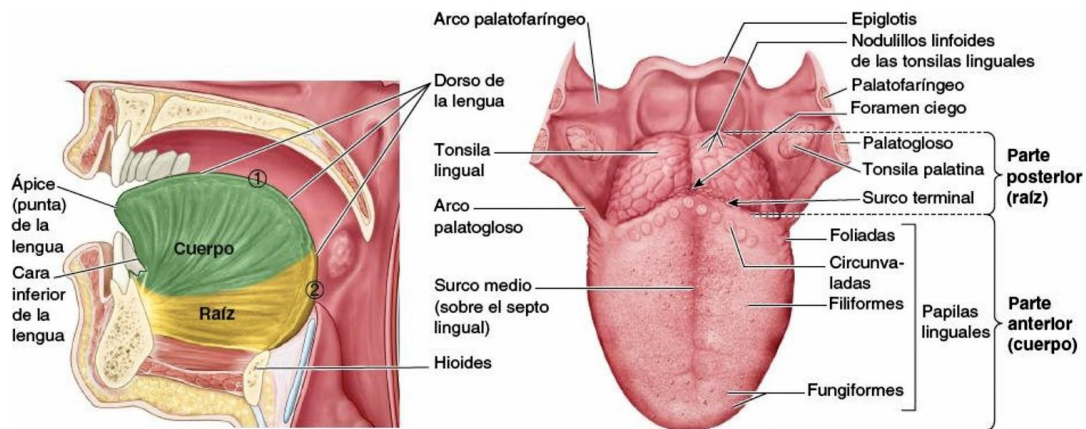
Figura 19 Inervación del paladar



Fuente: Suarez. V, 2022.

La lengua es un órgano muscular que posee movilidad y está cubierta por una membrana mucosa, pudiendo cambiar de formas y posiciones. Algunas funciones de la lengua se llevan a cabo en la cavidad bucal y otras en la orofaringe. Sus funciones principales incluyen la articulación de palabras al hablar y la transferencia de alimentos hacia la orofaringe durante la deglución. También juega un papel en la masticación, percepción del sabor y limpieza de la cavidad bucal. La base de la lengua se refiere a la parte posterior, que es rígida y se extiende casi verticalmente entre la mandíbula, el hueso hioides y la región posterior de la lengua.²⁴

Figura 20 Anatomía de la lengua

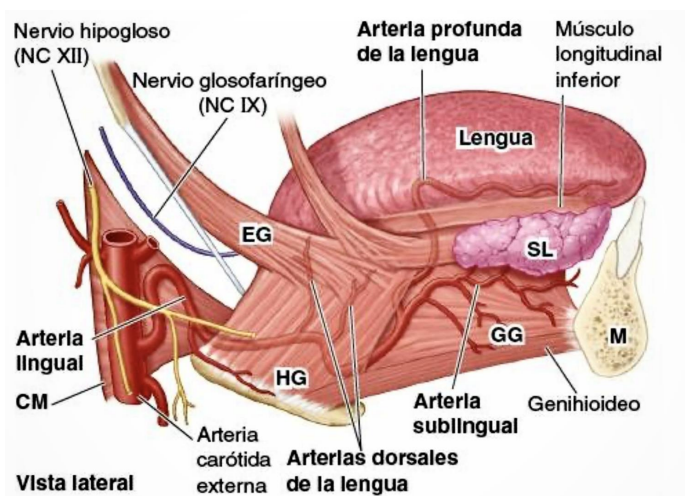


Fuente: Dalley. A, 2022.

Los músculos externos de la lengua, que incluyen el geniogloso, hiogloso, estilogloso y palatogloso, se originan en la parte externa de la lengua y se insertan en ella. Su función principal es mover la lengua. Por otro lado, los músculos intrínsecos, que son los longitudinales, transversales y verticales superiores e inferiores, están limitados a la lengua misma. Su inserción es completamente intralingual y no se conectan a ningún hueso. Los músculos longitudinales superiores e inferiores colaboran para acortar y engrosar la lengua, o para retraerla si sobresale. Asimismo, los músculos transversales junto con los longitudinales permiten alargar y estrechar la lengua. Este movimiento puede causar que la lengua empuje contra los incisivos o se proyecte fuera de la boca abierta.

La irrigación sanguínea de la lengua proviene de la arteria lingual, que es una rama de la arteria carótida externa. Una vez que la arteria lingual llega a la lengua, se profundiza hacia el músculo hiogloso. Además, la arteria dorsal lingual proporciona sangre a la base de la lengua. Las arterias profundas de la lengua son responsables de suministrar nutrientes al cuerpo de la lengua y se comunican entre sí cerca de su punta. Para el drenaje, la vena dorsal de la lengua está asociada con la arteria lingual y las venas profundas de la lengua, que empiezan en el vértice de la lengua, se extienden hacia atrás a través del frenillo lingual y drenan en la vena sublingual.²⁴

Figura 21 Arterias de la lengua

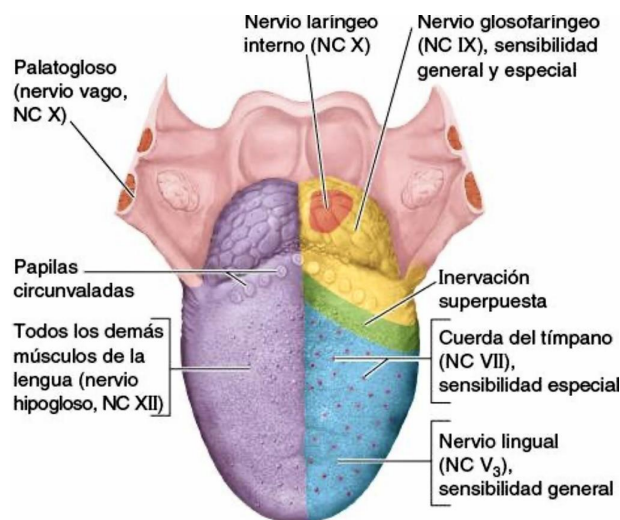


Fuente: Dalley. A, 2022.

Todos los músculos linguales, a excepción del músculo palatogloso, son inervados motoramente por el nervio hipogloso, CN XII. El músculo palatogloso, que pertenece al grupo de músculos palatinos, es controlado por el plexo faríngeo. En lo que se refiere a las sensaciones generales, como el tacto y la temperatura, la mucosa de los dos tercios anteriores de la lengua está inervada por el nervio lingual, que es una rama del CN V3. Para la percepción especial del gusto, esta región de la lengua, excluyendo las papilas circunvaladas, recibe inervación de la cuerda del tímpano, que es una rama del CN VII.

La cuerda del tímpano se conecta con el nervio lingual en la fosa infratemporal y se encuentra en una trayectoria anterior dentro de su vaina. La mucosa y las papilas circunvaladas del tercio posterior de la lengua están inervadas por la rama lingual del nervio glosofaríngeo (NC IX), lo que ocasiona hipersensibilidad tanto general como específica. Pequeñas ramas del nervio laríngeo interno, que es una rama del nervio vago (NC X), proporcionan casi toda la sensibilidad general y algo de la sensibilidad especial a una pequeña zona de la lengua situada justo antes de la epiglotis.²⁴

Figura 22 Inervación de la lengua



Fuente: Dalley. A, 2022.

7.2.1.2 Nariz

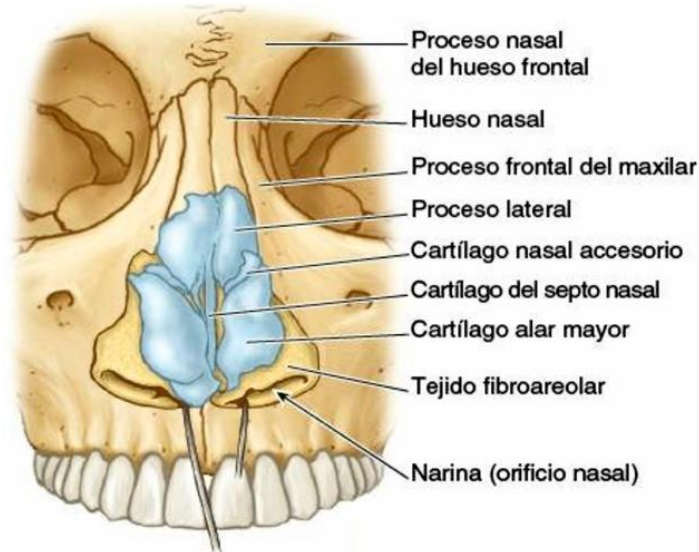
La nariz forma parte del sistema respiratorio que se sitúa por encima del paladar duro y alberga los órganos olfativos periféricos. Esto abarca la propia nariz y la cavidad nasal, que se divide en dos partes, izquierda y derecha, por el tabique nasal. Las funciones de la nariz son olfatear, facilitar la respiración, filtrar partículas de polvo, humedecer el aire que se inhala y manejar las secreciones de los senos nasales y los conductos nasolagrimales. La nariz es la porción visible del rostro que sobresale. Su estructura ósea está compuesta en su mayoría por cartílago. Las narices presentan una amplia variedad de tamaños y formas, principalmente a causa de las variaciones en el cartílago. El puente nasal se extiende desde la base de la nariz hasta la punta (ápice de la nariz).²⁴

El cono nasal, conocido comúnmente como nariz, se compone de dos paredes laterales que sobresalen del rostro y se encuentran en la parte delantera en la parte posterior de la nariz. Hacia arriba, el dorso se extiende hasta la base de la nariz y la frente, mientras que hacia abajo termina en la punta. Las paredes laterales de la nariz están formadas por los huesos nasales y la apófisis nasal del maxilar, las cuales contienen cartílago y tejido fibroso. Entre estas paredes nasales se encuentran dos aberturas o fosas nasales, que están divididas en la línea media por cartílagos sépticos. La disposición, forma y características de los huesos y cartílagos de la nariz juegan un papel esencial en determinar la forma, armonía y función de la cavidad nasal.²⁶

La estructura que soporta la nariz está compuesta de hueso y cartílago hialino. La sección ósea de la nariz incluye el hueso nasal, la apófisis anterior del maxilar, la porción nasal del hueso frontal y su puente, además de la parte dura del tabique nasal. En cuanto a la parte cartilaginosa, esta está formada por cinco cartílagos principales: dos laterales, dos alares y un cartílago que compone el tabique nasal. El cartílago alar, que tiene forma de U, es flexible y tiene movilidad. La contracción de los músculos que afectan la nariz provoca que las fosas nasales se expandan y se contraigan.

El tabique nasal separa la nariz en dos cavidades, y está constituido por secciones óseas y cartilaginosas, siendo suave y móvil. Los elementos del tabique nasal incluyen la placa vertical del hueso etmoides, el vómer y el cartílago del tabique. La delgada placa del etmoides, que constituye la parte superior del tabique nasal, desciende desde la lámina cribiforme y se extiende hacia la crista galli. El vómer, un hueso plano y delgado, forma la parte inferior posterior del tabique .²⁴

Figura 23 Esqueleto de la nariz



Fuente: Dalley. A, 2022.

La cavidad nasal se puede dividir en dos secciones por el tabique nasal, el cual se extiende desde las fosas nasales hacia la parte posterior de la cavidad nasal, conectándose con la nasofaringe. Estas dos secciones suelen tener tamaños distintos. Cada lado se puede subdividir en el vestíbulo nasal y la cavidad nasal propiamente dicha. El vestíbulo nasal es la sección más frontal y se limita lateralmente con el ala de la nariz y medialmente con la porción anterior del tabique. Este vestíbulo está revestido por epidermis, que contiene vellos (cilios) y glándulas sebáceas. La pared medial del vestíbulo nasal rodea el soporte anterior del tabique, que está formado por cartílago y por el tejido conectivo conocido como columela.

El techo del vestíbulo está compuesto por el cartílago alar, cuyos soportes mediales se extienden hasta la columela, mientras que su parte lateral sostiene la pared externa del vestíbulo. Así, el cartílago alar determina la forma de la punta de

la nariz y su abertura. La cavidad nasal en sí cuenta con paredes laterales, internas, un techo y un suelo. La pared interior, hecha de tabique, es vertical, mientras que las paredes laterales se inclinan hacia adentro. Por lo tanto, la parte inferior de la cavidad nasal es más ancha que el techo.

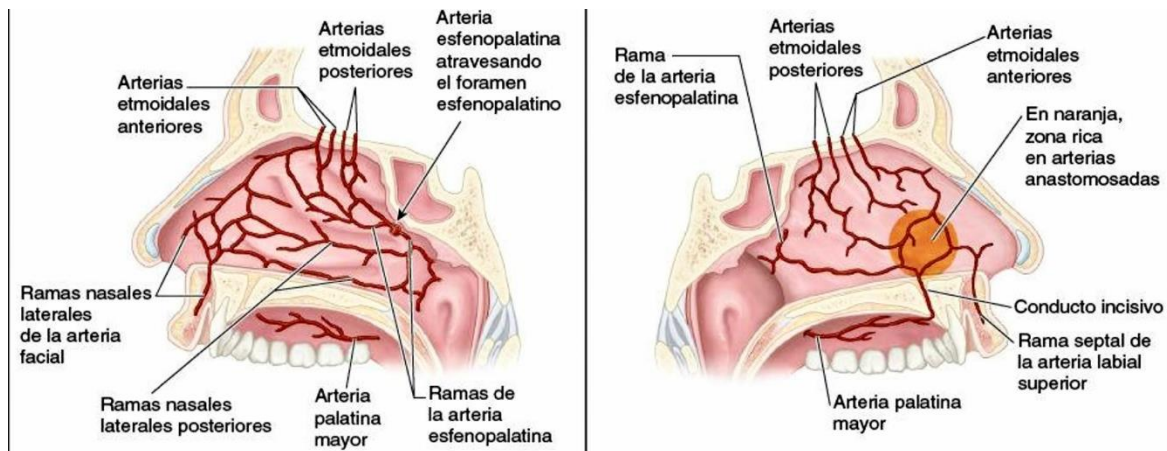
Las neuronas del epitelio olfatorio se sitúan en el techo de la cavidad nasal, en los cornetes nasales superiores y en la membrana mucosa en la parte superior del tabique. Desde ahí, las fibras nerviosas se extienden a través de la lámina hacia el bulbo olfatorio. El resto de la membrana mucosa constituye la parte respiratoria de la mucosa nasal. Está firmemente adherido al periostio y al pericondrio que están debajo, y presenta un abundante suministro sanguíneo y anastomosis arteriovenosas, especialmente en el cornete inferior, lo que permite un calentamiento y humidificación rápidos del aire que se inhala. ²⁶

El riego sanguíneo de las paredes medial y lateral de la cavidad nasal proviene de cinco arterias: la arteria etmoidal anterior (que se origina en la arteria oftálmica), la arteria etmoidal posterior (también de la arteria oftálmica), la arteria esfenopalatina (de la arteria maxilar), la arteria palatina superior (proveniente de la arteria maxilar) y la rama septal de la arteria labial superior (que surge de la arteria facial). Las tres primeras arterias se ramifican en partes lateral y medial (septal). La arteria palatina mayor atraviesa el canal incisivo y recorre la parte anterior del paladar duro hasta el tabique. En la parte anterior del tabique nasal se encuentra un plexo llamado área de Kieselbach, donde cinco arterias se anastomosan para proporcionar riego sanguíneo al tabique nasal.

Además, la nariz recibe irrigación de la primera y quinta arterias, que son la rama nasal de la arteria infraorbitaria y la rama nasal lateral de la arteria facial. Un extenso plexo venoso submucoso, que penetra profundamente en la mucosa nasal, drena la sangre de la nariz a través de las venas esfenoides, facial y oftálmica. Este plexo venoso es crucial para el sistema de termorregulación del cuerpo, ya que facilita el intercambio de calor y calienta el aire antes de que llegue a los pulmones. La sangre venosa de la nariz fluye principalmente a través de la vena del ángulo nasal y la vena transversal hacia las venas faciales. Es importante tener en cuenta que esta

área forma parte del "triángulo de peligro" en la cara debido a su conexión con el seno cavernoso.²⁴

Figura 24 Irrigación de la nariz



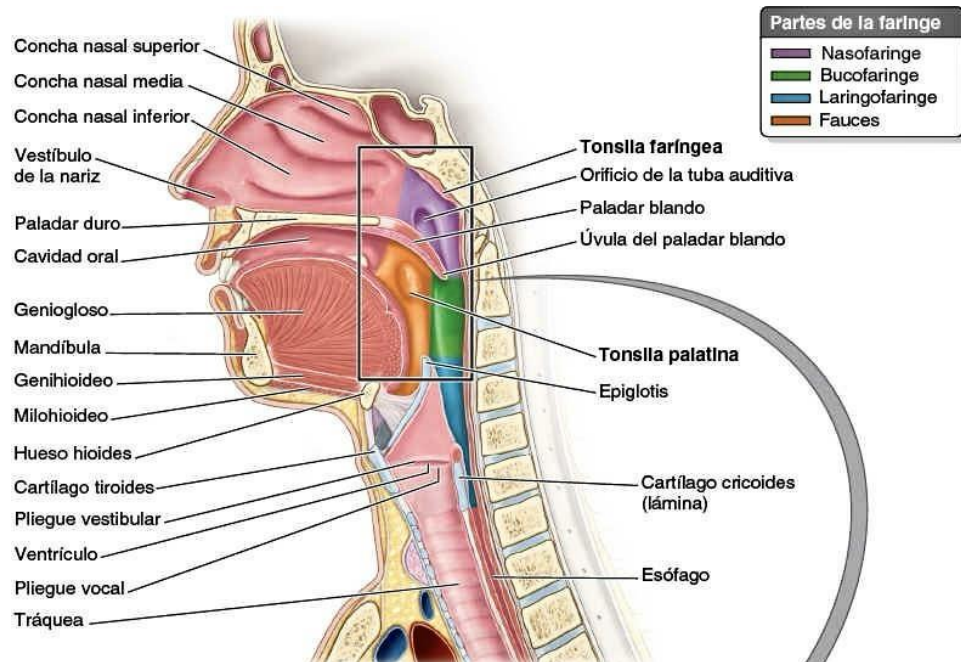
Fuente: Dalley. A, 2022.

7.2.1.3 Faringe

La faringe representa la parte superior del sistema digestivo, situada detrás de la cavidad nasal y oral, y se extiende hacia abajo más allá de la laringe. Comienza en la base del cráneo por delante y llega hasta el extremo inferior del cartílago cricoides, prolongándose hacia atrás hasta la parte inferior de las vértebras C6. La faringe presenta un ancho de aproximadamente 5 cm por delante del hueso hioides y se afina hasta unos 1,5 cm en su porción inferior, donde se conecta con el esófago. La cara posterior plana de la faringe está unida al disco anterior de la fascia cervical profunda.

Esta área faríngea está compuesta por tres secciones principales: la nasofaringe, que se localiza encima del paladar blando y detrás de la nariz; la orofaringe o bucofaringe, que se encuentra en la parte posterior de la boca; y la laringofaringe, situada en la parte posterior de la laringe. La nasofaringe cumple funciones respiratorias, sirviendo como la porción posterior de la cavidad nasal. La nariz se conecta a la nasofaringe a través de dos cavidades nasales (aberturas que son iguales entre la cavidad nasal y la nasofaringe).²⁴

Figura 25 Anatomía de la faringe



Fuente: Dalley. A, 2022

La orofaringe es la sección intermedia de la faringe, situada entre la nasofaringe y la laringofaringe. Se encuentra limitada en la parte superior por la cara anteroinferior del paladar blando, lateralmente por la fosa amigdalina, en el frente por la base de la lengua y el istmo faríngeo, detrás por la pared faríngea posterior y por debajo por un plano horizontal que une el extremo superior de la epiglotis con el hueso hioides. Es la porción más amplia de la garganta con una forma aproximadamente cilíndrica.

