



Fundamentos de Anestesia Clínica

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA



FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

MS.c. Mónica Elizabeth Betancourt Enríquez Méd.

Méd. Evelyn Jacqueline Castillo Pino

Méd. Fernanda Gisell García Reyes

Méd. Jean Paul Ibarra Intriago

Méd. David Rafael Ostaiza Suquillo

MS.c. María Teresa Pazmiño Navarrete Méd.

Méd. Henrry Willian Sacoto Carranza

MS.c. Jaime Raúl Sotamba Quezada Méd.

Méd. Jonathan Adrián Valladares Vélez

Méd. Evelyn Esther Vera Rodríguez

EDICIONES **MAWIL**

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Autores Investigadores

MS.c. Mónica Elizabeth Betancourt Enríquez Méd.

Médico Cirujana; Magíster en Salud y Seguridad Ocupacional;
Investigador Independiente; Quito, Ecuador;
474@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1632-1215>

Méd. Evelyn Jacqueline Castillo Pino

Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Quito, Ecuador;
evelyto89@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3866-0656>

Méd. Fernanda Gisell Garcia Reyes

Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Manabí, Ecuador;
fergigare@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1291-9594>

Méd. Jean Paul Ibarra Intriago

Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Manabí, Ecuador;
jeanpaul19901@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1959-792X>

Méd. David Rafael Ostaiza Suquillo

Médico Cirujano;
Universidad de las Américas; Quito, Ecuador;
drostaiza@udlanet.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-4630-2923>

MS.c. María Teresa Pazmiño Navarrete Méd.

Máster en Gerontología y modelo de
Atención Centrada en la Persona; Médica Cirujana;
Investigador Independiente; Quito, Ecuador;
mayte_2429@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6904-7489>

Méd. Henry Willian Sacoto Carranza

Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Manabí, Ecuador;
henry20sacoto@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7098-1946>

MS.c. Jaime Raul Sotamba Quezada Méd.

Magister en Seguridad y Salud Ocupacional; Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Quevedo, Ecuador;
raulqueza333@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7646-5352>

Méd. Jonathan Adrian Valladares Velez

Médico Cirujano;
Investigador Independiente; Manabí, Ecuador;
jova2591@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9513-7629>

Méd. Evelyn Esther Vera Rodríguez

Médico; Investigador Independiente; Manabí, Ecuador;
evelin_vera20@outlook.es

 <https://orcid.org/0000-0001-9518-7012>

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Revisores Académicos

Clelia Celeste Ricaurte Jijón Esp. MGS.

Médico Cirujano en Universidad Estatal de Guayaquil.

Especialista en Pediatría.

Máster de Especialista en Neurociencias: Bases Biológicas,

Diagnóstico y Tratamiento de los Trastornos Mentales,

Neuropsiquiátricos y Neuropsicológicos.

Diploma Superior en Desarrollo Local y Salud

clelia_llg@hotmail.com

Manta – Ecuador.

Néstor Jamil Palma Moreno MD.

Médico - Cirujano.

Colaborador de Neurocirugía en el Manta Hospital Center.

Especialista en Neurocirugía Básica.

Miembro activo del Colegio de Médicos de Manabí.

Miembro activo de The European

Association of Neurosurgical societies.

Miembro activo de World Spinal Column Society.

drnestorpalma@hotmail.com

Portoviejo - Manabí - Ecuador

Catálogo Bibliográfico

AUTORES:

MS.c. Mónica Elizabeth Betancourt Enríquez Méd.
Méd. Evelyn Jacqueline Castillo Pino
Méd. Fernanda Gisell García Reyes
Méd. Jean Paul Ibarra Intriago
Méd. David Rafael Ostaiza Suquillo
MS.c. María Teresa Pazmiño Navarrete Méd.
Méd. Henry Willian Sacoto Carranza
MS.c. Jaime Raúl Sotamba Quezada Méd.
Méd. Jonathan Adrián Valladares Vélez
Méd. Evelyn Esther Vera Rodríguez

Título: Fundamentos de Anestesia Clínica

Descriptor: Ciencias médicas; Anestesiología; Métodos médicos; Atención médica.

Código UNESCO: 2411 Fisiología Humana; 2411.02 Anestesiología

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 617.96/B465

Área: Ciencias Médicas

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-602-46-6

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2022

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 213

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-602-46-6>



Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico **Fundamentos de Anestesia Clínica**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

Director Académico: PhD. Jose María Lalama Aguirre

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

ÍNDICE



.....
Contenido

INTRODUCCIÓN 13

CAPÍTULO I

Breve Reseña Histórica 23

CAPÍTULO II

Definición de anestesiología, objetivos e importancia y el anestesiólogo 34

CAPÍTULO III

Principios de la anestesiología..... 41

CAPÍTULO IV

Mejora de la calidad en la práctica de la anestesia y la seguridad del paciente. 45

CAPÍTULO V

Modalidades técnicas o tipos de anestesia, los anestésicos y monitorización en anestesia 53

CAPÍTULO VI

Fases de la anestesia general 85

CAPÍTULO VII

Clasificación de los pacientes por el riesgo anestésico..... 89

CAPÍTULO VIII

Sistema nervioso autónomo 94

CAPÍTULO IX

Fisiología pulmonar y respiratoria 117



CAPÍTULO X

Evaluación y preparación preoperatoria en el paciente quirúrgico..... 134

CAPÍTULO XI

Tratamiento del dolor y sedación consciente 166

CAPÍTULO XII

Complicaciones generales de la anestesia 172

CAPÍTULO XIII

Anestesia. Casos especiales 183

BIBLIOGRAFÍA..... 208

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

ÍNDICE
TABLAS





Cuadro 1. Principios básicos de la anestesiología	42
Cuadro 2. Características generales de los tipos de anestesia.....	56
Cuadro 3. Clasificación de los anestésicos locales más usados ..	61
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la anestesia intravenosa	68
Cuadro 5. Clasificación de los anestésicos generales intravenosos	68
Cuadro 6. Clasificación de los anestésicos inhalatorios	71
Cuadro 8. Líquidos volátiles halogenados (fármacos).....	71
Cuadro 9. Resumen de las fases de anestesia general.....	88
Cuadro 10. Estructura del sistema nervioso autónomo.....	96
Cuadro 12. Diferencias del S.N. simpático y parasimpático	107
Cuadro 13. Funciones del S.N. simpático y parasimpático	110
Cuadro 14. La fisiología del sistema respiratorio	123
Cuadro 15. Vías aéreas superior e inferior	139
Cuadro 16. Técnicas básicas y avanzadas para el manejo de la vía aérea.....	146
Cuadro 17. Factores de coagulación y sustancias relacionadas ...	162
Cuadro 18. Resumen de las complicaciones de la anestesia general según Soler E Faus M Burguera R Fernández J Mula P	178
Cuadro 19. Complicaciones más frecuentes de la anestesia.....	179
Cuadro 20. Resumen de las principales complicaciones de la anestesia raquídea	181
Cuadro 21. Aspectos comunes anestésicos (Neonatología).....	188
Cuadro 22. Ventajas y desventajas de analgésicos en el trabajo de parto y parto	198
Cuadro 23. Agentes anestésicos más comunes en los pacientes mayores	206

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

ÍNDICE FIGURAS





Figura 1. Monitorización estándar.....	84
Figura 2. Sistema nervioso	95
Figura 3. Sistema nervioso autónomo	98
Figura 4. Sistema Nervioso Parasimpático y Simpático	108
Figura 5. Anatomía del aparato respiratorio	122
Figura 6. Anatomía del aparato respiratorio (vía aérea).....	140
Figura 7. Mascarilla facial para anestesia.....	146
Figura 8. Mascarilla Laríngea	147
Figura 9. Fastrach o mascarilla laríngea de intubación	149
Figura 10. Langiroscopio	150
Figura 11. Fibroscopio bonFils	151
Figura 12. Fibrobroncoscopio.....	151
Figura 13. Cricotirotomía.....	152
Figura 14. Ventilación jet translaríngea.....	153
Figura 15. Intubación retrógrada	153
Figura 16. Anestesia Neonatal.....	185

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

INTRODUCCIÓN





Se presenta el libro *Fundamentos de Anestesia Clínica*, en el cual se despliegan contenidos vinculados con la historia, la evolución y la aplicación de la anestesia. Es una obra que se presenta de forma sencilla, amigable y de fácil lectura en la que se realiza un recorrido primordial y actualizado de los fundamentos de la ciencia de la anestesiología y su aplicación en ciertos entornos clínicos. Además, aporta conocimientos esenciales de modo que tanto estudiantes como profesionales puedan disponer de información oportuna, básica y útil que contribuye directamente a la atención de pacientes en espera de sometidos a una intervención quirúrgica hasta la etapa posquirúrgica.

La anestesia es entendida de manera general como un acto médico controlado en el que se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente, sea en todo o parte de su cuerpo y sea con o sin compromiso de conciencia. La palabra anestesia proviene del griego *ἀναισθησία* 'insensibilidad'. Partiendo de esto, la Anestesiología es definida por la ASA (*American Society of Anesthesiologists*) como la rama de la medicina dedicada al alivio del dolor y al total cuidado del paciente antes, durante y después de un acto quirúrgico. Incluye, la preparación del paciente para la cirugía, ser responsable de calmar el dolor, especialmente en la etapa de recuperación de la anestesia, así como el tratamiento de las complicaciones que puedan surgir del acto anestésico. De este modo, la anestesiología es una especialidad líder en resguardar que la cirugía sea segura.

En este contexto, el contenido del manual se ha organizado en trece (13) capítulos, los cuales hacen especial hincapié en la siguiente temática, a saber:

1. Breve reseña histórica
2. Definición de anestesiología, objetivos e importancia y el anestesiólogo
3. Principios de la anestesiología
4. Mejora de la calidad en la práctica de la anestesia y la se-

- guridad del paciente.
5. Modalidades técnicas o tipos de anestesia, los anestésicos y monitorización en anestesia
6. Fases de la anestesia general
7. Clasificación de pacientes por el riesgo anestésico
8. Sistema nervioso autónomo
9. Fisiología pulmonar y respiratoria
10. Evaluación y preparación preoperatoria en el paciente quirúrgico
11. Tratamiento del dolor y sedación consciente
12. Complicaciones generales de la anestesia
13. Anestesia. Casos especiales

En el primer tema denominado *Breve reseña histórica*, se realiza un paseo por los hitos y personajes más significativos que a lo largo de la historia realizaron aportes para el desarrollo de la ciencia de la Anestesiología. A lo largo de toda la historia el hombre se ha preocupado por mitigar la enfermedad y el dolor físico. La anestesia y la analgesia son ciencias tan antiguas como la propia humanidad, las cuales se encuentran ligadas íntimamente con el binomio punzante enfermedad y dolor. La Anestesiología tiene una larga e interesante historia, ha vivido diferentes fases que se pueden diferenciar en mitológica, empírica, racional y científica. Asimismo, ha estado rodeada a lo largo del tiempo de altibajos, malos entendidos, altercados y grandes descubrimientos, etc. según lo indica la literatura. En cada una de sus etapas se lograron grandes avances y cada una aportó a la siguiente. Bajo esta perspectiva se hace el recorrido desde las civilizaciones antiguas hasta nuestros días.

Se ha destinado el tema dos a la *Definición de anestesiología, objetivos e importancia y el anestesiólogo*, el cual aborda cuatro aspectos básicos tal como lo indica el título: la definición Anestesiología, la importancia y los objetivos fundamentales de la ciencia como lo son: a. Mantenimiento de las funciones vitales de los pacientes, cualquiera sea la



condición en la que se encuentren, incluyendo los pacientes donantes de órganos; b. Las aplicaciones técnicas y métodos para proteger al paciente del dolor y de la agresión antes, durante y después de la intervención quirúrgica, de exploraciones diagnósticas y de traumatismos; c. El tratamiento de funciones del paciente que estén gravemente comprometidas, manteniendo las medidas terapéuticas hasta que puedan superar la situación de riesgo vital de dichas funciones; y por último el rol del anestesiólogo y sus responsabilidades.

Los *Principios de la anestesiología* se incorporan en el tema 3. Entre los que se pueden señalar: Todos los pacientes son anestesiables; la Inocuidad de los anestésicos y los procedimientos; Clasificación de pacientes por el riesgo anestésico; Fisiología básica cardiovascular y pulmonar; Obtención de la anestesia; Cuantificación de la anestesia; Función del anestesiólogo; El consentimiento informado y el Cumplimiento de las normas de actuación en anestesia para una práctica segura.

Bajo la denominación de *Mejora de la calidad en la práctica de la anestesia y la seguridad del paciente*, ubicado en el tema 4, se explanan de manera sencilla dos puntos: la Seguridad del paciente y algunas normas generales de actuación en anestesia para una práctica segura. La Organización Mundial de la Salud (1) en el documento denominado Marco Conceptual de la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente, define la seguridad del paciente como la reducción del riesgo de daños innecesarios relacionados con la atención sanitaria hasta un mínimo aceptable, el cual se refiere a las nociones colectivas de los conocimientos del momento, los recursos disponibles y el contexto en el que se prestaba la atención, ponderadas frente al riesgo de no dispensar tratamiento o de dispensar otro. Todo cual implica que el objetivo de la seguridad del paciente es, primeramente, la reducción del daño y secundariamente reducir el error, ya que el error es una condición inherente a la condición humana.

El tema 5, *Modalidades técnicas o tipos de anestesia, los anestésicos y monitorización en anestesia*, abarca estos tres aspectos. El primero a la clasificación de la anestesia. Existen tres (3) tipos principales de anestesia: 1. Anestesia local: Solo se elimina la sensibilidad dolorosa de una pequeña zona del cuerpo, generalmente la piel, mientras el paciente continúa consciente. Es muy frecuente su uso en odontología. 2. Anestesia locorregional: Se elimina la sensibilidad de una región y/o de uno o varios miembros del cuerpo y la 3. Anestesia general: La anestesia general o narcosis es definida como una depresión descendente y controlada de las funciones del sistema nervioso central, inducidas farmacológicamente, las cuales llegan a producir un estado reversible de depresión del sistema nervioso central (SNC), caracterizado por la pérdida de conciencia, sensibilidad, actividad refleja y de la motilidad (2). Se desarrollan diferentes aspectos referidos a los anestésicos considerados como un medicamento u otra sustancia que causan la pérdida de sensibilidad o de conciencia. Se exponen los anestésicos locales, esos que causan la pérdida de sensibilidad en un área pequeña del cuerpo; los anestésicos regionales los cuales causan la pérdida de sensibilidad en una parte del cuerpo, como un brazo o una pierna y los anestésicos generales causan una pérdida de sensibilidad y una pérdida completa de conciencia que se siente como un sueño muy profundo. El último sub-punto se centra en la monitorización en anestesia.

El sexto tema *Fases de la anestesia general*. A fin de cuantificar la intensidad de la depresión del sistema nervioso central se han establecido 4 etapas (La clasificación de Guedel es un medio para evaluar la profundidad de la anestesia general introducida por Arthur Ernest Guedel en 1937), de creciente profundidad de depresión del SNC. Siendo estas las siguientes: I Etapa de inducción o analgesia, Esta etapa comienza con la administración del anestésico general, termina cuando el paciente pierde la conciencia. En esta etapa existe analgesia y amnesia. II Etapa de excitación o delirio. Comienza con la pérdida de la conciencia y termina cuando comienza la respiración regular. En esta etapa hay pérdida de la conciencia y amnesia, pero el paciente

Los temas 8 y 9 se destinaron al *Sistema nervioso autónomo y a la fisiología pulmonar y respiratoria*, respectivamente. Se desarrollan aspectos relativos al Sistema Nervioso Autónomo, su descripción, anatomía, organización, funcionamiento, control e interacción con otros sistemas reguladores del cuerpo humano y la importancia de su conocimiento por parte de los anestesiólogos. Por otro lado, el Sistema respiratorio, funciones, anatomía y la fisiología pulmonar y respiratoria.

En el tema 10, se expone la *Evaluación y preparación preoperatoria en el paciente quirúrgico*, dentro de éste se desarrollan tres sub-puntos: la evaluación preoperatoria, el abordaje de la vía aérea y la coagulación. Para cualquier procedimiento quirúrgico electivos, sean ambulatorios o con internación, se requiere una evaluación preoperatoria formal con el fin de minimizar el riesgo mediante la identificación de alteraciones corregibles y determinar si se requiere monitorización y tratamiento preoperatorio adicional. El objetivo de una evaluación preoperatoria completa debe ser proporcionar a los pacientes un plan quirúrgico personalizado para minimizar el riesgo quirúrgico y las complicaciones posoperatorias. Sin embargo, cabe mencionar que en todos los casos no se pueden cumplir con todos los requisitos requeridos para una evaluación preoperatoria. Por ejemplo, una evaluación médica preoperatoria completa puede requerir la opinión de profesionales no quirúrgicos como la de internistas, cardiólogos o neumólogos a fin de ayudar a evaluar el riesgo quirúrgico, pero en caso de requerirse un procedimiento de urgencia como lo es una hemorragia intraabdominal o una víscera perforada, generalmente no hay tiempo para una evaluación preoperatoria completa. Sin embargo, en estos casos los antecedentes del paciente deben ser revisados con la mayor rapidez posible, especialmente en busca de alergias y para ayudar a identificar factores que aumentan el riesgo de una cirugía de emergencia (p. ej., antecedentes de problemas de sangrado o reacciones adversas a la anestesia). El manejo de las vías aéreas, se desplaza sobre los siguientes aspectos: definición, objetivo e importancia del manejo de la vía aérea, la anatomía de la vía aérea, valoración, ciertas conside-



raciones fundamentales y las complicaciones, los enfoques básicos para administrar la vía aérea y las técnicas básicas y avanzadas para el manejo de las mismas. Con respecto a la coagulación se definen la coagulación, hemostasis y sangre, los mecanismos de coagulación de la sangre, el proceso o fases de la respuesta hemostática (hemostasia primaria, hemostasia secundaria y la fibrinólisis). Asimismo, contempla otros puntos como son: los factores de la coagulación y sus características, las pruebas de coagulación de la sangre y algunas teorías sobre el proceso de coagulación: el modelo clásico, el de la cascada de coagulación y el celular.

El *Tratamiento del dolor y sedación consciente*, se despliega en el tema 11. La sedación y la analgesia se reconocen en la actualidad como estrategias importantes tanto en la anestesia como en las unidades de cuidados intensivos. Los pacientes que van a ser sometidos a uno de los múltiples procedimientos de corta estancia o como complemento de una anestesia locorregional, así como, los pacientes críticos, requieren de una o ambas alternativas. Reducir la ansiedad, la agitación y el dolor ayudan a disminuir el consumo de oxígeno y mejoran, además, el intercambio gaseoso sobre todo en aquellos pacientes considerados de alto riesgo, como los cardiópatas y los neumópatas o aquellos que cursan con alguna insuficiencia orgánica. Sedar a los pacientes se ha asociado con una baja en la morbilidad perioperatoria y en las unidades de cuidados intensivos, porque se disminuye la respuesta metabólica al trauma, se disminuye el consumo de oxígeno, sobre todo en los síndromes coronarios agudos y se mejora la capacidad ventilatoria de los enfermos (3).

Uno de los puntos más álgidos dentro de la Anestesiología, se desarrolla en tema 12, las *Complicaciones generales de la anestesia*. El éxito de una intervención quirúrgica depende en gran medida de que se minimicen las complicaciones posoperatorias. La anestesiología se ocupa quizás con mayor interés en las complicaciones que otras especialidades médicas. En general, la anestesia y la sedación son seguras

para la mayoría de los pacientes. Sin embargo, ninguna de ellas está libre de riesgo y que las complicaciones secundarias al procedimiento son frecuentes. En cuanto a las complicaciones posoperatorias se indican algunas opiniones como son: a. Desde tiempos remotos, la ocurrencia de complicaciones posoperatorias ha constituido un problema de difícil solución, que puede ir desde una simple infección de la herida quirúrgica hasta una sepsis generalizada grave, muchas veces mortal cuando no es controlada a tiempo. b. La mayoría de esas complicaciones posquirúrgicas se originan generalmente en el quirófano y pueden estar relacionadas con la enfermedad de base, los factores condicionantes del paciente (entre estos la edad), la complejidad y magnitud de la intervención, la experiencia o habilidad de los integrantes del equipo de cirugía o el tipo de anestesia utilizado. c. Las complicaciones anestésicas pueden ser atribuidas según la literatura a los siguientes aspectos como los más comunes, entre otros: edad, estado de salud general, antecedentes patológicos personales, gravedad de la enfermedad, técnica anestésica utilizada, tipo de acto quirúrgico realizado y la tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias. Las complicaciones que se producen en la sala de recuperación posanestésica, son un indicador global fundamental de la calidad de la asistencia anestesiológica en cada centro quirúrgico; por tanto, el análisis de estas complicaciones puede conducir hacia la realización o modificación de pautas o conductas en búsqueda de un mejor resultado anestésico-quirúrgico y determinen una retroalimentación positiva en pro de la calidad y excelencia asistencial.

El tema 13. *Anestesia. casos especiales* comprende los sub-puntos concernientes a la anestesia neonatal, pediátrica, la analgesia y anestesia obstétrica. En el primero de estos se contempla: generalidades. Neonatología y la Pediatría, la anestesia en neonatos propiamente y los aspectos anestésicos comunes. El segundo: la edad pediátrica, la anestesia y el anestesiólogo pediátrico, las categorías o tipos de anestesia y consideraciones generales sobre la anestesia pediátrica. El tercero de éstos versa sobre: conceptos básicos de analgesia y anestesia



obstétrica y los analgésicos en el trabajo de parto y parto y por último la anestesia al paciente anciano denominado en algunas esferas como adulto mayor o paciente mayor de 65 años.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo 1

Breve Reseña Histórica





A lo largo de toda la historia el hombre se ha preocupado por mitigar la enfermedad y el dolor físico. La anestesia y la analgesia son ciencias tan antiguas como la propia humanidad las cuales se encuentran ligadas íntimamente con el binomio punzante enfermedad y dolor. Actualmente la Sociedad Americana de Anestesiólogos expone “*la anestesiología es la práctica de la medicina dedicada al alivio del dolor y al cuidado total del paciente antes, durante y después de la cirugía*”, siendo una práctica común y que permite la realización de un sin número de procedimientos quirúrgicos en búsqueda de enfrentar el binomio. La anestesiología tiene una larga e interesante historia, ha vivido diferentes fases que se pueden diferenciar en mitológica, empírica, racional y científica. Asimismo, ha estado rodeada a lo largo del tiempo de altibajos, malos entendidos, altercados y grandes descubrimientos, etc. En cada una de sus etapas se lograron grandes avances y cada una aportó a la siguiente.

Es imposible mencionar a todas las personas y hechos desde su origen, por tanto, se trata de consignar datos relevantes y significativos de su proceso evolutivo, por tanto, se presenta a continuación un breve recorrido de la evolución histórica de la anestesiología (4).

1.1. Hasta el siglo XVIII

La lucha contra el dolor en las civilizaciones antiguas dio sus primeros pasos ligada desde el punto de vista psíquico a oraciones, ritos mágicos, hechizos y comunicación con dioses ya que el dolor era asociado en muchas de ellas a un castigo divino, y desde el punto físico con el uso primordialmente de hierbas y plantas como la mandrágora, beleño, la tintura de opio (láudano), cáñamo (marihuana) desde la época anterior a Cristo, así como la aplicación de otras técnicas anestésicas hasta el Siglo XVIII. De estos hechos se tienen evidencias, por ejemplo:

- Los sumerios, en el año 4000 a.C., empleaban la adormidera (*hulgil* o planta de la alegría. Esta es la primera referencia histórica que se posee del uso de opio.
- La civilización mesopotámica (3.000 años a.C.) utilizaba las ho-

jas de mirto. Se conoce hoy de sus propiedades analgésicas por contener precursores del ácido acetilsalicílico.

- En el Antiguo Egipto (1000-1500 a.C., el Papiro de Ebers (1550 a.C.) describe al detalle el empleo del opio como tratamiento para las cefaleas del dios Ra. (Papiro de Hearst) se evidencia el uso de (Papiro de Hearst) otros narcóticos vegetales como adormidera, mandrágora y el cannabis (hachís) que se cultivaban en India y Persia.

Los Indígenas americanos (400-700 a.C).

- Los incas peruanos utilizaron la coca empaquetada las hojas en forma de bola llamada “cocada”. Estas eran vertidas sobre la herida quirúrgica, mezcladas con cal o ceniza y saliva del cirujano, para producir analgesia. Se podría como el principio de la “anestesia local”.
- Los patagones y guaraníes (Paraguay) usaban hierbas curativas, flebotomías y sangrías.
- Los araucanos (Chile) empleaban para la anestesia las flores de la maya (*Datura ferox*), cuyo principio activo es la escopolamina acompañada de cantidades menores de hiosciamina y atropina.
- Los mayas (México) daban estramonio el cual contiene diversos alcaloides del tipo de la atropina y de la escopolamina a mujeres como “anestésico en el acto del parto, para paliar el dolor.
- China se evidencia el encendido de pequeñas cantidades de artemisa sobre la piel del paciente y aliviarle el dolor (principio de la moxibustion)

En Grecia se destacan dos estudiosos:

- Hipócrates (460-377 a.C.) el cual, hacia uso de la esponja soporífera, una esponja de mar impregnada con una preparación de opio, beleño (escopolamina) y mandrágora. Asimismo, describe el uso de la corteza del sauce blanco, precursor del ácido acetilsalicílico, y lo recomendaba para aliviar dolencias de parto.
- *Dioscórides*, también llamado Pedanio (inicios de la era cristia-

na, 50 d.C.), fue el primer hombre en usar el término “*anaisqhsia*”, para describir los efectos similares a los narcóticos de la planta mandrágora la cual se preparaba hervida en vino.