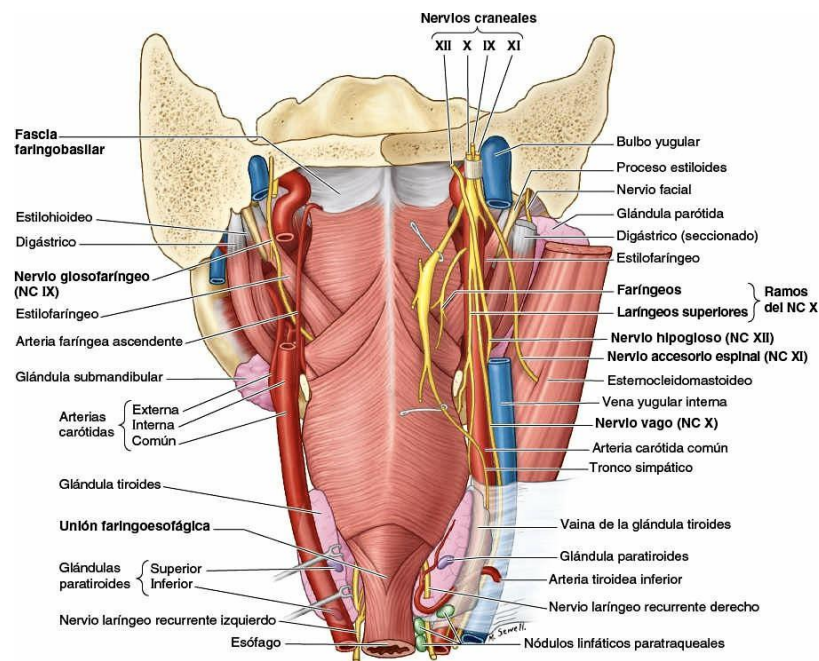
Las amígdalas palatinas, que se encuentran en la orofaringe, constituyen una formación linfoide bilateral y son el componente más grande del anillo de Waldeyer, ocupando la parte superior de la fosa amigdalina. Tienen una forma de almendra, con dos extremos y dos caras. Cuentan con un saco amigdalino que tiene lados lisos y un lado medial irregular con criptas que drenan su contenido hacia la orofaringe a través de orificios en su superficie.

La vascularización de la orofaringe proviene de la arteria faríngea ascendente y, junto a los músculos constrictores intermedio y superior, asciende a lo largo de la pared posterolateral de la faringe desde detrás del estilofaringe hasta el agujero

yugular, donde se transforma en la arteria meníngea posterior. Esta arteria irriga la pared posterior de la orofaringe y la parte posterolateral del paladar blando, así como el extremo superior del compartimento amigdalino.

La arteria palatina descendente se conecta con el fondo de saco de la faringe, el tensor del velo, el elevador del velo y el elevador del velo palatino a través de ramas colaterales, la arteria faríngea superior y la arteria del canal auditivo pterigoideo. La arteria lingual dorsal irriga la pared anterior de la orofaringe y proporciona una rama inferior a las amígdalas palatinas; el drenaje venoso se realiza a través de la vena yugular interna. La inervación motora de los músculos de la faringe se origina en el plexo faríngeo, que está formado por ramas del nervio glossofaríngeo (IX) y del nervio vago (X), así como del tronco simpático y del nervio laríngeo externo.²⁷

Figura 26 Inervación de la faringe



Fuente: Dalley, A, 2022

La laringofaringe se localiza detrás de la laringe y se extiende desde la parte superior de la epiglottis y los pliegues faringoepiglóticos hasta la parte inferior del cartílago cricoides, donde se estrecha para conectarse con el esófago. Además, la laringofaringe está en contacto con los cuerpos de las vértebras C4 a C6. Las

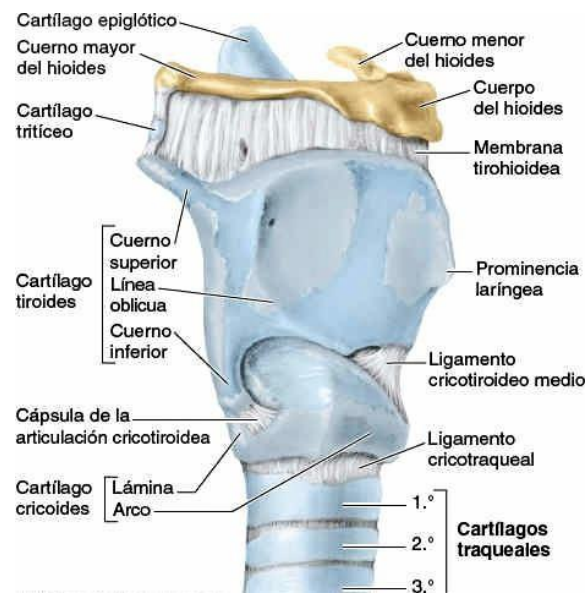
paredes posterior y lateral están constituidas por los músculos constrictores medio e inferior de la faringe. Mediante, la pared medial está compuesta por los músculos palatofaríngeo y estilofaríngeo.

Los recesos piriformes son pequeñas cavidades en la región laríngea situadas a ambos lados de la entrada a la laringe. Lateralmente, el receso piriforme hace contacto con el cartílago tiroides y la cara medial de la membrana tirohioidea. Las ramas del nervio laríngeo superior y del nervio laríngeo recurrente se hallan en lo profundo de la mucosa del receso piriforme y pueden resultar dañadas si se introduce un objeto extraño en este espacio.²⁴

7.2.1.4 Laringe

La laringe es un órgano ubicado en el centro del cuello, constituido por cartílagos, músculos y ligamentos. Sus principales funciones son la respiración y la producción de sonidos, y su posición la hace un órgano clave para la comunicación. Se conecta con la faringe en la parte superior y con la tráquea en la parte inferior, unidas por estas estructuras. Está compuesta por nueve cartílagos, de los cuales tres son impares: el cartílago epiglótico, el cartílago tiroides y el cartílago cricoides; mientras que los otros seis son pares: cartílagos aritenoides, corniculados y cuneiformes.²⁸

Figura 27 Anatomía anterior de la laringe

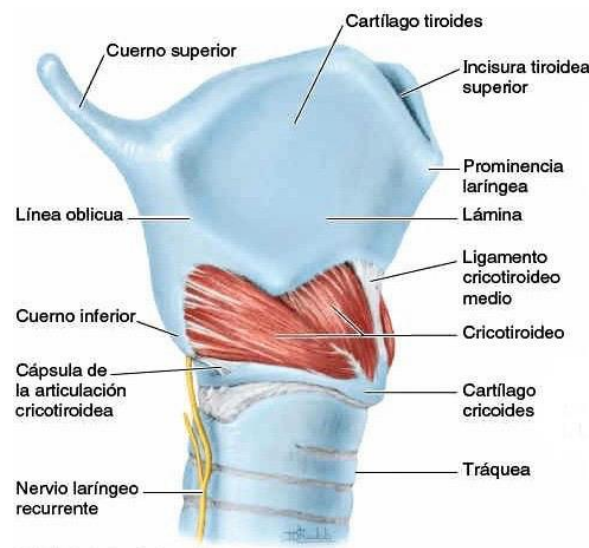


Fuente: Dalley. A, 2022

El cartílago tiroides es el más grande de todos. Su parte superior se sitúa frente a las vértebras C4. Dos tercios inferiores de sus placas en forma de escudo se unen anteriormente en el plano medio para crear la apófisis laríngea. Esta proyección, conocida como "nuez de Adán", es fácilmente visible en los hombres, aunque rara vez en las mujeres. Por encima de esta estructura, la lámina se divide formando la muesca tiroidea superior, que tiene una forma de V. La muesca tiroidea inferior, que es un poco más superficial, se presenta como una leve depresión en el centro del extremo inferior del cartílago.

El extremo posterior de cada uno de los lóbulos se eleva hacia arriba como el cuerno superior y desciende como el cuerno inferior. El borde superior y el ángulo superior están conectados al hueso hioides mediante la membrana tirohioidea. La parte central de esta membrana es gruesa y forma la zona tiroidea central, mientras que la parte exterior compone el ligamento tiroideo lateral. La esquina inferior articula con el lado lateral del cartílago cricoides a través de la articulación cricotiroidea.²⁴

Figura 28 Cartílago tiroides



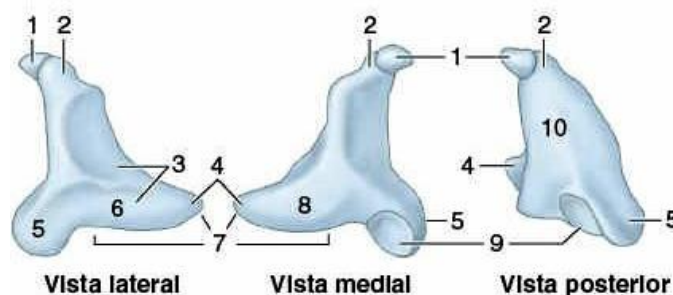
Fuente: Dalley. A, 2022

El cartílago cricoides tiene una forma similar a un anillo de sello, con el lado del anillo orientado hacia adelante. Su parte posterior es una lámina, mientras que la

parte anterior presenta un arco. A pesar de ser significativamente más pequeño que el cartílago tiroides, el cartílago cricoides es más robusto y resistente, además de ser el único anillo completo de cartílago que rodea parcialmente las vías respiratorias. Este cartílago se conecta con el borde inferior del cartílago tiroides mediante el ligamento cricotiroides central y con el primer anillo traqueal a través del ligamento cricotraqueal. El ligamento cricotiroides central se puede identificar al tacto como un área suave justo debajo del cartílago tiroides, situada en la región más cercana a la piel y por lo tanto más accesible en la laringe.

Los dos cartílagos aritenoides son cartílagos en forma de piedra con tres superficies que se articulan con los bordes laterales superiores de la capa cricoides. Cada uno de estos cartílagos presenta una punta superior, una apófisis vocal en la parte delantera y una apófisis muscular grande que se extiende lateralmente desde su base. La punta sostiene el cartílago corniculado y se conecta al pliegue aritenoepiglótico. La apófisis vocal permite la inserción posterior de las cuerdas vocales, mientras que la apófisis muscular actúa como una palanca para la inserción de los músculos cricoaritenoides tanto posterior como lateral.²⁴

Figura 29 Cartílago aritenoides

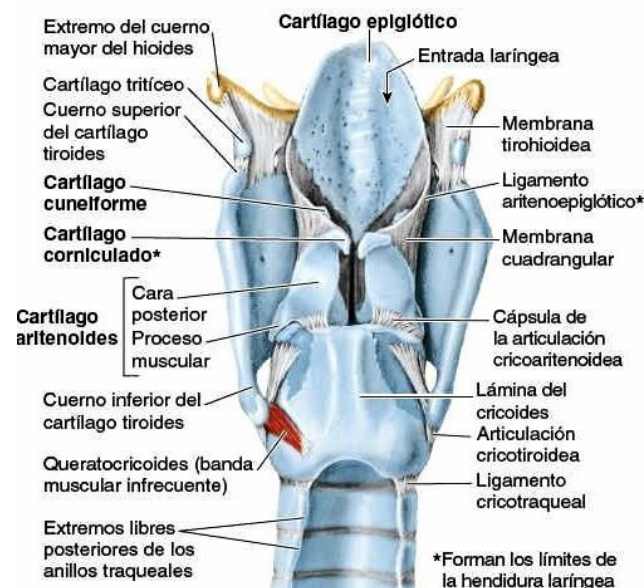


Fuente: Dalley. A, 2022: Se muestran tres vistas de un cartílago aritenoides aislado. 1, cartílago corniculado; 2, vértice del cartílago aritenoides; 3, cara anterolateral; 4, proceso vocal (proporciona inserción al ligamento vocal); 5, proceso muscular (para la inserción de los músculos cricoaritenoides posterior y lateral); 6, fosita oblonga (para la inserción del músculo tiroaritenoides); 7, base; 8, cara medial; 9, cara articular; 10, cara posterior.

La articulación cricoaritenoides, que se sitúa entre la base del cartílago cricoaritenoides y la parte lateral superior del cartílago cricoides, permite que los cartílagos aritenoides se deslicen entre sí, se inclinen hacia adelante y hacia atrás, así como que roten. Estos movimientos son esenciales para la aproximación, tensión y relajación de las cuerdas vocales. Las cuerdas vocales elásticas se extienden desde la unión de las láminas del cartílago tiroides en la parte frontal hasta la apófisis vocal del cartílago aritenoides en la parte posterior. Estas cuerdas forman el soporte submucoso de las cuerdas vocales.

Las cuerdas vocales consisten en los extremos superiores libres que están engrosados del cono elástico o membrana vocal cricoides. La sección de la membrana que se extiende lateralmente entre las cuerdas vocales y la parte superior del cartílago cricoides es conocida como el ligamento cricotiroides lateral. El músculo cono fibroelástico se une en la parte delantera al ligamento cricotiroides central. Tanto el cono elástico como la membrana mucosa que lo recubre sellan la entrada a la tráquea, exceptuando la abertura central de las cuerdas vocales.²⁴

Figura 30 Anatomía posterior de la laringe

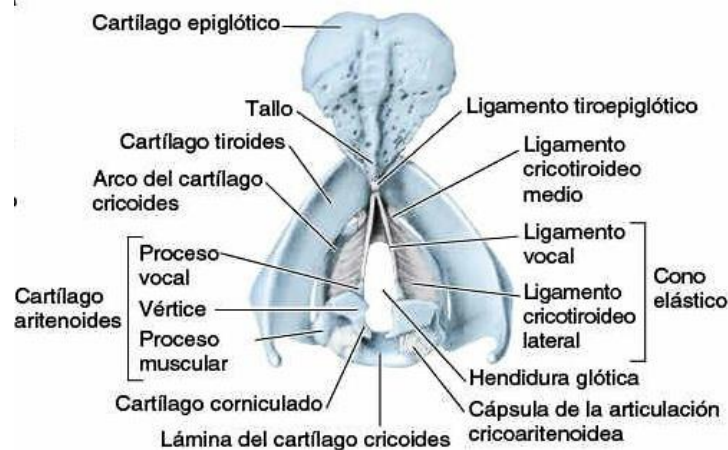


Fuente: Dalley. A, 2022

El cartílago de la epiglotis está hecho de cartílago elástico, lo que proporciona flexibilidad a la epiglotis, que tiene una forma similar a un corazón y está recubierta de membranas mucosas. Se localiza en la parte inferior de la lengua, detrás del

hueso hioides y delante de la apertura de la laringe, constituyendo la parte superior de la pared anterior y el borde superior de la entrada. Su extremo superior, que es ancho, queda libre. En cambio, el extremo inferior, que es puntiagudo, conocido como pedículo epiglótico, está conectado por el ligamento tiroepiglótico a la esquina de la glándula tiroides.²⁴

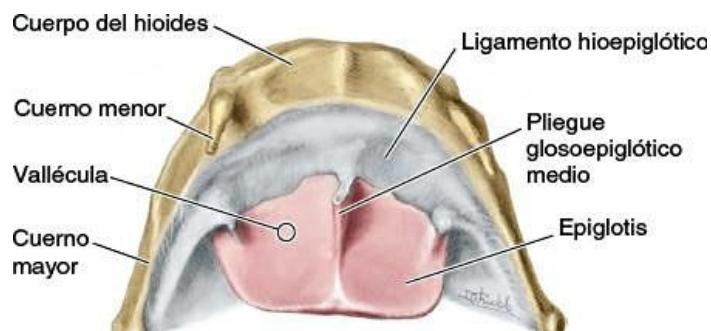
Figura 31 Cartílago epiglótico



Fuente: Dalley. A, 2022

El ligamento hioepiglótico conecta la superficie anterior del cartílago epiglótico con el hueso hioides. La membrana cuadrangular es una fina capa submucosa de tejido conectivo que se extiende entre los lados del cartílago aritenoides y el lado del cartílago de la epiglotis. El extremo inferior libre representa la zona vestibular y está cubierto de forma suelta por una membrana mucosa que forma los pliegues vestibulares.²⁴

Figura 32 Ligamento hioepiglótico

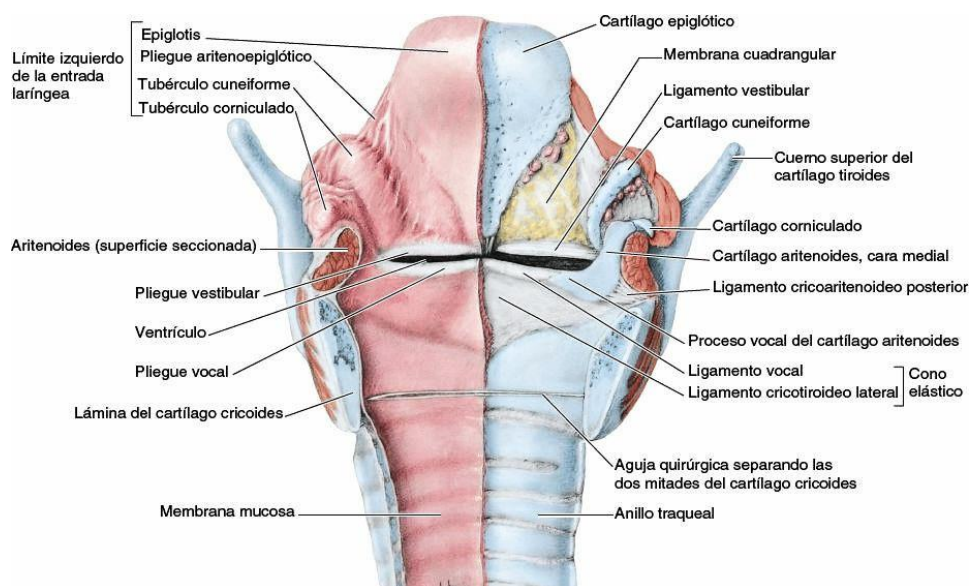


Fuente: Dalley. A, 2022

El extremo superior libre de la membrana cuadrangular da lugar al ligamento aritenopiglótico, el cual está recubierto por una membrana mucosa y forma el pliegue aritenopiglótico. Los cartílagos corniculado y cuneiforme se presentan como pequeños nódulos detrás del pliegue de la epiglotis. El cartílago corniculado está unido a la punta del cartílago aritenoides, mientras que el cartílago cuneiforme no se conecta directamente con otros cartílagos. La membrana cuadrangular y el cono elástico constituyen las secciones superior e inferior de la membrana fibroelástica submucosa de la laringe.

La cavidad laríngea se comunica con la laringofaringe y se extiende hasta la parte inferior del cartílago cricoides, donde se conecta con la cavidad traqueal. Dentro de la cavidad laríngea se halla el vestíbulo laríngeo, que se sitúa entre la entrada de la laringe y los pliegues del vestíbulo. La región media de la cavidad laríngea corresponde a la cavidad central (vía aérea) entre el vestíbulo y las cuerdas vocales. Esta cavidad laríngea se presenta como una depresión que se proyecta lateralmente desde la parte central entre el vestíbulo y las cuerdas vocales.²⁴

Figura 33 Cavidad laríngea

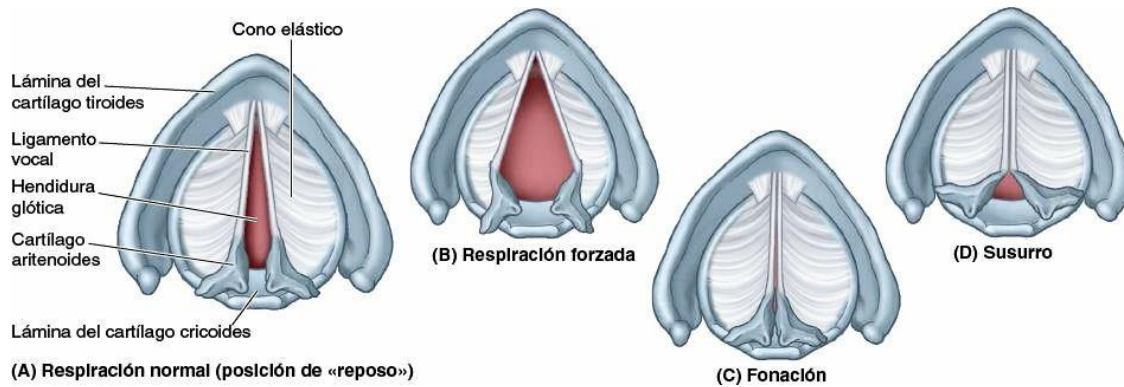


Fuente: Dalley. A, 2022

La glotis (tracto vocal de la laringe) incluye las cuerdas vocales y el proceso vocal, y la hendidura de la glotis, que es la abertura entre las cuerdas vocales. La forma de la hendidura glótica depende de la ubicación de este pliegue, durante la

respiración normal, esta hendidura es estrecha y tiene forma de cuña. Durante la respiración forzada, se vuelve más ancha y trapezoidal. Cuando las cuerdas vocales se acercan durante la vocalización, forman una hendidura. ²⁴

Figura 34 Hendidura glótica



Fuente: Dalley. A, 2022.