- En Roma (siglo I) Aulus Cornelius Celsus, mezclaba y hervía hojas de sauce blanco con vinagre para tratar prolapsos uterinos.
- El monje Benedictino Abbot Bertarius, desarrolló por el siglo VI d.C., la primera formulación escrita del contenido de una esponja soporífera. Ugo de Borgognoni de la escuela de medicina de Salerno difundió su uso en Europa.

Entre otras prácticas o métodos, deben también ser mencionados para combatir el dolor usadas en más de una ocasión, por ejemplo:

1. Las descargas eléctricas de anguilas (*Torpedo marmorata*) para tratar las neuralgias Dioscórides.
2. Apretar el cuello al paciente hasta que éste perdiera el sentido, produciendo anestesia por hipoxia cerebral. (los asirios). Se realizaban circuncisiones con esa técnica que consistía en la compresión bilateral de las arterias carótidas a nivel del cuello para producir una isquemia cerebral y la aparición de un estado comatoso o pérdida de consciencia, lo cual era aprovechado para la cirugía y alivio del dolor. Este método fue muy usado en Italia hasta el siglo XVII.
3. La concusión cerebral, golpeando al paciente en la cabeza con un trozo de madera.
4. La compresión o sección de raíces nerviosas, muy utilizada para amputaciones, método usado por un cirujano inglés (John Hunter) en el siglo XVIII.
5. La aplicación del frío como medio de conseguir anestesia.

Todos estos métodos comenzaron a caer en desuso a partir del siglo XV, debido a la influencia religiosa de la Inquisición.

.....

Durante la Edad Media y el Renacimiento, se destacan los siguientes hitos históricos:

- En el siglo XIII, Teodorico de Lucca, empleaba esponjas empapadas en una mezcla de opio, beleño, jugo de mora verde, jugo de hojas de mandrágora, etc. (esponja quirúrgica, bola o manzana somnífica) aplicadas a la nariz del paciente para dormirlo antes de iniciar el procedimiento quirúrgico. La infusión obtenida se embebían esponjas y en ciertas preparaciones agregaban jugo de moras verdes, las cuales se dejaban secar. Ya secas se encendían y se ponían cerca del enfermo que era inhalado junto con el aire que respiraban atropina, belladona, cicutoxina y opio, lo que condicionaba hipnosis, sedación, analgesia y cierto grado de parálisis. Para acelerar la recuperación de la consciencia, se hacía respirar vinagre empapado en otra esponja. Dicha técnica se mantuvo así, casi 300 años en Europa.
- Leonardo da Vinci realiza una descripción anatómica de los nervios en el cuerpo humano y los relaciona directamente con el dolor. Confirma así la teoría galénica sobre el cerebro como motor central del dolor. Consideró el tercer ventrículo como estructura receptora de las sensaciones y la médula como conductora de estímulos.
- Ambrosio Paré (1564), aplicaba enfriamiento o congelación en la zona operatoria como “anestésico”.
- Tomas Bartholin describe en 1661 la técnica quirúrgica de frotar nieve y hielo sobre el campo quirúrgico durante quince minutos.
- En 1807, Dominique-Jean Larrey, cirujano mayor de Napoleón, escribió que los 19 grados bajo cero que soportaron durante la campaña rusa le permitieron hacer amputaciones en el campo de batalla “con mucho menor dolor para el herido”.
- José de Letamendi (1875) propone en España una técnica de anestesia local aplicando objetos fríos directamente sobre el área a operar.
- En 1589 Gianbattista Porta, conseguía anestesiarse a sus pacientes mediante un compuesto de hioscina, belladona, adormidera

- 1800. Gay Lussac recibió la aparición de la morfina con entusiasmo, considerándolo “el medicamento más notable descubierto por el hombre”.
- 1800. P. Syng, en Estados Unidos, describió las dosis tóxicas de alcohol para reducir fracturas que también eran utilizadas por los dentistas.
- 1818. Michael Faraday. publicó: “si se inhala la mezcla de vapores de éter con aire común se producen efectos similares a los observados por el óxido nitroso”. Davy y Faraday abren las puertas al futuro de la anestesia.
- 1823. Henry Hill Hickmann, llevó a la práctica ciertos ensayos consistentes en anestesiarse animales y operarles en estado de inconsciencia, inhalando CO₂. Nunca le fue permitido el uso en humanos.
- 1804. En Alemania se abre un nuevo campo a la investigación de principios activos procedentes de plantas. Serturner, se dio cuenta que al tratar el opio con amoniaco observaba unos cristales blancos, que purificó con ácido sulfúrico y alcohol. Estos “residuos” producían sueño en los animales, lo denominó morfium. Desentrañó los misterios del beleño, mandrágora, belladona, las cuales surten a la Medicina de alcaloides y analgésicos.
- 1827. E. Merck & Company comercializó por primera vez la morfina.
- 1831. Samuel Guthrie (EE.UU.), Eugene Souberrain (Francia), y Justus von Liebig (Alemania), La destilación de alcohol mezclado con cloruro de calcio desarrollada por originó el descubrimiento del cloroformo.
- 1842. Crawford Williamson Long. Utiliza el éter. Actualmente en EE.UU. se conmemora el 30 de marzo como “día del médico” en honor a Long y a su descubrimiento.
- 1840. Muller establece la importancia del sistema nervioso en la transmisión del dolor, poniendo las bases de la moderna neurofisiología.
- 1844. Horacio Wells, Nace con él la anestesia moderna y es

reconocido como uno de sus pilares. Inhala y usa el óxido nitroso. (Fracasa en 1855 en una demostración ya que el paciente en mitad de la cirugía (extracción dentaria) empezó a gritar de dolor. Wells fue expulsado, tachándole de impostor y farsante.

- 1846. William Thomas Green Morton, Usa “letheon” (éter sulfúrico), en vez del ya conocido NO_2 . Hizo su primera demostración pública y premeditada, con éxito, haciendo inhalar éter sulfúrico como anestésico general en el Hospital General de Massachusetts. (Gilbert Abbot extirpa un tumor cervical, sin dolor. Esta fecha es considerada históricamente como la “primera anestesia general”).
- 1846. Oliver W. Holmes, bautizó la técnica como “*anestesia*”.
- 1847. James Y. Simpson, Introduce el éter como anestésico en la especialidad ginecológica. Simpson, debido a la aparición de gases como el cloroformo o triclorometano (CHCl_3), lo utilizaba por primera vez durante un parto. Este gas tenía ciertas ventajas sobre el éter, esencialmente que olía agradablemente y tenía menos efectos secundarios.
- 1847. John Snow. Es considerado como el primer hombre dedicado exclusivamente a la anestesia en la historia. Publica dos libros: “Sobre la inhalación del vapor de éter” y “Sobre cloroformo y otros anestésicos”.
- En la segunda mitad del siglo XIX se producen grandes descubrimientos farmacológicos y se remarca el gran despegue de la morfina y coca en todo el mundo.
- 1852. J. Arnott en 1852, emplea una mezcla de hielo y sal en la zona quirúrgica.

El auge de la morfina (siglo XIX):

- En 1872. Ore, administró hidrato de cloral por vía endovenosa con una pluma de ave.
- En 1884. Carl Koller utiliza cocaína para producir *anestesia tópica* conjuntiva.
- En 1885. Leonard Corning produce anestesia peridural, inyec-

tando cristales de cocaína a nivel dorsal.

- 1898. Augusto K. G. Bier, introduce la anestesia raquídea, inyectando cristales de cocaína.

En el Siglo XX

- 1900. Schlosser practicó la “fenolización” de nervios periféricos como analgesia.
- 1904. Alfred Einhorn sintetiza el primer anestésico local sintético: la *novocaína*.
- Entre 1904 y 1916. H. Braun añadió adrenalina (sustancia descubierta por el japonés Jokichi Takamane y el americano Thomas Bell Aldrich) a la cocaína mejorando su duración de acción. Estos avances de los anestésicos locales llevan al desarrollo de la anestesia regional por G. Labat y R. Matas, en 1916.
- 1921. Fidel Pagés, propone bloqueos peridurales lumbares, dándoles el nombre de “*anestesia metamérica*”.
- Entre 1930-1945. Los pioneros del tratamiento del dolor era todo el gremio de la cirugía, siendo Leriche en 1939 el primero en publicar la idea de dolor crónico como “enfermedad” en su libro “La cirugía del dolor”.
- 1934. José C. Delorme ensambló el primer aparato de anestesia con vaporizadores para éter, cloroformo y cloruro de etilo, tanques de O₂ y CO₂, y una marmita para cal sodada. .
- 1935. Rovenstine organiza un departamento de anestesia, en el Bellevue Hospital de Nueva Cork, con gran interés en el bloqueo nervioso para analgesia.
- 1938. Se funda el American Board of Anesthesiology.
- 1942-1943. Livingston comienza a explicar el mecanismo del dolor de la causalgia y sus estados afines, creando un laboratorio de investigación en dolor.
- 1943, Lofgren y Lundquist sintetizan la lidocaína.
- John Bonica. Implementa la primera unidad dedicada al tratamiento del dolor en el Madigan Army Hospital en Tacoma, Washington. En 1953 publica un libro de 1.500 páginas exclusiva-

mente sobre tratamiento del dolor “The Management of Pain”. En 1953, impulsa las Unidades de Dolor y es en 1960, crea la primera clínica multidisciplinaria del dolor (psiquiatra, cirujano ortopédico y un neurocirujano), la cual ha servido de modelo para multitud de clínicas en todo el mundo. El impulso de Bonica ha sido fundamental para el siglo XXI, ya que hasta 1960 no existían especialistas en dolor y el personal sanitario no disponía de información específica sobre fisiopatología y tratamiento del dolor

- 1959. De Castro, José L. Arroyo, introducen la neuroleptoanalgesia, combinando fentanilo y dehidrobenzoperidol.
- 1963. E. M. Aguirre, informó del alivio de la cefalea postpunción dural mediante la administración de un parche de sangre en el espacio epidural.
- 1965. Melzack y Wall publican la teoría del *gate control*. Se reconoció el sistema nervioso como modulador de la información sensorial tanto en las sinapsis primarias como en el cerebro. Describieron las vías nerviosas del dolor y establecieron la existencia del sistema nervioso central y periférico.

En resumen, durante el **Siglo XX:**

- a. A medida que evoluciona el desarrollo de la anestesia se incorporan otros tipos de anestésicos, los cuales son administrados por vía aérea o por otras vías como la intravenosa y la intrarraquídea, además de compuestos que actuaban localmente.
- b. Mejoran significativamente los métodos e instrumentos para la administración de los anestésicos, permitiendo llevar a cabo procedimientos antes imposibles de efectuar y, sobre todo, proporcionaron al cirujano un mayor control sobre factores que no podían ser controlados hasta ese momento: el tiempo y la relajación muscular.
- c. Entre los hitos más destacables en este siglo figuran: la introducción de los bloqueos intradurales, peridurales o epidurales, el aparato de Ombrédanne (aparato inhalador para administrar

éter), anestésicos intravenosos (Pentothal, Somnifene, Eunarcón, Pernoctón, Evipán), relajantes musculares, la especialización en anestesiología y la anestesia general con Procaína intravenosa.

1.3. Siglo XXI

A inicios del siglo XXI se consideran los siguientes hechos:

- a. Se ponen en marcha acciones para aumentar la seguridad del ejercicio de la anestesia, a través de la regulación por medio de entidades de control como la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), el mayor regulador mundial de esta especialidad
- b. Se implementan dispositivos más tecnológicos para un adecuado seguimiento del paciente durante la cirugía y el empleo de una apropiada anamnesis (previa a la anestesia), donde el profesional en anestesiología puede conocer los antecedentes del paciente y así tener un mayor control de las variables que pudiesen influir en el resultado de la cirugía.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo II

Definición de anestesiología,
objetivos e importancia y el
Anestesiólogo



2.1. Definición de anestesiología

La palabra anestesia proviene del griego 'insensibilidad', por tanto, es un acto médico controlado en el que se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente, sea en todo o parte de su cuerpo y sea con o sin compromiso de conciencia.

El termino anestesia fue acuñado en 1846, por el Dr. Oliver Wendell Holmes quien lo propuso para referirse al estado de insensibilidad producido por la inhalación de éter; se valió para ello de las raíces griegas, y desde entonces la palabra se asocia con la técnica que se usa en cirugía para evitar el dolor durante la operación.

Lo que en un principio fue una técnica anestésica se desarrolló, se modifica el concepto, y la anestesia se transformó en una especialidad médica conocida como anestesiología.

Según la ASA (American Society of Anesthesiologists) (5), la anestesiología es la rama de la medicina dedicada al alivio del dolor y al total cuidado del paciente antes, durante y después de un acto quirúrgico. Incluye la preparación del paciente para la cirugía, ser responsable de calmar el dolor, especialmente en la etapa de recuperación de la anestesia, así como el tratamiento de las complicaciones que puedan surgir del acto anestésico. De este modo, la anestesiología se ha transformado en la especialidad líder en resguardar que la cirugía sea segura.

Sin embargo, con el tiempo esta definición ha quedado obsoleta, porque la anestesiología entendida como el conjunto de procedimientos tendientes a eliminar el dolor durante las intervenciones quirúrgicas, en algunos procedimientos diagnósticos y en diversas acciones terapéuticas, no engloba toda la actividad del anestesiólogo ya que éste no se limita solamente a su actividad en el preoperatorio (evaluación preoperatoria), en el intraoperatorio (el acto de la anestesia como tal) y en el postoperatorio (en la sala de recuperación o unidad de cuidados postanestésicos), si no que se ha extendido a muchas actividades fuera del área quirúrgica.

culos, lo que ayuda a mantenerte quieto y bloquear los recuerdos de la intervención quirúrgica.

Así mismo, ha sido vital su participación en el desarrollo social de la población al permitir al paciente ser sometido a actos quirúrgicos cada vez más complejos y de mayor riesgo.

Conforme el paso del tiempo la Anestesiología cada vez es más requerida y reconocida como especialidad médica, considerada como la primera especialidad médica en defender la seguridad del paciente como un enfoque específico que busca en la práctica de la disminución de la mortalidad y la morbilidad catastrófica causada por la administración de anestesia.

La anestesiología, es considerada como la medicina práctica del sistema nervioso autónomo, entre algunas razones porque:

- El acto anestésico depende del mantenimiento del homeostasis corporal del paciente la cual refleja el estado y función del sistema nervioso autónomo.
- La mayor parte de los fármacos tanto anestésicos como no anestésicos que son utilizados tienen efectos significativos en el sistema nervioso autónomo.

Actualmente no se concibe un acto anestésico sin la participación de un médico preparado y educado en la gran responsabilidad que conlleva el ejercicio de la Anestesiología. Por tanto, es muy importante en la formación de los anestesiólogos la adquisición de conocimientos y habilidades para manejar y utilizar los efectos que tienen sobre el sistema nervioso autónomo los fármacos y saber mantener la homeostasis corporal, en diversas condiciones patofisiológicas.

2.4. El anestesiólogo

De acuerdo con la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor (SEDAR) (6), anestesiólogo es aquel que ha lle-



vado a cabo la carrera de Medicina y ha completado su periodo como residente en esa especialidad.

El anestesiólogo, junto con el grupo quirúrgico, plantea el tratamiento integral del paciente y participa desde el punto de vista médico en la ejecución de las siguientes intervenciones:

- a. Durante el preoperatorio** (evaluación preoperatoria y elaboración del plan anestésico). Todo proceder quirúrgico debe comenzar con la evaluación preoperatoria del enfermo y la elaboración de un plan anestésico, cuya finalidad va dirigida a reducir la morbilidad. Tratar que el paciente se encuentre en las mejores condiciones antes de la intervención quirúrgica para que el periodo perioperatorio se desarrolle de forma favorable.

Evaluación médica. La evaluación comienza con la recogida de toda información que permita conocer la situación del enfermo y estará en dependencia de muchos factores, dentro de los cuales se encuentran la enfermedad que exige el tratamiento quirúrgico, su naturaleza y estado evolutivo, situación de agravamiento o no, y lo que se pretende lograr. Es importante conocer la presencia de otras enfermedades y su estado de compensación, determinar si es conocida o sospechada y si resulta lo suficientemente peligrosa como para retrasar, modificar o contraindicar la operación, e identificar las enfermedades conocidas de acuerdo a la gravedad, para prever complicaciones. Se precisará la ingestión de fármacos y la presencia de hábitos tóxicos, entre otros, ya que pueden repercutir sobre el desarrollo perioperatorio y/o la morbilidad. Por lo cual, resulta importante la recopilación exhaustiva de datos de salud del paciente y ser registrados con exactitud.

La fuente principal de datos personales es la historia clínica. Este documento oficial, que presenta el paciente desde su ingreso en la unidad hospitalaria, contendrá información desde el comienzo de la enfermedad hasta las investigaciones realizadas para llegar al diagnóstico preoperatorio, así como antecedentes de otras enfermedades, por lo

que presentará interrogatorios, exámenes físicos, estudios complementarios y los diferentes criterios médicos sobre diagnóstico, evolución y enfoques terapéuticos.

Hoja anestésica: debe cumplimentarla el anestesiólogo, quien analizará los datos de la historia clínica y efectuará su consulta en forma directa al enfermo. Se iniciará en la consulta preanestésica del preoperatorio, y debe realizarse con antelación al día de la intervención quirúrgica, de manera que permita la realización de algún otro estudio que se necesite.

Elaboración del plan anestésico. A partir de la información recopilada, se trazará una estrategia de trabajo que permita una mayor seguridad al enfermo. Se tomarán las medidas requeridas para la adecuada preparación y la aplicación del proceder anestésico, las cuales comienzan desde la información al paciente para crear un ambiente de confianza, hasta las indicaciones que exijan una preparación de acuerdo a lo hallado en la historia clínica y el examen. Se incluirá también el equipamiento y la monitorización necesaria para el seguimiento perioperatorio.

- b. En el intraoperatorio.** Durante la cirugía es quizás el momento más conocido sobre la actividad del anestesiólogo, donde ante un paciente inconsciente, mientras el cirujano se hace cargo del trabajo quirúrgico, éste se hace cargo del manejo médico durante el procedimiento, controlando y monitorizando sus funciones vitales: frecuencia y ritmo cardíaco, presión arterial, respiración, temperatura, balance de fluidos, etc. Todo esto además de la administración de agentes inhalatorios y/o endovenosos para mantener los niveles analgesia, de inconsciencia con amnesia posterior y relajación muscular en caso necesario.
- c. En el postoperatorio.** Después de terminar el procedimiento quirúrgico, el anestesiólogo es responsable de su traslado a la unidad de recuperación anestésica o de su entrega personal a otro profesional si el paciente va a una unidad que no esté con-

trolada por un anesthesiólogo. En la sala de recuperación el paciente es vigilado por personal capacitado en la reanimación del despertar anestésico, supervigilado por un anesthesiólogo, quién debe decidir el lugar y el momento de su traslado. También es responsable del manejo del dolor secundario al acto quirúrgico y tiene, además, a su cargo el tratamiento del dolor agudo como por ejemplo la analgesia durante el trabajo de parto o crónico de causa extra quirúrgica como es el caso del alivio del dolor en pacientes con cáncer.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo III

Principios de la
anestesiología





Entre los principios básicos de la anestesiología la literatura reconoce los que se incorporan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Principios básicos de la anestesiología

Principios básicos de la anestesiología	
<p>Todos los pacientes son anestesiables</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar los beneficios a obtener • Valorar los riesgos anestésicos y quirúrgicos • Manejar los protocolos establecidos en forma completa y correcta • Realizar una motorización correcta • Manejo de tratamientos estabilizadores previos y posteriores al acto quirúrgico • Estar preparados mental y físicamente para afrontar y resolver cualquier emergencia que se presente.
<p>Inocuidad de los anestésicos y los procedimientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No existen agentes anestésicos inocuos. La propia administración de anestesia no está exenta de riesgos de presentar complicaciones severas, • No existen procedimientos anestésicos inocuos. Los procedimientos quirúrgicos realizados bajo anestesia presentan riesgos evidentes para los pacientes • Solo existen anestesistas dignos de confianza.
<p>Clasificación de pacientes por el riesgo anestésico</p>	<p>El principal factor que determina el riesgo es el estado clínico del paciente, la cuantificación objetiva del mismo se realiza mediante la aplicación de escalas de valoración de riesgo, habitualmente multifactoriales. A pesar de que se han desarrollado a lo largo de los años muchas escalas, las más utilizadas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación del status físico de la ASA • Clasificación de Mannheim • El John Hopkins Risk Classification System <p>Clasificación del status físico de la ASA</p> <p>En 1961 la American Society of Anaesthesiologists (ASA) (7) estableció una clasificación que describía el estado preoperatorio de los pacientes según la presencia de determinadas patologías.</p> <p>A pesar que su finalidad inicial no era establecer grupos de riesgo, posteriormente se comprobó una correlación positiva entre esta clasificación y la morbi-mortalidad perioperatoria En general se considera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASA I: Paciente sin ninguna alteración orgánica, bioquímica o psiquiátrica, diferente del proceso localizado que es subsidiario de cirugía. Paciente sano. • ASA II: Paciente que sufre alguna alteración leve o moderada sistémica y que no produce incapacidad o limitación funcional. • ASA III: Paciente que sufre una alteración o enfermedad severa de cualquier causa y que produce limitación funcional definida en determinado grado. • ASA IV: Paciente que sufre un desorden sistémico que pone en peligro su vida y que no es corregible mediante la intervención. • ASA V: Paciente moribundo que no se espera que sobreviva sin una operación. • ASA VI: Paciente declarado con muerte cerebral cuyos órganos serán donados.

<p>Fisiología básica cardiovascular y pulmonar</p>	<p>El anestesiólogo tiene que conocer bien la fisiología respiratoria para poderla aplicar en su práctica, ya que todos sus aspectos tienen aplicación en anestesia. Entre los tópicos se encuentran: volúmenes y ventilación pulmonar, su distribución, intercambio gaseoso y transporte de oxígeno (O₂), la mecánica respiratoria, transporte de anhídrido carbónico (CO₂) y equilibrio ácido-base, así como el control de la respiración.</p>
<p>Obtención de la anestesia</p>	<p>1. La anestesia general. Para obtenerla se utiliza sustancia inhalatorias, intravenosas o mezclas de ella, con el fin de inducir y mantener una anestesia.</p> <p>Para conocer la superficialidad o profundidad conseguida se utilizan los planos Guedel con sus conocidas cuatro etapas que se diferencian así:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primera etapa (analgesia) • Segunda etapa (inconciencia) • Tercera etapa (periodo quirúrgico) • Cuarta etapa (parálisis bulbar) <p>Los signos de Guedel para conocer la etapa en que se encuentra el paciente son los siguientes: pupila, lagrimeo, respiración, tono muscular, motilidad ocular, reflejo glótico, reflejos corneal y palpebral, reflejo a la luz.</p> <p>Se enuncian entonces clásicamente unos principios básicos de la anestesia desde el acto intraoperatorio como son amnesia, analgesia, control de reflejos autónomos, e inconsciencia que son especialmente válidos para las técnicas de anestesia general.</p> <p>2. La anestesia local. Como su nombre lo indica se puede utilizar en cualquier sitio del cuerpo con los anestésicos locales.</p> <p>3. La anestesia neuroaxial. Los tipos más conocidas de ella son: la raquídea o subaracnoidea, la peridural y la caudal con anestésicos locales y dosis diferentes para cada uno de ellos. En la actualidad se utiliza para la anestesia raquídea la bupivacaina pesada al 5%, la peridural y caudal con lidocaina y bipivacaina.</p>
<p>Cuantificación de la anestesia</p>	<p>Es diferente para cada anestésico.</p> <p>Si se habla de manera específica de la anestesia inhalatoria (gases) depende de la potencia anestésica y se define como la concentración alveolar mínima: que es la presión parcial alveolar de un gas a la cual el 50% de los pacientes no responde a una incisión quirúrgica.</p>
<p>Función del anestesiólogo</p>	<p>El papel del anestesiólogo está en el antes, durante y después de la intervención quirúrgica, es decir, el anestesiólogo cumple una función integral en el manejo del paciente en todas sus facetas: preparación, manejo del dolor (agudo y crónico) en la recuperación postanestésica y en cuidado crítico.</p> <p>En la fase intraoperatoria, el anestesiólogo, por ejemplo, es donde sus conocimientos se encaminan en procurar conseguir condiciones óptimas para el paciente y el equipo quirúrgico utilizando diversas drogas.</p>



<p>El consentimiento informado</p>	<p>Se debe contar con el consentimiento informado para el sometimiento de la anestesia. La Organización Mundial de la Salud lo define como la autorización y aceptación que una persona capaz otorga a su médico, luego de recibir la información necesaria, comprenderla y considerarla y después de tomar la mejor decisión a la luz de sus valores y expectativas sin que medien cohesión, influencias, incentivos indebidos o intimidación. Es decir, este documento constituye la autorización que el paciente que goza de conciencia y de autonomía para tomar decisiones (o en caso contrario su representante), confiere al profesional de la salud para la realización del acto médico, previa información veraz, oportuna, clara, precisa, completa y adecuada sobre el acto que se va a realizar su objeto, las alternativas posibles y sus consecuencias, es decir los beneficios y los riesgos previstos para su realización u omisión. Para que el consentimiento sea realmente autónomo debe ser racional, libre y responsable. En caso de menores de edad y personas en estado de inconsciencia existen las normas a ser aplicadas para obtener el consentimiento de acuerdo a la persona que le corresponda; ejemplo: padres, hijos, etc.</p>
<p>Cumplimiento de las normas de actuación en anestesia para una práctica segura.</p>	<p>Es fundamental que el anestesiólogo tenga una forma de actuación reglada, tanto personal como colectiva, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los procedimientos se hagan con la máxima seguridad en términos de morbi-mortalidad para el paciente y de seguridad para el equipo. • Que cuando haya un incidente o complicación se pueda discernir la causa o mecanismo fácilmente ya que las actuaciones básicas están hechas de una forma estándar y controlada. • Poder actuar de forma apropiada ante una situación crítica de las que se dan con muy poca frecuencia y por tanto el equipo carece de experiencia para tratarla.

Fuente: Elaboración propia

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo IV

Mejora de la calidad en la práctica de la anestesia y la seguridad del paciente





4.1. La Seguridad del Paciente

La Organización Mundial de la Salud (1) en el documento denominado Marco Conceptual de la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente, define la seguridad del paciente como la reducción del riesgo de daños innecesarios relacionados con la atención sanitaria hasta un mínimo aceptable, el cual se refiere a las nociones colectivas de los conocimientos del momento, los recursos disponibles y el contexto en el que se prestaba la atención, ponderadas frente al riesgo de no dispensar tratamiento o de dispensar otro.

En el año 2017, Vincent citado por Rocco y Garrido (8) expresa que consiste en evitar, prevenir o amortiguar los resultados adversos o el daño derivado del proceso de la asistencia sanitaria.

Todo lo cual implica que el objetivo de la seguridad del paciente es, primeramente, la reducción del daño y secundariamente reducir el error, ya que el error es una condición inherente a la condición humana.

En este contexto, Mahajan R. (9) expone: La seguridad en anestesia puede definirse como la reducción del riesgo de daño innecesario asociado a la atención anestésica a un mínimo aceptable, teniendo en cuenta los conocimientos vigentes, los recursos disponibles y el contexto en que se presenta la atención medica anestésica. El error médico es un fallo en completar una acción tal como se había planeado o el empleo de un plan erróneo para conseguir un fin.

La seguridad en anestesia es sumamente amplia, va desde incluir la administración de medicamentos, el rotulado de las jeringas con etiquetas auto adheribles de color universal, la vía correcta de administración del medicamento, la historia clínica, posiciones del paciente, temperatura, etc., hasta disponer de monitores y equipos de anestesia necesarios para detectar oportunamente posibles complicaciones, el equipo de carro rojo provisto de material de anestesia necesario como mascarillas laríngeas de todos los tamaños pediátricos, video-laringos-

copio, intercambiadores de tubos traqueales, destrezas de intubación con fibroscopio y seguimiento de protocolos de vía aérea difícil.

Los principales puntos vulnerables de seguridad en la especialidad de Anestesiología, están asociados, según algunos autores a:

- El anesthesiólogo: por falta de atención, por distractores en el quirófano, el descuido, la negligencia, la falta de motivación y la imprudencia, el estrés y la deprivación del sueño, deficiencia en el conocimiento, o conocimientos incompletos e insuficientes, sobreactuación, falta de actualización de la especialidad, y la falta de cultura en el cambio.
- Fallas del sistema: Soto-Toussaint LH (10) señala la deficiente infraestructura de los sistemas de salud, poca o nula vigilancia en el cumplimiento de la norma para la práctica de la anestesiología vigente, pocas facilidades institucionales para la educación médica continua, ausencia de guías de manejo para procedimientos especiales estandarizados o para casos concretos, carencia de un sistema nacional de reportes y registro de eventos adversos, etc.
- Carencia de normas de seguridad aplicables a la anestesiología aunada a la falta del recurso humano y materiales para dar atención de urgencia ante una eventualidad potencialmente mortal en algunas instituciones de salud públicas y privadas.
- Violación de las reglas o protocolos de un procedimiento anestésico, el descuido, la negligencia, el estrés o el cansancio físico, la desmotivación, el olvido, falta de actualización profesional, y falta de comunicación con el personal involucrado, son solo algunas de las violaciones a protocolos establecidos más comúnmente.

Es importante mencionar que cuando se cumplen las normas los resultados son excelentes. Desde que fueron establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) las reglas para reducir los accidentes en el quirófano, a través del cumplimiento de una lista de chequeo en



cada paciente sometido a cirugía, identificación del paciente, corroboración del sitio de la cirugía, asegurarse de que se cuenta con todo el material necesario, básico y especial, monitores y máquina de anestesia funcionando al 100%, alergias conocidas, etc. y aplicados estos protocolos, según datos estadísticos, se han reducido los accidentes en el quirófano en 25%.

Uno de los principales problemas observados, en ciertos hospitales o centros sanitarios es la resistencia de los médicos, incluyendo los anesthesiólogos, en la realización de dicho procedimiento, Este hecho está relacionado directamente con una cultura de seguridad.

4.2. Normas de actuación en anestesia para una práctica segura

Gomar Sancho, Carmen (11) en su documento denominado Normas de Actuación en Anestesia para una práctica segura, indica entre otras cosas:

- a. El campo de actuación de la anestesia comprende:
 - La medicina perioperatoria, es decir el cuidado médico continuo del paciente quirúrgico, desde que se sienta la indicación de la operación hasta que se da de alta del hospital.
 - La reanimación de situaciones vitales, desde la reanimación cardiopulmonar hasta los cuidados críticos.
 - El tratamiento del dolor, desde el agudo postoperatorio hasta el crónico en todos sus niveles.
 - La asistencia para sedación-anestesia-analgésia en áreas diagnósticas o terapéuticas no quirúrgicas.
 - Contribuir a la seguridad quirúrgica y en general a la del hospital.
 - Contribuir al uso justo de los recursos disponibles, como cualquier ciudadano, pero en este específicamente en el terreno sanitario, con conciencia de nuestra responsabilidad en un bien de los más considerados por la sociedad.

b. El campo de la medicina perioperatoria comprende:

- La valoración y preparación del paciente quirúrgico, el establecimiento de un plan anestésico adecuado para el paciente concreto, la intervención planeada, el equipo quirúrgico que lo va a operar, el tipo de hospital y de cuidados postoperatorios que puede recibir allí.
- La realización de la anestesia con los criterios de asegurar el bloqueo del estímulo nocivo, prevenir y tratar las repercusiones que tendrá la intervención quirúrgica y la anestesia sobre el organismo del paciente y facilitar la realización de la intervención por el cirujano.
- Prevenir las complicaciones postoperatorias, considerando el dolor como una ellas y tratar las que ocurran en el postoperatorio inmediato en la sala de despertar o unidad de recuperación post-anestésica.

c. Cumplimiento de las normas de actuación en anestesia para una práctica segura.

Es fundamental que el anestesiólogo tenga una forma de actuación reglada, tanto personal como colectiva, para que los procedimientos se hagan con la máxima seguridad en términos de morbi-mortalidad para el paciente y de seguridad para el equipo, para que cuando haya un incidente o complicación se pueda discernir la causa o mecanismo fácilmente ya que las actuaciones básicas están hechas de una forma estándar y controlada y poder actuar de forma apropiada ante una situación crítica de las que se dan con muy poca frecuencia y por tanto el equipo carece de experiencia para tratarla.

Es decir, la actuación anestésica se debe basar en normas de actuación o protocolos. Las normas de actuación o protocolos son una serie de pasos encadenados que establecen la seguridad de cada acción de acuerdo con el conocimiento experto y universal, aplicado a cada institución o medio.



Un procedimiento anestésico lleva inherente el cumplimiento de varios protocolos, por ejemplo, el referente a valoración preoperatoria, documentación, comprobación de la máquina de anestesia, monitorización mínima, criterios transfusionales, técnica anestésica, profilaxis antibiótica, actuación ante complicaciones como intubación fallida, etc.

Los estándares son los protocolos o normas de actuación dictadas por los cuerpos profesionales, éstos varían con el tiempo y se dictan teniendo en cuenta los “mínimos a cumplir” porque una vez dictados el no cumplirlos es punible. Ante una complicación, la falta de cumplimiento de los estándares da lugar a condena.

Hay que distinguir los estándares de obligado cumplimiento legal y profesional de las normas y protocolos de cada servicio. Estos nacen del consenso para hacer la asistencia segura en ese medio, nunca contradicen estándares universales, pero agregan medidas de seguridad que provienen de la experiencia en ese contexto específico. Poseen una gran importancia, deben respetarse; en todo caso discutirse sino se está de acuerdo, pero nunca hay que saltárselos.

La mayoría de los estándares lo dictan las sociedades de anesthesiólogos de los distintos países. Actualmente existe una globalización de esos protocolos de forma que se discuten y consensuan por grupos amplios de sociedades. Por ejemplo, en se publicó la última revisión de International Standards for a Safe Practice of Anesthesia 2010 por la World Federation of Societies of Anesthesia (WFSA), que es un ejemplo de estándares de mínimos y de forma de exponerlos y de la explicación de su finalidad y de por qué se dictan de la manera en que se hace. Entre las normas de actuaciones básicas y generales en todo procedimiento anestésico, se indican las normas a seguir en el tiempo previo al traslado del paciente a quirófano.

Valoración preoperatoria previa a todo procedimiento anestésico, con su resultado reportado en la historia del paciente. Solo en el caso de

una emergencia vital está justificado prescindir de ella; en las operaciones de urgencia hay tiempo para hacerla y es además de enorme importancia por la mayor afectación el estado general en estas circunstancias. El estándar de la valoración precisa también establecer un plan anestésico del que deben ser conocedores los anesthesiólogos que vayan a atenderlo posteriormente, el cirujano y la organización del quirófano. Para la mayoría de procedimientos rutinarios eso ya es conocido por todos, pero para un paciente determinado habrá que establecer la adecuada comunicación.

- El consentimiento informado
- Premedicación ansiolítica, analgésica si precisa, etc.
- Reserva de sangre y consentimiento para la transfusión, si ésta es probable.
- Reserva de cuidados postoperatorios.
- Preparación del quirófano: debe tener el material necesario para la anestesia y la cirugía antes de iniciar la anestesia. Es esencial comprobar que la llegada de gases y vacío al quirófano funcionan con la presión adecuada y que se dispone de cilindros de emergencia adosados al aspirador cuyo contenido se comprueba regularmente.
- Identificación del paciente.
- Comprobación de los datos preoperatorios y de la valoración, de si el estado del paciente ha experimentado cambios desde que se evaluó, si se ha administrado la medicación prescrita, etc.
- Comprobación del tiempo de ayuno adecuado.
- Adecuación de la luz para observar la coloración del paciente y poder realizar los procedimientos anestésicos.
- Comprobación del funcionamiento del material necesario para la anestesia y de su situación. Cualquiera que sea la técnica anestésica hay que disponer de:
- Material de la vía aérea: laringoscopio, palas, tubos traqueales, guías, tubos orofaríngeos, mascarillas faciales, mascarillas laríngeas, material vía aérea difícil.

- Aporte suplementario y directo de oxígeno, sistema de ventilación con presión positiva independiente de la máquina de anestesia y con posibilidad de ventilar con aire ambiente (Bolsa de Ambú).
- Funcionamiento del aspirador, el cual debe estar montado.
- Fármacos de reanimación cardiopulmonar (RCP) y desfibrilador
- Un catéter intravenoso colocado y permeable.
- Un estetoscopio
- Sistema de monitorización que incluya los mínimos de monitorización para cualquier paciente que se vaya a someter a anestesia son: pulsioximetría, EKG continuo y presión arterial automática si es no-invasiva. Si va a ser anestesia general se incluye capnografía y FiO₂ administrada. También es obligado controlar la profundidad anestésica o del bloqueo regional mediante datos clínicos o instrumentales. Otras monitorizaciones no incluidas como obligatorias pero que se consideran importantes son la de la relajación muscular y la de la temperatura. A partir de este nivel de monitorización se irán añadiendo las que el estado del paciente o el tipo de intervención precisen.
- Comprobación de la máquina de anestesia y del circuito respiratorio. Para este estándar se aplica una lista de comprobación o check-list.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo V

Modalidades técnicas
o tipos de anestesia, los anestésicos
y monitorización en anestesia



lación general, gracias al torniquete. Al terminar la cirugía, se libera el torniquete para que el anestésico local remanente pase a torrente circulatorio y sea metabolizado por el organismo. En general, se recomienda liberar cuidadosamente el torniquete y observar al paciente durante ese período, para detectar a tiempo los signos de toxicidad sistémica que puedan aparecer.

3. Anestesia general: La anestesia general o narcosis es definida como una depresión descendente y controlada de las funciones del sistema nervioso central, inducidas farmacológicamente, las cuales llegan a producir un estado reversible de depresión del sistema nervioso central (SNC), caracterizado por la pérdida de conciencia, sensibilidad, actividad refleja y de la motilidad (2).

En la anestesia general se distinguen cuatro fases esenciales, que según el mismo autor citado y son:

- a. Inducción analgésica: En esta fase se conseguía dar analgesia sin pérdida de la conciencia, ni los reflejos.
- b. Excitación y delirio: En esta fase aumentan los reflejos somáticos y viscerales
- c. Anestesia quirúrgica propiamente dicha: En esta fase se da depresión de la conciencia y de reflejos,
- d. Parálisis bulbar: En esta fase se afecta las funciones del tallo cerebral, por lo que existe depresión progresiva del sistema cardiorrespiratorio y del Sistema Nervioso Central. (SNC).

Con la anestesia general se produce un estado de inconsciencia mediante la administración de fármacos hipnóticos por vía intravenosa (anestesia total intravenosa), inhalatoria (anestesia total inhalada) o por ambas a la vez (balanceada). Actualmente se realiza combinación de varias técnicas, en lo que se llama anestesia multimodal.



Los componentes fundamentales que se deben garantizar durante una anestesia general son: hipnosis, analgesia, amnesia, control autonómico y relajación muscular. La anestesia general persigue varios objetivos:

- Analgesia o abolición del dolor, para lo cual se emplean fármacos analgésicos
- Protección del organismo a reacciones adversas causadas por el dolor, como la reacción vagal; para ello, se emplean fármacos anticolinérgicos como la atropina u otros
- Pérdida de conciencia mediante fármacos hipnóticos o inductores del sueño, que duermen al paciente, evitan la angustia y suelen producir cierto grado de amnesia
- Relajación muscular mediante fármacos relajantes musculares, derivados del curare para producir la inmovilidad del paciente, reducir la resistencia de las cavidades abiertas por la cirugía y permitir la ventilación mecánica artificial mediante aparatos respiradores que aseguran la oxigenación y la administración de anestésicos volátiles en la mezcla gaseosa respirada. Los daños secundarios pueden ser la pérdida de la sensibilidad de la zona operada, esto puede afectar por meses e incluso años.

Cuadro 2. Características generales de los tipos de anestesia.

Características generales de los tipos de anestesia	
Anestesia local	<ul style="list-style-type: none"> • La anestesia local es un medicamento anestésico que se administra para detener temporalmente la sensación de dolor en una zona en particular del cuerpo. • El paciente permanece consciente cuando recibe anestesia local. • Para una cirugía menor, se puede administrar anestesia local mediante una inyección aplicada en la zona. • Cuando es necesario adormecer una zona más amplia, o si la inyección de anestesia local no penetra lo suficiente, los médicos o enfermeras anestesistas pueden recurrir a la anestesia regional. • Puede ser anestesia tópica si el fármaco se aplica en gotas (ojos), spray (garganta) o en pasta (piel), o infiltraciones de anestesia si se inyecta con jeringa y aguja en el área a intervenir. La suelen aplicar los propios cirujanos. • La duración del efecto de un anestésico local va a depender del tipo de anestésico, por ejemplo, la bupivacaina dura más que lidocaína, de la dosis total (a mayor dosis actúa antes y dura más el efecto), y de si se añade o no adrenalina, un vasoconstrictor que hace que se tarde más en eliminar el fármaco y que se suele asociar a los anestésicos locales buscando este efecto. • En general un anestésico local suele durar entre media hora y dos horas, dependiendo de los factores mencionados.

<p>Anestesia regional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La anestesia regional implica adormecer únicamente la parte del cuerpo donde se realizará la operación. • Se usa para áreas más grandes del cuerpo, como un brazo, una pierna o todo lo que esté debajo de la cintura. Por ejemplo, se puede usar anestesia regional durante el parto, una cesárea o cirugías menores. • Es posible que el paciente este despierto durante el procedimiento o que le administren sedantes. • Se suele aplicar una inyección de anestesia local en la zona donde se encuentran ubicados los nervios que dan sensibilidad a esa parte del cuerpo. • En todas las modalidades loco-regionales el paciente se encuentra despierto, y puede colaborar si fuera preciso. • Existen varias formas de anestesia regional, dos de las cuales se describen a continuación: <ul style="list-style-type: none"> • Troncular de un nervio o plexo nervioso. Si la intervención es sobre cualquier zona del miembro superior (hombro, codo, mano, etc.) o inferior (cadera, rodilla, pie, etc.) se puede realizar una anestesia troncular, si es de un solo nervio, o de plexo, si son varios nervios involucrados. El anestésico se inyecta en la zona del nervio/nervios que controlan la sensibilidad en esa región. Es más habitual en el miembro superior. • Neuroaxial: actúa bloqueando el impulso doloroso a nivel de la médula espinal, y esta a su vez puede ser: <ul style="list-style-type: none"> • Anestesia espinal. La anestesia espinal se utiliza para cirugías de abdomen bajo, pelvis, recto o extremidades bajas. Este tipo de anestesia implica inyectar una sola dosis de la medicación anestésica en el espacio subaracnoideo, que rodea la médula espinal. La inyección se realiza en la parte baja de la espalda, debajo del extremo de la médula espinal, y provoca un entumecimiento en la parte baja del cuerpo. En casos poco comunes, se puede utilizar la anestesia espinal continua para un procedimiento que dura mucho tiempo. Un catéter fino (tubo) se deja en lugar, en el espacio subaracnoideo para inyecciones adicionales del agente anestésico, lo que asegura un adormecimiento durante todo el procedimiento. • Anestesia epidural. La anestesia epidural es similar a la anestesia espinal, y se utiliza comúnmente para la cirugía de miembros bajos y durante el trabajo de parto y el parto. Este tipo de anestesia consiste en aplicar en forma continua una medicación anestésica mediante un catéter fino (tubo). El catéter se coloca en el espacio que rodea la médula espinal en la parte baja de la espalda (justo afuera del espacio subaracnoideo), y provoca entumecimiento en la parte baja del cuerpo. La anestesia epidural también puede utilizarse para procedimientos quirúrgicos del pecho. En este caso, la medicación anestésica se inyecta en un lugar más alto de la espalda para adormecer la zona del pecho y del abdomen.
---------------------------	---



<p>Anestesia general</p>	<p>La anestesia general hace que el paciente permanezca inconsciente durante la cirugía.</p> <p>El anestésico se administra ya sea por:</p> <p>a. inhalación a través de un tubo o una máscara de respiración mediante una línea intravenosa (tubo de plástico delgado insertado en una vena, en general en el antebrazo del paciente). Un tubo de respiración puede insertarse en la tráquea para mantener la respiración apropiada durante la cirugía. Terminada la cirugía, el anestesiólogo cesa el anestésico y el paciente se despierta en la sala de recuperación.</p> <p>La anestesia general implica la ausencia temporal de la sensibilidad de todo el cuerpo (afecta a todo el cuerpo. le deja inconsciente e incapaz de moverse), se acompaña de pérdida del conocimiento, lo cual suele preocupar a los pacientes. Es necesaria en intervenciones complejas, tales como cirugías cardíacas, cerebral, de espalda y trasplantes de órganos.</p> <p>Según otros autores, en la actualidad solo pueden definirse tres fases en la anestesia general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase de inducción: Conduce a la pérdida de conciencia tras la administración de anestésicos de acción rápida y efecto breve. El anestesiólogo administra los fármacos para conseguir la hipnosis, analgesia, amnesia y relajación (si se precisa). En una anestesia general se pierde totalmente la conciencia, es lo que se llama la hipnosis y es como estar en coma inducido por los fármacos administrados. La hipnosis no supone estar insensible, para evitar el dolor el anestesiólogo administra un analgésico, normalmente un derivado mórfico. <p>En cuanto a la relajación, los relajantes musculares se suelen aplicar cuando la cirugía va a requerir que la musculatura del paciente esté relajada, o se va a colocar un tubo dentro de la tráquea para asegurar la ventilación del paciente.</p> <p>El anestesiólogo monitoriza al paciente para controlar las constantes vitales y que la oxigenación, temperatura corporal, ventilación, etc., sean adecuadas durante todo el proceso. Para ello, coloca distintos sensores que conectan con los monitores que analizan las señales que llegan del paciente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase de mantenimiento: Intravenosa o inhalatoria. • Fase del despertar: Retirada de fármacos.
--------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

5.2. Los anestésicos

El anestésico es un medicamento u otra sustancia que causan la pérdida de sensibilidad o de conciencia. Los anestésicos locales causan la pérdida de sensibilidad en un área pequeña del cuerpo. Los anestésicos regionales causan la pérdida de sensibilidad en una parte del cuerpo, como un brazo o una pierna. Los anestésicos generales causan una pérdida de sensibilidad y una pérdida completa de conciencia que se siente como un sueño muy profundo.

Clasificación de los anestésicos

1. Anestésicos locales

Los anestésicos locales son fármacos que, a concentraciones suficientes, evitan temporalmente la sensibilidad en el lugar de su administración. Su efecto impide de forma transitoria y perceptible, la conducción del impulso eléctrico por las membranas de los nervios y el músculo localizadas. De allí que también se bloquea la función motora, excepto en el músculo liso, debido a que la oxitocina (hormona liberada por la hipófisis) lo continúa estimulando.

Entre los anestésicos locales se enuncian los siguientes:

Amidas pKa	Ésteres
<ul style="list-style-type: none"> • Bupivacaína • Etidocaína • Lidocaína • Mepivacaína • Prilocaína • Ropivacaína • Levo-bupivacaína 	<ul style="list-style-type: none"> • Cocaína • Benzocaína • Dibucaína • Cloroprocaína • Procaína • Tetracaína

Propiedades de los anestésicos locales

Quiroga M. en el 2013 (12) enumera ciertas propiedades que deben reunir un anestésico local ideal:

- No debe irritar los tejidos sobre los que se aplica.
- No debe ocasionar una alteración permanente de la estructura nerviosa.
- Su toxicidad sistémica debe ser baja.
- Su eficacia no debe depender de que se inyecte en los tejidos o de que se aplique localmente a las mucosas.
- La latencia de la anestesia ha de ser lo más corta posible.
- La duración de acción debe ser lo suficientemente larga para permitir que se complete el procedimiento odontológico, por ejemplo, extracción de terceros molares, o aplicación de implantes dentales.
- Debe estar relativamente exento de desencadenar reacciones alérgicas.

- Debe ser estable en solución y su biotransformación ha de ser sencilla es posible que los anestésicos locales interfieran el proceso de excitación en la membrana nerviosa mediante una o más de las siguientes formas:
 - Alterando el potencial de reposo básico de la membrana nerviosa.
 - Alterando el potencial de umbral.
 - Disminuyendo la velocidad de despolarización.
 - Prolongando la velocidad de repolarización.

Clasificación de los anestésicos locales

Basado a las características relativas a esos enlaces, enunciadas anteriormente, los anestésicos locales se clasifican en:

- 1. Amino – Ésteres:** Se metabolizan en el plasma por la colinesterasa, son poco estables y pueden producir fenómenos alérgicos
- 2. Amino – Amidas:** Se bio-transforman por los microsomas hepáticos, son estables y su potencial alérgico es mínimo.

Tipos básicos de anestésicos locales

1. Ésteres

- Benzoicos: Cocaína, Piperocaína
- Paraaminobenzoicos: Tetracaína, Procaína, Butacaína, Cloroprocaína
- Metaminobenzoicos: Ciclometicaína

2. Amidas

- Xilidinas: Lidocaína, Mepivacaína, Bupivacaína, Levobupivacaína, Ropivacaína
- Toluidinas: Prilocaína
- Quilidinas: Divucaína

Cuadro 3. Clasificación de los anestésicos locales más usados.