Los músculos de la laringe se dividen en dos grupos: músculos extrínsecos y músculos intrínsecos. Los músculos laríngeos externos mueven toda la laringe. Los músculos laríngeos internos mueven los componentes de la laringe, cambiando la longitud y tensión de las cuerdas vocales y el tamaño y forma de la glotis. Todos los músculos intrínsecos de la laringe, excepto uno, están inervados por el nervio laríngeo recurrente. El músculo cricotiroides está inervado por la rama externa del nervio laríngeo superior. ²⁴

Figura 35 Músculos de la laringe

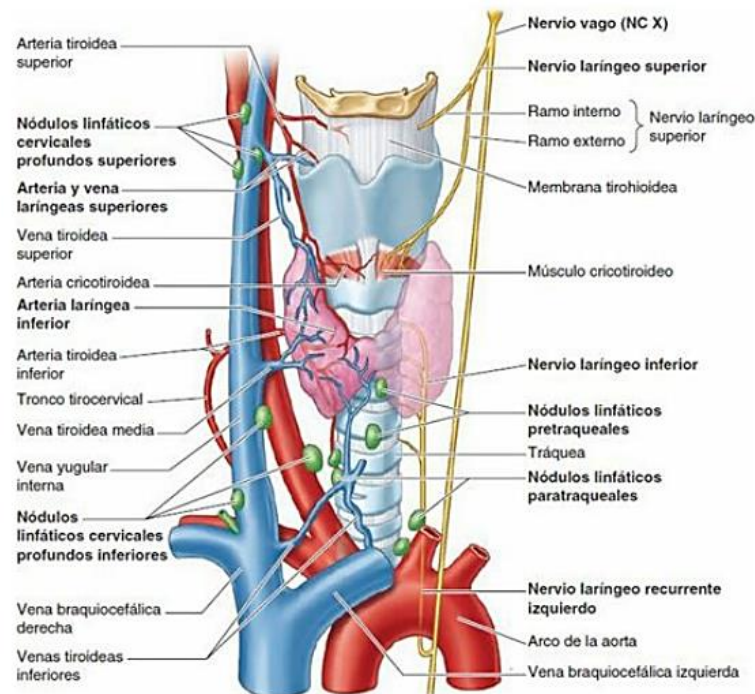


Fuente: Dalley. A, 2022.

La arteria laríngea, que es una rama de las arterias tiroideas superior e inferior, proporciona la irrigación sanguínea a la laringe. La arteria laríngea superior se ramifica junto con la rama interna del nervio laríngeo superior a través de la membrana tirohioidea, facilitando el suministro de sangre al interior de la laringe. Por otro lado, la arteria cricotiroides, que es una pequeña ramificación de la arteria tiroidea superior, lleva sangre al músculo cricotiroides. En cuanto a la arteria laríngea inferior, esta es una rama de la arteria tiroidea inferior y sigue el trayecto del nervio laríngeo inferior, suministrando sangre a las membranas mucosas y a los músculos de la parte baja de la laringe.

La vena laríngea acompaña a la arteria laríngea. Típicamente, la vena laríngea superior se une a la vena tiroidea superior y drena hacia la vena yugular interna. Mientras tanto, la vena laríngea inferior desemboca en la vena tiroidea inferior o en el plexo venoso pretraqueal, que a su vez drena en la vena innominada izquierda. Los nervios de la laringe provienen de las ramas laríngeas superior e inferior del nervio vago (CN X).²⁴

Figura 36 Irrigación e inervación de la laringe



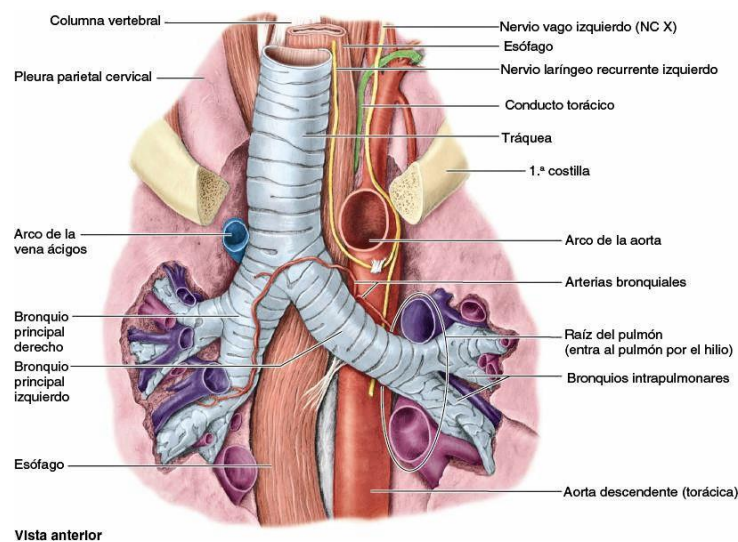
Fuente: Dalley, A, 2022.

7.2.1.5 Tráquea

La tráquea es la parte cervical y torácica de las vías respiratorias que se encuentra entre la laringe y los bronquios. Es un tubo de estructura fibromuscular y cartilaginosa en forma de U que sirve como pasaje para el aire que se inhala y se exhala. Está formada por entre 15 y 20 anillos de cartílago que son incompletos, se abren en la parte posterior y se cierran gracias a los músculos traqueales. Se extiende hacia la laringe a la altura de la sexta vértebra cervical y se bifurca en los dos bronquios principales en el mediastino, específicamente a la altura de la quinta vértebra torácica. Además, en su parte anterior se conecta con la glándula tiroides en el área cervical y con los vasos torácicos en la zona torácica, destacando la conexión con el arco aórtico a la altura de T4.²⁹

La tráquea, el conducto más largo de las vías respiratorias, se extiende desde el cuello (mitad superior) hasta el tórax (mitad inferior). Esta ubicación la expone a variaciones de presión espaciales y temporales, influenciadas por la mecánica respiratoria. Su cara posterior, aplanada, se relaciona con el esófago. La tráquea finaliza a la altura del ángulo esternal, bifurcándose en los bronquios principales derecho e izquierdo. Es importante destacar que la tráquea termina por encima del nivel del corazón y no se considera parte del mediastino posterior.³⁰

Figura 37 Anatomía de la tráquea



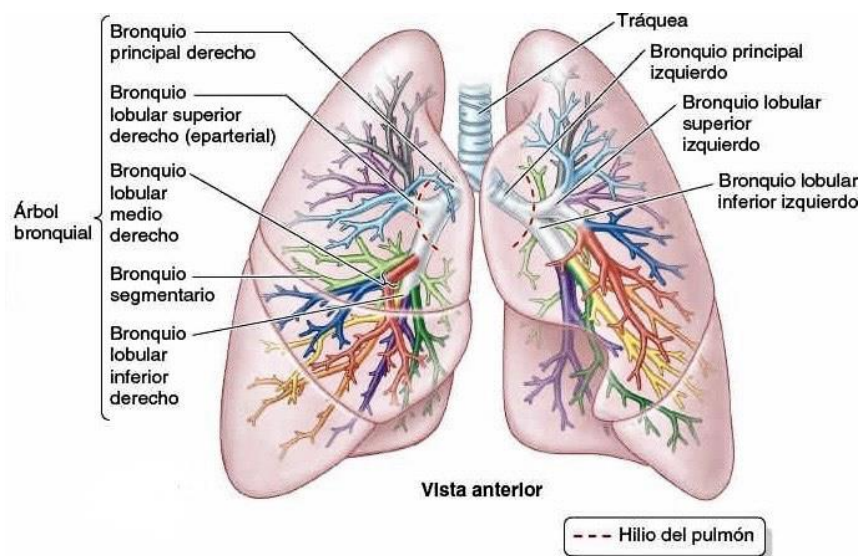
Fuente: Dalley. A, 2022.

7.2.1.6 Árbol bronquial y pulmones

El árbol traqueobronquial se origina en la laringe, y sus paredes están reforzadas por anillos de cartílago hialino con forma de herradura o de C. Las vías respiratorias que se encuentran debajo de la laringe constituyen este árbol. La tráquea, ubicada en el mediastino superior, conforma el tronco principal y se bifurca en los bronquios principales a la altura del ángulo esternal o sección transversal del tórax. Cada bronquio principal, uno para cada pulmón, se dirige inferolateralmente y penetra en el pulmón correspondiente a través del hilio.

Cada bronquio principal (o primario) se divide en bronquios lobares (o secundarios): dos en el lado izquierdo y tres en el derecho, cada uno ventilando un lóbulo pulmonar. A su vez, cada bronquio lobar se ramifica en varios bronquios segmentarios (o terciarios). Distalmente a los bronquios segmentarios terciarios, se encuentran entre 20 y 25 generaciones de bronquiolos conductores ramificados, que finalmente dan origen a los bronquiolos terminales, los más pequeños de este tipo. Los bronquiolos conductores se encargan de transportar el aire, pero no poseen ni glándulas ni alvéolos. Cada bronquiolo terminal da lugar a varias generaciones de bronquiolos respiratorios, los cuales se caracterizan por presentar alvéolos.²⁴

Figura 38 Árbol traqueobronquial

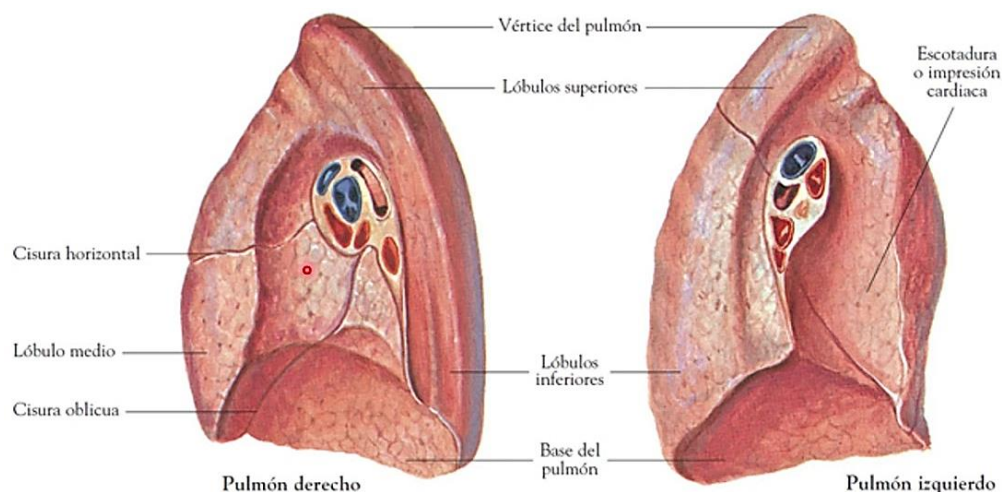


Fuente: Dalley. A, 2022.

En la respiración, los pulmones son órganos vitales cuya función principal es oxigenar la sangre. Esto se logra al poner en contacto el aire inspirado con la sangre venosa en los capilares pulmonares. El pulmón derecho se divide en tres lóbulos (superior, medio e inferior) mediante dos fisuras: la fisura oblicua derecha y la fisura horizontal. Es más pesado y grande que el izquierdo debido a que la cúpula diafragmática es más alta en el lado derecho, lo que hace que el pulmón de ese lado sea más corto y ancho. Además, el corazón y el pericardio se proyectan más hacia la izquierda.

El borde anterior del pulmón derecho es recto. En cambio, la fisura oblicua divide al pulmón izquierdo en dos lóbulos: superior e inferior. Debido a la desviación del corazón hacia la izquierda, el borde anterior del pulmón izquierdo presenta una incisura, una depresión profunda en la cara anteroinferior del pulmón. Tanto en el pulmón derecho como en el izquierdo, existe una zona de transición llamada hilio pulmonar, donde las estructuras vasculares y nerviosas entran y salen del órgano."²⁴

Figura 39 Anatomía de los pulmones



Fuente: Dalley, A, 2022.

7.2.2 Fisiología de la vía aérea

El sistema respiratorio humano tiene como función primordial oxigenar la sangre, objetivo que se logra gracias a la estrecha relación entre su estructura y su función. Su tarea principal consiste en captar oxígeno (O₂) del ambiente y distribuirlo a los

tejidos para la producción de energía. Durante este proceso de metabolismo aeróbico celular, se genera dióxido de carbono (CO₂) como principal desecho, el cual es expulsado a través del mismo sistema respiratorio. El oxígeno inspirado viaja a través de las vías respiratorias hasta los alvéolos, donde se produce el intercambio gaseoso.³¹

7.2.2.1 Intercambio gaseoso

Los pulmones, componentes esenciales del sistema respiratorio, constan de las vías aéreas y el parénquima pulmonar. Las vías aéreas conducen y acondicionan el aire, mientras que los alvéolos, ubicados en el parénquima pulmonar, son los encargados del intercambio gaseoso. La ventilación de los pulmones se realiza mediante una bomba controlada por los centros respiratorios, los cuales se comunican con los músculos respiratorios y la estructura ósea del tórax a través de conexiones nerviosas aferentes y eferentes.³²

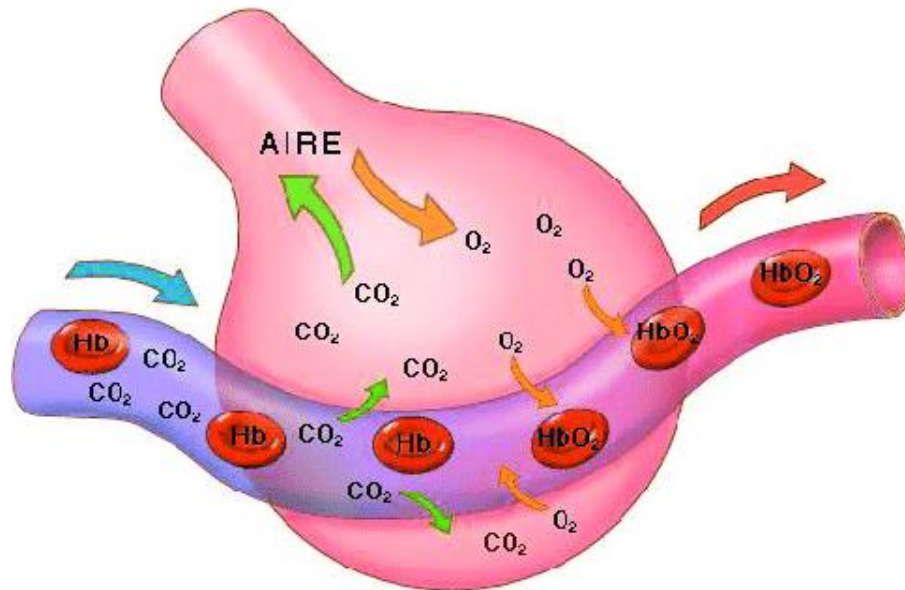
Los músculos respiratorios actúan como la bomba de ventilación, facilitando el flujo de aire hacia y desde la zona de intercambio de gases. Estos músculos, controlados por el sistema nervioso central, generan las fuerzas necesarias para que el aire se desplace desde el ambiente hasta los alvéolos. El ventrículo derecho impulsa hacia los pulmones la sangre proveniente de los tejidos, la cual contiene principalmente dióxido de carbono.

El intercambio de gases ocurre en la unidad funcional o acino-alveolar, cuando la sangre venosa llega a los capilares pulmonares. El dióxido de carbono se difunde hacia los alvéolos, mientras que el oxígeno pasa a la sangre, la cual es impulsada por el ventrículo izquierdo hacia los tejidos para suministrar oxígeno. El dióxido de carbono, presente en altas concentraciones, se libera al ambiente durante la espiración.

Para que el intercambio gaseoso se produzca, la sangre que llega a los pulmones a través de la arteria pulmonar debe entrar en contacto con el aire atmosférico. Esto se logra gracias a la extensa superficie capilar que recubre los alvéolos. Los gases se difunden a través de la membrana alveolocapilar, una barrera entre la superficie alveolar y los capilares pulmonares que, en condiciones normales, no dificulta la

difusión del oxígeno y el dióxido de carbono. Todo este proceso está coordinado por el sistema nervioso central a través de sus centros respiratorios.³¹

Figura 40 Intercambio gaseoso



Fuente: Capera. J, 2017.

7.2.2.2 Equilibrio ácido base

El sistema respiratorio ayuda a mantener el equilibrio ácido-base al eliminar el dióxido de carbono. El sistema nervioso central cuenta con receptores de CO_2 y H^+ en la sangre arterial y en el líquido cefalorraquídeo, que envían información a los centros que regulan la respiración. Estos centros ajustan la ventilación alveolar en situaciones de acidosis y alcalosis. Este proceso es fundamental para la homeostasis ácido-base y es un mecanismo altamente sensible: un aumento de la $PaCO_2$ de 40 a 50 mm Hg puede incrementar la ventilación a 30 litros/min.

La hipercapnia en el sistema nervioso central aumenta la actividad de las motoneuronas que controlan los músculos respiratorios y los músculos faríngeos que abren la vía aérea, lo que provoca que el centro respiratorio produzca respuestas pulmonares ante la acumulación de dióxido de carbono, como la taquipnea. Se ha evidenciado que los receptores en el bulbo raquídeo responden más al CO_2 , mientras que aquellos en el cuerpo carotídeo y aórtico son más sensibles a la hipoxia.³¹

7.2.2.3 Mecanismos de defensa

Frente a la constante exposición a virus, bacterias, esporas de hongos, partículas y gases inhalados, los pulmones disponen de diversas defensas. Según el tamaño de las partículas, estos mecanismos defensivos responden de distintas formas en las vías aéreas, favoreciendo la protección del cuerpo. En la nariz, el aire se humidifica y, a través de las vellosidades y el moco, se filtran las partículas. La mucosidad producida por las células caliciformes en el revestimiento del sistema respiratorio tiene la función de atrapar partículas y transportarlas desde las zonas más bajas de las vías respiratorias hacia la faringe, donde pueden ser expulsadas ya sea mediante el reflejo de la tos o a través de la deglución de secreciones.

El transporte mucociliar, junto con las reacciones reflejas de las vías aéreas, como la tos, el estornudo y los espasmos laringeos y bronquiales, son cruciales para resguardar los pulmones, sobre todo en situaciones en las que líquidos ingresan en las vías respiratorias. Por último, otros elementos también colaboran en la eliminación de partículas del tracto respiratorio, tales como los macrófagos alveolares y diferentes enzimas que actúan en conjunto para eliminar los elementos que alcanzan las áreas más profundas del acino alveolar.³¹

7.3 EVALUACIÓN ANESTÉSICA

7.3.1 Evaluación preanestésica

El seguimiento y la evaluación preanestésica son prácticas del anestesista en las que se definen de manera precisa las condiciones de los pacientes que van a someterse a un procedimiento con anestesia. Este proceso es metódico y estructurado, y su propósito es adaptar las medidas de atención durante el procedimiento según las características de los pacientes y las posibles complicaciones que puedan surgir.³³

La evaluación de un paciente antes de una cirugía es un proceso complicado que corresponde al médico internista y al anestesiólogo. No obstante, el éxito final depende de la cooperación entre las distintas especialidades de la medicina hospitalaria. La valoración preoperatoria debe incluir más que solo la prevención de inconvenientes cardíacos, ya que existen diversas patologías que pueden provocar complicaciones en la fase perioperatoria. No se debe retrasar una cirugía de urgencia para realizar evaluación, pero el médico debe estar capacitado para atender al paciente durante el período perioperatorio.³⁴

Esta evaluación inicial constituye la base para garantizar un monitoreo transoperatorio efectivo y un tratamiento posoperatorio adecuado, minimizando los riesgos relacionados con la anestesia. Debe llevarse a cabo en todos los casos de cirugías electivas programadas que requieran anestesia regional o general. La evaluación se basa en las condiciones clínicas del paciente, los factores de riesgo y el tipo así como la invasividad del procedimiento. Este tipo de evaluación es crucial, y para la clasificación de los pacientes se utiliza el sistema de la Sociedad Americana de Anestesiología.³³

Figura 41 Clasificación ASA de evaluación preoperatoria

ASA 1	Paciente Sano	
ASA 2	Paciente con alguna alteraciones sistémicas leves a moderadas , que no produce incapacidad o limitación funcional.	HTA controlada, anemia, tabaquismo, diabetes controlada, asma, embarazo, obesidad, edad < de 1 año o > de 70 años.
ASA 3	Paciente con alguna alteraciones sistémicas grave, que produce limitación funcional definida y en determinado grado.	Angor, HTA no controlada, Diabetes no controlada, Asma, EPOC, Historia de IAM, Obesidad Mórbida.
ASA 4	Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante que constituye una amenaza constante para la vida y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía	Angor inestable, insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca global, hepatopatía, insuficiencia renal.
ASA 5	Pacientes terminales o moribundos, con unas expectativas de supervivencia no superior a 24 horas con o sin tto quirúrgico.	
ASA 6	Paciente con muerte cerebral.	

Fuente: Mateo. N, 2020

7.3.1.1 Historia clínica

Es fundamental llevar a cabo un historial clínico completo que se enfoque en la evaluación de la función, el tiempo de ayuno (para aquellos pacientes internados), el historial médico, un listado de medicamentos junto con sus respectivas dosis, el historial de cirugías, eventuales complicaciones y reacciones alérgicas. Igualmente, se debe utilizar un cuestionario detallado por sistemas para detectar factores de riesgo tanto cardiovascular como pulmonar y recoger la información necesaria para calcular escalas de riesgo. También, es esencial preguntar a todas las mujeres en edad fértil si están embarazadas o si existe la posibilidad de un embarazo.

7.3.1.2 Ayuno

El ayuno es fundamental para prevenir la broncoaspiración. Actualmente, se sugiere que se espere al menos dos horas para consumir líquidos claros, como el café sin leche, seis horas para una comida ligera con leche, y ocho horas para una

comida pesada. Además, no se recomienda el uso habitual de procinéticos ni de inhibidores de ácido gástrico.³⁴

En el momento de realizar la anamnesis se debe indagar en el paciente los antecedentes de reflujo gastroesofágico, disfagia, enfermedad péptica, obstrucción intestinal, embarazo, íleo, traumatismo, enfermedades metabólicas como diabetes mellitus con la finalidad de determinar si existe algún trastorno que aumente el riesgo de aspiración o regurgitación debido al enlentecimiento en el vaciado gástrico.³³

7.3.1.3 Valoración pulmonar y cardiovascular

Un elevado índice de consumo de tabaco (probablemente debido al tabaquismo pasivo) está asociado con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), un aumento en la viscosidad de la sangre, una menor capacidad para sanar y un mayor riesgo de infecciones en heridas quirúrgicas. Abandonar el hábito de fumar al menos cuatro semanas antes de la cirugía puede disminuir las complicaciones respiratorias, infecciosas y relacionadas con la curación; mientras que dejar de fumar dos semanas antes del procedimiento puede ayudar a reducir las complicaciones respiratorias.

Las complicaciones pulmonares pueden deberse a varias causas, incluyendo condiciones previas del paciente (como EPOC, tabaquismo, edad avanzada, hipertensión pulmonar, y SAHOS) o a la cirugía y anestesia general que se realicen. Los indicadores adicionales relacionados con problemas pulmonares abarcan niveles de albúmina bajos (< 3.5 mg/dL), presencia de anemia y altos niveles de nitrógeno de urea en sangre (≥ 30 mg/dL). La escala ARISCAT o Canet permite prever complicaciones pulmonares tras la cirugía, tales como infecciones que requieran tratamiento antibiótico, insuficiencia respiratoria, derrames pleurales, atelectasias, neumotórax, broncoespasmo o neumonitis por aspiración.

Basándose en los resultados de las escalas de riesgo quirúrgico cardíaco, se pueden determinar los estudios adicionales necesarios como electrocardiogramas, ecocardiogramas en reposo, pruebas de esfuerzo con o sin fármacos y resonancias magnéticas, en función del tipo de cirugía y el estado del paciente. Si la prueba de

esfuerzo del paciente no indica isquemia miocárdica o muestra una cantidad moderada, la cirugía puede llevarse a cabo. Por otro lado, si se encuentra una isquemia extensa, será necesario reconsiderar la urgencia de la cirugía.

El riesgo de hemorragia puede ser analizado mediante la escala IMPROVE, mientras que la escala de Caprini ayuda a clasificar el riesgo de trombosis. Para un riesgo muy bajo (< 0,5 %), es aconsejable la deambulaci3n temprana. Para un riesgo del 1,5 %, se sugiere utilizar dispositivos de compresi3n neumática o profilaxis farmacológica mientras el paciente permanece internado. Un nivel de riesgo moderado (3 %) implica la necesidad de prevenci3n tanto farmacológica como mecánica durante la hospitalizaci3n. En un nivel de alto riesgo (6 %), es recomendable aplicar tratamientos médicos preventivos por un período de siete a diez días.. Por último, para un riesgo muy elevado (6-18 %), se sugiere el uso de medidas farmacológicas y mecánicas de prevenci3n durante un plazo de 30 días..³⁴

7.3.2 Monitoreo intraoperatorio

El monitoreo intraoperatorio debe orientarse a la medici3n de los niveles de dióxido de carbono espirado mediante el capnógrafo es un recurso anestésico no invasivo que determina en base a la concentraci3n de CO₂ espirado, la adecuada ventilaci3n, además permite la detecci3n de intubaciones esofágicas, el capnógrafo es un recurso esencial para el diagnóstico temprano de la hipertermia maligna. La pulsioximetría es de uso rutinario en el monitoreo, permite medir las concentraciones de saturaci3n de oxígeno pudiendo prever si existe hipoxia durante el procedimiento.¹³

7.3.2.1 Profundidad anestésica

La profundidad de la anestesia se puede establecer según los diferentes estados de conciencia. El primer estado, conocido como estado de confusi3n o inicial, empieza con la administraci3n del anestésico y concluye con la p3rdida de la conciencia. Durante este estado, el paciente experimenta somnolencia, un alivio parcial del dolor y posiblemente olvida algunos momentos; sin embargo, todavía es capaz de hablar. La respiraci3n es constante aunque algo pausada, y el reflejo de parpadeo permanece intacto. El segundo estado, denominado estado de excitaci3n,

inicia justo después de la pérdida del conocimiento y se extiende hasta que la respiración normal se restablece de manera espontánea.

Las características más notables de este estado son la falta de control, alucinaciones y movimientos espasmódicos. La evaluación visual revela la falta de respuesta en los párpados, desviación de la mirada y dilatación pupilar. La vía respiratoria está irritada, generando mayor cantidad de secreciones, lo que incrementa el riesgo de reflejos como tos, vómito, laringoespasma y broncoespasmo. La respiración es irregular, presentando fases de dificultad respiratoria. Es común observar hipertensión y taquicardia en este estado. Se debe limitar la estimulación externa, especialmente la que pueda afectar la vía respiratoria.

El tercer estado, conocido como anestesia quirúrgica, comienza con la reanudación de la ventilación espontánea del paciente y finaliza cuando se detiene la respiración. En esta fase se alcanza el nivel adecuado de anestesia para realizar el procedimiento previsto, siendo el momento más propicio para la intubación sin requerir relajantes musculares. Las características principales incluyen la ausencia de movimientos oculares, relajación de los músculos esqueléticos y una depresión en la frecuencia respiratoria. Este estado se clasifica en diferentes planos:

Primer plano: El paciente respira de manera natural y constante, pero los reflejos conjuntival, palpebral y deglutorio han cesado. La actividad de los músculos oculares es mínima, presentando constricción pupilar y fijación central. Segundo plano: Las respiraciones espontáneas presentan breves pausas entre la inhalación y la exhalación. Con el aumento de la secreción lagrimal, los reflejos corneales y laríngeos desaparecen. La actividad ocular se detiene por completo y el paciente no reacciona a los estímulos cutáneos con respiraciones profundas o movimientos. Se inicia la debilidad en los músculos intercostales.

Tercer plano: Los músculos abdominales e intercostales están completamente relajados, y la respiración es controlada solo por el diafragma. No hay reflejo pupilar ante la luz. Este plano se considera el más adecuado para la anestesia durante las cirugías. Cuarto plano: La respiración es irregular y superficial, con movimientos

anómalos en la caja torácica debido a la parálisis total de los músculos intercostales. En ciertos momentos, la respiración se vuelve más regular a causa de la parálisis del diafragma.

El estado de sobredosis, conocido también como cuarto estado, comienza con la detención respiratoria y puede culminar en el fallecimiento. Si se administra un exceso de anestésico en relación con la magnitud de la cirugía, esto puede provocar una severa depresión en la zona cerebral que regula la respiración y el corazón, lo que podría resultar en muerte por falta de oxígeno y colapso cardiovascular, si no se recibe asistencia médica de inmediato. Las pupilas se mantienen dilatadas y sin movimiento, y los músculos esqueléticos se debilitan.

La monitorización utilizando el índice biespectral (BIS) se utiliza para valorar la profundidad de la anestesia en un paciente, lo que conduce a una reducción de las complicaciones asociadas a la anestesia general y al periodo postoperatorio. Adecuar la cantidad del fármaco anestésico para que el BIS se mantenga entre 40 y 60 durante la anestesia general ha demostrado disminuir la dosis total del medicamento entre un 11 y un 27 %, así como también favorecer una recuperación cognitiva temprana.⁵

Figura 42 Índice biespectral (BIS)



Fuente: Mateo. N, 2020

Un incremento en los valores de monitorización del BIS durante la cirugía reduce la cantidad de anestésicos administrados, lo que beneficia el tiempo de extubación y la salida más rápida del quirófano o de la unidad de cuidados posanestésicos en comparación con pacientes sin monitoreo BIS. Las alteraciones cognitivas posoperatorias tienen riesgos asociados como la edad, la cirugía y la anestesia. Investigaciones previas indican que el monitoreo BIS puede reducir la disminución en la función cognitiva después de la cirugía y la lentitud en el despertar.⁵

7.3.2.2 Despertar intraoperatorio

El despertar intraoperatorio se refiere a la experiencia y al recuerdo específico de una percepción sensorial durante un procedimiento quirúrgico. Los pacientes que han sido sometidos a cirugía pueden tener recuerdos espontáneos o que surgen a partir de preguntas concretas, ya sea después de la operación o a lo largo de varios días. Existen diversos factores que pueden contribuir a este fenómeno; sin embargo, su incidencia está relacionada con fallos en la inhibición de la conciencia, así como con la experiencia y la memoria episódica.

Las principales causas del despertar intraoperatorio incluyen la resistencia del paciente, influenciada por factores como la edad, el tabaquismo, el consumo de sustancias como anfetaminas, alcohol y opiáceos, además de la obesidad y otras morbilidades. Una segunda causa es la administración insuficiente de anestésicos, así como las dificultades mecánicas que puedan obstaculizar la administración del anestésico, junto con pacientes que tienen una baja reserva fisiológica y menores requerimientos anestésicos.⁹

7.3.2.3 Retardo en el despertar.

La ausencia de recuperación tras la anestesia general es una situación poco común en aquellos pacientes que no se estabilizan rápidamente y requieren un manejo cuidadoso para determinar las causas y el tratamiento adecuado. Generalmente, esta situación tiene múltiples orígenes, que incluyen la edad o comorbilidades, una técnica anestésica inadecuada, fallos en el equipo, pacientes con adicciones, uso excesivo de bloqueantes neuromusculares, monitoreo ineficaz, efectos prolongados de los fármacos anestésicos, encefalopatía metabólica,

problemas hepáticos y una presión intracraneal elevada durante operaciones neuroquirúrgicas.

Los anestésicos inhalados y endovenosos ejercen su efecto en áreas de diferente tamaño, lo que puede causar retraso en la eliminación de los anestésicos inhalados y puede retardar el regreso a la conciencia. Entre los principales factores que contribuyen a esto se encuentran la edad, el IMC, la hipotermia, la gestión de líquidos previos a la cirugía, los trastornos hidroelectrolíticos, las comorbilidades, la técnica anestésica, la calibración de equipos, las dosis excesivas de medicamentos, el monitoreo, la acción prolongada de los anestésicos, los trastornos metabólicos, los procedimientos neuroquirúrgicos y el posicionamiento de la cabeza.⁵

7.4 EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA

Para asegurar una ventilación controlada, la vía aérea debe ser permeable y hermética. Cuando no se cumple esto, se considera una vía aérea difícil, definida por la ASA como dificultad para ventilar con máscara facial o intubación traqueal por un anestesiólogo experimentado. La ASA también menciona la laringoscopia difícil como la completa falta de visibilidad de las cuerdas vocales después de varios intentos de laringoscopia estándar, con un límite de tres intentos según algunas fuentes. Intubación complicada cuando la intubación endotraqueal necesita varios intentos, ya sea con o sin enfermedad traqueal y error en la inserción de tubo endotraqueal después de varios intentos fallidos como intubación sin éxito.³⁵

7.4.1 Historia clínica y examen físico

Todo paciente programado para anestesia general requiere una evaluación preanestésica exhaustiva, que incluye la revisión de su historial médico y un examen físico enfocado realizado por el anestesiólogo. El objetivo principal de esta evaluación es prever posibles dificultades en la ventilación con máscara facial y en la intubación endotraqueal utilizando técnicas convencionales. La predicción de la vía aérea juega un papel fundamental en la planificación del manejo anestésico. En ciertas situaciones, la inducción anestésica puede desencadenar obstrucción de la vía aérea, lo que podría resultar en apnea transitoria.³⁵

El primer paso para evaluar la vía aérea es recopilar la historia clínica del paciente, donde se identifica que antecedentes de intubación complicada son un factor de riesgo importante y ahora se considera el estándar Gold para predecir una vía aérea difícil. Es necesario registrar cualquier modificación en el peso, síntomas y problemas de salud anteriores durante cada procedimiento anestésico anterior. Es importante interrogar acerca de síntomas que se asocien con la presencia de patologías como el síndrome de apnea obstructiva del sueño, ya que guarda una estrecha relación con características anatómicas de vía aérea difícil.³⁶

La valoración de la vía aérea del paciente se inicia con la inspección de sus rasgos anatómicos. Se evalúan la forma y el tamaño de la boca, la nariz, la mandíbula y el cuello, prestando atención a la existencia de masas o alteraciones

anatómicas que pudieran impedir el flujo normal de aire hacia los pulmones. Es crucial identificar posibles dificultades en el manejo de la vía respiratoria, tales como deformidades faciales, tumores en la cara o el cuello, quemaduras faciales, agrandamiento de la glándula tiroides, cuello corto y grueso, mandíbula retraída o la presencia de barba o bigote.³⁷

La evaluación para determinar la presencia de vía aérea difícil se facilita mediante la nemotecnia LEMON por sus siglas en inglés, el primer paso es la mirada externa (**L**ook externally), para determinar las características anatómicas, **E**valuación 3-3-2 que mide 3 dedos en boca, 3 dedos mentón-piso de la boca y 2 dedos del piso de la boca al cartílago tiroides, la escala de **M**allampati, evaluar **O**bstrucción de la vía aérea y determinar la apropiada **M**ovilización del cuello y la cabeza.⁷

La postura óptima para acceder a la vía respiratoria es en posición de olfato, la cual se logra al flexionar el cuello y extender la cabeza. La distancia entre el ángulo esternal y el punto de la mandíbula se puede medir cuantitativamente con la cabeza en extensión completa y la boca cerrada menos de 12,5 cm se asocia con dificultad para la intubación. Realizar la protrusión de la mandíbula puede predecir de manera aceptable la dificultad de la laringoscopia. La micrognatia es una mandíbula demasiado pequeña, puede ser hereditaria o estar relacionada con condiciones genéticas como enfermedades óseas o neuromusculares. La micrognatia puede causar una obstrucción de las vías respiratorias al hacer que la lengua caiga hacia la faringe, lo que dificulta la intubación.³⁵

7.4.2 Factores de riesgo

El contexto clínico debe ser considerado debido a que puede dificultar el manejo o aumentar la posibilidad de desenlaces adversos graves en términos de morbilidad y mortalidad. Muchos de estos factores se juntan en grupos especiales como niños (especialmente más jóvenes), mujeres embarazadas, personas con obesidad extrema, pacientes en estado crítico y personas traumatizadas. Los factores principales son las dificultades previas, obesidad, limitación en la apertura bucal, lengua grande, micrognatia, protrusión de incisivos superiores, cuello corto y grueso. Aunque es debatible la incidencia del sexo en la vía aérea difícil, se ha

determinado que el sexo masculino es un factor predictor de la ventilación difícil con máscara facial.

7.4.3 Complicaciones

Las dificultades relacionadas con el manejo de las vías respiratorias son una causa significativa de enfermedad y muerte relacionada con la anestesia. Los tres tipos de lesiones provienen de tres cuartas partes de eventos respiratorios: falta de ventilación (38%), intubación incorrecta en el esófago (18%) e intubación traqueal complicada (17%). Las complicaciones se dan por presentar estos aspectos en la evaluación preanestésica: ser fumadores (21%), presentar vello facial (19%), edentulia (4%), apnea obstructiva del sueño (4%), edad mayor a 55 años (3%), y obesidad (1%).

7.5 INTUBACIÓN

La intubación endotraqueal es un procedimiento mediante el cual se pasa un tubo flexible a través de la boca, introduciéndose en la laringe hasta la tráquea con el objetivo de garantizar la permeabilidad de la vía aérea durante la ventilación. La intubación de la tráquea mediante un tubo endotraqueal es un procedimiento anestésico bastante frecuente. Durante la administración de anestesia general, es necesario realizar intubación para mantener el control de la vía aérea. Inflar el manguito del tubo endotraqueal aprieta la tráquea, asegura la ventilación con presión positiva y disminuye el riesgo de aspirar contenido gástrico.

7.5.1 Indicaciones

La ventilación pulmonar a través de la intubación endotraqueal es esencial en procedimientos bajo anestesia general, principalmente cuando existe contraindicación de uso de ventilación con mascarilla facial, ya que esta técnica de ventilación no brinda protección contra la aspiración pulmonar de secreciones, específicamente cuando el riesgo de regurgitación de contenido gástrico es alto. Está indicado en pacientes que no presenten una vía aérea emergente y precisen protección pulmonar, cardiovascular y neurológica mediante la ventilación.

Hay instrucciones específicas para llevar a cabo este proceso, siendo una de las más comunes el paro cardiorrespiratorio; entre las más frecuentes se encuentran la necesidad de aislar o proteger la vía aérea, la lesión cerebral traumática con puntaje de Glasgow inferior a 8, la insuficiencia respiratoria cuando se presentan más de 30 o menos de 10 respiraciones por minuto, respiración en peligro inminente, edema en la vía respiratoria (por quemaduras, anafilaxia), aumento de la concentración de dióxido de carbono en la sangre (por encima de 40 mm Hg) con disminución del pH. $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mm Hg}$ con mascarilla, especialmente cuando hay signos clínicos de hipoxemia presentes (agitación, confusión, resistencia a la máscara de oxígeno).³⁸

7.5.2 Secuencia de intubación rápida.

Existen 7 pasos para la secuencia de intubación rápida.

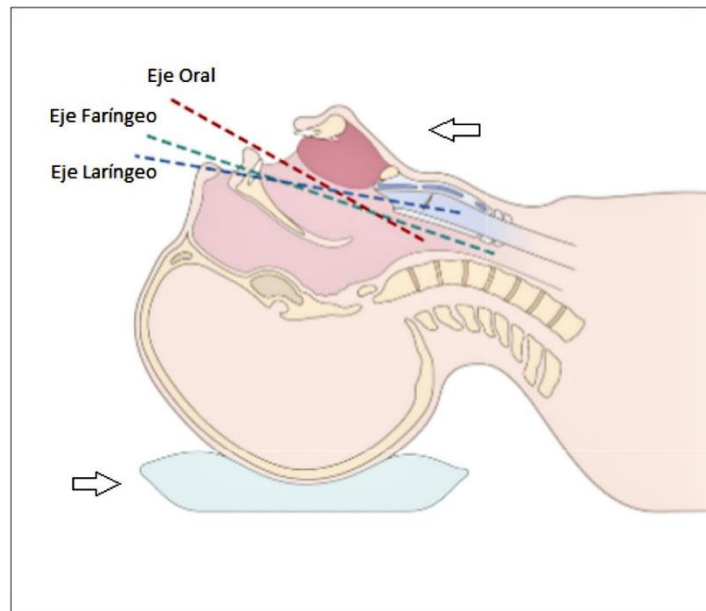
1. El primer paso es la preparación, antes de realizar la intubación, el encargado debe asegurarse de tener todos los instrumentos necesarios: oxígeno, aspirador, bolsa de autoinflado, laringoscopio, tubos para la tráquea, equipo para intubaciones complicadas, equipo de reanimación, medicamentos y monitoreo del paciente. La regla mnemotécnica "SOAPME" en inglés sirve para recordar todos los elementos requeridos para la intubación: Succión, Oxígeno, Vía Aérea, Farmacología, Monitorización, Equipamiento.
2. El segundo paso es la preoxigenación, la preparación y la preoxigenación se llevan a cabo al mismo tiempo. Se trata de administrar oxígeno a través de una mascarilla con reservorio ($FiO_2 = 80$ al 100%) durante 5 minutos para reemplazar el nitrógeno en la capacidad residual funcional con oxígeno (desnitrogenización), lo que permite mantener al paciente en apnea durante 3-8 minutos en estado de hipoxemia. La duración de la desaturación está influenciada por el peso: un individuo de 70 kg mantendrá niveles de saturación de oxígeno (SpO_2) por encima del 90% durante 8 minutos, mientras que una persona obesa de 127 kg lo hará solo por 3 minutos.
3. El tercer paso es conocido como pretratamiento, se trata de la administración de medicamentos previa a la etapa de inducción-relajación para reducir los efectos secundarios negativos asociados con la intubación orotraqueal, como la hipotensión, bradicardia, taquicardia, aumento de la presión intracraneal y resistencia en las vías respiratorias. Los medicamentos que se utilizan en el tratamiento previo del SIR son: atropina, lidocaína y opiáceos de acción rápida 3 min antes de iniciar la inducción.
4. El cuarto paso es la sedación con parálisis neuromuscular, en este paso se realiza la combinación de la inducción y la relajación neuromuscular al mismo tiempo con el fin de lograr un estado de inconsciencia y relajación muscular que ayude en la intubación orotraqueal y reduzca la posibilidad de aspiraciones. En la actualidad, los sedantes más comunes son el etomidato, la ketamina, el propofol y el midazolam, aunque este último no está recomendado para situaciones clínicas específicas; la decisión sobre qué sedante utilizar dependerá de la situación clínica en particular.