CLASIFICACIÓN DE LOS ANESTÉSICOS LOCALES	
AMINOAMIDAS	
Lidocaína	<p>Derivado del ácido acético, considerado el prototipo de anestésico de duración corta. Se utiliza a dosis que varían según la respuesta del paciente y el lugar de administración, en infiltración local y en el bloqueo nervioso. Tiene una duración de la acción intermedia. Su utilización tópica está muy extendida para tratar el picor y el dolor asociado a heridas, quemaduras, picaduras, hemorroides, etc., en maniobras de intubación del tracto respiratorio y en la uretra, así como en intervenciones de cirugía menor e intervenciones ginecológicas, de nariz, oído y dentales.</p> <p>Entre sus características se tienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el anestésico local más utilizado clínicamente y pertenece al grupo de las amino - amidas. • Tiene pKa de 7,7, y en preparados comerciales un pH de 5 a 6 sin adrenalina (con ésta el pH queda entre 2 a 2,5). • Posee un inicio de acción rápida, con duración intermedia. • Tiene una toxicidad intermedia (menor que la de la bupivacaína), y sufre metabolismo hepático. • La vida media de redistribución es de 8 a 9 minutos, y la de eliminación es de 45 a 60 minutos. • Generalmente, la duración del efecto es de una a tres horas y se prolonga con la adrenalina. • Se puede usar como antiarrítmico y suprime reflejos nocivos como el de la tos. • A pesar de la seguridad relativa asociada al uso de la lidocaína, lo cierto es que los agentes más nuevos tienden a ser más seguros aún, teniendo además la ventaja de una acción más duradera; de esta manera, se ha llegado a cuestionar el hecho de que la lidocaína siga en uso para aplicaciones anestésicas.
Prilocaina	<p>Anestésico derivado del ácido propiónico utilizado en cirugía ambulatoria por su corta acción y rápida recuperación. Su mezcla eutéctica con lidocaína proporciona una anestesia local efectiva sobre piel intacta muy recurrida en pediatría dermatológica. En general, no presenta diferencias importantes con respecto a la lidocaína, sin embargo, su uso en infiltración local, bloqueo periférico y anestesia epidural se ha visto desplazado por otros fármacos por el riesgo, bajo a dosis normales, de causar metahemoglobinemias.</p>
Mepivacaína	<p>Es un anestésico de acción intermedia, con un inicio de la acción rápido. Adicionalmente, posee cierto carácter vasoconstrictor, lo cual permite reducir la dosis y generalmente prescindir del uso de vasoconstrictores adicionales en su administración. Se usa tanto con fines terapéuticos como: diagnósticos, anestesia local por infiltración, bloqueo nervioso central y periférico, anestesia endovenosa regional y anestesia epidural y caudal. Su dosificación se debe ajustar según edad, peso y el estado de salud de cada paciente. Niños y ancianos requieren una dosis menor que los adultos y en obstetricia debe reducirse un 30% atendiendo las características anatómicas alteradas del espacio epidural y la mayor sensibilidad a los anestésicos locales durante el embarazo.</p>



<p>Bupivacaína</p>	<p>Anestésico local de larga duración indicado en anestesia subaracnoidea para efectuar intervenciones en extremidades inferiores, perineo, abdomen inferior; parto vaginal normal y cesárea y cirugía reconstructiva de las extremidades inferiores. Asimismo, se indica en anestesia de procesos odontológicos por infiltración o bloqueo troncular. La técnica anestésica, área y vascularización de los tejidos a anestésiar, número de segmentos neuronales a bloquear, grado de anestesia y relajación muscular requerida, así como la propia condición física del paciente condicionarán su dosificación; no obstante, las dosis usualmente empleadas deben reducirse en niños, ancianos, pacientes debilitados y/o con enfermedades hepáticas o renales. Su principal inconveniente es su potencial cardiotoxicidad.</p> <p>Entre otras características se pueden indicar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es un anestésico local amida con pKa de 8,1 y pH de la preparación comercial de 4,5 - 5,5. • El inicio de acción es lento y la duración de ésta prolongada, con duración del efecto de 2 a 4 horas ó mayor. • Existe considerable variabilidad en la calidad del bloqueo motor logrado, con bloqueo completo solo a dosis altas. • La adrenalina no afecta la duración del bloqueo, pero disminuye la captación plasmática. • Existe considerable controversia respecto al uso de bupivacaína porque la misma produce colapso cardiovascular por acumulación específica en el sistema de conducción del corazón, que activa las vías de reentrada y produce arritmia ventricular intratable, que incluye taquicardia ventricular y fibrilación ventricular.
--------------------	--

<p>Levobupivacaína y ropivacaína</p>	<p>Anestésicos de última generación, comercializados en su forma enantiomérica pura (S) con la finalidad de mejorar el perfil de seguridad de este tipo de fármacos por su menor cardiotoxicidad y efectos adversos a nivel sistema nervioso central.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ropivacaína se utiliza en el tratamiento del dolor agudo y como anestésico en cirugía (bloqueo periférico, de troncos nerviosos y epidural) • La levobupivacaína se utiliza en anestesia local y regional, así como en numerosos tipos de intervenciones quirúrgicas y obstétricas. <p>La eficacia de ambos fármacos no difiere de manera significativa de la de la bupivacaína y sus perfiles farmacocinéticos y farmacodinámicos son también similares.</p> <p>Características de la revobupivacaína y la ropivacaína</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revobupivacaína • Se presenta como una forma racémica, que puede llegar a presentar considerable toxicidad cardíaca, como ya se ha indicado anteriormente. • La levobupivacaína es el S - enantiomero de la bupivacaína, que presenta menor toxicidad y que está presente en diversas presentaciones en la actualidad. • La potencia anestésica de la levobupivacaína es similar a la de la bupivacaína racémica. • Causa menor incidencia de arritmias, trastornos de la conducción cardíaca y toxicidad sistémica. • Su uso clínico e indicaciones son similares a los de la ropivacaína, mostrando como diferencia básica una mayor capacidad de generar bloqueo motor. • Ropicaina • Es un anestésico local tipo amida, con pKa de 8,2 y un pH en preparaciones comerciales de 5,5 - 6. • La ropivacaína es un análogo químico de mepivacaína y bupivacaína, diseñado para retener las propiedades favorables de la bupivacaína al tiempo que disminuye la cardiotoxicidad. • El umbral neurotóxico es mayor. • Presenta acción vasoconstrictora intrínseca, por lo cual no es necesario añadirle adrenalina. • Una de las cualidades farmacológicas más distintivas de la ropivacaína es su capacidad de generar bloqueo sensitivo sin afectar de manera significativa la función motora (causa poco bloqueo motor).
<p>Articaína</p>	<p>Anestésico de alta intensidad y corta duración, caracterizado por poseer un grupo éster adicional en su molécula que lo hace susceptible de ser metabolizado por las colinesterasas plasmáticas originando un metabolito inactivo, lo cual hace que sea muy utilizado en cirugía odontológica y dermatológica. Se asocia con epinefrina y presenta un rápido inicio de su acción (1-3 min) y buena tolerabilidad local.</p>
<p>AMINOÉSTERES</p>	
<p>Cocaína</p>	<p>Se puede decir que fue el primer anestésico local de la medicina moderna, utilizado en técnicas oftalmológicas y odontológicas.</p>
<p>Benzocaína</p>	<p>Es usado tópicamente sobre mucosas o para aliviar afecciones bucofaríngeas y dolores osteomusculares. Presenta una baja potencia y una pobre absorción, por lo cual su uso se limita al tratamiento de afecciones menores. Puede provocar reacciones adversas especialmente en individuos que hayan desarrollado hipersensibilidad al ácido p-aminobenzoico.</p>



<p>Procaína o novocaína</p>	<p>Presentan una alta efectividad y baja toxicidad, sin embargo, aunque su acción es rápida, la duración de la acción es corta, la cual puede incrementarse si se combina con un vasoconstrictor.</p> <p>Se utiliza vía tópica y mediante infiltración subcutánea o intramuscular para tratar el dolor asociado a heridas, cirugía menor, abrasiones, etc. y para el bloqueo de nervios periféricos.</p> <p>Actualmente es también utilizado junto con penicilina para conseguir formas de liberación lentas y para mitigar el dolor en la administración intramuscular.</p>
<p>Tetracaína</p>	<p>Generalmente se administra como anestésico tópico en piel y mucosas y también se utiliza en oftalmología y como coadyuvante en preparados lubricantes urológicos.</p> <p>Su uso en anestesia espinal se ha visto desplazado por el potencial riesgo de producir reacciones anafilácticas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Toxicidad de los anestésicos locales

Los anestésicos locales suelen ser fármacos muy seguros, dada su forma de utilización, sin embargo, se pueden asociar a toxicidad relevante. Entre las reacciones adversas más importantes se encuentran aquellas que ocurren desde el punto de vista cardiovascular, usualmente dependientes de una absorción demasiado rápida de una dosis alta desde el sitio de anestesia local y/o de la inyección intravascular accidental.

Cuando existe toxicidad, las manifestaciones cardíacas suelen suceder a las neurológicas, a menos que la administración haya sido intravascular, en cuyo caso el colapso cardíaco puede ser casi instantáneo. De otra manera, la toxicidad suele comenzar por trastornos del ritmo cardíaco, con bradicardia y aumento de la amplitud del complejo QRS, pudiéndose alcanzar grados diversos de bloqueo, focos ectópicos múltiples, arritmias de re-entrada, taquicardia y fibrilación auricular. Ya se ha indicado que aparte de su mecanismo básico de acción, en este tipo de toxicidad también puede participar la alteración de la función de canales de calcio. El manejo de este tipo de toxicidad es básicamente de soporte (oxígeno, mantenimiento hidro-electrolítica, vasopresores, inotrópicos, antiarrítmicos, etc.). El uso de coadyuvantes de la anestesia local puede reducir el riesgo de toxicidad cardíaca, pues se permite la disminución de la dosis del anestésico local.

Cuando los niveles plasmáticos de anestésicos locales suben con lentitud, es el Sistema Nervioso Central el que se afecta en primer lugar. Usualmente, los síntomas son excitatorios (por inhibición de neuronas inhibitorias) y el paciente puede desarrollar parestesias oro - linguales (sabor metálico), mareos, trastornos del habla, diplopía, tinnitus, confusión ansiedad, fasciculaciones musculares y francas convulsiones generalizadas. Si los niveles plasmáticos son muy altos, predomina un tono depresor generalizado, generando coma en el paciente.

Al igual que ocurre con la toxicidad cardíaca, la neurológica amerita un manejo de soporte similar, con el uso de anticonvulsivantes según se requiera.

Entre otras manifestaciones de toxicidad a los anestésicos locales se encuentra la alergia a los mismos, que puede manifestarse generalmente de manera leve, aunque se han reportado algunos casos de choque anafiláctico. Aparentemente, el mediador clave de este tipo de reacciones es el ácido para - amino benzoico, que es un metabolito de los anestésicos locales (por eso los de tipo amida se asocian muchísimo menos a hipersensibilidad).

Puede haber daño local de estructuras en las que el anestésico se inyecte o que estén en contacto con el mismo por largo tiempo y se han observado casos de necrosis muscular localizada secundaria a una reacción inflamatoria intensa; la fibrosis que reemplaza al tejido muscular generalmente es poco relevante, excepto en casos específicos como los subsecuentes a cirugía ocular o peri - ocular, que pueden implicar diplopía por daño de los músculos extrínsecos del ojo.

La neurotoxicidad local de los anestésicos locales suele manifestarse como irritación radicular transitoria con su uso raquídeo, pero esta manifestación no suele ser de gran importancia clínica.



Usos clínicos de los anestésicos locales

Estos fármacos se usan para lograr anestesia local pero la misma se puede presentar en varias formas:

1. Anestesia de superficie

- a. Actuación sobre superficies mucosas (boca, nariz, esófago, tracto genito-urinario)
- b. Efectos en 2-5 minutos.
- c. Duración 30-45 minutos.
- d. Tetracaína, lidocaína y cocaína en solución.

2. Anestesia por infiltración

- a. Inyección de una solución de AL directamente en el tejido a anestesiar (dermis o tejido subcutáneo)
- b. Los más utilizados son lidocaína, procaína y bupivacaína.

3. Anestesia por bloqueo regional

- a. Inyección subcutánea proximal al sitio a anestesiar que va a interrumpir la transmisión nerviosa.
- b. Requiere menores cantidades para anestesiar zonas mayores que con la anestesia por infiltración.

4. Anestesia por bloqueo nervioso

- a. Inyección en nervios periféricos individuales o en plexos nerviosos.

5. Anestesia regional intravenosa

- a. Inyección del anestésico local en una vena de una extremidad previamente exanguinada y con un torniquete.

6. Anestesia espinal

- a. Inyección en el espacio subaracnoideo, generalmente a nivel lumbar.
- b. Bloqueo simpático alteraciones cardiovasculares (vasodilatación que conduce a hipotensión).

7. Anestesia epidural

- a. Inyección en el espacio epidural y difusión hacia espacios paravertebrales.
- b. Menor afectación simpática cardiovascular.

Exceptuando el caso de procedimientos muy cortos, en los que la lidocaína podría considerarse aún como de elección, la tendencia actual se dirige al uso de levobupivacaína y ropivacaína, que son agentes con acción más duradera, sin mostrar la cardiotoxicidad de la bupivacaína. Algunos agentes, como la lidocaína, pueden utilizarse a nivel cardiovascular, como antiarrítmicos. Además, el uso de ciertos anestésicos locales (lidocaína, ropivacaína) se ha probado como eficaz en la terapia del asma, por un mecanismo que aparentemente es independiente de la potencia anestésica local (13).

2. Anestésicos generales

Dentro de los anestésicos generales existen una gran cantidad de fármacos, los cuales se pueden dividir según su vía de administración en dos grandes grupos: los anestésicos generales intravenosos y los anestésicos generales inhalatorios.

a. Anestésicos generales intravenosos

Los anestésicos intravenosos, son fármacos que como su nombre lo indica son administrados generalmente por vía venosas, aun cuando se pueden administrar cuando el caso lo amerite por vía intramuscular, como es el caso de la Ketamina. Estos medicamentos se utilizan para conseguir la anestesia general o narcosis y se aplican en cirugías menores de corta duración, o se llegan a combinar con los anestésicos inhalatorios.

Se consideran cómodos para el paciente y el anestesista, sin embargo, éstos presentan ciertos inconvenientes en su uso relacionados a la hipotensión, apnea, sueño, agitación y delirio.



Durante la anestesia intravenosa es fundamental tener presente, las siguientes situaciones:

- a. Que el paciente tenga un constante control de los signos vitales y una oxigenación adecuada.
- b. Las ventajas y desventajas que presentan estos fármacos, para el uso eficaz de los mismos.
- c. Conocer las características de estos fármacos como son: la posología, la farmacocinética, la farmacodinamia, los efectos adversos, contraindicaciones e interacciones con otros medicamentos

Ventajas y desventajas de la anestesia intravenosa

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la anestesia intravenosa.

Ventajas y desventajas de la anestesia intravenosa		
Ventajas/Desventajas	Para el anestesista	Para el paciente
Ventajas	Es una técnica relativamente sencilla La rapidez con la que se establece la inducción anestésica. Tiene la posibilidad de aumentar la concentración y el tiempo de la anestesia.	Restablecimiento rápido de la conciencia y el estado de alerta.
Desventajas	Presenta dificultad de reversión en caso de sobredosis. Existe siempre el peligro de apnea y de hipotensión	El margen de inseguridad de estas drogas es pequeño. Los efectos farmacológicos tiene corta duración

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de los anestésicos generales intravenosos

Cuadro 5. Clasificación de los anestésicos generales intravenosos.

Clasificación de los anestésicos generales intravenosos	
Barbitúricos	Entre los barbitúricos se encuentran los tiobarbitúricos, en este grupo la droga más representativa de este sub grupo es el, tiopental sódico, cuyo nombre comercial es el pentotal sódico o tiobarbital. Este tipo de fármaco es más utilizado en ambientes intrahospitalarios, en procedimientos quirúrgicos de limitada duración y en ocasiones en el control de la presión intracraneana.

No Barbitúricos	<p>Donde se mencionan a las ciclohexilaminas, el fármaco más representativo es la Ketamina, de la cual su nombre comercial es: Ketalin, Ketalor y Ketina. Se utiliza en la actualidad en casos de dolor de tipo agudo, como son: dolor músculo esquelético, en procedimientos diagnósticos y exploratorios, asimismo, en casos de dolor crónico como: la fibromialgia, dolor isquémico y el dolor orofacial.</p> <p>En este grupo además se encuentran las Amidas fenoxiacéticas. (Eugenoles) el cual es un anestésico de acción ultracorta, la Propanidida, que es insoluble en agua, por lo cual se utiliza en emulsión acuosa clara. Sus nombres comerciales son: Epontol, Fabontol, Panitol (14).</p>
-----------------	---

Fuente: Elaboración propia

Estas sustancias de diferentes clases químicas que interrumpen la conciencia cuando son administradas intravenosamente y que pueden ser usados como anestésicos generales. Se ha incrementado su uso como coadyuvantes de los anestésicos inhalados entre ellas están:

- Barbitúricos: tiopental, metoxipental
- Benzodiazepinas: midazolam, diazepam.
- Analgésicos opiodes: morfina, fentanil, sufentanil, alfentanil, remifentanil
- Propofol
- Ketamina
- Fármacos diversos: Droperidol, etomidato, dexmedetomidina.

Contraindicaciones

Los anestésicos intravenosos están contraindicados en pacientes con: shock hipovolémico, insuficiencia cardíaca, asma, trombosis, pericarditis constrictiva, insuficiencia renal, insuficiencia hepática y porfiria.

Por otro lado, se tiene:

- La Ketamina no se debe administrar en individuos con hipertensión arterial, antecedentes de accidentes cerebro vascular e insuficiencia cardíaca,
- La Propanidida no se debe aplicar en individuos con anemia hemolítica, nefropatías con función renal restringida y shock hipovolémico.



b. Anestésicos inhalatorios

Los anestésicos inhalatorios al igual que otros anestésicos se administran con el objetivo de conseguir una concentración en el sistema nervioso central que permita un adecuado control del dolor en las intervenciones quirúrgicas. Son un compuesto químico que posee propiedades anestésicas generales que se pueden administrar por vía inhalatoria.

Este tipo de anestésico es introducido por inhalación a través de las vías respiratorias, llegando al torrente sanguíneo y por último al cerebro, produciendo en el paciente un estado de sueño necesario para realizar el acto quirúrgico; sin embargo en la mayor parte de los casos se provoca la anestesia general con anestésicos administrados por vía intravenosa siendo utilizados éstos anestésicos únicamente para mantener la anestesia, ya que además se emplean otros fármacos que producirán analgesia y relajación muscular reduciendo principalmente el riesgo de intoxicación y mortalidad en el paciente.

Estas sustancias o drogas deben ser necesariamente gases o líquidos volátiles. Se administran a través de una máscara facial, una vía aérea con máscara laríngea o un tubo traqueal conectado a un vaporizador anestésico y un sistema mecánico de anestesia.

Los agentes de interés clínico contemporáneo significativo incluyen:

- agentes anestésicos volátiles como el isoflurano, sevoflurano y desflurano, gases anestésicos como el óxido nitroso y xenón.
- Los líquidos volátiles son sustancias que pueden pasar fácilmente a la fase gaseosa, por lo que, para efectos prácticos se pueden considerar como gases. Es decir, de manera más sencilla un agente volátil es cualquier sustancia que a temperatura ambiente y a presión de una atmósfera permanece líquida, puede pasar con relativa facilidad a la fase gaseosa por la inducción de cambios pequeños en su entorno, los cuales son generados por las “máquinas de anestesia”.

Para ello, se hace llegar a los pulmones a través del sistema de ventilación una determinada presión parcial inspiratoria (P_i). Desde aquí el anestésico es captado por la sangre y transportado hacia los órganos y tejidos. Tras un cierto periodo de saturación se alcanza la presión parcial cerebral (P_{cerb}) adecuada para la anestesia. A lo largo de la anestesia se establece un gradiente de presiones parciales del anestésico, de manera que todos los tejidos tienden a igualar su presión parcial con la presión parcial alveolar (PA). Controlando la PA controlamos de manera indirecta la P_{cerb} . La PA de un anestésico inhalatorio es reflejo de su P_{cerb} y es la razón por la que con la PA definimos la rapidez de inducción y recuperación de la anestesia, y es medida de su potencia.

Cuadro 6. Clasificación de los anestésicos inhalatorios.

Líquidos Volátiles	Gases Anestésicos
<ul style="list-style-type: none"> • Éteres <ul style="list-style-type: none"> • Simples: Éter dietílico • Fluorados: Isoflurano, Enflurano, Metoxiflurano • Hidrocarburos halogenados <ul style="list-style-type: none"> • Simples: Cloroformo • Fluorados: Halotano, Enflurano, Sevoflurano 	<ul style="list-style-type: none"> • Óxido Nitroso • Xenón

Fuente: Elaboración propia

Cabe hacer mención que los Agentes Anestésicos Inhalatorios (AAI) más utilizados en la actualidad son: Óxido nitroso, Halotano, Enflurano, Isoflurano, Sevoflurano y Desflurano.

De estos agentes enunciados, sólo el óxido nitroso es un gas a temperatura y presión ambientales. Los otros cinco compuestos son líquidos orgánicos volátiles.

Cuadro 7. Clasificación de los anestésicos inhalatorios.

Halogenados		
	Fluorados	No fluorados
Tipo éter	Isoflurano Sevoflurano Desflurano	Cloruro de etilo
Hidrocarburos	Halotano	Cloroformo Tricloroetileno



Gases anestésicos		
Inorgánicos	Oxido nitroso	
Orgánicos	Ciclopropano	

Fuente: Elaboración propia

Efectos adversos de los anestésicos inhalados

Todos los anestésicos inhalatorios presentan efectos más o menos similares.

a. A nivel respiratorio

- Los anestésicos inhalados producen depresión respiratoria dosis dependiente y disminución de la respuesta ventilatoria al dióxido de carbono, aumentando la frecuencia respiratoria, pero sin compensar la caída del volumen corriente por lo que se incrementa la presión arterial de CO₂.
- Se puede presentar irritación de la vía aérea, especialmente con enflurane, isoflurane y desflurane, y muy poco con sevoflurane y halotano.

b. A nivel cardiovascular

- Producen reducción de la presión arterial dosis dependiente, por caída del gasto cardiaco (halotano y enflurano) o de la resistencia vascular periférica (isoflurane y desflurane).
- Se puede presentar taquicardia e hipertensión con el desflurane por estimulación simpática al usarse concentraciones altas o incrementos rápidos de la misma.
- Se reportan también arritmias cardiacas, especialmente con el halotano por sensibilización miocárdica a las catecolaminas.
- Casi todos los halogenados prolongan el intervalo QT pero sin relacionarse con arritmias fatales hasta el momento.

c. A nivel del sistema nervioso central:

- De manera especial con el sevoflurane, se ha descrito la agitación en niños tras recuperarse de la anestesia, con llanto, irritabilidad, y movimientos violentos.
- Existe documentación que los agentes inhalatorios son los más

comunes desencadenantes farmacológicos de la hipertermia maligna, un síndrome raro que aparece en individuos genéticamente predispuestos. Este se caracteriza por un rápido incremento de la temperatura corporal, secundaria a un incremento descontrolado del metabolismo del musculo esquelético que puede llevar a severa rabdomiolisis y a desenlaces fatales. El isoflurane parece ser el anestésico inhalado más frecuentemente asociado con este fenómeno. En cambio, el xenón y el óxido nitroso no parecen asociarse a este problema.

Adicionalmente, se ha estudiado la potencial nefrotoxicidad y hepatotoxicidad de los nuevos halogenados - enflurane, isoflurane, desflurane y sevoflurane - dadas las evidencias de daño renal asociado al uso del metoxiflurane, y hepático por el halotano. Sin embargo, los diversos estudios realizados hasta ahora no han mostrado evidencia clínica significativa que permita establecer una asociación clara entre el riesgo de daño renal o hepático y el uso de los nuevos agentes

Consideraciones generales sobre los halogenados

- Los halogenados son administrados como vapor por las vías respiratorias, llegando a la sangre y luego al cerebro, para producir sus efectos.
- Entre los anestésicos generales halogenados, se tienen: el halotano y el enflurano, también se encuentran entre otras alternativas el isoflurano, sevoflurano y desflurano, los cuales ofrecen mayores ventajas en relación a los anteriores debido a que presentan una menor solubilidad y son mejor tolerados por el organismo porque ingresan y se eliminan rápidamente de los tejidos reduciéndose el grado de toxicidad que provocan la mayoría de los anestésicos
- Se usan bastante por su simplicidad ya que con cualquiera de estos agentes se puede brindar analgesia, hipnosis, inmovilidad y protección neurovegetativa.
- Con una sola técnica de administración el fármaco ingresa al

organismo junto con el oxígeno, y tras producir su efecto clínico es eliminado por el pulmón junto con el dióxido de carbono, prácticamente sin sufrir transformaciones, y sin dejar residuos en el organismo.

- Existen dos grandes limitaciones que han disminuido su uso en los últimos años: causa muchos efectos indeseables y contamina el medio ambiente.
- Los inhalados modernos como el desflurane y el sevoflurane, por su menor solubilidad en los tejidos ingresan y salen muy rápidamente del organismo, implicando tiempos de inducción y recuperación más cortos y rápidos cambios en el plano anestésico. Son además seguros para ser usados con flujos bajos, en técnicas cuantitativas aun con vaporizadores convencionales, reduciendo su consumo y por ende los costos. Al no tener átomos de cloro interactúan menos con la capa de ozono.

Líquidos volátiles halogenados

Son compuestos orgánicos alifáticos de origen sintético que tienen la capacidad de producir anestesia del 100% y producen en el paciente un estado de analgesia hasta el periodo IV. Suelen combinarse estos fármacos con el óxido nitroso para mejorar y complementar su acción. Según Chambilla Villarroel, Katherine Carmen y Zeballos López Lourdes (15), entre los líquidos volátiles halogenados están los detallados en cuadro siguiente:

Cuadro 8. Líquidos volátiles halogenados (fármacos).

Fármaco	Características principales
Metoxiflurano	<ul style="list-style-type: none"> • Es un líquido incoloro de solubilidad elevada que posee un punto de ebullición alto 104,7 °C., entrando a temperatura ambiente en un proceso de evaporación. • Esta sustancia produce una mayor relajación muscular en relación a los demás anestésicos halogenados • Sin embargo, la inducción y el proceso de recuperación del efecto anestésico es lenta • Actualmente el fármaco se encuentra en desuso por su alta toxicidad y su acción nefrotóxica al liberar de forma excesiva iones fluoruro.
Halotano	<ul style="list-style-type: none"> • Es un líquido volátil, incoloro, no inflamable, de olor agradable • Presenta una gran potencia anestésica cuyo efecto se producirá rápidamente en un lapso de 2-7 minutos aproximadamente • De 5 a 10 minutos es el lapso de tiempo en el que se producirá la recuperación tanto para el halotano como para el enflurano, • Posee una solubilidad intermedia, por lo que no produce irritación local a nivel de las vías respiratorias motivo por el cual se recomienda en pacientes asmáticos y bronquíticos al poseer un efecto de miorelajación y broncodilatación • Causa muy pocas molestias al paciente y es menos cardiotoxico en relación a los demás anestésicos • Entre las desventajas se tienen: <ul style="list-style-type: none"> • Que a pesar que aumenta la sensibilidad miocárdica a las catecolaminas, existe el riesgo de que se produzca taquicardia y fibrilación ventricular • Es potencialmente hepatotóxico encontrándose entre los factores predisponentes para que se produzca dicho efecto la edad, factores genéticos y una exposición prolongada al halotano sustancia que puede causar una simple lesión hepática, necrosis hepática e insuficiencia hepática con elevación marcada de las transaminasas, fiebre e ictericia.
Sevoflurano	<ul style="list-style-type: none"> • Es un líquido volátil, incoloro de olor agradable, no irritante, poco soluble en agua mientras que en grasa es muy soluble, • Es un derivado fluorado del Metil-isopropil-éter y es uno de los anestésicos de última generación utilizado para cirugía ambulatoria o para realizar la inducción anestésica en niños a través de una mascarilla. • Su acción es similar al isoflurano debido a su efecto broncodilatador y no irritante de las vías respiratorias, • No aumenta la frecuencia cardiaca ni el flujo sanguíneo a nivel cerebral permitiendo además una inducción y recuperación rápida al ser realizada la anestesia general eliminándose por vía pulmonar o renal en forma de metabolitos.
Enflurano	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta similitud con el halotano tanto en propiedades físicas como clínicas • Entre sus principales características están: olor parecido al éter, no inflamable, irritante del sistema nervioso central en concentraciones de más del 3%, • Ocasiona una rápida inducción anestésica y buena preservación de la misma • Produce broncoconstricción e irritación local a nivel respiratorio. • Entre otras acciones, se menciona que reduce el umbral convulsivante pudiendo desencadenar crisis convulsivas tanto durante la inducción anestésica como durante el proceso de recuperación por lo tanto no debe administrarse en pacientes que sufran de trastornos convulsivos.

<p>Isoflurano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un metil-etil-éter halogenado isómero del enflurano, • A temperatura ambiente es un líquido transparente, estable, volátil no inflamable, poco irritante de olor etéreo, de solubilidad intermedia, e inducción rápida • Posee buena potencia anestésica siendo uno de los fármacos con menor biotransformación y menos hepatotoxicidad, • Es uno de los más utilizados en neurocirugía, encontrándose entre sus principales acciones: el aumento de la frecuencia cardíaca, vasodilatación a nivel coronario, disminución de la presión arterial en función a la dosis administrada, presenta de igual manera: disminución de las resistencias vasculares sin modificar el gasto cardiaco, depresión de la contractibilidad miocárdica alterando el mecanismo de infusión miocárdica, • Puede ocasionar isquemia en pacientes con enfermedad coronaria, posible broncodilatación ocasionando depresión respiratoria y depresión de los reflejos de las vías aéreas, • A nivel del sistema nervioso central produce depresión de la función cortical disminuyendo la transmisión excitatoria de la corteza cerebral. • Presenta una baja desfluoración, por lo que no produce nefrotoxicidad, se elimina por vía pulmonar sin haber sufrido alteración alguna, mientras que por vía renal se elimina en forma de metabolitos • Se indica en pacientes con enfermedad hepática o renal • Está contraindicado en pacientes con shock hipovolémico y cuando existe el riesgo de hipoperfusión coronaria.
<p>Desflurano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un metil-etil-éter similar al isoflurano, • Se caracteriza por ser un líquido volátil, de inducción rápida aunque menor en relación al sevoflurano cuya biotransformación es mínima • Presenta un aroma picante, siendo irritante a nivel de las vías respiratorias cuando se utiliza en altas concentraciones inspiratorias motivo por el cual no debe utilizarse para inducción anestésica pudiendo ocasionar en algunos casos tos, hipersalivación e incluso laringoespasmos, • Ejerce también su acción a nivel del sistema cardiovascular en el cual producirá un aumento de la frecuencia cardíaca como también de la presión arterial media, sin modificación del gasto cardiaco, además de depresión miocárdica, pero en menor grado en relación a los demás anestésicos, • A nivel del sistema nervioso central producirá vasodilatación cerebral, disminución de la resistencia vascular y aumento del flujo sanguíneo cerebral por lo cual debe ser utilizado con precaución en pacientes que presentan presión intracraneal elevada estando indicado en pacientes con enfermedades renales y hepáticas, siendo uno de los más recomendado en operaciones prolongadas.

Fuente: Elaboración propia

Entre los efectos de los anestésicos se indican:

- Todos los anestésicos Fluorados causan una disminución de la filtración glomerular, disminución de la eliminación del agua y consecuentemente oliguria, siendo uno de los anestésicos halogenados más nefrotóxicos el metoxiflurano
- El halotano y el enflurano presentan una disminuida nefrotoxicidad y no producen alteraciones renales de consideración, mientras que a nivel del sistema respiratorio causarán una depresión respiratoria, por estas razones la respiración siempre debe ser

ayudada por el anestesiólogo durante la administración de dichos fármacos, siendo importante la intubación traqueal.

Gases

El óxido nitroso y el xenón, son los gases más empleados en anestesia. El xenón es un gas noble, con muchas propiedades de un anestésico ideal (rápido inicio de acción y recuperación, menor depresión cardiovascular, efecto neuroprotector, mínimos efectos secundarios y menor riesgo de contaminación). Su principal limitación es el alto costo de producción, pero se ha renovado el interés en su uso recientemente, ahora que sus concentraciones pueden ser medidas con precisión cuando se administra a bajos flujos, y ante la probabilidad de usar dispositivos que permitan su

El óxido nitroso es un gas a temperatura y presión ambiental, los líquidos volátiles se volatilizan con el uso de vaporizadores especiales y pueden administrarse por vía respiratoria. El éter, cloroformo y ciclopropano son agentes inhalantes que no se utilizan en la actualidad por sus efectos indeseables.

En la anestesia general también se utilizan otras drogas que no son anestésicos propiamente dichos tales como los bloqueadores neuromusculares, los antagonistas de los benzodiazepinas como el flumazenil, los antagonistas opioides como la naloxona y otros agentes que serán señalados en la descripción de la anestesia general equilibrada.

5.3. Monitorización en anestesia

La monitorización o monitoreo, de manera general significa ser consciente del estado de un sistema, para observar una situación de cambios que se pueda producir con el tiempo, para lo que se precisa un monitor o dispositivo de medición de algún tipo. El término puede referirse en medicina, por ejemplo, a la observación de una enfermedad, condición o uno o varios parámetros médicos a lo largo del tiempo.



En anestesiología, el objetivo de la monitorización es observar y registrar la evolución temporal de las variables fisiológicas básicas durante una intervención quirúrgica que requiera de una anestesia general, regional o de cuidados monitorizados anestésicos. Los equipos utilizados en una monitorización deben ser revisados previos al inicio de cada caso según los chequeos de seguridad establecidos.

El monitor es un aparato que registra imágenes, que en el caso de la anestesiología se refiere a registros de los estándares básicos de monitoreo que tienen como objetivo medir y vigilar la oxigenación, la ventilación, la función cardiovascular, la temperatura, el nivel de relajación muscular y el estado de consciencia del paciente sometido a un procedimiento anestésico quirúrgico.

Es importante destacar que no se debe olvidar nunca ni restar el valor a la vigilancia directa y constante del anestesiólogo, que siempre con criterio y juicio en relación con la cirugía, el estado del paciente y el registro de los parámetros en el monitor es quien establece las medidas de tratamiento y anestesia del paciente con el objetivo final de mejorar la calidad en la atención del paciente y obtener mejores resultados del padecimiento que se está tratando.

A continuación, se destacan los datos más relevantes que proporciona el monitoreo básico que se puede realizar con un aparato de anestesia y un monitor convencional, con los que se cuentan en la mayoría de los hospitales. Las medidas básicas pueden ser excedidas en cualquier momento de acuerdo al estado y evolución del paciente, el curso de la cirugía y el juicio del anestesiólogo.

1. Oxigenación

En todas las anestесias y durante toda la anestesia se debe medir en forma cuantitativa la oxigenación en sangre con pulsioximetría.

El pulsioxímetro debe de estar graduado en el sistema de alarmas audible en lo que respecta a frecuencia y porcentaje de saturación.

El pulsioxímetro además de proporcionar datos del porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, puede proporcionar datos indirectos del estado cardiovascular del paciente.

2. Capnometría y capnografía

- a. **Capnometría.** Se refiere a los valores máximo y mínimo de la concentración de bióxido de carbono (CO_2) durante un ciclo respiratorio
- b. **Capnografía.** Esta referida al registro gráfico de la eliminación de CO_2 espirado en un ciclo respiratorio.

La capnometría y la capnografía son una medida del metabolismo celular que en anestesia permite:

- Confirmar con la detección de CO_2 la intubación endotraqueal y asegurar que la conexión entre el circuito anestésico y la vía respiratoria esté patente.
- Evaluar la ventilación/perfusión pulmonar pues representa un índice cualitativo y cuantitativo de la ventilación y perfusión alveolar.
- La observación de los cambios en el valor del CO_2 y en la morfología del capnograma es útil en la detección de alteraciones en el gasto cardíaco, embolismo pulmonar, cambios en la producción o en la eliminación del bióxido de carbono.

Se observan en la misma tres fases:

- La fase I representa el inicio de la espiración, el gas que primero se espira libre de CO_2 , procedente del espacio muerto anatómico.
- La fase II consiste en una subida rápida en el trazado debido al aumento de la concentración de CO_2 por la mezcla de gas procedente del espacio muerto anatómico y del procedente de

5. Presión arterial no invasiva

Para monitorear la presión arterial es importante considerar que el manguito del baumanómetro debe de estar a la altura del corazón, aproximadamente a nivel del 4° espacio intercostal en un paciente en plano horizontal. Si el manguito está por debajo de este nivel, la presión registrará una presión arterial mayor, y al contrario, cuando esté por arriba del nivel del corazón censará una presión arterial menor a la real. La vigilancia de la presión arterial se puede llevar a cabo con la medición no invasiva cada cinco minutos.

Es conveniente señalar que en el registro de la presión arterial se debe considerar el uso adecuado del manguito para la toma de la presión arterial en cuanto al tamaño de acuerdo a las características del paciente.

En cuanto a la localización del manguito con relación a la altura del sitio en que se encuentra el corazón, es de importancia señalar que en pacientes en posición sentada o si éste es colocado en cualquier área quirúrgica que se encuentre por arriba del corazón, existirá un gradiente hidrostático de 0.77 Torr menos de presión por cada centímetro que haya de distancia entre el corazón y el área quirúrgica.

También se puede llevar a cabo el monitoreo hemodinámico a través del registro de la pletismografía. El análisis de la amplitud de la forma de la onda pletismográfica y de la variabilidad del índice de la curva de pletismografía durante la ventilación mecánica permite inferir datos de interés relacionados con el estado cardiovascular y hemodinámico del paciente. Con este análisis se puede evaluar frecuencia, ritmo y contractilidad cardíaca, así como volumen latido y estado hemodinámico. Actualmente, ya existen monitores que proporcionan datos numéricos del estado cardiovascular de pacientes con ventilación mecánica, considerado como índice de variabilidad del pulso.



6. Temperatura

Durante la anestesia todo paciente debe ser monitoreado en forma sistemática con el registro de la temperatura, lo cual permite mantenerlo en la temperatura que se desee; con esto se pueden detectar a tiempo alteraciones térmicas de hipotermia o hipertermia no intencionadas, y manejar adecuadamente a aquellos pacientes en los que se induce una hipotermia terapéutica.

Se considera que un paciente está hipotérmico cuando su temperatura central es menor de 35 °C. La hipotermia disminuye el metabolismo, disminuyendo el consumo de oxígeno (O₂) un 7-9% por cada grado que disminuye la temperatura.

La hipotermia y la alcalosis desvían la curva de disociación de la hemoglobina (Hb) hacia la izquierda, lo que ocasiona disminución en la disposición de O₂.

La hipotermia también disminuye la velocidad de las reacciones enzimáticas relacionadas con la coagulación y la agregación plaquetaria, por lo que aumenta la posibilidad de sangrado transoperatorio; también incrementa la posibilidad de complicaciones de tipo infeccioso, de complicaciones cardiovasculares y mayor tiempo de recuperación anestésica, etcétera.

7. Relajación muscular

Siempre que se utilicen bloqueadores neuromusculares y sea posible, se debe monitorear el nivel de relajación muscular.

Se ha reportado mayor incidencia de nivel de hipnosis insuficiente durante la anestesia en pacientes con efecto de bloqueadores neuromusculares, así como mayor frecuencia en complicaciones respiratorias en el postoperatorio inmediato por efectos residuales de bloqueadores neuromusculares durante el transoperatorio sin el registro o monitoreo del efecto de relajación muscular.

8. Estado de consciencia

Análisis biespectral (BIS) y entropía

El índice biespectral o BIS y la entropía permiten medir en forma objetiva la profundidad de la hipnosis y el “estado de consciencia o percepción del medio ambiente por el paciente”, y de este modo, utilizar una concentración de anestésicos más adecuada a las necesidades de la cirugía y requerimientos de hipnosis del paciente.

A pesar que la definición de estado de consciencia es motivo de debate, se puede afirmar que hay dos dimensiones claves: el estado de vigilia y la la percepción del medio ambiente.

Estas dos dimensiones son separables, pues se puede estar en estado de vigilia y sin embargo en el mismo tiempo un paciente puede no percibir su medio ambiente.

Desde el punto de vista anestésico, está íntimamente ligado al estado de hipnosis y a la capacidad del paciente de recordar hechos que suceden durante su anestesia y cirugía.

El electroencefalograma (EEG) ha sido el estándar de oro para monitorear la profundidad anestésica. Actualmente, el EEG procesado con el BIS y la entropía, un anesthesiólogo usando su juicio clínico y conocimientos sobre EEG puede determinar en forma adecuada el estado y profundidad de la hipnosis con un estado óptimo de anestesia e inconsciencia en el paciente que se somete a un procedimiento quirúrgico.

El BIS y la entropía digitalizan la señal electroencefalográfica, obteniéndose valores numéricos entre 0 (hipnosis y anestesia profundas) y 100 (paciente despierto y consciente); cuando los valores del BIS y la entropía se encuentran entre 40 y 60 se puede inferir que el paciente se encuentra en estado de hipnosis y anestesia adecuados.



Para hacer una interpretación adecuada del estado de hipnosis es necesario conocer el efecto de los diferentes anestésicos sobre el EEG.

9. Diuresis

El Gasto Urinario debe ser un monitoreo de rutina como indicador de perfusión de órganos, hemólisis mioglobinuria en destrucción musculoesquelética, hemoglobinuria posterior a transfusión sanguínea en caso de incompatibilidad sanguínea.

El anestesiólogo debe mantener un gasto urinario transanestésico de por lo menos 0.5-1 mL/kg/hora.

Figura 1. Monitorización estándar

Monitorización estándar

Anestesia general

- Oxigenación
- EKG
- Presión arterial
- Frecuencia respiratoria
- Temperatura



Espinoza Paz, Alicia. Monitorización En La Anestesia [Internet]. 2018 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/13134810/>

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo VI

Fases de la anestesia general





Los anestésicos generales son depresores del Sistema Nervioso Central (SNC), capaces de aumentar progresivamente la profundidad de la depresión central hasta producir la parálisis del centro vasomotor y respiratorio del bulbo y con ello la muerte del paciente.

A fin de cuantificar la intensidad de la depresión del sistema nervioso central se han establecido 4 etapas (La clasificación de Guedel es un medio para evaluar la profundidad de la anestesia general introducida por Arthur Ernest Guedel en 1937) (16), de creciente profundidad de depresión del SNC.

I Etapa de inducción o analgesia

Esta etapa comienza con la administración del anestésico general, termina cuando el paciente pierde la conciencia. En esta etapa existe analgesia y amnesia.

II Etapa de excitación o delirio

Comienza con la pérdida de la conciencia y termina cuando comienza la respiración regular. En esta etapa hay pérdida de la conciencia y amnesia, pero el paciente puede presentar excitación, delirios, forcejeos, la actividad refleja esta amplificada, la respiración es irregular y pueden presentarse náuseas y vómitos. La descarga simpática aumentada puede provocar arritmias cardíacas.

III Etapa de anestesia quirúrgica

Comienza con la regularización de la respiración y termina con parálisis bulbar. En esta etapa se han descrito 4 planos diferentes para caracterizar mejor el nivel de profundidad de depresión del SNC. En esta etapa se realizan la mayoría de las intervenciones quirúrgicas. Los cuatro planos son:

- **Plano I:** desde el inicio de la respiración automática hasta el cese de los movimientos del globo ocular. Se pierde el reflejo de los párpados, desaparece el reflejo de deglución, se puede producir un movimiento marcado del globo ocular, pero se pierde el

reflejo conjuntival en la parte inferior del avión.

- **Plano II:** desde el cese de los movimientos del globo ocular hasta el comienzo de la parálisis de los músculos intercostales. El reflejo laríngeo se pierde, aunque la inflamación del tracto respiratorio superior aumenta la irritabilidad del reflejo, desaparece el reflejo corneal, aumenta la secreción de lágrimas (un signo útil de anestesia ligera), la respiración es automática y regular, el movimiento y la respiración profunda desaparecen como respuesta a la estimulación de la piel.
- **Plano III:** desde el comienzo hasta la finalización de la parálisis muscular intercostal. La respiración diafragmática persiste, pero hay parálisis intercostal progresiva, pupilas dilatadas y se suprime el reflejo de luz. El reflejo laríngeo perdido en el plano II todavía puede iniciarse por estímulos dolorosos derivados de la dilatación del ano o el cuello uterino. Este era el plano deseado para la cirugía cuando no se usaban relajantes musculares.
- **Plano IV:** desde la parálisis intercostal completa hasta la parálisis diafragmática (apnea).

IV Etapa de parálisis bulbar

La intensa depresión del centro respiratorio y vasomotor del bulbo ocasiona el cese completo de la respiración espontánea y colapso cardiovascular. Si no se toman medidas para disminuir drásticamente la dosis anestésica la muerte sobreviene rápidamente.

Guedel para describir las etapas y los planos de la anestesia general se valió de las modificaciones que por efecto de las drogas anestésicas generales presentan los siguientes parámetros: características de la respiración, magnitud y cambios de la presión arterial y la frecuencia cardíaca, tamaño de la pupila, tono muscular, presencia o ausencia de determinados reflejos. Además, utilizó como única droga anestésica, el éter dietílico que se caracteriza por tener un comienzo de acción lento por su elevada solubilidad en la sangre.



Actualmente, la descripción minuciosa de las distintas etapas, con las modificaciones que sufren cada uno de los parámetros indicados ha perdido importancia.

Ahora, se realiza la Anestesia Equilibrada, la cual incluye la combinación de varios fármacos que potencian sus ventajas individuales y reducen sus efectos nocivos.

La administración de medicación preanestésica, el uso de bloqueadores neuromusculares y el empleo combinado de anestésicos intravenosos e inhalatorios ha determinado que muchos de los parámetros de referencia, expuestos con anterioridad, se modifiquen y pierdan valor como guía para la determinación de una etapa.

Así, se tiene por ejemplo los siguientes casos:

- La utilización en el preoperatorio de analgésicos opioides (fentanilo) o agentes anticolinérgicos (atropina) que modifican por sí mismo el tamaño de la pupila hacen perder valor a este parámetro.
- El uso de bloqueadores neuromusculares que produce parálisis del músculo estriado, determina que el tono muscular y las características de la respiración también pierdan valor.
- Finalmente, la administración de agentes intravenosos (tiopental), que producen rápida inducción y pérdida de la conciencia, determinan que la etapa II pase desapercibida.

Cuadro 9. Resumen de las fases de anestesia general

Fase I (de analgesia)	Abarca desde el comienzo de la anestesia hasta la pérdida de conciencia.
Fase II (de excitación)	Esta fase se encuentra muy unida a la III (a veces la dosis no permite diferenciarlas). Se ve el efecto más característico de la anestesia: pérdida de conciencia. Hay un aumento de la actividad del SNC debido al bloqueo de neuronas inhibitorias: la respuesta del paciente va a ser de irritabilidad e hiperactividad. Esto se produce porque se bloquean las neuronas de GABA (muy sensibles) bloqueando la transmisión nerviosa por lo que la respuesta va a ser acorde al estímulo.
Fase III (anestesia quirúrgica)	Se produce el efecto analgésico y amnésico. Hay una privación del sistema cardiovascular y respiratorio, relajación muscular, cese de los movimientos oculares.
Fase IV (depresión medular)	Depresión de los centros vasomotores y respiratorios. No se considera que se ha logrado la anestesia general si no se presentan todos estos aspectos: Inconsciencia, amnesia, pérdida de la sensibilidad (analgesia) y relajación muscular.

Fuente: Elaboración propia

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo VII

Clasificación de los pacientes
por el riesgo anestésico



de la enfermedad que padece el paciente ubicándolo en una escala. Además, evalúa su estado de salud físico y general, clasificándolos de acuerdo a sus antecedentes médicos, lo que permite distinguir a los pacientes que pueden ser tratados sin ningún tipo de problema y aquellos en los que cualquier técnica invasiva, por mínima que sea, puede producir algún daño en su salud.

Explica el citado autor que **esta** clasificación ha sido empleada como predictor significativo de morbilidad y mortalidad en pacientes quirúrgicos, en los que si bien no se evalúa el riesgo quirúrgico en sí, ya que deja de lado el impacto de la cirugía por sí misma sobre los resultados del paciente, estratifica su enfermedad sistémica, que indirectamente puede conducir a acontecimientos adversos durante alguna intervención. Por tal motivo, es una herramienta de apreciación subjetiva que clasifica a los pacientes en subgrupos por estado físico preoperatorio y preanestésico estimando el riesgo que tiene el paciente durante la intervención, por lo que al ser un método factible se ha aplicado a todos los pacientes quirúrgicos independientemente de la técnica de anestesia usada sea esta general, regional o sedación.

Se consideran, actualmente, seis (6) tipos que pueden ser categorizados en la clasificación ASA como:

- 1. Saludable (CI).** Capaz de caminar por lo menos un tramo de escaleras sin angustia o ansiedad, excluye pacientes muy jóvenes y de edad muy avanzada.
- 2. Con enfermedad sistémica leve (CII).** Fumadores sin enfermedad pulmonar obstructiva crónica, obesidad leve, presión arterial controlada con medicamentos, trastornos de la tiroides; diabetes tipo II controlado con dieta o medicamentos; primeros trimestres del embarazo; paciente asmático que ocasionalmente utiliza inhalador oral, trastorno controlado con medicamentos, angina estable, extremadamente ansiosos con antecedentes de episodios sincopales en el consultorio dental, pacientes que sufrieron un ataque al corazón 6 meses atrás pero que no tienen

síntomas y mayores de 65 años.

- 3. Con enfermedad sistémica grave que limita las actividades (CIII).** Diabéticos tipo I controlados con insulina, obesidad mórbida, ataques frecuentes de angina de pecho después de un esfuerzo leve, presión arterial 160 a 194/95 a 99; en el último trimestre del embarazo cuando se vea comprometida en determinadas posiciones e incómoda; paciente en quimioterapia, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (bronquitis y enfisema); tobillos hinchados (insuficiencia cardíaca); hemofílicos, con ataques asmáticos frecuentes o convulsiones, pacientes que tuvieron ataque cardíaco en menos de 6 meses pero con síntomas (angina de pecho y dificultad para respirar). Se requiere consulta médica.
- 4. Con enfermedad sistémica grave que constituye una constante amenaza a la vida (CIV).** Diabéticos no controlados, pacientes con dolores en el pecho o dificultad para respirar mientras está sentado, paciente incapaz de subir un tramo de escaleras; paciente que se despierta durante la noche con dolores en el pecho o dificultad respiratoria, pacientes con angina de pecho que empeora incluso con el medicamento; pacientes que cuentan con un tanque de oxígeno, pacientes que tuvieron un ataque cardíaco o accidente cerebro vascular en los últimos 6 meses; con la presión arterial mayor de 200/100.
- 5. (CV).** Paciente moribundo que no se espera que sobreviva sin una operación.
- 6. (CVI).** Paciente declarado con muerte cerebral cuyos órganos serán donados.

Se considerarán pacientes de alto riesgo aquellos que pueden ser incluidos dentro de los grupos III-IV-V de la clasificación de la A.S.A., justificando dicha condición mediante informe del anestesiólogo.