5. Durante el quinto paso, se posiciona al paciente de manera adecuada para facilitar el proceso de intubación. Se alcanza esta postura con la cabeza inclinada hacia atrás en comparación con el cuello, y el cuello inclinado en relación con el tronco. Esta posición consigue la alineación ideal de los 3 ejes (oral, faringe y laringe) para una visualización óptima de la glotis, y facilita la intubación orotraqueal. Se introduce la pala de laringoscopio curva del lado izquierdo y se desliza por la lengua hacia el lado derecho, se realiza maniobra de tracción, colocando la punta del laringoscopio en la vallecula y al tener a la vista los pliegues vocales se introduce el tubo endotraqueal, pasándolo 1 cm después de estas.
6. En el sexto paso después de la intubación endotraqueal, se verifica inmediatamente la posición correcta del tubo endotraqueal. La inserción involuntaria de un tubo en el esófago o en un bronquio específico puede causar daños graves. Los métodos principales son, visualización directa de la introducción del tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales, auscultación (en 5 puntos: ambas zonas medias infraclaviculares, zona axilar bilateral; línea media axilar a nivel del 5º espacio intercostal y el epigastrio), capnografía, radiografía de tórax y fibrobroncoscopia.
7. En el séptimo paso durante la etapa final, se proporciona sedación, analgesia y relajación, se ajustan los parámetros ventilatorios y se monitorean constantemente varios parámetros fisiológicos. Es necesario ajustar con precisión los parámetros de la ventilación mecánica para prevenir la lesión pulmonar causada por la misma.⁷ Ver Anexo 2

7.5.3 Procedimiento

Al tener extendida la cabeza del paciente para una mayor visualización y para alinear los ejes, oral, faríngeo y laríngeo, el paciente debe estar colocado a la altura del apéndice xifoides del examinador, la visualización de la glotis para el que realiza la maniobra es esencial, al tener extendida la cabeza del se abre la boca del paciente, progresivamente y con una visión panorámica se deben identificar todas las estructuras anatómicas.³⁹

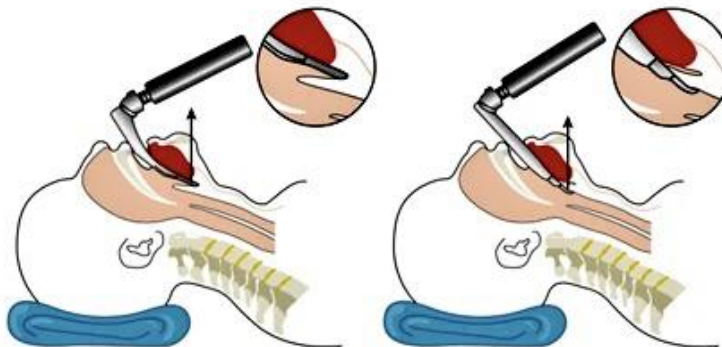
Figura 43 Posición para intubación orotraqueal



Fuente: Pardo M Jr, 2018

Se identifican los dientes, la lengua, el paladar blando, la úvula, la amígdala, el pilar amigdalino derecho, la pared posterior de la faringe a través del laringoscopio, se sigue deslizando la hoja de este sin ejercer tracción ni fuerza, hacia la base de la lengua, hasta ubicarlo en la vallecula epiglótica, en caso de que el laringoscopio tenga hoja curva, al realizar una ligera tracción en sentido del mango se podrá observar la glotis, si la hoja del laringoscopio es recta la meta es atrapar la epiglotis con la punta de la hoja para observar una exposición similar.³⁹

Figura 44 Laringoscopia con hoja curva y recta



Fuente: Legger,, 2019

Existen maniobras que facilitan la visualización de la glotis, la maniobra BURP es la presión sobre el esqueleto laríngeo a nivel del cartílago cricoides y tiroides hacia atrás, arriba y a la derecha con el objetivo de exponer mejor la glotis; la almohadilla bajo el cuello facilita la alineación de los ejes y la visualización de las vías aéreas anteriores; el cambio de hoja curva a hoja recta en pacientes en los que la epiglotis se evidencia flácida puede facilitar la intubación.

Al determinar la posición de la glotis parcial o totalmente, con la tracción sostenida y manteniendo la hoja del laringoscopio en la posición adecuada para no perder la exposición, se introduce en la boca del paciente el tubo orotraqueal, se dirige la punta del tubo hacia la glotis de forma delicada con la finalidad de pasar el tubo 1 cm más allá del paso del extremo proximal del neumotaponador por los pliegues vocales, posterior a esto se retira el laringoscopio y se asegura el tubo en la comisura labial, se debe insuflar inmediatamente el balón del tubo orotraqueal con 10 ml de aire para evitar extubaciones accidentales.³⁹

7.5.4 Complicaciones

Las principales complicaciones de la intubación orotraqueal incluyen barotrauma, que puede provocar neumotórax y enfisema, así como la intubación esofágica que puede suceder durante el procedimiento. También se pueden producir lesiones en las vías respiratorias, con sangrado asociado, que se manifiestan mediante laceraciones, raspaduras o inflamación en las estructuras de la laringe durante la exploración directa con el laringoscopio.

Existe el riesgo de broncoaspiración si hay líquido gástrico y/o alimentos en la boca al momento de la intubación y/o hipoxemia inexplicada relacionada con la afección médica subyacente. El paro cardiopulmonar se caracteriza por la ausencia de pulsos en lugares centrales y/o asistolia que ocurre durante o poco después de la intubación. Por último, la bradicardia se define como un ritmo cardíaco por debajo de 60 latidos por minuto y/o una caída abrupta de la frecuencia durante o justo después de la intubación.⁷

7.6 PREDICTORES DE VÍA AÉREA DIFÍCIL

7.6.1 Clasificación de Mallampati modificado

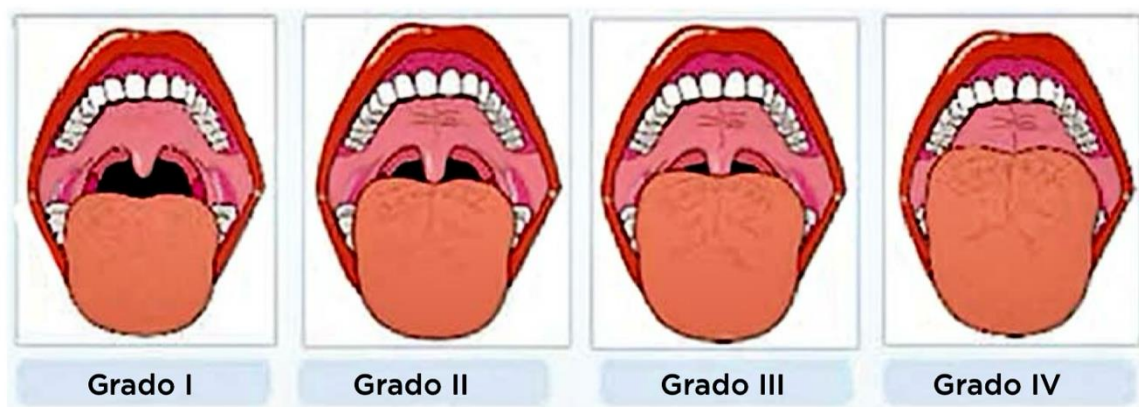
En 1985, Mallampati propuso una prueba de fácil aplicación, que fue modificada por Samsoon y Young en 1987. Esta evaluación se centra en la capacidad de observar las estructuras de la boca y la faringe. Tiene una sensibilidad reconocida de alrededor del 60%, especificidad del 70% y valor predictivo positivo de un 13%. La evaluación de Mallampati se realiza con el paciente sentado en posición vertical, con la cabeza en alineación neutral, y se le pide al paciente que abra la boca y saque la lengua sin emitir sonidos. Este es un método clínico de evaluación sencillo que toma en cuenta el tamaño de la lengua en relación con la orofaringe y la facilidad de manejo de la hoja del laringoscopio.⁴⁰

Tabla 1 Escala Mallampati

Escala de Mallampati	
Clase I	Se observa paladar blando, úvula y pilares amigdalinos.
Clase II	Se observa paladar blando y úvula.
Clase III	Se observa paladar blando y base de la úvula.
Clase IV	Se observa paladar blando.

Fuente: Encinas. C, 2019

Figura 45 Escala Mallampati



Fuente: Encinas C, 2019

7.6.2 Escala de Patil-Aldrete

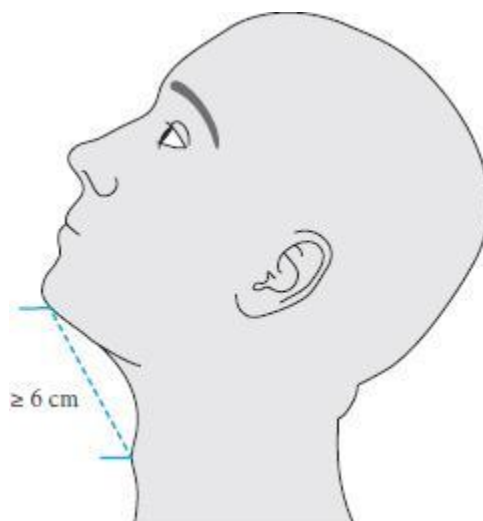
Es la longitud que va desde el borde superior del cartílago tiroides hasta el borde inferior del mentón, con el cuello en hiperextensión y la boca cerrada; se considera un factor en la alineación de los ejes laríngeo y faríngeo junto con la extensión de la articulación atlanto-occipital. El espacio anterior mandibular se localiza por delante de la laringe y detrás de la mandíbula; a medida que este espacio se expande, se facilita el movimiento de la lengua mediante un laringoscopio. En esta medición, se determina la distancia tiromentoniana en un individuo que está sentado. Esta escala tiene sensibilidad alrededor de 60%, especificidad de 65%, valor predictivo positivo de un 15%.⁴⁰

Tabla 2 Escala de Patil-Aldrete

Escala de Patil-Aldrete		
Clase I	>6.5 cms	Laringoscopia e intubación sin dificultad
Clase II	6-6.5 cms	Laringoscopia e intubación con cierto grado de dificultad
Clase III	<6 cms	Laringoscopia e intubación muy difíciles

Fuente: Encinas C, 2019

Figura 46 Distancia tiromentoniana



Fuente: Encinas. C, 2019.

7.6.3 Distancia esternomentoniana

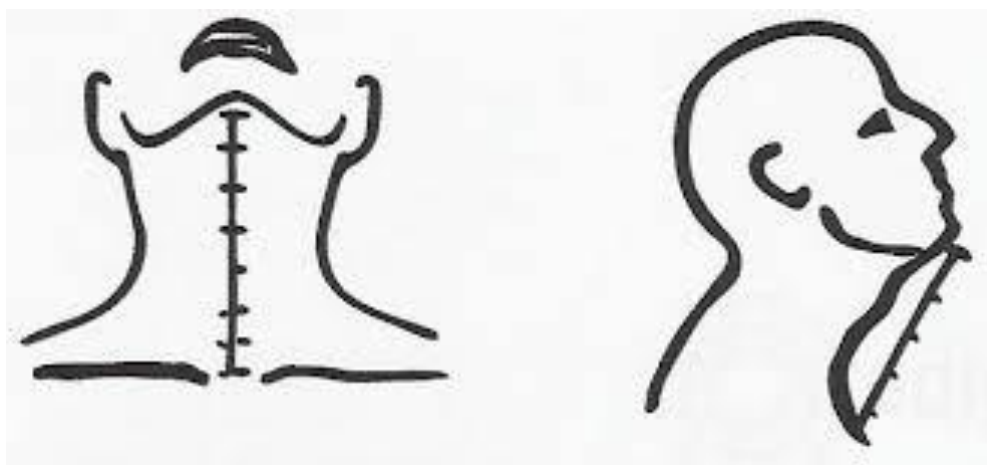
Se mide la longitud de una línea recta que se extiende desde la parte superior del manubrio esternal hasta el borde inferior del mentón, ejecutándose con el paciente en perfil, con la cabeza completamente extendida y la boca cerrada. Este parámetro tiene una sensibilidad del 80% y un valor predictivo positivo del 20% para identificar una vía aérea complicada, y se categoriza en 4 clases.⁴⁰

Tabla 3 Distancia esternomentoniana

Distancia esternomentoniana	
Clase I	>13 cms
Clase II	12-13 cms
Clase III	11-12 cms
Clase IV	<11 cms

Fuente: Encinas. C, 2019.

Figura 47 Distancia esternomentoniana



Fuente: Encinas. C, 2019.

7.6.4 Distancia interincisiva

La apertura bucal, también conocida como distancia interincisiva, se refiere a la separación entre los dientes incisivos superiores e inferiores cuando la boca está completamente abierta. Si el paciente presenta anodoncia, una condición congénita que implica la falta de dientes temporales o permanentes, es necesario medir la distancia entre las encías superior e inferior en la línea media. Generalmente, la apertura bucal se mide en función de la cantidad de dedos que pueden haber. Se considera que hay una restricción en la apertura bucal si mide menos de tres dedos, lo que indica que es mayor a la clase I.⁴⁰

Tabla 4 Distancia interincisiva

Distancia interincisiva	
Clase I	>3 cms
Clase II	2.6 a 3 cms
Clase III	2-2.5 cms
Clase IV	<2cms

Fuente: Laime. L, 2021

Figura 48 Distancia interincisiva



Fuente: Encinas. C, 2019.

7.6.5 Protrusión mandibular.

Este parámetro no solo se encarga de revisar la vía aérea para la intubación endotraqueal, sino que también evalúa la función de la articulación temporomandibular, la cual se conoce como prognatismo o subluxación. Para llevar a cabo esta clasificación, es necesario observar el movimiento de la región mandibular en relación a los incisivos superiores. El paciente debe protruir el mentón hacia adelante al máximo, de tal forma que los incisivos inferiores queden por delante de los superiores. La clase I sugiere que la intubación será sencilla, mientras que las clases II y III indican que será complicada.⁴⁰

Tabla 5 Protrusión mandibular

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

Fuente: Laime. L, 2021

Figura 49 Protrusión mandibular



Fuente: Echavarria. A, 2010.

7.6.6 Escala de Bellhouse-Doré

Se ha indicado que es necesario realizar una ligera flexión en la columna cervical para alinear el eje visual de la glotis, además de ajustar el eje oral con el faríngeo mediante la extensión de la articulación atlodooccipital. Es crucial evaluar la movilidad restringida de esta articulación mediante la medición del ángulo de Bellhouse y Doré, la cual se lleva a cabo con la cabeza erguida, mirando hacia el frente y en máxima extensión, siendo este angulo equivalente al formado por el plano de la superficie de oclusión dental superior en posición neutral. El ángulo considerado estándar es de 35 grados; una extensión de menos de 30 grados puede complicar la posición de “olfateo” necesaria para la intubación y limitar la visibilidad durante la laringoscopia.⁴⁰

Tabla 6 Escala de Bellhouse-Doré

Escala de Bellhouse-Doré	
Clase I	Ninguna limitante
Clase II	1/3 de limitación
Clase III	2/3 de limitación
Clase IV	Completa limitante

Fuente: Encinas. C, 2019.

Figura 50 Escala de Bellhouse-Doré



Fuente: Encinas. C, 2019.

7.6.7 Clasificación de Cormack y Lehane.

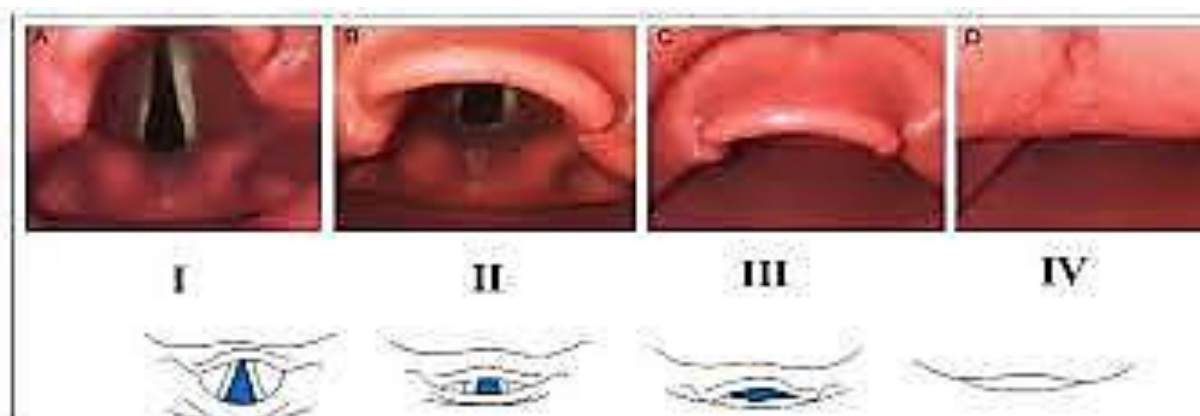
Cormack y Lehane crearon un sistema de clasificación para categorizar la visibilidad durante la laringoscopia directa, separándola en cuatro niveles distintos. El análisis señaló que se puede anticipar la dificultad de la intubación al identificar grados 3 o 4 en la clasificación laringoscópica. Para aplicar este sistema de calificación, es necesario que la laringoscopia se realice correctamente.⁴⁰

Tabla 7 Clasificación de Cormack y Lehane

Clasificación de Cormack y Lehane	
Grado I	La mayor parte de la glotis es visible
Grado II	La parte posterior de la glotis es visible
Grado III	Sólo la epiglotis es visible
Grado IV	No se visualiza la epiglotis

Fuente: Encinas. C, 2019.

Figura 51 Clasificación de Cormack y Lehane

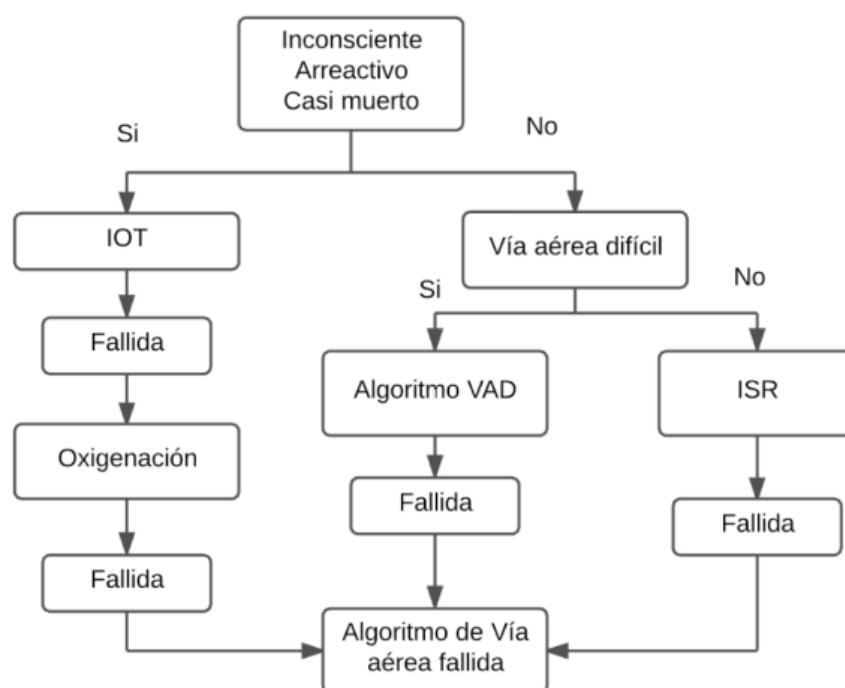


Fuente: Encinas. C, 2019.