Según la Asociación de Anestesiólogos de Madrid (18) el concepto de alto riesgo se aplicará tanto para intervenciones quirúrgicas como

pruebas diagnósticas y no se podrá asociar a CMA, ni urgencia. Además, indica en cuanto al alto riesgo anestésico lo siguiente:

Se podrían considerar dentro del apartado de alto riesgo no solo aquellos cuadros dentro de los grupos III-IV-V de la clasificación de la A.S.A., sino también aquellos que precisasen una preparación, evaluación y práctica anestésica especiales (no debidas a la intervención en sí, sino a la patología asociada del paciente) y que de no efectuarlo así se incrementarían de forma importante los riesgos para dicho paciente, también justificado con informe del anesthesiólogo.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

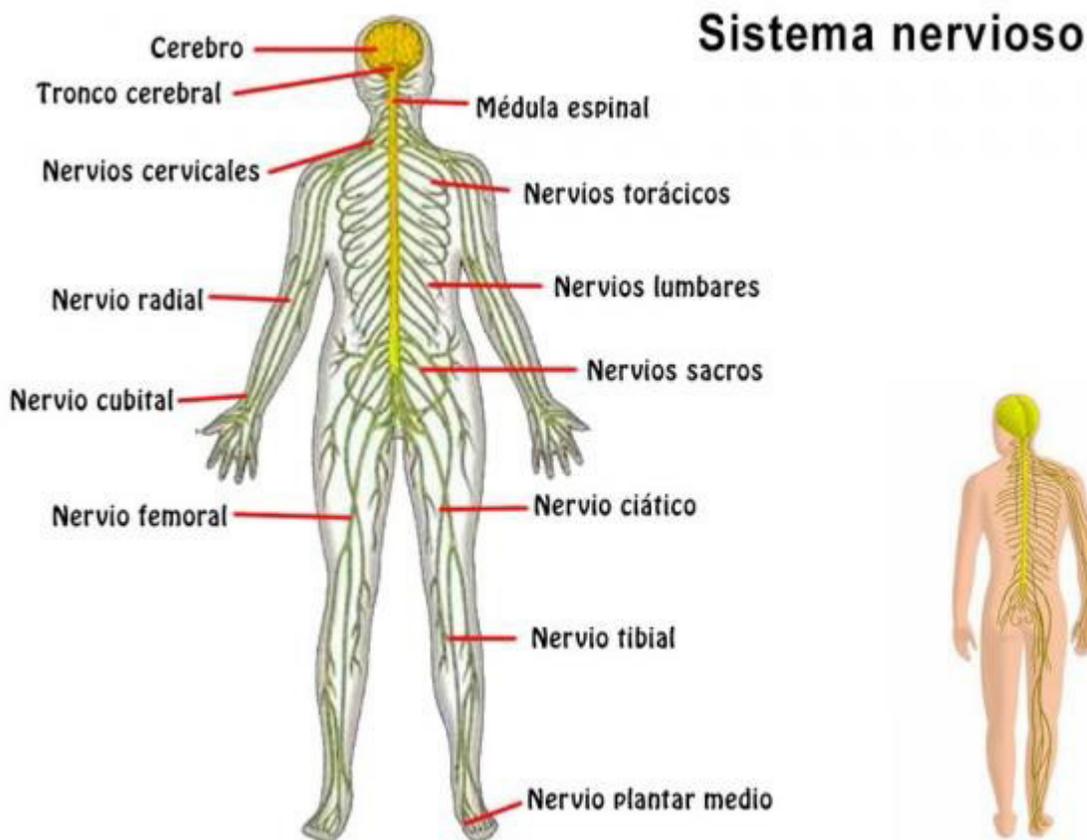
Capítulo VIII

Sistema nervioso autónomo



El sistema nervioso es uno de los sistemas más complejos en la estructura del cuerpo humano, a través de éste es posible percibir los estímulos del exterior, para lo cual los capta, procesa la información y transmite impulsos a los nervios y músculos. Se encuentra dividido en dos partes que se encuentran vinculadas y ejercen funciones de forma conjunta, los cuales se denominan: Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Periférico.

Figura 2. Sistema nervioso



Gromé, Miguel. Las partes del sistema nervioso [Internet]. 2017 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/las-partes-del-sistema-nervioso-2274.html>



El Sistema Nervioso Central (SNC) está constituido por el encéfalo y la médula espinal, se encuentra revestido por tres membranas: duramadre (membrana externa), aracnoides (intermedia), piamadre (membrana interna), denominadas de manera general como meninges y protegido por envolturas óseas, que son el cráneo y la columna vertebral respectivamente. Es un sistema muy complejo, encargado de percibir estímulos procedentes del mundo exterior, procesar la información y transmitir impulsos a nervios y músculos.

Descripción del sistema nervioso autónomo

El Sistema Nervioso Autónomo (SNA), denominado también sistema nervioso neurovegetativo o sistema nervioso visceral, es parte del sistema nervioso periférico, funciona de forma automática o autónoma, es decir, sin el esfuerzo consciente de la persona y es el que controla las funciones involuntarias de las vísceras, tales como: la frecuencia cardíaca, la digestión, la frecuencia respiratoria, la salivación, la sudoración, la dilatación de las pupilas, la micción. Este sistema cumple un rol primordial en el mantenimiento de la homeostasia fisiológica.

Cuadro 10. Estructura del sistema nervioso autónomo

<p>Nervios espinales o nervios raquídeos</p>	<p>Estos nervios también de los conoce también como nervios raquídeos y se encuentra ubicado en diversos puntos del organismo, pero su origen es la medula espinal. Se componen de 31 nervios que se encuentran divididos en: 5 lumbares, 5 sacros, 1 coccígeo, 12 torácicos y 8 cervicales. Ellos terminan por llevar la información procesada en el cerebro o en la medula espinal (reflejo) a los músculos y tejidos.</p>
<p>Nervios craneales</p>	<p>Se trata de 12 pares de nervios los cuales atraviesan los pequeños poros que se encuentran en la base craneal por eso se denominan también pares craneales. A través de estos se transmite información, además conecta el encéfalo con los diferentes órganos sensitivos, motores, músculos y tejidos. Estos nervios, a diferencia de los demás, no pasan por la medula espinal, debido a que parten directamente del encéfalo desde donde se dirigen hacia la cabeza, el cuello, tórax y abdomen. Por estos nervios es que es posible ejecutar una serie de acciones que intervienen en el desarrollo diario del ser humano, pues recogen información a través de los sentidos que es trasladada al cerebro y posteriormente del cerebro a los músculos, órganos y tejidos.</p>
<p>Plexos</p>	<p>Es una red conformada por diversas ramificaciones nerviosas, las cuales pueden pertenecer a los nervios cerebrraquídeos o al sistema nervioso simpático.</p>

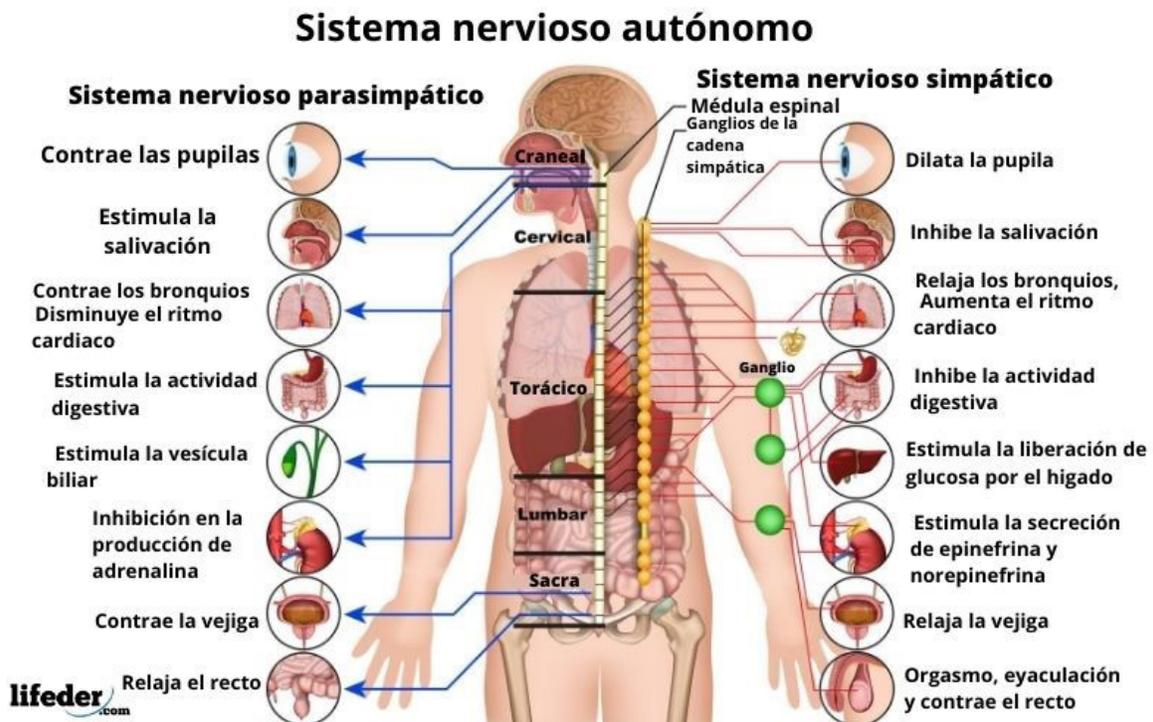
Dermatomas	Son nervios cutáneos distribuidos por la piel en zonas específicas los cuales se encargan de recoger información pues otorgan la sensibilidad de ésta.
Ganglios nerviosos	Son aglomeraciones de tejido celular nervioso, encargados de conectar el sistema nervioso periférico y el sistema nervioso central, bien sea de forma eferente o aferente. En ese sentido es posible afirmar que un ganglio nervioso se encuentra compuesto por tejido celular, axones neuronales, nervios aferentes y eferentes.

Fuente: Elaboración propia

Funcionamiento del sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo como parte del sistema nervioso es el encargado de controlar el correcto funcionamiento visceral inconsciente. Se encuentra inervando la mayoría de órganos y sistemas corporales, con la excepción de los músculos y articulaciones que rigen el movimiento voluntario. De manera concreta, este sistema controla la musculatura lisa de las vísceras y de diversos órganos como el corazón o los pulmones. Participa también en la síntesis y expulsión la mayor parte de secreciones hacia el exterior del cuerpo y parte de las endocrinas, así como en los procesos metabólicos y los reflejos. Es decir, el sistema nervioso autónomo de manera general controla procesos corporales internos como son: presión arterial, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, temperatura corporal, digestión, metabolismo (afecta así al peso corporal), el balance de agua y electrolitos (como sodio y calcio), la producción de líquidos corporales (saliva, sudor y lágrimas), micción, la defecación y la respuesta sexual.

Figura 3. Sistema nervioso autónomo.



Parada Puig, Raquel. Sistema nervioso autónomo: funciones, estructura, enfermedades [Internet]. 2020 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.liferder.com/sistema-nervioso-autonomo/>

Las funciones del sistema nervioso autónomo sustentan la vida al ejercer el control sobre las funciones y/o sistemas:

- Corazón (control de la frecuencia cardíaca a través de la contractilidad, estados refractarios, conducción cardíaca)
- Vasos sanguíneos (constricción y dilatación de las arterias / venas)
- Pulmones (relajación de los músculos lisos de los bronquios)
- Aparato digestivo (motilidad gastrointestinal, producción de saliva, control de los esfínteres, producción de insulina en el páncreas, etcétera)
- Sistema inmunitario (inhibición de los mastocitos)
- Balance de líquidos (constricción de la arteria renal, secreción

- de renina)
- Diámetro de la pupila (constricción y dilatación de la pupila y el músculo ciliar)
- Sudoración (estimula la secreción de las glándulas sudoríparas)
- Sistema reproductivo (en los hombres, la erección y la eyacu-lación y en las mujeres, la contracción y la relajación del útero)
- Sistema urinario (relajación y contracción de la vejiga y de los músculos detrusores, esfínter uretral).
- A través de las dos ramas del sistema nervioso autónomo: simpático y parasimpático, se controla el gasto energético. La rama simpática media este gasto, mientras que la rama parasimpá-tica cumple una función reparadora. Por tanto:
- El sistema nervioso simpático provoca una aceleración de las funciones corporales, es decir, el corazón y la frecuencia respi-ratoria, y protege el núcleo desviando la sangre desde las extre-midades hasta el núcleo.
- El sistema nervioso parasimpático provoca una disminución de las funciones del cuerpo, es decir, corazón y respiratoria y favo-rece la cicatrización de las respuestas, el descanso y la restau-ración, así como la coordinación inmune.

El sistema nervioso autónomo es, ante todo, un sistema eferente, es decir, transmite impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hasta la periferia estimulando los aparatos y sistemas orgánicos periféricos. La mayoría de las acciones que controla son involuntarias, aunque algunas, como la respiración, actúan junto con acciones conscientes. El mal funcionamiento de este sistema puede provocar diversos síntomas, que se agrupan bajo el nombre genérico de (minocutia).

Este sistema, al contrario del sistema nervioso somático y central, es involuntario y responde principalmente por impulsos nerviosos en la médula espinal, tallo cerebral e hipotálamo. Además, algunas porciones de la corteza cerebral como la corteza límbica, pueden transmitir impulsos a los centros inferiores y así, influir en el control autónomo.



Los nervios autónomos están formados por todas las fibras eferentes que abandonan el sistema nervioso central, excepto aquellas que inervan el músculo esquelético. Existen fibras autonómicas aferentes, que transmiten información desde la periferia al sistema nervioso central, encargándose de transmitir la sensación visceral y la regulación de reflejos vasomotores y respiratorios, por ejemplo, los barorreceptores y quimiorreceptores del seno carotídeo y arco aórtico que son muy importantes en el control del ritmo cardíaco, presión sanguínea y movimientos respiratorios. Estas fibras aferentes son transportadas al sistema nervioso central por nervios autonómicos principales como el neumogástrico, nervios espláncnicos o nervios pélvicos.

En este orden de ideas, el sistema nervioso autónomo funciona a través de reflejos viscerales, es decir, las señales sensoriales que entran en los ganglios autónomos, la médula espinal, el tallo cerebral o el hipotálamo pueden originar respuestas reflejas adecuadas que son devueltas a los órganos para controlar su actividad. Reflejos simples terminan en los órganos correspondientes, mientras que reflejos más complejos son controlados por centros autonómicos superiores en el sistema nervioso central, principalmente el hipotálamo (19).

Control de sistema nervioso autónomo

Como se ha visto hasta este momento, el sistema nervioso autónomo no está bajo control consciente. Sin embargo, existen varios centros que desempeñan un papel significativo en el control de su funcionamiento:

Cuadro 11. Centros que ejercen control del funcionamiento del SNA

La corteza cerebral	Las áreas de la corteza cerebral controlan la homeostasis mediante la regulación del SNS, el SNP y el hipotálamo.
El sistema límbico	El sistema límbico está formado por el hipotálamo, la amígdala, el hipocampo y otras áreas cercanas. Estas estructuras se encuentran en ambos lados del tálamo, justo debajo del cerebro.

El hipotálamo	Las células que conducen al Sistema nervioso autónomo se encuentran en la médula lateral. El hipotálamo se proyecta a esta área, que incluye los núcleos vagal parasimpático, y también a un grupo de células que conducen al sistema simpático en la médula espinal. Al interactuar con estos sistemas, el hipotálamo controla la digestión, el ritmo cardíaco, la sudoración y otras funciones.
Tallo cerebral	El cerebro actúa como enlace entre la médula espinal y el cerebro. Las neuronas sensoriales y motoras viajan a través del tronco cerebral, transportando mensajes entre el cerebro y la médula espinal. El tronco cerebral controla muchas funciones autónomas del Sistema nervioso autónomo, incluyendo la frecuencia cardíaca, la respiración y la presión arterial.
La médula espinal y dos cadenas de ganglios	La médula espinal y dos cadenas de ganglios se encuentran a cada lado de la médula espinal. Las cadenas externas forman el sistema nervioso parasimpático, mientras que las cadenas próximas a la médula espinal forman el elemento simpático.

Fuente: Elaboración propia

Anatomía del sistema nervioso autónomo

El Sistema Nervioso Autónomo clásicamente se subdivide en dos (2) subsistemas: en el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático. Sin embargo, funcionalmente se divide en tres (3) partes:

- a. Sistema simpático:** De disposición toracolumbar y con sus ganglios alejados del órgano efector. Usa noradrenalina y acetilcolina como neurotransmisor, y lo constituyen una cadena de ganglios paravertebrales situados a ambos lados de la columna vertebral que forman el llamado tronco simpático, así como unos ganglios prevertebrales o preaórticos, adosados a la cara anterior de la aorta (ganglios celíacos, aórtico-renales, mesentérico superior y mesentérico inferior). Está implicado en actividades que requieren gasto de energía. También es llamado sistema adrenérgico o noradrenérgico; ya que es el que prepara al cuerpo para reaccionar ante una situación de estrés.
- b. Sistema parasimpático:** De disposición cráneo-sacra, lo forman los ganglios aislados, ya que estos están cercanos al órgano efector. Usa la acetilcolina. Está encargado de almacenar y conservar la energía. Es llamado también sistema colinérgico; ya que es el que mantiene al cuerpo en situaciones normales y luego de haber pasado la situación de estrés. Es antagónico al simpático.

Este conjunto de acciones se puede considerar como una preparación para la lucha o huida, pero se desencadenan de forma automática ante cualquier estímulo intenso como un sobresalto, un dolor punzante o una situación generadora de ansiedad.

Se estructura a través de neuronas preganglionares cuyo cuerpo se encuentra en el encéfalo o la médula espinal y neuronas postganglionares ubicadas en los ganglios simpáticos.

Las neuronas preganglionares transmiten los impulsos nerviosos a través de los nervios craneales o espinales hasta las neuronas postganglionares de donde parten las fibras nerviosas que retransmiten estas señales nerviosas hasta las diferentes vísceras y órganos efectores.

Las fibras nerviosas simpáticas preganglionares emergen por las raíces anteriores de la médula espinal, siguen por los ramos comunicantes blancos hasta la cadena de ganglios simpáticos en los que se encuentran las neuronas postganglionares.

Los ganglios simpáticos se distribuyen en dos grupos principales: paravertebrales y prevertebrales:

- Los ganglios paravertebrales se sitúan a ambos lados de la columna vertebral, desde la columna cervical hasta el coxis e inervan sobre todo los órganos de la mitad superior del cuerpo, es decir los situados por encima del diafragma.
- Los ganglios prevertebrales se encuentran por delante de la columna vertebral y emiten fibras nerviosas que inervan principalmente los órganos situados en el abdomen y debajo del diafragma. Destacan tres de ellos: ganglio celiaco, ganglio mesentérico superior y ganglio mesentérico inferior.

Este sistema nervioso actúa sobre numerosos órganos y sistemas, tales como: el sistema cardiovascular, el aparato respiratorio, ojo, apar-



to digestivo, glándula suprarrenal, glándulas sudoríparas. Estimula de producción de sudor por las glándulas sudoríparas.

Receptores

Las terminaciones del sistema nervioso simpático liberan noradrenalina y adrenalina que se unen a receptores específicos situados en los tejidos. Existen diferentes tipos de receptores:

- Receptores alfa éstos pueden dividirse en 2 tipos principales llamados alfa 1 y alfa 2.
- Receptores beta que se clasifican en beta 1, beta 2 y beta 3.

La activación masiva tiene lugar por determinados estímulos emocionales o dolorosos muy intensos que producen a través del hipotálamo una activación del sistema simpático en todo el organismo. El cuerpo se prepara de esta forma para desarrollar una importante actividad muscular, aumenta la presión arterial, aumenta el flujo de sangre a los músculos y lo disminuye a otros órganos no vitales, sube la frecuencia cardiaca como preparación para una actividad física agotadora y aumenta el metabolismo celular y la producción de glucosa.

8.2. Sistema Nervioso Parasimpático

El Sistema Nervioso Parasimpático está integrado por varios nervios que nacen del encéfalo y otros que surgen de la médula espinal a nivel de las raíces sacras S2 a S4.

El principal neurotransmisor de este sistema es la acetilcolina, que actúa sobre los receptores muscarínicos y nicotínicos.

Los centros nerviosos que dan origen a las fibras preganglionares del parasimpático están localizados tanto en el encéfalo como en el plexo sacro que surge de la médula espinal.

Las fibras nerviosas parasimpáticas se ramifican por el territorio de algunos nervios craneales, entre ellos el nervio motor ocular común, ner-

.....

vio facial, nervio vago y nervio glossofaríngeo, también en los nervios pélvicos que surgen del plexo sacro.

La activación del parasimpático provoca, entre otras acciones, disminución de la frecuencia cardíaca y de la fuerza contráctil del corazón, contracción de la pupila (miosis), estimulación del peristaltismo intestinal, relajación de los esfínteres gastrointestinales, broncoconstricción, relajación del esfínter uretral y contracción del músculo detrusor.

El sistema nervioso parasimpático participa en la regulación del aparato cardiovascular, el digestivo y el genitourinario, en muchos órganos su acción es opuesta a la del sistema nervioso simpático. Hay tejidos, como el hígado, riñón, páncreas y tiroides, que reciben inervación parasimpática, lo cual indica que este sistema participa también en la regulación metabólica, aunque las influencias colinérgicas sobre el metabolismo no son bien conocidas.

Tono simpático y parasimpático

La actividad constante que mantienen el sistema nervioso simpático y parasimpático se conoce como tono simpático y tono parasimpático, lo cual permite que en un momento dado la actividad de cada uno de estos sistemas pueda aumentar o disminuir.

El tono simpático y parasimpático depende de la actividad de los centros superiores del tronco cerebral.

Informa Costa G. Teresa S. (20) en cuanto al tono simpático y parasimpático o la activación de los mismos, lo siguiente:

a. Activación del sistema nerviosos simpático

El sistema nervioso simpático puede activarse de forma masiva; esto ocurre cuando el hipotálamo es activado por un determinado evento como un estímulo doloroso o emocional muy intensos. Como resultado se produce una reacción generalizada en todo el organismo conocida



como reacción de alarma o de estrés, también denominada reacción de lucha o huida (“fight or flight”). Con la descarga simpática masiva el organismo se pone en marcha para llevar a cabo una actividad muscular enérgica:

- aumento de la presión arterial, aumento del flujo sanguíneo en los músculos
- disminución del flujo sanguíneo en los órganos innecesarios para una actividad rápida
- aumento del metabolismo celular de forma generalizada
- aumento de la concentración sanguínea de glucosa
- aumento de la fuerza muscular
- aumento de la actividad mental

Todo ello permite realizar una actividad física agotadora.

Otras veces, la activación del sistema nervioso simpático se produce de forma selectiva. Ello ocurre por ejemplo en el proceso de regulación térmica donde se controla el sudor y el volumen de sangre que pasa por la piel sin que se vean afectados otros órganos.

Muchos reflejos locales que afectan a la médula espinal, pero no a centros más superiores del SNC, afectan sólo a zonas muy concretas, como por ejemplo la vasodilatación cutánea local originada por el calentamiento de una zona de la piel.

b. Activación del sistema nervioso parasimpático

Al contrario de lo que ocurre con el sistema nervioso simpático, el sistema nervioso parasimpático se relaciona con procesos de descanso (“rest and digest”), y su activación está orientada al ahorro de energía. Así, la activación parasimpática produce una disminución de la frecuencia cardiaca, de la velocidad de conducción seno-auricular y aurículo-ventricular, constricción del músculo liso bronquial, miosis, etc. Puede ocurrir una descarga parasimpática, con síntomas como náuseas, vómitos, aumento del peristaltismo intestinal, enuresis, defecación, aumento de secreciones.

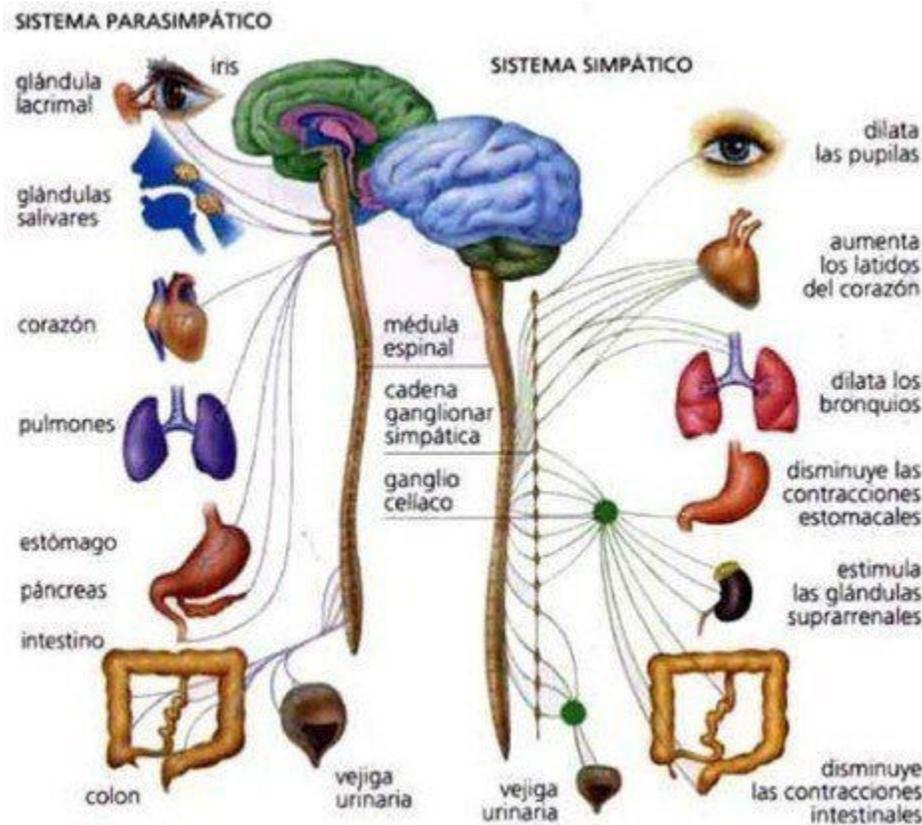
Sin embargo, la mayor parte de los reflejos parasimpáticos son relativamente específicos; así, por ejemplo, es posible una bradicardia por estímulo vagal, sin otras alteraciones concomitantes ya que los reflejos parasimpáticos cardiovasculares suelen actuar sólo sobre el corazón; otro ejemplo es el reflejo de vaciamiento rectal, sin afectación del resto del intestino. A veces los reflejos parasimpáticos pueden asociarse, como en el caso del vaciamiento vesical y rectal.

Cuadro 12. Diferencias del S.N. simpático y parasimpático.

Simpático	Parasimpático
Dilata las pupilas	Contrae la pupila
Aumenta la fuerza y frecuencia de los latidos del corazón	Disminuye la fuerza y la frecuencia de los latidos del corazón
Dilata la traquea y bronquios	Estimula la bronquioconstriccion
Disminuye la peritallsis	Estimula la peristalsis gastrointestinal y la uretral
Estimula las glándulas suprarrenales	Estimula la secreción exocrina del epitelio glandular
Bloquea la secreción exocrina del epitelio glandular	relaja esfinteres
Contrae esfinteres	Relajación y contracción

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Sistema Nervioso Parasimpático y Simpático



Barrios, Daniela. Cuadro Comparativo Del Sistema Nervioso Simpático Y Parasimpático [Internet]. 2018 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/portafoliodanielabarrios/cuadro-comparativo-del-sistema-nervioso-simpatico-y-parasimpatico>

Funciones y efectos de la activación del sistema nervioso autónomo parasimpático y simpático

a. Sistema nervioso simpático (SNS)

La reacción de activación del SNS es lo que se conoce comúnmente como la reacción de “lucha o huida”:

- Las neuronas simpáticas de manera general se consideran que pertenecen al sistema nervioso periférico, a pesar que algunas de las neuronas simpáticas se encuentran en el sistema nervioso central.

- Las neuronas simpáticas del sistema nervioso central -médula espinal- interactúan con las neuronas simpáticas periféricas a través de una serie de células nerviosas simpáticas o cuerpos conocidos como ganglios.
- A través de las sinapsis químicas dentro de los ganglios, las neuronas simpáticas periféricas se unen a las neuronas simpáticas. Los términos 'presináptica' y 'postsináptica' se usan para referirse a las neuronas de la médula espinal simpáticas y neuronas simpáticas periféricas, respectivamente.
- Las neuronas simpáticas presinápticas liberan acetilcolina en las sinapsis en los ganglios simpáticos. La acetilcolina (Ach) es un mensajero químico que se une a los receptores nicotínicos de la acetilcolina en las neuronas postsinápticas.
- Las neuronas postsinápticas liberan norepinefrina (NE) en respuesta a este estímulo.
- La activación prolongada de esta respuesta estímulo puede desencadenar la liberación de adrenalina de las glándulas suprarrenales (específicamente desde la médula suprarrenal).
- Una vez liberado, NE y la adrenalina se unen a los receptores adrenérgicos en diversos tejidos, dando lugar a los efectos característicos de la "lucha o huida".

Los siguientes efectos se consideran como un resultado de la activación de los receptores adrenérgicos: el aumento de la sudoración, la disminución del peristaltismo, la tasa cardíaca (velocidad de conducción, disminución período refractario), la dilatación de la pupila y la presión arterial (aumento de la contractilidad, el aumento de la capacidad del corazón para relajarse y rellenarse).

b. Sistema nervioso parasimpático (SNP)

El SNP se refiere a veces como el "descanso y digestión" del sistema. Por lo general, este sistema actúa de manera opuesta al sistema nervioso simpático, revertir los efectos de la respuesta de lucha o huida. Sin embargo, es más correcto decir que ambos sistemas tienen una



relación de complementariedad, más que de oposición.

- El SNP utiliza Ach como su principal neurotransmisor.
- Cuando se estimula el nervio presináptico libera acetilcolina (Ach) en el ganglio.
- Ach a su vez actúa sobre los receptores nicotínicos de las neuronas postsinápticas.
- Los nervios postsinápticos luego liberan la acetilcolina para estimular los receptores muscarínicos del órgano diana.
- Los siguientes efectos se consideran como un resultado de la activación del SNP:
- Disminución de la sudoración
- Peristaltismo aumentado
- Disminución de la frecuencia cardiaca (disminución de la velocidad de conducción, aumento del período refractario)
- Constricción de la pupila
- Disminución de la presión arterial (disminución de la contractilidad, disminución de la capacidad del corazón para relajarse y rellenarse)

Cuadro 13. Funciones del S.N. simpático y parasimpático

El sistema simpático Respuesta “de lucha o huida”	El sistema parasimpático Respuesta de “descansar y digerir”
<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación de las glándulas sudoríparas. • Constricción de los vasos sanguíneos periféricos para desviar la sangre a la base, donde se necesita. • Aumento en el suministro de sangre a los músculos esqueléticos que pueden ser necesarios para la actividad. • La dilatación de los bronquiolos para aumentar el oxígeno en la sangre. • Reducción del flujo de sangre al abdomen, disminución del peristaltismo y actividades digestivas. • Liberación de reservas de glucosa desde el hígado para aumentar la glucosa en el torrente sanguíneo 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el flujo sanguíneo en el tracto gastrointestinal, lo que ayuda a satisfacer las demandas metabólicas mayores vertidas en el cuerpo por el tracto GI. • La constricción de los bronquiolos cuando los niveles de oxígeno se normalizan. • Control del corazón a través de las ramas del nervio vago y los nervios espinales cardíacos accesorios de la médula espinal torácica. • La constricción de la pupila que permite el control de visión de cerca. • La estimulación de la producción de las glándulas salivares y aceleración del peristaltismo y ayuda a la digestión. • Relajación / contracción del útero y de la erección / precoz en los hombres.

Fuente: Elaboración propia

8.3. Sistema Nervioso Entérico (SNE)

El Sistema Nervioso Entérico es el encargado de controlar directamente el aparato digestivo: advierte sobre el hambre y la saciedad, evita que entren sustancias invasoras y dañinas al cuerpo, se encarga de funciones autónomas, como: la coordinación de reflejos, los movimientos peristálticos y la regulación de la secreción. Es muy importante en la secreción biliar y pancreática, las contracciones peristálticas, las masivas en vómitos y diarreas.

- a. Es sensible a las hormonas.
- b. Se encuentra en las envolturas de tejido que revisten el esófago, el estómago, el intestino delgado y el colon.
- c. El sistema nervioso entérico es bastante grande y está compuesto por una red de cien millones de neuronas, la milésima parte de las del encéfalo y tantas como en la médula espinal, repartidas por los 10-12 metros aproximadamente de tubo digestivo.
- d. Además, es un sistema muy complejo, consistente en una red neuronal capaz de actuar independientemente del encéfalo, de recordar, aprender. Por ello, en ocasiones se dice que es el segundo cerebro.
- e. Consiste en un sistema local, organizado muy sistemáticamente y con capacidad de operación autónoma, comunicado con el sistema nervioso central (SNC) a través de los sistemas simpático y parasimpático, los cuales envían información motora al intestino, al mismo tiempo que éste envía información sensitiva.

Las neuronas del sistema nervioso entérico se recogen en dos tipos de ganglios:

- **Plexo submucoso o de Meissner:** constituye una red continua desde el esófago hasta el esfínter anal externo localizada en la submucosa. Se encarga de la regulación de la secreción de hormonas, enzimas y todo tipo de sustancia secretada por las diferentes glándulas que se encuentran a lo largo del tubo digestivo. Presenta pocas neuronas, y de tipo estimula el cuerpo.
- **Plexo Mientérico o de Auerbach:** Encargado de los movimien-

tos intrínsecos gastrointestinales. Se encuentra entre las capas musculares circular y longitudinal del intestino; se hallan menos en el esófago y estómago; pero son abundantes en el intestino y escasos al final del canal anal.

Estos plexos del intestino, tienen conexiones además con plexos análogos de la vesícula, del páncreas e incluso ganglios de la cadena simpática para-aórtica. Incluye neuronas aferentes o sensoriales, interneuronas y neuronas eferentes o motoras, de modo que puede actuar como centro integrador de señales en ausencia de input del sistema nervioso central y llevar a cabo actos reflejos. Dentro del análisis de este sistema se ha encontrado un bajo nivel de comunicación nerviosa con el Plexo de Auerbach, a través de Nervio Vago con órdenes directas cerebrales, a excepción de expresiones de emergencia como el vómito o la diarrea.

Organización del Sistema Nervioso Autónomo

Se ha revisado ya que el sistema nervioso autónomo se conforma por dos divisiones separadas: el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático. Es importante revisar cómo estos dos sistemas funcionan a fin de determinar la forma en que cada uno afecta al cuerpo humano, teniendo en consideración que estos sistemas trabajan en sinergia para el mantenimiento del homeostasis en el cuerpo. A continuación, se expone de manera simplificada y sencilla como funciona el sistema nervioso autónomo:

- Los nervios simpáticos y los parasimpáticos liberan neurotransmisores.
- Para el sistema nervioso simpático se liberan principalmente la noradrenalina y la adrenalina
- Para el sistema nervioso parasimpático la acetilcolina.
- Estos neurotransmisores denominadas también catecolaminas transmiten las señales nerviosas a través de las brechas o sinapsis creadas cuando el nervio se conecta a otros nervios, células u órganos.

- Entonces los neurotransmisores se adhieren en sitios receptores simpáticos o parasimpáticos en el órgano diana (se denomina, en ciencias de la vida, órgano/tejido diana o bien órgano/tejido blanco a aquel al que van dirigidos los efectos de una sustancia natural o artificial (una hormona, un fármaco) para ejercer su efecto.

Interacción del sistema nervioso autónomo con otros sistemas reguladores

El SNA está relacionado íntimamente con sistemas endocrinos que ayudan a controlar la presión arterial y regulan la homeostasis corporal. Estos sistemas incluyen: el eje renina-angiotensina, la liberación de hormona antidiurética (ADH) y la glucocorticoides e insulina.

A pesar de que el principal estímulo para la secreción de ADH es la osmolaridad plasmática, su liberación también se estimula por la disminución de la presión venosa, a través de los receptores auriculares y por la hipotensión, a través de los barorreceptores carotídeos. El estrés, el dolor, la hipoxia, así como la anestesia y la cirugía también estimulan la liberación ADH.

En el páncreas, el estímulo beta induce la secreción de insulina, mientras que el estímulo alfa produce el efecto contrario.

La angiotensina II es un potente vasoconstrictor arterial directo que también actúa en las glándulas suprarrenales, estimulando la secreción de aldosterona y de adrenalina. También aumenta la liberación de NA a través de los receptores presinápticos incrementando el tono simpático periférico.

El estímulo beta sobre las células yuxtaglomerulares del riñón incrementa la secreción de renina.



Los glucocorticoides modulan la síntesis de adrenalina.

En conclusión, a manera de síntesis se puede indicar con respecto al (SNA):

- El SNA, también denominado neurovegetativo, sistema nervioso visceral o involuntario, es parte del sistema nervioso periférico, regula y coordina las funciones que son involuntarias, inconscientes y automáticas. Es, sobre todo, un sistema eferente, es decir, transmite impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hasta la periferia estimulando los aparatos y sistemas orgánicos periféricos.
- El SNA o neurovegetativo, al contrario del sistema nervioso somático y central, es involuntario y responde principalmente por impulsos nerviosos en la médula espinal, tallo cerebral e hipotálamo. También, algunas porciones de la corteza cerebral como la corteza límbica, pueden transmitir impulsos a los centros inferiores y así, influir en el control autónomo.
- Cumple un rol fundamental en el mantenimiento de la homeostasia fisiológica. Es decir, es responsable del mantenimiento del homeostasis corporal y de las respuestas de adaptación del organismo ante las variaciones del medio externo e interno.
- Controla los siguientes procesos internos: presión sanguínea, corazón y frecuencia respiratoria, temperatura corporal, digestión, metabolismo (lo que afecta el peso corporal), el equilibrio de agua y electrolitos (como sodio y calcio), la producción de fluidos corporales (saliva, sudor y lágrimas), micción, defecación y respuesta sexual
- Algunas de estas funciones las controla totalmente el sistema nervioso autónomo, mientras que otras son controladas parcialmente, conjuntamente con hormonas circulantes y/o otros mediadores químicos locales.
- Es un sistema tónicamente activo que mantiene a los tejidos y órganos efectores en un estado de función intermedia, con posibilidad de incremento o disminución del efecto partiendo de un tono basal.

- Entre sus principales características esta la rapidez y la intensidad con la que puede cambiar las funciones viscerales, por ejemplo: en cuestión de 3-5 segundos puede duplicar la frecuencia cardiaca y en 10-15 segundos la presión arterial.
- Se divide en dos sistemas: el simpático y el parasimpático. Las funciones de uno y otro son antagónicas, logrando así un balance funcional que tiende a mantener la homeostasis corporal.

Sistema Nervioso Simpático: se encarga de activar la mayor parte de los órganos del cuerpo para que trabajen de forma más intensa, salvo los relacionados con la digestión.

Activa al organismo para situaciones de emergencia, como respuestas de lucha y huida, aumentando la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea, acelerando el ritmo respiratorio y dilatando las vías respiratorias, elevando la concentración de glucosa en sangre, estimulando la liberación de adrenalina y noradrenalina, e inhibiendo los sistemas que no participan en las situaciones de estrés, como el aparato digestivo.

Sistema Nervioso Parasimpático: relaja la actividad de la mayoría de los órganos, menos los relacionados con la digestión.

Por el contrario, al sistema autónomo simpático, éste regula las actividades que tienden a conservar energía en los periodos de descanso o recuperación: disminuye la frecuencia cardiaca y estimula las funciones digestivas.

Entre ciertas acciones principales antagónicas de los sistemas simpático y parasimpático se tienen:

a. Simpático, incrementa el gasto energético frente a condiciones adversas:

- Dilata la pupila
- Acelera el ritmo cardiaco

- Vasoconstricción arterial
- Disminuye el peristaltismo intestinal
- Aumenta la secreción de las glándulas sudoríparas
- Relaja la musculatura bronquial

b. Parasimpático, evita un excesivo gasto energético:

- Contrae la pupila
- Disminuye el ritmo cardiaco
- Vasodilatación arterial
- Aumenta el peristaltismo intestinal
- Disminuye la secreción de las glándulas sudoríparas
- Contrae la musculatura bronquial

Sistema nervioso entérico es una subdivisión del sistema nervioso autónomo que se encarga de controlar directamente el aparato digestivo y advierte sobre el hambre y la saciedad; evita que entren sustancias invasoras y dañinas al cuerpo. Se encuentra en las envolturas de tejido que revisten el esófago, el estómago, el intestino delgado y el colon.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo IX

Fisiología pulmonar y respiratoria



3. Estructuras accesorias

- Pleuras
- Pared torácica: huesos, articulaciones y músculos del tórax (descrita en aparato locomotor).

4. Mediastino

También se encuentran involucrados en el proceso el torrente sanguíneo, el corazón y el cerebro. El torrente sanguíneo capta el oxígeno de los pulmones para distribuirlo al resto del cuerpo y regresa el dióxido de carbono hacia ellos para su remoción. El corazón crea la fuerza para desplazar la sangre a la presión y velocidad adecuada a través de todo el cuerpo. El delicado funcionamiento del sistema completo es regulado por el cerebro y el sistema nervioso autónomo.

De manera sintética se tiene que el sistema se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Pulmones. Se denomina pulmones a los dos órganos que se encuentra ubicados en la caja torácica, uno de cada lado (izquierdo y derecho). El pulmón derecho es más grande que el izquierdo ya que este último comparte el espacio con el corazón.

Este órgano es quizás el más importante y complejo de todo el sistema respiratorio ya que gracias a su funcionamiento ocurre un intercambio en el cual la sangre se oxigena y además es desalojada del dióxido de carbono, el cual pasa al aire; al respecto DeZube, Rebecca en el 2019 (21) citando a Noah Lechtzin, expone: La principal función del aparato respiratorio es el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. El oxígeno inhalado penetra en los pulmones y alcanza los alvéolos. Las capas de células que revisten los alvéolos y los capilares circundantes se disponen ocupando el espesor de una sola célula y están en contacto estrecho unas con otras. Esta barrera entre el aire y la sangre tiene un grosor aproximado de una micra ($\frac{1}{10\ 000}$ cm). El oxígeno atraviesa rápidamente esta barrera aire–sangre y llega hasta



la sangre que circula por los capilares. Igualmente, el dióxido de carbono pasa de la sangre al interior de los alvéolos, desde donde es exhalado al exterior. Durante este proceso complejo se pueden distinguir tres fases:

- **La ventilación.** Consiste en la entrada y salida del aire de los pulmones
- **La difusión.** Se refiere al movimiento natural y espontáneo de los gases los cuales son realizados sin intervención alguna del organismo, este movimiento ocurre entre los alvéolos y la sangre de los capilares
- **La perfusión.** Es el bombeo de la sangre hacia los pulmones, el cual es realizado por el sistema cardiovascular.
- **Fosas nasales.** Las fosas nasales se encuentran ubicadas en la nariz, son dos cavidades gracias a las cuales es posible la entrada y salida del aire.
- **Faringe.** La faringe está situada en el cuello. Es una estructura tubular que se encuentra cubierta por una membrana mucosa. A través de ésta se conecta la cavidad bucal y las fosas nasales con el esófago y la laringe.
- **Laringe.** Es un canal a través del cual el aire pasa desde la faringe hasta la tráquea y los pulmones, en ella se ubican las cuerdas vocales responsables de producir la voz, una pequeña abertura en la parte superior de la laringe llamada glotis justo encima de esta, se encuentra la epiglotis un cartílago que cierra la glotis, evitando el paso de los alimentos durante el proceso de la deglución para que estos no pasen al sistema respiratorio.
- **Tráquea.** La tráquea es el conducto tubular que permite el paso del aire desde la laringe hasta los bronquios. Con respecto a su función señala Prades, J.M. en el 2000 (22):

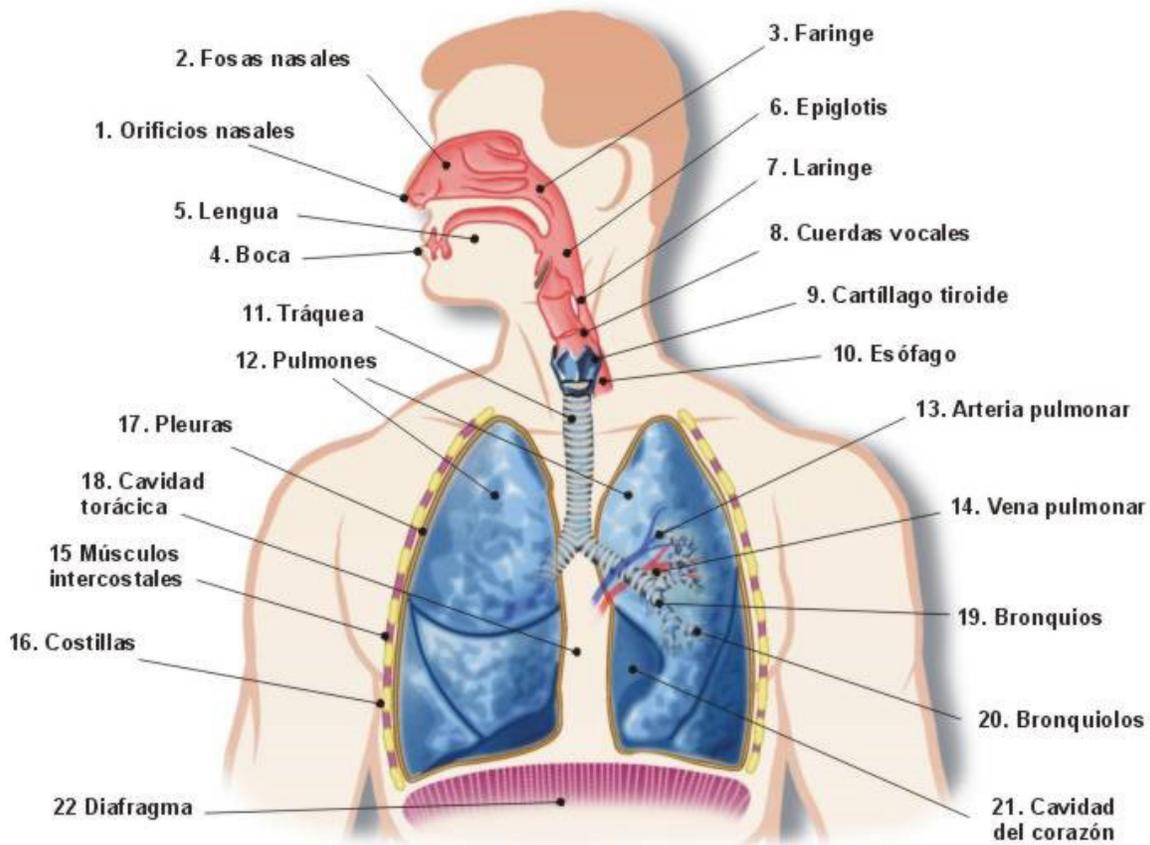
La tráquea posee una estructura que guarda una relación estrecha con sus funciones. Al ser cilíndrica, permite el paso del aire durante todo el ciclo respiratorio, así como la hematosis y la fonación: lo cual constituye la función aérea de la tráquea, que se encuentra bajo el control del

.....

sistema nervioso parasimpático (implicado en la inervación aferente sensitiva y eferente motora). La tráquea también posee una función de drenaje relacionada con su aparato mucociliar, que permite la eliminación de las partículas inhaladas hacia la faringe. Por último, el bronchial associated lymphoid tissue (BALT), formado por acúmulos linfoides parietales, otorga a la tráquea una función inmunitaria celular y humoral específica.

- **Bronquios.** Es una estructura tubular gracias a la cual el aire circula de la tráquea hasta los alveolos, posee ramificaciones y su pared está compuesta por cartílagos y capas muscular, elástica y mucosa. La tráquea sufre una bifurcación ubicada a la altura de la cuarta vertebra torácica a partir de entonces se encuentran los bronquios dividiéndose en dos, el derecho y el izquierdo, que constituyen la entrada a los pulmones.
- **Bronquiolos.** Los bronquiolos también denominados vías aéreas, son conductos a través de los cuales el aire pasa de los bronquios a los alvéolos.
- **Músculos intercostales.** Tal como lo señala su nombre ocupan el espacio intercostal y desempeñan un papel importante en la movilización del tórax durante la inspiración.
- **Diafragma.** Es un tejido musculoso que interviene en el proceso de respiración, debido a que al inhalar este se contrae y el espacio de la cavidad torácica se amplía, una vez concluida la inhalación el diafragma se relaja y el aire es exhalado
- **Pleura.** Es una membrana que recubre los pulmones, en esta se identifican dos capas, una parietal que se encuentra en contacto con la pared torácica y la visceral que se encuentra en contacto con los pulmones.
- **Cavidad pleural.** Entre la capa pleura parietal y la visceral se genera un espacio cuya presión es menor que la atmosférica, gracias a lo cual los pulmones se expanden durante la inhalación.

Figura 5. Anatomía del aparato respiratorio.



Aula 2005. El Aparato Respiratorio Y La Respiración [Internet]. 2005 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <http://www.aula2005.com/html/cn3eso/08respiratori/08respiracioes.htm>

9.2. Fisiología pulmonar y respiratoria

La fisiología respiratoria es una rama en la fisiología humana que se enfoca en el proceso de respiración, tanto externa, captación de oxígeno (O₂) y eliminación de dióxido de carbono (CO₂), como interna, utilización e intercambio de gases a nivel celular.