7.7 MANEJO DE LA VÍA AÉREA DIFÍCIL

El primer paso en el manejo de la vía aérea es verificar si se trata de una situación de emergencia que reaccionará al estímulo de la laringoscopia. En tales casos, es necesario oxigenar e intubar sin administrar previamente hipnóticos. Ejemplos de este tipo de situaciones incluyen la parada cardio-respiratoria o una parada inminente. Si la intubación no se debe a estas razones, primero hay que evaluar si hay criterios de vía aérea difícil a través de un examen físico y detectar condiciones que puedan complicar la ventilación con mascarilla facial, la laringoscopia, el uso de dispositivos supraglóticos y la vía aérea quirúrgica.³⁸

Figura 52 Algoritmo de vía aérea urgente



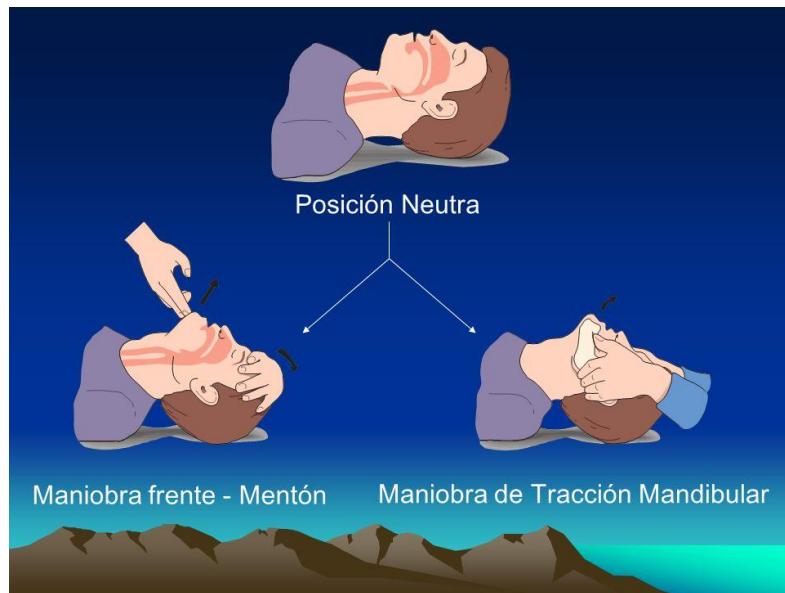
Fuente: García. J, 2019.

7.7.1 Manejo básico de la vía aérea.

Cuando los pacientes están inconscientes, la obstrucción se produce debido a la pérdida del tono muscular que sostiene la lengua, lo que provoca que esta se desplace hacia atrás y bloquee la faringe. La primera acción a realizar es asegurar la permeabilidad de la vía aérea, teniendo disponibles dispositivos para aspirar secreciones y eliminar sangre, saliva y contenido gástrico.

La posición del paciente es crucial para mantener la vía aérea; para ello, se debe colocar una mano en la frente y la otra debajo del mentón, elevando con cuidado para mover la mandíbula hacia adelante y extender la zona cervical. Sin embargo, esta maniobra está contraindicada en pacientes con posible trauma cervical, en cuyo caso debe llevarse a cabo un desplazamiento y tracción de la mandíbula, sosteniendo los ángulos del maxilar inferior y moviendo la mandíbula hacia adelante.⁴⁰

Figura 53 Posicionamiento de la cabeza.



Fuente: García. J, 2019.

La ventilación utilizando una mascarilla facial es una técnica esencial para el manejo de la vía aérea, especialmente al prepararse para una intubación orotraqueal. Este método permite asegurar una adecuada oxigenación y ventilación. Es importante que el paciente esté en la posición de olfateo, mientras la mascarilla cubre tanto la boca como la nariz. Utilizando el pulgar y el índice, se forma una C en el borde inferior de la mascarilla para lograr un sellado efectivo, mientras que los dedos tercero y cuarto se colocan sobre la rama de la mandíbula y el quinto dedo en el ángulo mandibular. Esta maniobra no se recomienda cuando hay un alto riesgo de regurgitación gástrica.³⁸

Figura 54 Ventilación con mascarilla facial



Fuente: Gempeler. F, 2020.

7.7.2 Vía aérea difícil no prevista

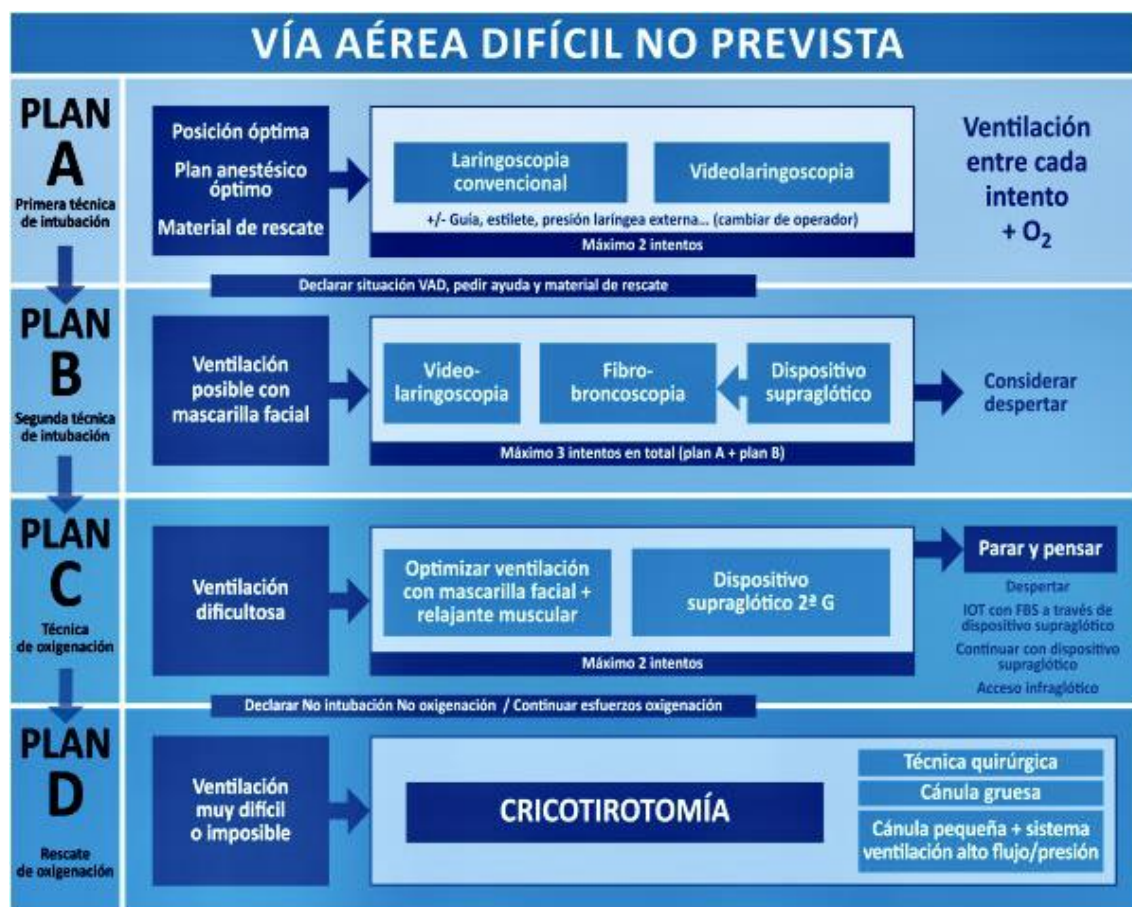
La vía aérea difícil requiere muchos intentos de intubación sin una adecuada visión de la glotis, los pasos a realizar para el manejo de pacientes con características clínicas de vía aérea difícil aplicando los criterios LEMON dependen de factores como la disponibilidad de los dispositivos, la experiencia y las habilidades del anestesiólogo a cargo del proceso y las características de gravedad del paciente.

Existen cuatro planes para manejar una vía aérea difícil no prevista, el plan A es la ventilación con mascarilla facial e intubación traqueal, tomando en cuenta la importancia de la posición correcta, preoxigenación y relajación con bloqueo neuromuscular, con el objetivo de limitar la laringoscopia a tres intentos buscando el éxito de intubación al primero. El plan B manteniendo oxigenación se introduce un dispositivo supraglótico, con un máximo de tres intentos de inserción.

El plan C indica que ante la situación de fallo en el dispositivo supraglótico se debe mantener la oxigenación mediante la ventilación con mascarilla facial, si la ventilación se logra con esto se debe procurar despertar al paciente revirtiendo la relajación neuromuscular. Si la ventilación a través de la mascarilla facial es

imposible se recomienda pasar al plan D, en este punto si no se resuelve la situación hipóxica se producirá lesión cerebral y muerte, por lo que el último paso es el acceso frontal de emergencia al cuello, como la cricotiroidotomía.³⁸

Figura 55 Vía aérea difícil no prevista en adultos

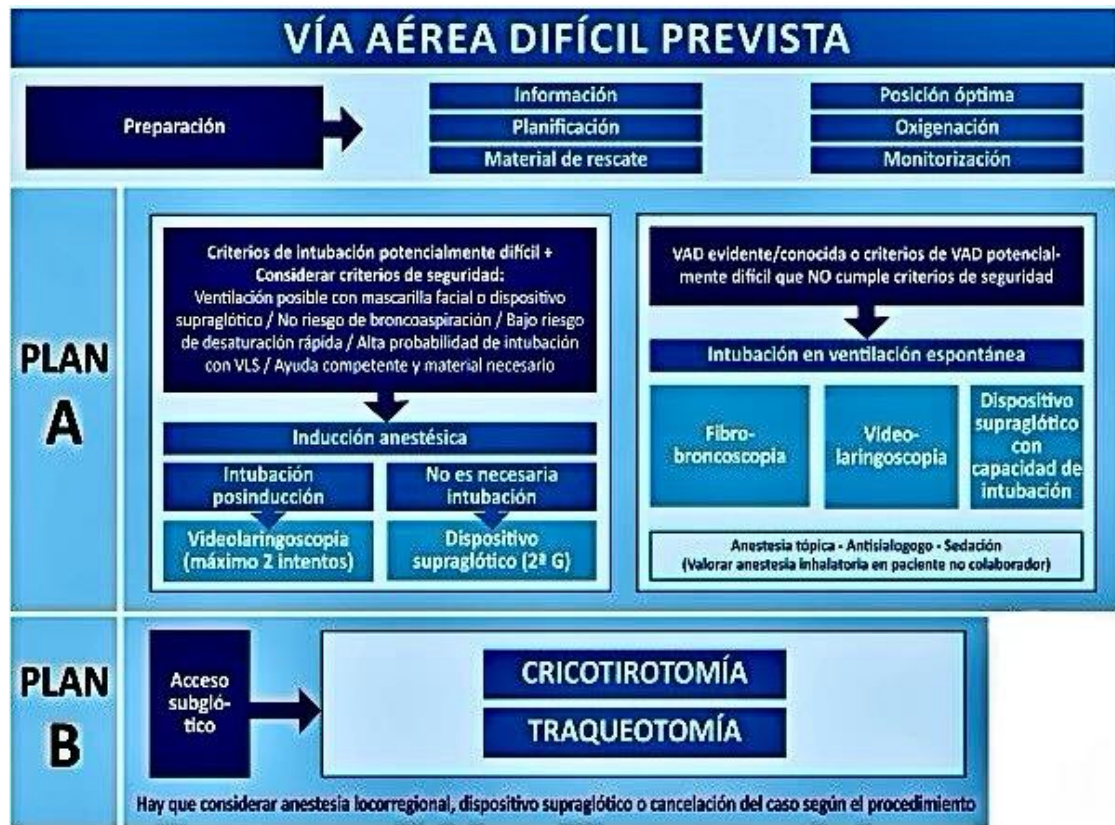


Fuente: Revista Española de Anestesiología, 2020.

7.7.3 Vía aérea difícil prevista

La vía aérea difícil prevista se describe cuando la intubación no es exitosa y los métodos alternativos de ventilación no mantienen una oxigenación adecuada en los pacientes. Si después de realizar correctamente la técnica de ventilación con mascarilla facial no existe adecuada oxigenación se debe declarar la situación del paciente en No Intubable No Ventilable (NINV), posterior a esta situación están indicadas las técnicas de acceso frontal de emergencia al cuello específicamente la cricotiroidotomía.³⁸

Figura 56 Vía aérea difícil prevista



Fuente: Revista Española de Anestesiología, 2020.

7.7.4 Enfoque Vortex para el manejo de la vía aérea

El Enfoque Vórtex, ideado por Nicholas Chrimes (anestesiólogo) y Peter Fritz (médico de urgencias), representa una innovadora metodología para la gestión de la vía aérea. Este enfoque no pretende sustituir los algoritmos tradicionales, sino complementarlos. Se trata de un conjunto de herramientas cognitivas diseñadas para su aplicación tanto previa como durante la intubación, facilitando la planificación de una estrategia eficaz y segura, así como su correcta ejecución.

1. Descripción general

El diagrama del Vórtex, representado con forma de embudo, se compone de tres círculos concéntricos que delimitan tres zonas o capas. La capa exterior se denomina "zona verde", mientras que el centro corresponde al "vórtice", que a su vez incluye una zona interna denominada "vía aérea quirúrgica de urgencia". La zona media, de color azul (vórtice), ilustra las tres opciones de manejo no quirúrgico

de la vía aérea: ventilación con máscara facial, intubación endotraqueal y uso de dispositivos supraglóticos. La zona interior, de color azul oscuro, representa la vía aérea quirúrgica de urgencia y se distingue visualmente para enfatizar su carácter excepcional.

Inicialmente, antes de cualquier intervención y manteniendo la respiración espontánea, el paciente se encuentra en la "zona verde" exterior, caracterizada por una oxigenación alveolar normal, lo que constituye una "zona de seguridad". Al comenzar la intervención con la inducción anestésica, el paciente entra en la "zona de vórtice", donde se requiere que una de las tres opciones de manejo restablezca y mantenga la oxigenación alveolar. El profesional médico tiene la libertad de elegir la opción inicial y el orden de aplicación de las mismas, basándose en la planificación preestablecida y los objetivos de la intervención..

Figura 57 Vórtex



Fuente: Charco-Mora P, et al. 2018

2. Evaluación previa de la vía aérea y el concepto de lista de verificación

El algoritmo Vórtex incorpora la valoración de la vía aérea (VA) y una lista de verificación de seguridad del plan seleccionado. La evaluación de la VA es crucial, ya que proporciona información anticipada sobre posibles complicaciones,

permitiendo así anticipar estrategias para abordar dificultades previstas. Esta predicción de la VA considera aspectos anatómicos y fisiológicos, así como factores situacionales y clínicos (factores humanos) que podrían influir en la práctica clínica.

Con esta herramienta, el profesional médico puede evaluar la viabilidad de establecer una VA segura con cada una de las cuatro líneas de vida, extendiendo estas estrategias al período de espera en caso de fallo de alguna de ellas. La lista de verificación del plan a implementar es un elemento fundamental para la seguridad en las intervenciones, promoviendo un trabajo en equipo eficaz y previniendo la hipoxia del paciente. Se recomienda utilizar esta herramienta en conjunto con el algoritmo Vórtex primario y el dispositivo de trabajo seleccionado de la zona verde.

Figura 58 Evaluación de la vía aérea



Fuente: Charco-Mora P, et al. 2018

Figura 59 Zona verde



Fuente: Charco-Mora P, et al. 2018

3. Intentos y optimizaciones

Es bien sabido que cada intento de manipulación de la vía aérea (VA) puede ocasionar traumatismos y daño tisular, lo que dificulta su abordaje. Los intentos de intubación repetidos y fallidos conducen a edema y sangrado, lo cual puede complicar la ventilación y la oxigenación. Por esta razón, el algoritmo Vórtex recomienda limitar los intentos a un máximo de tres por cada línea de vida. Además, cualquier repetición dentro de cada línea de vida debe realizarse introduciendo modificaciones a la técnica para aumentar las posibilidades de éxito en el siguiente intento. A continuación, se presentan algunas de las llamadas «maniobras de optimización»:

Manipulaciones de la cabeza, cuello y laringe, así como del dispositivo mismo, uso de dispositivos adjuntos adecuados para cada línea de vida, cambio del tamaño o tipo de los dispositivos en uso, succión en hipofaringe, optimización del flujo de oxígeno y/o control o aumento del mismo y el uso o aumento de la relajación muscular para controlar el tono muscular. Esto implica dos cosas: primero, que el médico debe decidir qué optimizaciones son más eficaces antes de cada intento; y segundo, que no es necesario realizar los tres intentos permitidos con cada línea de vida si ya se han implementado todas las optimizaciones posibles.

7.8 DISPOSITIVOS PARA MANEJO DE LA VÍA AÉREA

7.8.1 Dispositivos Supraglóticos

1. Combitubo

Es un dispositivo innovador para el control de la vía aérea durante la anestesia o en situaciones de emergencia, que integra las funciones de un obturador esofágico y un tubo traqueal tradicional. Es un tubo de doble luz que tiene un diámetro externo de 13 mm y mide 24 cm desde el extremo más lejano hasta la marca indicada. Una de las luces simula una sonda para intubación orotraqueal, mientras que la otra actúa como un obturador esofágico con su extremo distal cerrado.

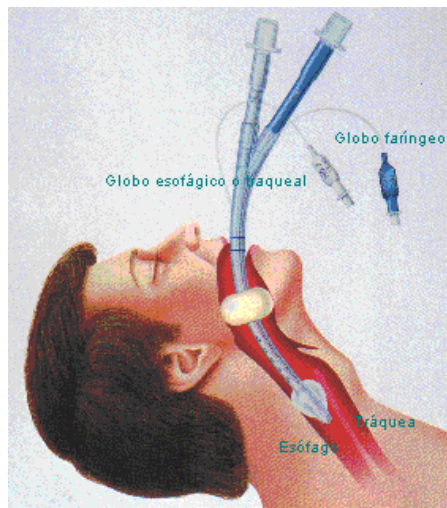
En la sección faríngea se encuentra un balón de 100 ml, fabricado en látex, que, cuando se coloca correctamente, ocupa el espacio entre la base de la lengua y el paladar blando, sellando las cavidades bucal y nasal. Justo debajo del balón faríngeo y antes del nivel de la laringe, el tubo esofágico presenta varias aberturas laterales. Más abajo, hay otro balón que se asemeja al balón de sellado del tubo traqueal, el cual se utiliza para cerrar la luz traqueal si el tubo está en la tráquea o la luz esofágica si se localiza en el esófago.

El Combitube sobresale por su elevada sensibilidad (90-95%), lo que asegura una ventilación eficaz incluso en casos de inserción esofágica. No obstante, su especificidad, entendida como la capacidad de ventilar eficazmente solo al estar correctamente ubicado en la tráquea, es ligeramente inferior, situándose entre el 80 y el 90%.

Indicaciones

Anomalías faciales congénitas (micrognatia, macroglosia), anomalías faciales por trauma, anomalías en la columna cervical (fracturas y luxaciones, artritis reumatoide, subluxación atlantoaxial), y otras situaciones que requieren atención (historia de intubación complicada, emergencia médica, signos de intubación difícil en el examen físico).

Figura 60 Combitubo

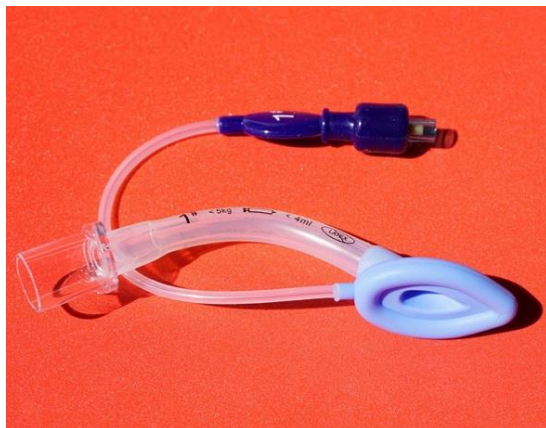


Fuente: Higgins L. 2008

2. Máscara Laringea

La máscara laríngea (ML) es un dispositivo supraglótico diseñado para el manejo de la vía respiratoria, que puede ser vista como un intermediario entre la máscara facial y el tubo endotraqueal. Su inserción no requiere laringoscopia. Cuando está posicionada correctamente, la superficie convexa posterior estará en contacto con la pared faríngea, mientras que la parte frontal estará ubicada sobre la laringe, permitiendo así la ventilación. Su extremo se sitúa en el esfínter esofágico superior.

Figura 61 Máscara Laríngea



Fuente: Schwartz S. 2021

3. Máscara Laríngea de Intubacion

La máscara laríngea de intubación (MLI): Fastrach® Se trata de un dispositivo innovador que permite un acceso rápido a la vía aérea, con la opción de realizar una intubación traqueal a través de él. Una vez que se asegura la ventilación utilizando la MLI, esta puede funcionar como guía para la inserción del tubo endotraqueal, dirigiéndolo hacia la laringe desde la tráquea, sin necesidad de realizar una laringoscopia y con un movimiento cervical mínimo. En muchos casos, la MLI se considera una alternativa eficaz frente a las maniobras convencionales para la intubación traqueal.

Gracias a sus características funcionales y su facilidad de uso, representa un recurso valioso en la resolución de maniobras para conseguir una vía aérea segura, especialmente en situaciones como: disminución de la saturación de oxígeno durante los intentos de intubación, complicaciones de intubación anticipadas o imprevistas por razones anatómicas, problemas de intubación debido a limitaciones en el movimiento cervical, dificultades para ventilar con máscara facial, especialmente en emergencias prehospitalarias donde puede haber acceso restringido al paciente o la falta de un profesional capacitado para llevar a cabo la intubación traqueal, así como en casos de extubación complicada.

Figura 62 Máscara Laríngea de intubación



Fuente: Coloma O. 2009

4. Máscara i-gel

Este aparato se asemeja mucho a la ML en cuanto a su diseño, aunque cuenta con ciertas características que lo hacen más atractivo. A diferencia de la ML convencional, el I-gel no tiene un manguito inflable; su forma favorece la adaptación de la vía aérea sin riesgo de fugas y sin ejercer presión sobre las estructuras adyacentes, lo que previene la obstrucción de la vía aérea por la relajación de los músculos de la laringe.

Tiene un extremo rígido, lo suficientemente sólido como para mantener la vía despejada, incluso si el paciente muerde el tubo. Además, cuenta con un acceso esofágico que aísla la vía aérea. Lo destacado de este dispositivo es que, el calor del cuerpo, después de uno o dos minutos, provoca que el gel (elastómero termoplástico) se expanda y se ajuste a la hipofaringe.

La eficacia del I-gel para garantizar la ventilación oscila entre el 95% y el 99% según diversos estudios, lo que sugiere su alta efectividad en el manejo de la vía aérea difícil. Un estudio reciente de 2018 informó una sensibilidad del 98.5% para este dispositivo. De manera similar, una investigación publicada en 2020 también reveló que el I-gel presenta una tasa de éxito en la inserción inicial de aproximadamente el 95-99% en distintos contextos de vía aérea compleja.

Figura 63 I-gel



Fuente: Sen I, 2019

5. Tubo Laríngeo

El tubo laríngeo (TL) es un dispositivo de silicona que consiste en un tubo con un solo lumen que, en su extremo distal, cuenta con dos balones de baja presión y dos orificios para la salida de aire entre ellos. Se introdujo en el mercado europeo en 1999 y obtuvo la aprobación de la FDA en el año 2003. Recientemente, se ha patentado una nueva versión de TL que presenta un diseño de doble luz con un canal adicional para la aspiración.

Figura 64 Tubo Laríngeo



Fuente: Castanera A. 2018

7.8.2 Videolaringoscopio

Sin lugar a dudas el desarrollo de los videolaringoscopios representa el mayor avance en el manejo de la vía aérea. En esencia un videolaringoscopio tiene incorporado un sensor electrónico de imagen en el tercio distal de la hoja, transmitiendo la imagen digital a una pantalla LCD adherida o no al mango del instrumento. Junto a este sensor está inserta una fuente de luz LED.

El videolaringoscopio presenta una alta sensibilidad, que se sitúa habitualmente entre el 85% y el 98%. Esto implica que, en la mayoría de las situaciones donde la visualización de las cuerdas vocales o las estructuras de la vía aérea se dificulta, el videolaringoscopio resulta efectivo para ofrecer una visión apropiada que facilite una intubación exitosa. Diversos estudios han evidenciado que la sensibilidad del

videolaringoscopio puede superar el 90% en la intubación de pacientes con vía aérea difícil o anatomías complejas, tales como obesidad mórbida, deformidades faciales o traumatismos. La especificidad del videolaringoscopio suele ser buena, con valores que varían entre el 85% y el 98%.

Según el mecanismo de visualización de la glotis, pueden ser:

1. Dispositivos con una videocámara miniatura incorporada en la parte distal de la hoja del laringoscopio desde donde la imagen se transmite a una pantalla. Ejemplo: McGrath, Glidescope, Storz, KingVision

Figura 65 Videolaringoscopio MacGrath.



Fuente: Chaparro-Mendoza K. Luna C. Gómez J 2015

Figura 66 Videolaringoscopio Storz



Fuente: Chaparro-Mendoza K. Luna C. Gómez J 2015

Figura 67 Videolaringoscopio King Vision: inserción.



Fuente: Chaparro-Mendoza K. Luna C. Gómez J 2015

2. Dispositivos en los cuales la imagen se transmite por un haz de fibra óptica o por un sistema de prismas a un dispositivo de almacenamiento como un sistema de video. Ejemplos: Airtraq (tiene lentes y prismas) y el Bullard (utiliza fibra óptica)

Figura 68 Videolaringoscopio AirTraq.



Fuente: Chaparro-Mendoza K. Luna C. Gómez J. 2015

Figura 69 Laringoscopio de Bullard



Fuente: Chaparro-Mendoza K. Luna C. Gómez J. 2015

Según la hoja se distinguen:

1. Videolaringoscopio con hoja Macintosh estándar. Ejemplo: Storz
2. Videolaringoscopio con hoja angulada. Ejemplo: Glidescope y McGrath.
3. Videolaringoscopio con canal. Ejemplo: KingVision, el Airtraq y el Bullard

7.8.3 Fibroscopio Bonfils

El Fibroscopio Bonfils es un instrumento rígido diseñado para la intubación orotraqueal. Consiste en un estilete rígido que tiene un ángulo de 40° en su extremo distal. El tubo endotraqueal se coloca sobre el estilete, quedando este último dentro del tubo. En la punta del fibroscopio se encuentra un sistema de iluminación y una cámara de video de alta definición. La inserción del dispositivo se lleva a cabo por la boca, dirigiéndose hacia el espacio retromolar. Al observar la pantalla, se rota hacia la laringe y se introduce a través de la glotis.

Este dispositivo ha demostrado ser beneficioso en pacientes con apertura bucal reducida y aquellos que necesiten inmovilización del cuello. Sin embargo, sus desventajas incluyen la carencia de un sistema para aspirar secreciones, y debido a su rigidez se han reportado lesiones en la vía aérea, además no se puede utilizar por la vía nasal.

El fibroscopio Bonfils exhibe una alta sensibilidad, generalmente entre el 90% y el 97%, influenciada por la pericia del operador y la anatomía del paciente. Esto se traduce en una elevada tasa de éxito en la intubación de pacientes con vías aéreas complejas, incluso ante visualizaciones desafiantes. Si bien la especificidad del fibroscopio Bonfils puede ser ligeramente inferior a su sensibilidad, situándose entre el 85% y el 95%, sigue siendo bastante eficaz para prevenir intubaciones erróneas en pacientes sin dificultades evidentes en las vías respiratorias.

Figura 70 Fibroscopio rígido Bonfils.



Fuente: Coloma O. Álvarez J 2011

7.8.4 Fibrobroncoscopio Flexible

Este dispositivo ha estado en uso durante varios años para el manejo de la vía aérea en situaciones difíciles, especialmente en pacientes con antecedentes de problemas de intubación. Actualmente, es el método preferido para intubar a pacientes que se someterán a una intubación vigil, es decir, con ventilación espontánea y reflejos de vía aérea intactos. Entre sus ventajas, resalta que su flexibilidad permite realizar la intubación sin mover la cabeza o el cuello del paciente. Su tamaño facilita la intubación en pacientes con restricciones en la apertura bucal y permite intubaciones nasales.

Sin embargo, tiene desventajas como su costo, la necesidad de un operador capacitado, el requerimiento de cuidados especiales para minimizar el desgaste de sus fibras y la dependencia de una fuente de luz externa. Dispone de un canal de trabajo y aspiración que facilita el procedimiento. No está recomendado para situaciones de emergencia y también se utiliza para la intubación a través de una máscara laríngea.

El fibrobroncoscopio flexible destaca por su alta sensibilidad, con rangos que comúnmente se sitúan entre el 90% y el 98% según diversos estudios. Esto implica que, en la mayoría de las situaciones que requieren intubación en una vía aérea compleja, este instrumento ofrece una visualización precisa de la laringe y las cuerdas vocales, facilitando una intubación exitosa. Un estudio de 2019 informó una

sensibilidad del 96% para lograr la intubación en vías aéreas difíciles utilizando el fibrobroncoscopio flexible.

Asimismo, la especificidad del fibrobroncoscopio flexible suele ser elevada, oscilando entre el 85% y el 98%, dependiendo del estado del paciente y del entorno clínico. En la mayoría de las investigaciones, el fibrobroncoscopio ha demostrado ser eficaz no solo en vías aéreas difíciles, sino también en la prevención de errores de colocación, gracias a su capacidad para visualizar las estructuras respiratorias en tiempo real, lo que optimiza la precisión durante la intubación.

Figura 71 Fibrobroncoscopio Flexible



Fuente: Coloma O. Álvarez J. 2011

7.8.5 Cricotirotomía

La cricotirotomía es un procedimiento de urgencia que consiste en crear una abertura en la vía respiratoria a través de la membrana cricotiroides, con el fin de permitir la ventilación del paciente. Se recurre a esta técnica cuando la ventilación con mascarilla, la intubación o la oxigenación adecuada no son posibles a través de otros métodos de rescate, tales como la máscara laríngea, el tubo laríngeo o la fibrobroncoscopia.

Existen dos métodos principales para realizarla. El método quirúrgico implica realizar una incisión en la membrana cricotiroides para exponer la luz de la vía aérea e insertar un tubo o cánula que facilite la ventilación. El otro método se basa en la punción. Hay disponibles diversos kits de punción cricotiroides que permiten la inserción de cánulas, ya sea mediante la técnica de Seldinger o por punción directa,

para proporcionar ventilación de emergencia. No es una técnica electiva, sino de emergencia que permite la ventilación hasta que se asegure de otra forma la ventilación del paciente.

Si bien las contraindicaciones para este procedimiento son relativas, comprenden a pacientes menores de 10 años (estando absolutamente contraindicado en menores de 5 años), así como a aquellos con tumores cervicales, anatomía cervical distorsionada o coagulopatías.

Figura 72 Cricotirotomía



Fuente: Coloma O. Álvarez J. 2011

7.8.6 Ventilación Jet Translaríngea

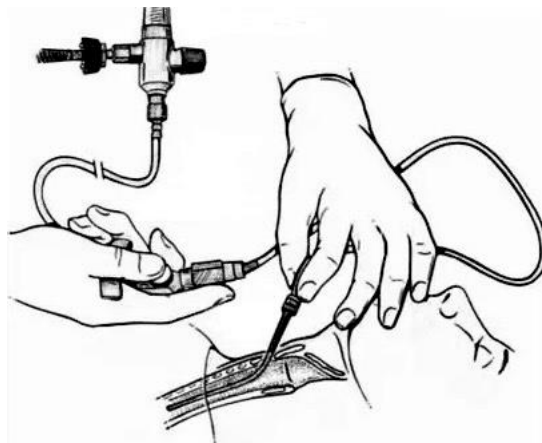
La ventilación transtraqueal, menos invasiva y con menos complicaciones que la cricotirotomía, presenta la limitación de ser una medida de rescate temporal. No asegura una vía aérea duradera y segura, requiriendo un procedimiento posterior como intubación retrógrada, cricotirotomía, traqueostomía u otro método para establecer una vía aérea definitiva. La opción más rápida consiste en insertar un catéter en la membrana cricotiroides para realizar ventilación jet, estabilizando al paciente antes de asegurar la vía aérea definitiva.

Se efectúa una punción en la membrana cricotiroides con un trocar de los equipos disponibles, a 45° en dirección caudal, conectándolo a una fuente de oxígeno de alto flujo. Un inconveniente es la posible retención de CO₂, que se controla manteniendo una relación inspiración/expiración de 1:4 mientras se asegura la vía

aérea. Entre sus complicaciones, destacan el barotrauma y el enfisema subcutáneo. Es fundamental recordar que este procedimiento de emergencia debe ser realizado por personal capacitado.

A diferencia de otros métodos de ventilación más comunes, como la laringoscopia o los dispositivos supraglóticos, la sensibilidad y especificidad de la ventilación jet transtraqueal no se discuten con tanta frecuencia. No obstante, la ventilación jet transtraqueal ha sido objeto de estudios clínicos en situaciones de emergencia y manejo de la vía aérea difícil. Estos estudios demuestran que posee una alta sensibilidad (85%-95%), lo que la convierte en una herramienta valiosa en situaciones de emergencia cuando otras alternativas no son factibles. Su especificidad también suele ser elevada (aproximadamente 90% o superior), aunque puede verse influenciada por la habilidad del operador y la técnica de inserción empleada.

Figura 73 Ventilación Jet Translaríngea



Fuente: Coloma O. Álvarez J. 2011

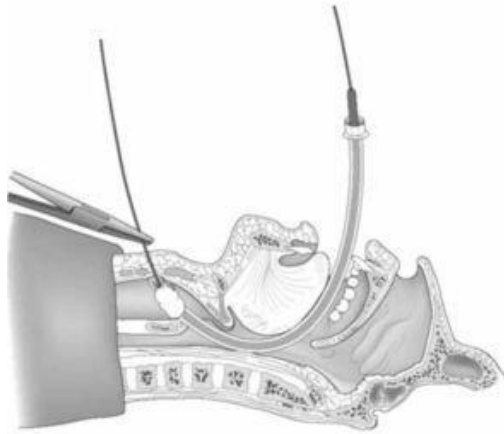
7.8.7 Intubación retrógrada

La intubación retrógrada es una técnica de asistencia para la intubación orotraqueal que, antes de la disponibilidad del fibrobroncoscopio, era ampliamente utilizada en intubaciones con el paciente despierto. Hoy en día, se emplea principalmente cuando no se cuenta con un fibrobroncoscopio o cuando su utilidad se ve limitada por la presencia excesiva de secreciones o sangre que impiden la

visualización adecuada de la glotis. Existen kits de intubación retrógrada disponibles comercialmente que incluyen todos los elementos necesarios para llevar a cabo la técnica.

El procedimiento consiste en insertar una guía a través de una punción en la membrana cricotiroides, dirigiéndola cefálicamente hasta que salga por la boca o las cavidades nasales. A continuación, se introduce un tubo endotraqueal a ciegas, guiado por la guía, hasta la laringe. Una vez allí, se retira la guía y se continúa avanzando el tubo hasta su posición final. Esta técnica conlleva riesgos, tales como sangrado, lesión laríngea, enfisema subcutáneo, infecciones e incluso la posibilidad de una intubación fallida. Es fundamental que esta técnica sea realizada por médicos debidamente entrenados.

Figura 74 Técnica de Intubación retrógrada.



Fuente: Adaptado de Benumof's Airway Management. 2007

7.9 ANALISIS DE RESULTADOS

En Guatemala, al igual que en otros países latinoamericanos, el manejo de la vía aérea difícil representa un desafío significativo en anestesiología y medicina de emergencia. Los profesionales de la salud guatemaltecos generalmente se adhieren a directrices internacionales reconocidas, empleando instrumentos y protocolos estandarizados. Entre las guías y dispositivos más frecuentemente utilizados para abordar la vía aérea difícil en Guatemala, destacan:

1. Guía de la American Society of Anesthesiologists (ASA): La ASA es una fuente confiable de referencia para el manejo de la vía aérea difícil. Su algoritmo es ampliamente adoptado tanto en Guatemala como en numerosos países, abarcando la identificación de pacientes con alto riesgo y proporcionando instrucciones detalladas para su diagnóstico y manejo.
2. Guía de la Difficult Airway Society (DAS): Esta organización del Reino Unido ofrece directrices de gran influencia a nivel mundial. La DAS proporciona recomendaciones basadas en evidencia para la identificación y el manejo de la vía aérea difícil, incluyendo técnicas avanzadas de intubación.
3. Guía de la European Airway Management Society (EAMS): Aunque su uso es más frecuente en Europa, sus directrices también se aplican en Guatemala, particularmente en contextos académicos y formativos.

En resumen, los profesionales de la salud en Guatemala se basan en estas guías, fundamentadas en la evidencia y en las mejores prácticas internacionales, adaptándolas a los recursos disponibles en cada institución. Además, se promueve la capacitación continua mediante cursos y talleres enfocados en el manejo de la vía difícil. La prevalencia de la vía aérea difícil es un tema recurrente en la investigación médica a nivel mundial, con numerosos estudios realizados tanto global como regionalmente. Los resultados de estos estudios muestran una variación considerable, influenciada por factores como las características de la

población estudiada, la experiencia del personal de salud y la disponibilidad de recursos.

Investigaciones a nivel global y regional han estimado que la prevalencia de la vía aérea difícil oscila entre el 1% y el 5% en pacientes adultos sometidos a procedimientos quirúrgicos. No obstante, esta prevalencia puede incrementarse en situaciones de emergencia o en pacientes que presentan comorbilidades específicas, tales como obesidad, enfermedades respiratorias o malformaciones anatómicas.

Al hablar de predictores de vía aérea difícil, no hay un solo predictor perfecto, pese a eso, el índice de Mallampati sigue siendo uno de los más confiables y ampliamente utilizados ya que muestra una sensibilidad del 60% y una especificidad del 70%. Además, una combinación de factores anatómicos (como la movilidad del cuello, la obesidad y la historia de dificultades previas) aumenta la precisión del diagnóstico preanestésico de vía aérea difícil. Es importante también considerar factores subjetivos y objetivos que ayuden a la toma de decisiones en cada caso específico.

La detección de vía aérea difícil en la evaluación preanestésica es crucial para minimizar riesgos y complicaciones, y para preparar alternativas adecuadas y estrategias de manejo. Las complicaciones más comunes que se pueden evitar si se realiza una buena evaluación preanestésica, incluyen hipoxia, lesiones en las vías respiratorias, broncoaspiración, fallo en la intubación y arritmias, entre otras. Un enfoque planificado y el uso de dispositivos y técnicas avanzadas pueden ayudar a reducir estos riesgos, pero es fundamental que el personal de salud esté preparado para manejar estas complicaciones de manera oportuna y efectiva.

Las opciones terapéuticas para la ventilación difícil varían desde la ventilación con mascarilla y dispositivos supraglóticos, hasta técnicas avanzadas como la fibroscopia y crocotirotomía de emergencia. El manejo de la ventilación difícil requiere una evaluación precisa de la situación y una respuesta rápida para minimizar riesgos. Los dispositivos supraglóticos y la fibroscopia flexible son las opciones más utilizadas, sin embargo, en Guatemala muchas veces no se cuenta

con el recurso económico necesario para adquirir esta última opción, pero en casos graves, la cricotirotomía puede ser necesaria para asegurar la ventilación del paciente.

En cuestiones de sensibilidad y especificidad de dispositivos supraglóticos, la sensibilidad del Combitube es generalmente alta, lo que significa que es eficaz en la mayoría de los casos en los que se utiliza para asegurar una vía aérea en pacientes con dificultad respiratoria o vía aérea difícil. Esto implica que el Combitube es un dispositivo muy eficaz para asegurar la vía aérea, existe la posibilidad de que se coloque incorrectamente en el esófago en lugar de la tráquea. Esto podría resultar en una ventilación ineficaz o incluso errónea. No obstante, gracias a su diseño de doble luz, el Combitube permite la ventilación incluso cuando se inserta en el esófago, lo que reduce significativamente el riesgo de una falla completa en la ventilación.

El Combitube tiene una alta sensibilidad para asegurar una vía aérea en situaciones difíciles (90-95%), lo que significa que es efectivo en la mayoría de los casos. Su especificidad (80-90%) es más baja, lo que indica que puede haber ocasiones en que no se coloque correctamente en la tráquea, aunque el diseño del dispositivo permite la ventilación, incluso si se coloca en el esófago. La precisión de estos valores puede depender del contexto y la habilidad del operador. Pero se posiciona en un buen lugar si de rescate de la vía aérea se habla o de utilización de dispositivos supraglóticos eficaces. Si se compara con el dispositivo I-gel, la sensibilidad es muy alta, en el rango de 95% a 99%, lo que lo convierte en un dispositivo muy eficaz para asegurar la ventilación en pacientes con vía aérea difícil.

El video laringoscopio tiene una alta sensibilidad (85%-98%) y una alta especificidad (85%-98%), lo que lo convierte en una opción confiable para la intubación en situaciones de vía aérea difícil. Este dispositivo mejora la visualización de las vías respiratorias y aumenta las probabilidades de éxito, especialmente en pacientes con anatomías complicadas, aunque su efectividad puede depender de la experiencia del operador y las características anatómicas del paciente. Pero es

una buena opción terapéutica de costo intermedio para utilizar en sala de operaciones de cualquier hospital.

El fibroscopio Bonfils tiene una alta sensibilidad (90%-97%) para la intubación en pacientes con vía aérea difícil, lo que lo convierte en una herramienta útil y confiable en situaciones complicadas. Su especificidad es también bastante alta (85%-95%), lo que indica que es eficaz para evitar intubaciones innecesarias en pacientes con una vía aérea no complicada. Sin embargo, su alto costo limita su uso. El fibrobroncoscopio flexible tiene una alta sensibilidad (90%-98%) y una alta especificidad (85%-98%) para la intubación en situaciones de vía aérea difícil. Es particularmente útil en pacientes con anatomías complicadas o condiciones clínicas especiales. Su efectividad también está limitada por el costo económico pero comparado con el fibroscopio Bonfils se prefiere porque éste es flexible.

Finalmente, al hablar de cricotirotomía de emergencia, esta solo debe reservarse como la última opción ya que tiene algunas desventajas para el paciente como la larga estancia hospitalaria y que debe ser realizada por un médico cirujano que conozca la técnica. Por lo que las mejores opciones son los dispositivos supraglóticos por su bajo costo y su fácil manipulación.

8 CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos a través de la realización de la presente monografía, nos proyecta que predecir el riesgo de una ventilación o intubación difícil va a seguir siendo un reto monumental, aunque con la ayuda de las escalas de Mallampati y Patil-Aldrete, al tener una sensibilidad del 60% y especificidad del 70% y 65% respectivamente, pueden ser nuestra mejor herramienta para el manejo de las mismas .
2. En la presente monografía se concluyó que no hay un algoritmo estandarizado, sin embargo, durante la revisión se encontró que el modelo Vortéx y el de la Asociación Americana de Anestesiología son los más replicados en Guatemala.
3. Al tratar una vía aérea difícil prevista, se propone seleccionar un enfoque no invasivo, en cambio, si no existe opción y se elige un enfoque invasivo se deben realizar técnicas combinadas como vía aérea supraglótica combinada con un estilete óptico con vídeo o con equipos de intubación retrógrada, antes de proceder a una cricotirotomía.
4. Los dispositivos encontrados en sala de operaciones para el manejo de la vía aérea difícil según su efectividad, para el tratamiento de la misma encontramos dispositivos supraglóticos, videolarngoscopia, fibroscopio Bonfils, fibrobroncoscopio flexible y equipo de cricotirotomía.
5. Al realizar la valoración preoperatoria se debe incluir más que solo la prevención de inconvenientes cardíacos, ya que existen diversas condiciones que pueden prever complicaciones al encontrarse con una vía aérea difícil, en este estudio se constató que las complicaciones más comunes que se encuentran en la evaluación pre anestésica se dan por tres razones principalmente, ser fumador (21%), presentar vello facial (19%) y edentulia (4%).

9. RECOMENDACIONES

1. Implementar el algoritmo VÓRTEX para la intubación difícil, en los hospitales y clínicas, para que todo el personal de salud que esté en contacto con pacientes a quienes se les deba asegurar y permeabilizar la vía aérea pueda hacerlo según las bases que este modelo propone. Ver anexo 3.
2. Realizar capacitaciones para el personal de salud que realice secuencia de intubación, acerca de los diferentes medicamentos para inducir, sus efectos y dosis correcta, y de los test predictivos que se utilizan para clasificar la vía aérea de un paciente.
3. Hacer buena gestión para la adquisición de instrumentos y medicamentos necesarios para abordar vías aéreas complejas para que se puedan realizar técnicas combinadas en los casos que así lo requieran.
4. Determinar el beneficio de un enfoque no invasivo frente a uno invasivo, para el manejo de la vía aérea difícil y asegurarse de tener personal capacitado para realizar traqueostomía o cricotirotomía de emergencia.
5. Cuando sea apropiado, realizar la intubación despierta si se sospecha que el paciente es de difícil intubación y se espera que haya dificultad con el rescate invasivo de emergencia de la vía aérea.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES AÑO 2023 – 2025

Tabla 8 Cronograma de Actividades. MONOGRAFÍA MÉDICA

No.	Actividades	2023				2024												2025		
		Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	Elección del tema	X																		
2	Búsqueda de asesor	X																		
3	Elaboración de punto de tesis	X	X	X																
4	Visto bueno del estudio por asesora			X	X															
5	Presentación a COTRAG					X	X													
6	Enmiendas punto de tesis							X												
7	Aprobación punto de tesis								X											
8	Asignación de revisor								X											
9	Solicitud de seminario I									X										
10	Seminario I										X									
11	Elaboración del cuerpo de la monografía											X								
12	Realización de informe final												X							
13	Realización de artículo científico													X	X					
14	Solicitud seminario II															X	X			
15	Presentación Seminario II																	X	X	
16	Recepción y revisión de enmiendas																		X	
17	Entrega de informe final																			X
18	Examen público																			X

Fuente: Elaboración propia 2024

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gómez Rojas JP. Historia de la anestesiología. Revista mexicana de anestesiología. [Internet]. 2021 [citado Julio 20 2024]; 44 (4). Disponible en: <https://doi.org/10.35366/100875>.
2. Bonhomme V, Staquet C, Montupil J. Anestesia general: una sonda para explorar la conciencia. Frontiers. [Internet] 2019. [citado el 20 de septiembre de 2024]; 13. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00036>
3. Gilsanz Rodríguez F, Guasch Arévalo E, Brogly N. Mecanismos de acción de los anestésicos en el sistema nervioso central. Anales de la Real Academia de Doctores de España. [Internet] .2021; [citado el 20 de septiembre de 2024] 6(2). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8217434>
4. Brunton LL, Hilal-Dandan R, Knollmann B. Goodman & Gilman: Las Bases Farmacológicas De La Terapéutica. Decimotercera ed.: McGraw Hill; 2019.
5. Vinuesa Andrade MC, Acosta Nuñez JM, Rojas Boderó WM, Paredes Fernández VDR, Pedroza XJ, Murillo Leiton JE. Factores de riesgo en anestesia y retardo en el despertar. RUCS [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 28 de julio de 2024];6(1):1260-79. Disponible en: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/RUCSALUD/article/view/2707>.
6. Zhan Y, Liang S, Yang Z, et.al. Eficacia y seguridad de dosis subanestésicas de esketamina combinadas con propofol en la endoscopia gastrointestinal indolora: un ensayo controlado aleatorizado, prospectivo y doble ciego. BMC Gastroenterol. [Internet] 2022 Agosto. [citado el 22 de septiembre de 2024]; 22(391).Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12876-022-02467-8>

7. Zamarrón López EI, Perez Nieto OR. et. al. Secuencia de inducción rápida en paciente crítico. ACCI.[Internet] 2020 Marzo. [citado el 22 de septiembre de 2024];20(1).Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0122726219300503>
8. Matos Riquene H, García Martínez M. Uso de la ketamina endovenosa en anestesiología: revisión de la evidencia y mejores prácticas. Revista Chilena de Anestesia. [Internet] 2023 Mayo. [citado el 24 de septiembre de 2024]; 52(6). Disponible en: <https://doi.org/10.25237/revchilanestv52n6-03>
9. Hernandez Y. Incidencia de conciencia transoperatoria en pacientes sometidos a anestesia general. Tesis de posgrado. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Anestesiología ; 2023.
10. Lalinde Ruiz JC, Salcedo Gamarra MJ, Duarte Mesa. Uso de Buprenorfina y Dexmedetomidina en Paciente Crítico. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. [Internet] 2023 Octubre. [citado el 25 de septiembre de 2024]; 7(5).Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.7791
11. Hughes C, Mailloux P. Dexmedetomidina o propofol para la sedación en adultos con sepsis y ventilación mecánica. The New England Journal of Medicine. [Internet]. 2021 Febrero. [citado el 25 de septiembre de 2024]; 384(15).Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2024922>
12. Martínez Serrano GD. Agentes inhalatorios. In Guaman Garanga CP, Martínez Serrano G, Rivera Campoverde A. Actualización en anestesiología. Ecuador : Cuevas Editores SAS. [Internet] 2024. [citado 26 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://doi.org/10.56470/978-9942-650-61-0>
13. Carrillo Esper R, Prieto Hurtado G, Mejía L. Anestesiología: de las bases a la práctica. Primera ed. México: Alfil S.A; 2019.

14. Moreno JE, De Freitas J, Amaro MV. Efecto antagonista del flumazenil sobre el isoflurano en la emersión de la anestesia general. Revista Chilena de Anestesia. [Internet]. 2020. [citado el 26 de septiembre de 2024]; 49. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv49n05-09/>
15. Gúzman JK, Abreu G, Vasallo , Vízcaíno M. Anestésicos inhalados e intravenosos, su efecto sobre el estrés oxidativo generado por el acto anestésico-quirúrgico. Revista Cubana de Medicina Militar. [Internet]. 2023. [citado el 26 de septiembre de 2024]; 52(2).Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/2397>
16. Fernandez D, Gerónimo Pardo M, Cortiñas M. Sevoflurano tópico: una experiencia galena. Farmacia Hospitalaria. [Internet]. 2023 Enero. [citado el 26 de septiembre de 2024]; 45(5). Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432021000500012&lng=es.
17. Arce Coronel M. Estabilidad hemodinamica del sevofluorano versus desfluorano en pacientes sometidos a colecistectomia abierta en el Hospital Regional Issemym Tlalnepantla. Tesis. México: Universidad Autónoma del Estado de México;[Internet]. 2021. [citado el 26 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/111515>
18. Pérez Hernandez JL, Juárez García F, García Espinoza A. Lesión hepática inducida por fármacos anestésicos. Revista mexicana de anestesiología. [Internet]. 2022 Septiembre. [citado el 28 de septiembre de 2024]; 45(3). Disponible en: <https://doi.org/10.35366/105592>
19. Segulin Rodríguez R. Propuesta de protocolo de inducción y mantenimiento de anestesia con anestésicos volátiles del Hospital San Juan de Dios. Tesis. Costa Rica : Universidad de Costa Rica. [Internet].

2021. [citado el 28 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10669/85189>
20. Astete M, Muñoz , Lacassie M, Lacassie H. Bloqueadores neuromusculares. Uso racional guiado por neurmonitorización. Revista Chilena de Anestesia. [Internet]. 2024 Abril. [citado el 28 de septiembre de 2024]; 53(4). Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv53n4-02.pdf>
21. Gonzalez , Brunet L. Uso de los bloqueadores neuromusculares en pacientes obesos. Revista Chilena de Anestesia. [Internet]. 2024 Junio. [citado el 28 de septiembre de 2024]; 53(4). Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv53n4-02.pdf>
22. Rivera. Respuestas fisiológicas a la anestesia. In Guaman C, Gerson M. Actualización en anestesiología. Ecuador: Cuevas Editores SAS; 2024.
23. Céspedes L, González S, Morrilla , Pavlicich S. Evaluación del manejo avanzado de la vía aérea en un departamento de emergencia pediátrico. Pediatría (Asunción). [Internet]. 2019 Diciembre. [citado el 28 de septiembre de 2024]; 46(3). Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-28912019000100033
24. Dalley A, Agur A. Moore: Anatomía con orientación clínica. Novena ed. Mendoza C, editor. Barcelona: Wolters Kluwer; 2022.
25. Gladys S, López , Pineda D. Caracterización anatómica de la región palatina-revisión de literatura. Society and Development. [Internet]. 2022 Junio. [citado el 28 de septiembre de 2024]; 11(9). Disponible en: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.31329>
26. Lobbosco E, Cavalieri , Gollian I. Anatomía de nariz y senos paranasales: Endoscópica y por imágenes. Revista Argentina de Anatomía Online.

- [Internet]. 2020 Noviembre. [citado el 29 de septiembre de 2024]; 12(1). Disponible en: <https://www.revista-anatomia.com.ar/archivos-parciales/2021-1-revista-argentina-de-anatomia-online-c.pdf>
27. Ayala D, Chao J, Eiroa A. Actualización en el carcinoma de orofaringe. Primera ed. España: Sociedad Gallega de Otorrinolaringología. [Internet]. 2022. [citado el 29 de septiembre de 2024] Disponible en: <https://sgorl.org/images/AGENDA/Ponencia Actualizaci%C3%B3n en el Carcinoma de Orofarin isbn.pdf>
28. Mena C, Ashiria A, Melgarejo G. Caracterización de estructuras anatómicas de la laringe por ultrasonografía. Medical and Surgical Sciences. [Internet]. 2021. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 8(2). Disponible en: <https://revistas.uautonoma.cl/index.php/ijmss/article/view/1472>
29. Gavid M, Dumollard J, Vergnon J, Prades J. Tráquea: anatomía, fisiología, endoscopia y pruebas de imagen. EMC-Otorrinolaringología. [Internet]. 2021 Octubre. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 50(4). Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1632-3475\(21\)45691-2](https://doi.org/10.1016/S1632-3475(21)45691-2)
30. Vespa F, Ferro F, Macchia E. Análisis de la tipología traqueal de Mackenzie. Revista Argentina de Anatomía Online. [Internet]. 2019. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 10(1). Disponible en: <https://revista-anatomia.com.ar/archivos-parciales/2019-1-revista-argentina-de-anatomia-online-b.pdf>
31. Sanchez , Concha I. Fisiología respiratoria. Contribución de la estructura de la vía aérea y el pulmón a la función del aparato respiratorio. Neumol Pediatr. [Internet]. 2021. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 16(3). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en;/biblio-1344091>

32. Puppo H, Fernandez R, Hidalgo G. Fisiología respiratoria. fisiologia de los músculos de la respiración. Neumol Pediatr. [Internet]. 2021. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 16(4). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1361903>
33. Ávila, Torrez F, Bustamante R. Conceptos básicos de anestesiología. Primera ed. Echeverria C, editor. Santiago: Universidad de Santiago de Chile; 2023.
34. Moreno M, Valladares J, Hernández J, Halabe J. Valoración preoperatoria en cirugía no cardíaca: un abordaje por pasos. Gaceta Médica de México. [Internet]. 2019. [citado el 30 de septiembre de 2024]; 155(3). Disponible en: <https://doi.org/10.24875/gmm.18004492>
35. Laime L. Fiabilidad de las pruebas preoperatorias de evaluación de la vía aérea en la predicción de la puntuación de Cormack - Lehane en pacientes sometidos a anestesia general inhalatoria en el Hospital Goyeneche 2019. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Medicina. [Internet]. 2021. [citado el 30 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12318>
36. Rincón D. Vía aérea difícil y su relación con medidas ecográficas, estudio observacional transversal en un hospital de tercer nivel de Bogotá, Colombia. Tesis. Bogotá: Universidad del Rosario, Anestesia y reanimación. [Internet]. 2022. [citado el 30 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/34712>
37. Gutierrez L, Morales A. Manejo de vía aérea difícil en intubación de emergencia. ADM. [Internet] 2022 Septiembre. [citado el 1 de octubre de 2024] ; 79(5). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2022/od225f.pdf>

38. García J, Corbacho, Sanchez V. Manual terapéutico. Cuarta ed. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2019.
39. Gempeler F. Anestesiología: apuntes para el médico general. Tercera ed. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2020.
40. Encinas , Portela , Ley L. Valor predictivo de las evaluaciones de vía aérea en pacientes obesos con intubación difícil. Acta médica Grupo Los Ángeles. [Internet]. 2019. [citado el 2 de octubre de 2024]; 17(3). Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032019000300211

11. ANEXOS

1. Portada artículo científico



Revista de Investigación Proyección Científica.
Centro Universitario de San Marcos.
ISSN 2957-8582
www.revistacusam.com
DOI:

Vol. 5 No.1
Enero-Diciembre 2025

Predictores de vía aérea difícil en la evaluación preanestésica en pacientes adultos.

Predictors of difficult airway in preanesthetic evaluation in adult patients

Laura Lucía De León Rodríguez
LLAE930@GMAIL.COM

[HTTPS://ORCID.ORG/0009-0001-2748-416X](https://orcid.org/0009-0001-2748-416X)

RESUMEN

La evaluación preanestésica en los pacientes adultos que van a ser intervenidos quirúrgicamente es un requisito importante puesto que se determina si el paciente puede ser sometido a dicho procedimiento y el riesgo que representa para cada uno de ellos. La vía aérea debe ser evaluada según predictores que han sido propuestos por grandes médicos para proporcionar una mejor atención a los pacientes, pero también para crear estrategias con instrumentos adecuados que van desde una mascarilla laríngea hasta realizar broncoscopia directa y de esta manera lograr intubar a un paciente con vía aérea compleja.

La evaluación de la vía aérea debe poder identificar los factores del paciente, médicos, quirúrgicos, ambientales y anestésicos, que puedan evidenciar la posibilidad una vía aérea difícil. El examen físico debe comprender la evaluación de rasgos faciales y medidas de puntos anatómicos, así como aplicar escalas para prevenir posibles complicaciones.

Palabras clave: evaluación preanestésica, estrategias, evaluación, vía aérea.

ABSTRACT

Preanesthetic evaluation in adult patients who are going to undergo surgery is an important requirement since it determines whether the patient can undergo said procedure and the risk it represents for each of them. The airway must be evaluated according to predictors that have been proposed by great doctors to provide better care to patients, but also to create strategies with appropriate instruments that range from a laryngeal mask to perform direct bronchoscopy and in this way achieve intubation of a patient with a complex airway.

Airway evaluation should be able to identify patient factors, medical, surgical, environmental, and anesthetic, that may indicate the possibility of a difficult airway. The physical examination should include the evaluation of facial features and measurements of anatomical points, as well as applying scales to prevent possible complications.

Keywords: Preanesthetic evaluation, strategies, evaluation, airway.

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés. El estudio fue financiado con recursos del autor. *Recibido:* | *Aceptado:* | *Publicado:*

2. Figura 75 Secuencia de intubación rápida



Fuente: Rueda. G, 2019

3. Figura 76 Algoritmo VÓRTEX



**4. CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA MEDICO Y CIRUJANO
COMISION DE TRABAJOS DE GRADUACION
CUADRO COMPARATIVO DE LA TESIS MODALIDAD MONOGRAFIA**

TITULO DE LA TESIS	ARBOL DE PROBLEMAS		
Predictores de vía aérea difícil en la evaluación preanestésica en pacientes adultos	EFFECTOS Y SUBEFFECTOS Acidosis respiratoria severa – alteraciones hemodinámicas. Intubación fallida – Riesgo de muerte Hipoxemia – Daño cerebral Edema laríngeo – Traqueostomía		

	CAUSAS Y SUBCAUSAS Cuello corto – Segmentación anormal de vértebras Micro/Macrognatia – Deformidad facial Obesidad – Malos hábitos alimenticios Anomalías de cabeza y cuello – Embarazo, síndrome de Down e Hidrocefalia	5. CONCLUSIONES 1. Los resultados obtenidos a través de la realización de la presente monografía, nos proyecta que predecir el riesgo de una ventilación o intubación difícil va a seguir siendo un reto monumental, aunque con la ayuda de las escalas de Mallampati y Patil-Aldrete, al tener una sensibilidad del 60% y especificidad del 70% y 65% respectivamente, pueden ser nuestra mejor herramienta para el manejo de las mismas. 2. En la presente monografía se concluyó que no hay un algoritmo estandarizado, sin embargo, durante la revisión se encontró que el modelo Vortex y el de la Asociación Americana de Anestesiología son los más replicados en Guatemala.	5.RECOMENDACIONES 1. Implementar el algoritmo VÓRTEX para la intubación difícil, en los hospitales y clínicas, para que todo el personal de salud que esté en contacto con pacientes a quienes se les deba asegurar y permeabilizar la vía aérea pueda hacerlo según las bases que este modelo propone. Ver anexo 3. 2. Realizar capacitaciones para el personal de salud que realice secuencia de intubación, acerca de los diferentes medicamentos para inducir, sus efectos y dosis correcta, y de los test predictivos que se utilizan
--	--	---	--

		3. Al tratar una vía aérea difícil prevista, se propone seleccionar un enfoque no invasivo, en cambio, si no existe opción y se elige un enfoque invasivo se deben realizar técnicas combinadas como vía aérea supra glótica combinada con un estilete óptico con vídeo o con equipos de intubación retrógrada, antes de proceder a una cricotirotomía. 4. Los dispositivos encontrados en sala de operaciones para el manejo de la vía aérea difícil según su efectividad, para el tratamiento de la misma encontramos dispositivos supraglóticos, videolarngoscopia, fibroscopio Bonfils, fibrobroncoscopio flexible y equipo de cricotirotomía. 5. Al realizar la valoración preoperatoria se debe incluir más que solo la prevención de inconvenientes cardíacos, ya que existen diversas	para clasificar la vía aérea de un paciente. 3. Hacer buena gestión para la adquisición de instrumentos y medicamentos necesarios para abordar vías aéreas complejas para que se puedan realizar técnicas combinadas en los casos que así lo requieran. 4. Determinar el beneficio de un enfoque no invasivo frente a uno invasivo, para el manejo de la vía aérea difícil y asegurarse de tener personal capacitado para realizar traqueostomía o cricotirotomía de emergencia. 5. Cuando sea apropiado, realizar la intubación
--	--	--	--

		condiciones que pueden prever complicaciones al encontrarse con una vía aérea difícil, en este estudio se constató que las complicaciones más comunes que se encuentran en la evaluación pre anestésica se dan por tres razones principalmente, ser fumador (21%), presentar vello facial (19%) y edentulia (4%).	despierta si se sospecha que el paciente es de difícil intubación y se espera que haya dificultad con el rescate invasivo de emergencia de la vía aérea.
--	--	---	--

FUENTE: Elaboración propia 2025.