Cuadro 14. La fisiología del sistema respiratorio

La fisiología del sistema respiratorio	
1. Proceso de respiración	<p>Se identifican 2 tipos de respiración:</p> <p>1. Respiración externa: proceso de intercambio de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) entre la sangre y la atmósfera. Este proceso se puede dividir en 4 etapas principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ventilación pulmonar o intercambio del aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares mediante la inspiración y la espiración • La difusión de gases o paso del oxígeno y del dióxido de carbono desde los alvéolos a la sangre y viceversa, desde la sangre a los alvéolos • El transporte de gases por la sangre y los líquidos corporales hasta llegar a las células y viceversa • La regulación del proceso respiratorio. <p>2. Respiración interna: proceso de intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos en donde se localizan esos capilares se llama respiración interna.</p>



<p>2. Ventilación pulmonar</p>	<p>Es la primera etapa del proceso de la respiración.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en el flujo de aire hacia adentro y hacia afuera de los pulmones, es decir, en la inspiración y en la espiración. • El aire atmosférico es una mezcla de gases y vapor de agua. La presión total de una mezcla de gases es la suma de las presiones de los gases individuales. • La presión atmosférica a nivel del mar es 760 mmHg, de la que un 78% se debe a moléculas de nitrógeno (N₂), un 21% a moléculas de oxígeno (O₂) y así sucesivamente. • La presión de un gas en una mezcla de gases, se denomina presión parcial de ese gas y es determinado por su abundancia en la mezcla. <p>A fin de calcular o encontrar la presión parcial, se utiliza la fórmula siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presión parcial de oxígeno (P_{O2}) = 760 mmHg x 21% = 160 mmHg en la atmósfera • (Nota: se multiplica la presión atmosférica (P_{atm}) por la contribución relativa del gas (%) a la mezcla de gases que constituye el aire). • La presión parcial de los gases varía dependiendo de la cantidad de vapor de agua del aire. El agua diluye la contribución de los gases a la presión del aire, de tal manera que cuando existe mucha humedad en el aire, la presión parcial de los gases disminuye, es decir, disminuye la cantidad de esos gases en el aire que se respira. <p>En fisiología respiratoria se considera a la presión atmosférica como 0 mmHg. Por lo cual, se habla de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presión negativa al referirse a una presión por debajo de la presión atmosférica • Presión positiva se refiere a una presión por encima de la atmosférica. <p>El flujo de aire hacia adentro y hacia afuera de los pulmones depende de la diferencia de presión producida por una bomba.</p> <p>Los músculos respiratorios constituyen esta bomba y cuando se contraen y se relajan crean gradientes de presión.</p> <p>Las presiones en el sistema respiratorio se producen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En los espacios aéreos de los pulmones (presión intrapulmonar) • Dentro del espacio pleural (presión intrapleural). <p>Debido a que la presión atmosférica es relativamente constante, la presión en los pulmones debe ser mayor o menor que la presión atmosférica para que el aire pueda fluir entre el medio ambiente y los alvéolos.</p> <p>Durante la inspiración, la contracción del diafragma y de los músculos inspiratorios da lugar a un incremento de la capacidad de la cavidad torácica, con lo que la presión intrapulmonar se hace ligeramente inferior con respecto a la atmosférica, lo que hace que el aire entre en las vías respiratorias.</p> <p>Durante la espiración, los músculos respiratorios se relajan y vuelven a sus posiciones de reposo. A medida que esto sucede, la capacidad de la cavidad torácica disminuye con lo que la presión intrapulmonar aumenta con respecto a la atmosférica y el aire sale de los pulmones.</p> <p>Como los pulmones son incapaces de expandirse y contraerse por sí mismos, tienen que moverse en asociación con el tórax.</p> <p>Los pulmones están "adheridos" a la caja torácica por el líquido pleural que se encuentra entre las 2 hojas pleurales, la visceral y la parietal.</p> <p>La presión intrapleural, del espacio intrapleural, es inferior a la atmosférica y surge durante el desarrollo, a medida que la caja torácica con su capa pleural asociada crece más rápido que el pulmón con su capa pleural asociada.</p> <p>Las dos hojas pleurales se mantienen juntas por el líquido pleural, de modo que los pulmones elásticos son forzados a estirarse para adaptarse al mayor volumen de la caja torácica. Al mismo tiempo, sucede que la fuerza elástica tiende a llevar a los pulmones a su posición de reposo, lejos de la caja torácica.</p> <p>La combinación de la fuerza de estiramiento hacia fuera de la caja torácica y la fuerza elástica de los pulmones hacia adentro, crea una presión intrapleural negativa, lo cual significa que es inferior a la presión atmosférica.</p> <p>No se debe olvidar que la cavidad pleural está cerrada herméticamente, de modo que la presión intrapleural nunca se puede equilibrar con la presión atmosférica.</p>
--------------------------------	---



<p>3. Trabajo respiratorio</p>	<p>En la respiración normal tranquila, la contracción de los músculos respiratorios solo ocurre durante la inspiración, mientras que la espiración es un proceso pasivo ya que se debe a la relajación muscular.</p> <p>Por tanto, los músculos respiratorios de manera normal solo trabajan para causar la inspiración y no la espiración.</p> <p>Son dos factores que tienen la mayor influencia en la cantidad de trabajo necesario para respirar la expansibilidad o compliance de los pulmones y la resistencia de las vías aéreas al flujo del aire. Expansibilidad o compliance. Es la habilidad de los pulmones para ser estirados o expandidos. Un pulmón que tiene compliance alta significa que es estirado o expandido con facilidad, compliance baja requiere más fuerza de los músculos respiratorios para ser estirado.</p> <p>La compliance es diferente de la elastancia o elasticidad pulmonar. Elastancia. La elasticidad significa resistencia a la deformación. Es la capacidad que tiene un tejido elástico de ser deformado o estirado por una pequeña fuerza y de recuperar la forma y dimensiones originales cuando la fuerza es retirada.</p> <p>El hecho de que un pulmón sea estirado o expandido fácilmente (alta compliance) no significa necesariamente que volverá a su forma y dimensiones originales cuando desaparece la fuerza de estiramiento (elastancia).</p> <p>Como los pulmones son muy elásticos, la mayor parte del trabajo de la respiración se utiliza en superar la resistencia de los pulmones a ser estirados o expandidos.</p> <p>Las fuerzas que se oponen a la compliance o expansión pulmonar son dos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La elasticidad o elastancia de los pulmones ya que sus fibras elásticas resultan estiradas al expandirse los pulmones y como tienen tendencia a recuperar su forma y dimensiones originales, los pulmones tienden continuamente a apartarse de la pared torácica; • La tensión superficial producida por una delgada capa de líquido que reviste interiormente los alvéolos, que incrementa la resistencia del pulmón a ser estirado y que, por tanto, aumenta el trabajo respiratorio para expandir los alvéolos en cada inspiración. <p>Para poder realizar la inspiración con facilidad, estas dos fuerzas son contrarrestadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presión intrapleural negativa que existe en el interior de las cavidades pleurales y que obliga a los pulmones a seguir a la pared torácica en su expansión (leer apartado de ventilación pulmonar) • El agente tensioactivo o surfactante que es una mezcla de fosfolípidos y proteínas, segregada por unas células especiales que forman parte del epitelio alveolar, los neumocitos de tipo II, y que disminuye la tensión superficial del líquido que recubre interiormente los alvéolos. <p>La síntesis de surfactante comienza alrededor de la semana 25 del desarrollo fetal y cuando no se segrega, la expansión pulmonar es muy difícil y se necesitan presiones intrapleurales extremadamente negativas para poder vencer la tendencia de los alvéolos al colapso. Ciertos recién nacidos prematuros no secretan cantidades adecuadas de esta sustancia tensioactiva y pueden fallecer por no poder expandir sus pulmones: es lo que se llama síndrome de distrés respiratorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de las vías aéreas al flujo del aire <p>Los factores que contribuyen a la resistencia de las vías respiratorias al flujo del aire son: la longitud de las vías, la viscosidad del aire que fluye a través de las vías y el radio de las vías.</p> <p>La longitud de las vías respiratorias es constante y la viscosidad del aire también es constante en condiciones normales, de modo que el factor más importante en la resistencia al flujo del aire es el radio de las vías respiratorias.</p> <p>Si no existe una patología de estas vías la cual provoque un estrechamiento de las éstas, la mayor parte del trabajo realizado por los músculos durante la respiración normal tranquila, se utiliza para expandir los pulmones y solamente una pequeña cantidad se emplea para superar la resistencia de las vías respiratorias al flujo del aire.</p>
--------------------------------	--



<p>4. Volúmenes y capacidades pulmonares</p>	<p>Para estudiar la ventilación pulmonar existe un método simple que se realiza denominado espirometría el cual consiste en registrar el volumen de aire que entra y sale de los pulmones.</p> <p>El aire movido en los pulmones durante la respiración se ha dividido en 4 volúmenes diferentes y en 4 capacidades diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volúmenes pulmonares 1. Volumen corriente (VC): Es el volumen de aire inspirado o espirado con cada respiración normal. El explorador dice al paciente: "respire tranquilamente". En un varón adulto es de unos 500 ml. 2. Volumen de reserva inspiratoria (VRI): Es el volumen extra de aire que puede ser inspirado sobre el del volumen corriente. El explorador dice al paciente: "inspire la mayor cantidad de aire que usted pueda". En un varón adulto es de unos 3000 ml. 3. Volumen de reserva espiratoria (VRE): Es el volumen de aire que puede ser espirado en una espiración forzada después del final de una espiración normal. El explorador dice al paciente: "expulse la mayor cantidad de aire que usted pueda". En un varón adulto es de unos 1100 ml. 4. Volumen residual (VR): Este volumen no se puede medir directamente como los anteriores. Es el volumen de aire que permanece en los pulmones al final de una espiración forzada, no puede ser eliminado ni siquiera con una espiración forzada y es importante porque proporciona aire a los alvéolos para que puedan airear la sangre entre dos inspiraciones. En un varón adulto es de unos 1200 ml. <ul style="list-style-type: none"> • Capacidades pulmonares <p>Son combinaciones de 2 ó más volúmenes.</p> 1. Capacidad inspiratoria (CI): Es la combinación del volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria (VC + VRI). Es la cantidad de aire que una persona puede inspirar comenzando en el nivel de espiración normal y distendiendo los pulmones lo máximo posible. En un varón adulto es de unos 3500 ml. 2. Capacidad residual funcional (CRF): Es la combinación del volumen de reserva espiratorio más el volumen residual (VRE + VR). En un varón adulto es de unos 2300 ml. 3. Capacidad vital (CV): Es la combinación del volumen de reserva inspiratorio más el volumen corriente más el volumen de reserva espiratorio (VRI + VC + VRE). Es la cantidad máxima de aire que una persona puede eliminar de los pulmones después de haberlos llenado al máximo. El explorador dice al paciente: "inspire todo el aire que pueda y después espire todo el aire que pueda". La medición de la capacidad vital es la más importante en la clínica respiratoria para vigilar la evolución de los procesos pulmonares. En un varón adulto es de unos 4600 ml. En esta prueba se valora mucho la primera parte de la espiración, es decir, la persona hace un esfuerzo inspiratorio máximo y a continuación espira tan rápida y completamente como puede. El volumen de aire exhalado en el primer segundo, bajo estas condiciones, se llama volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1, siglas en inglés). En adultos sanos el FEV1 es de alrededor del 80% de la capacidad vital, es decir, que el 80% de la capacidad vital se puede espirar forzadamente en el primer segundo. El FEV1 constituye una medida muy importante para examinar la evolución de una serie de enfermedades pulmonares. En las enfermedades pulmonares obstructivas, por ejemplo, el FEV1 está disminuido. 4. Capacidad pulmonar total (CPT): Es la combinación de la capacidad vital más el volumen residual (CV + VR). Es el volumen máximo de aire que contienen los pulmones después del mayor esfuerzo inspiratorio posible. En un varón adulto es de unos 5800 ml.
--	--

<p>5. Ventilación alveolar</p>	<p>La importancia final de la ventilación pulmonar reside en la renovación continua del aire en las unidades respiratorias, que es donde el aire está en estrecha proximidad con la sangre.</p> <p>Se puede estimar la efectividad de la ventilación calculando la ventilación pulmonar total o volumen de aire que entra y sale de los pulmones en cada minuto.</p> <p>Se le llama también volumen respiratorio minuto (VRM) y se calcula al multiplicar el volumen corriente por la frecuencia respiratoria. Como la frecuencia respiratoria suele ser de 12-15 respiraciones por minuto:</p> <p style="text-align: center;">FR x VC = VRM</p> <p>(Nota: 12 respiraciones/min x 500 ml = 6000 ml/min = 6 litros/min)</p> <p>La ventilación pulmonar total representa el movimiento físico del aire dentro y fuera del tracto respiratorio, pero no es necesariamente un buen indicador de la cantidad de aire fresco que alcanza la superficie de intercambio alveolar porque parte del aire que respira una persona nunca llega a las regiones de intercambio de gases sino que permanece en las vías respiratorias como la tráquea y los bronquios.</p> <p>Como estas vías respiratorias no intercambian gases con la sangre, se les llama espacio muerto anatómico y el aire que contienen aire del espacio muerto (VM). En un varón adulto es de ~ 150 ml. Como consecuencia, un indicador más adecuado de la eficiencia de la ventilación es la ventilación alveolar o cantidad de aire que alcanza los alvéolos en un minuto que se calcula al multiplicar la frecuencia respiratoria por el volumen corriente menos el volumen del espacio muerto:</p> <p style="text-align: center;">FR x (VC - VM) = VA</p> <p>(Nota: 12 respiraciones/min x (500ml - 150ml) = 4200 ml/min)</p> <p>Se observa que la ventilación alveolar puede ser afectada drásticamente por cambios tanto en la frecuencia respiratoria como en la profundidad de la respiración.</p>
<p>6. Difusión o intercambio alvéolo-capilar de gases</p>	<p>Ventilados los alvéolos con aire nuevo, el paso siguiente en el proceso respiratorio es la difusión del oxígeno (O₂) desde los alvéolos hacia la sangre y del dióxido de carbono (CO₂) en dirección opuesta.</p> <p>La cantidad de oxígeno y de dióxido de carbono que se disuelve en el plasma depende del gradiente de presiones y de la solubilidad del gas. Ya que la solubilidad de cada gas es constante, el principal determinante del intercambio de gases es el gradiente de la presión parcial del gas a ambos lados de la membrana alvéolo-capilar.</p> <p>Los gases fluyen desde regiones de elevada presión parcial a regiones de baja presión parcial. La PO₂ normal en los alvéolos es de 100 mmHg mientras que la PO₂ normal en la sangre venosa que llega a los pulmones, es de 40 mmHg. Por tanto, el oxígeno se mueve desde los alvéolos al interior de los capilares pulmonares.</p> <p>Lo contrario sucede con el dióxido de carbono.</p> <p>La PCO₂ normal en los alvéolos es de 40 mmHg mientras que la PCO₂ normal de la sangre venosa que llega a los pulmones es de 46 mmHg.</p> <p>Por tanto, el dióxido de carbono se mueve desde el plasma al interior de los alvéolos. A medida que difunde más gas de un área a otra de la membrana, la presión parcial va disminuyendo en un lado y aumentando en otro, de modo que los 2 valores se van acercando y, por tanto, la intensidad de la difusión es cada vez menor hasta que llega un momento en que las presiones a ambos lados de la membrana alvéolo-capilar se igualan y la difusión se detiene.</p> <p>La cantidad de aire alveolar sustituida por aire atmosférico nuevo con cada movimiento respiratorio solo es la 1/7 parte del total, de modo que se necesitan varios movimientos respiratorios para renovar la mayor parte del aire alveolar. Con una ventilación alveolar normal se necesitan unos 17 segundos aproximadamente, para sustituir la mitad del aire alveolar y esta lentitud tiene importancia para evitar cambios bruscos en las concentraciones gaseosas de la sangre.</p>

<p>7. Membrana respiratoria o membrana alvéolo-capilar</p>	<p>Las paredes alveolares son muy delgadas y sobre ellas hay una red casi sólida de capilares interconectados entre sí. Motivado a la gran extensión de esta red capilar, el flujo de sangre por la pared alveolar es descrito como laminar y, por tanto, los gases alveolares están en proximidad estrecha con la sangre de los capilares. Por otro lado, los gases que tienen importancia respiratoria son muy solubles en los lípidos y en consecuencia también son muy solubles en las membranas celulares y pueden difundir a través de éstas, lo que resulta interesante porque el recambio gaseoso entre el aire alveolar y la sangre pulmonar se produce a través de una serie de membranas y capas que se denominan en conjunto, membrana respiratoria o membrana alvéolo-capilar. A pesar del gran número de capas, el espesor global de la membrana respiratoria varía de 0.2 a 0.6 micras y su superficie total es muy grande ya que se calculan unos 300 millones de alvéolos en los dos pulmones. Además, el diámetro medio de los capilares pulmonares es de unas 8 micras lo que significa que los glóbulos rojos deben deformarse para atravesarlos y, por tanto, la membrana del glóbulo rojo suele tocar el endotelio capilar, de modo que el O₂ y el CO₂ casi no necesitan atravesar el plasma cuando difunden entre el hematíe y el alvéolo por lo que aumenta su velocidad de difusión. La difusión del oxígeno y del dióxido de carbono a través de la membrana respiratoria alcanza el equilibrio en menos de 1 segundo de modo que cuando la sangre abandona el alvéolo tiene una PO₂ de 100 mmHg y una PCO₂ de 40 mmHg, idénticas a las presiones parciales de los dos gases en el alvéolo.</p>
<p>8. Relación ventilación alveolar/perfusión</p>	<p>Para que la ventilación alveolar y la difusión de gases sean correctas, es necesario que todos los alvéolos se ventilen por igual y que el flujo de sangre por los capilares pulmonares sea el mismo para cada alvéolo. La perfusión pulmonar es el flujo sanguíneo pulmonar (Q). Para representar posibles variaciones, se ha desarrollado el concepto de relación ventilación alveolar-perfusión (VA/Q) o relación entre la ventilación alveolar y el flujo sanguíneo pulmonar. El valor normal del cociente VA/Q es 0,8, lo que significa que la ventilación alveolar (en litros/min) es 80% del valor del flujo sanguíneo pulmonar (en litros/min). El término normal significa que si la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y el gasto cardíaco son normales, el cociente VA/Q es 0,8, con lo que las presiones parciales de oxígeno (PO₂) y de dióxido de carbono (PCO₂) en sangre arterial tienen valores normales de 100 y 40 mmHg, respectivamente. Si la VA/Q cambia por modificaciones de la VA, del flujo pulmonar o de ambos, entonces el intercambio de gases es menor que el ideal y las cifras de PO₂ y PCO₂ en sangre arterial se modifican: a. Cuando tanto la ventilación alveolar como la perfusión son equilibradas para el mismo alvéolo, se dice que la relación VA/Q es equilibrada o normal b. Cuando la relación VA/Q es menor de lo normal, significa que no hay suficiente ventilación para proporcionar el oxígeno (O₂) necesario para oxigenar la sangre que circula por los capilares alveolares, por tanto una parte de la sangre venosa que pasa a través de los capilares pulmonares no se oxigena. c. Cuando la relación VA/Q es mayor de lo normal, significa que hay mucho más O₂ disponible en los alvéolos del que puede ser difundido a la sangre. Por tanto, una parte de la ventilación se desperdicia y la sangre no se oxigena adecuadamente al pasar por los alvéolos. A nivel local, el organismo intenta equilibrar la ventilación y el flujo sanguíneo en cada sección del pulmón, al regular los diámetros de las arteriolas y de los bronquíolos. El diámetro bronquiolar es mediado por los niveles de dióxido de carbono en el aire espirado que pasa por ellos de modo que un incremento en la PCO₂ del aire espirado provoca una bronquiolo-dilatación y lo contrario sucede en el caso de una disminución en la PCO₂ del aire espirado. Por otro lado, no hay evidencia de un control neural del flujo sanguíneo pulmonar sino que el diámetro de las arteriolas pulmonares es regulado sobre todo por el contenido de oxígeno del líquido intersticial alrededor de la arteriola. Si la ventilación de un alvéolo en un área pulmonar disminuye, la PO₂ del líquido intersticial en dicha zona disminuye y, entonces, las arteriolas responden a la baja concentración de oxígeno contrayéndose, es decir, hay una arteriolo-constricción, con lo que la sangre puede ser derivada desde las zonas mal ventiladas a zonas mejor ventiladas del pulmón. Si, por el contrario, la PO₂ alveolar es mayor que lo normal en una zona pulmonar, las arteriolas que irrigan esa zona se dilatan, hay una arteriolo-dilatación, y así permiten un mayor flujo pulmonar y, por tanto, una mayor captación del oxígeno alveolar y oxigenación de la sangre. Observación: la vasoconstricción de las arteriolas pulmonares en respuesta a una baja PO₂ intersticial es un fenómeno exactamente opuesto a lo que sucede en las arteriolas de la circulación sistémica.</p>



<p>8. Transporte de oxígeno (O₂) por la sangre</p>	<p>Una vez que el oxígeno (O₂) atraviesa la membrana respiratoria y llega a la sangre pulmonar, debe ser transportado hasta los capilares de los tejidos para que pueda difundir al interior de las células.</p> <p>El transporte de O₂ por la sangre se realiza principalmente en combinación con la hemoglobina (Hb), aunque una pequeña parte de oxígeno se transporta también disuelto en el plasma.</p> <p>Debido a que el oxígeno es poco soluble en agua, solo unos 3 ml de oxígeno pueden disolverse en 1 litro de plasma, de modo que si se depende del oxígeno disuelto en plasma, solamente 15 ml de oxígeno disuelto alcanzarían los tejidos cada minuto, ya que el gasto cardíaco (o volumen de sangre expulsado por el corazón en un minuto) es de unos 5 L/min. Lo cual resulta absolutamente insuficiente puesto que el consumo de oxígeno por nuestras células en reposo, es de unos 250 ml/min y aumenta muchísimo con el ejercicio.</p> <p>Así que el organismo depende del oxígeno transportado por la Hb, por lo que más del 98% del oxígeno que existe en un volumen dado de sangre, es transportado dentro de los hematíes, unido a la Hb, lo que significa que alcanza unos valores de unos 197 ml/litro de plasma, si se tienen niveles normales de Hb.</p> <p>Como el gasto cardíaco es unos 5 l/min, entonces el oxígeno disponible es de casi 1000 ml/min, lo que resulta unas 4 veces superior a la cantidad de oxígeno que es consumido por los tejidos en reposo.</p>
---	--



<p>9. Curva de disociación de la hemoglobina</p>	<p>La hemoglobina (Hb) es una proteína con un peso molecular de 68 Kd unida a un pigmento responsable del color rojo de la sangre, y situada en el interior de los hematíes.</p> <p>Cada molécula de Hb está formada por 4 subunidades proteicas consistentes, cada una de ellas, en un grupo hemo (pigmento) unido a una globina (cadena polipeptídica), y posee 4 átomos de hierro (Fe), cada uno de los cuales está localizado en un grupo hemo. Como cada átomo de Fe puede fijar una molécula de oxígeno (O₂), en total 4 moléculas de O₂ pueden ser transportadas en cada molécula de Hb. La unión entre el Fe y el oxígeno es débil lo que significa que se pueden separar rápidamente en caso necesario.</p> <p>La combinación de la hemoglobina con el O₂ constituye la oxihemoglobina A nivel alveolar, la cantidad de O₂ que se combina con la hemoglobina disponible en los glóbulos rojos es función de la presión parcial del oxígeno (PO₂) que existe en el plasma.</p> <p>El oxígeno disuelto en el plasma difunde al interior de los hematíes en donde se une a la Hb. Al pasar el oxígeno disuelto en el plasma al interior de los hematíes, más oxígeno puede difundir desde los alvéolos al plasma.</p> <p>La transferencia de oxígeno desde el aire al plasma y a los hematíes y la Hb es tan rápida, que la sangre que deja los alvéolos recoge tanto oxígeno como lo permite la PO₂ del plasma y el número de hematíes.</p> <p>De modo que a medida que aumenta la presión parcial de O₂ en los capilares alveolares, mayor es la cantidad de oxihemoglobina que se forma, hasta que toda la hemoglobina queda saturada de O₂.</p> <p>El porcentaje de saturación de la hemoglobina se refiere a los sitios de unión disponibles en la Hb que están unidos al oxígeno. Si todos los sitios de unión de todas las moléculas de Hb están unidos al oxígeno se dice que la sangre esta oxigenada al 100%, es decir, la hemoglobina está 100% saturada con oxígeno. Si la mitad de los sitios disponibles están ocupados con oxígeno, se dice que la Hb está saturada en un 50%, etc.</p> <p>Cuando la sangre arterial llega a los capilares de los tejidos, la Hb libera parte del O₂ que transporta, es decir, se produce la disociación de parte de la oxihemoglobina lo que se representa en la curva de disociación de la Hb.</p> <p>Esto se produce porque la presión parcial del O₂ en el líquido intersticial -líquido situado entre las células) de los tejidos- (<40 mmHg) es mucho menor que la del O₂ de los capilares (100 mmHg).</p> <p>A medida que el oxígeno disuelto difunde desde el plasma al interior de las células tisulares, la caída resultante en la PO₂ del plasma hace que la Hb libere sus depósitos de oxígeno.</p> <p>La cantidad de oxígeno que libera la Hb para una célula es determinada por la actividad metabólica de la misma. A más actividad metabólica celular, más oxígeno consumido por las células y, por tanto, más disminución de la PO₂ en el líquido intersticial y más disociación de la hemoglobina. En los tejidos en reposo, la PO₂ intersticial es de 40 mmHg y la Hb permanece saturada en un 75%, es decir, que solo ha liberado 1/4 parte del oxígeno que es capaz de transportar y el resto sirve como reserva para las células, que lo pueden utilizar si su metabolismo aumenta y, por tanto, su PO₂ intersticial disminuye ya que consumen más oxígeno.</p> <p>Cualquier factor que cambie la configuración de la Hb puede afectar su habilidad para unir oxígeno. Por ejemplo, incrementos en la temperatura corporal, incremento en la presión parcial del dióxido de carbono (PCO₂) en la concentración de hidrogeniones (H⁺) (es decir, disminución del pH), disminuyen la afinidad de las moléculas de Hb por el oxígeno, lo cual significa que la Hb libera oxígeno con más facilidad en los tejidos y su nivel de saturación y su capacidad de reserva disminuyen. Es lo que se denomina desviación a la derecha de la curva de disociación de la Hb, produciéndose una desviación a la izquierda en los casos opuestos, cuando hay una disminución de la temperatura corporal, de la PCO₂ o de la concentración de H⁺ (aumento del pH), entonces la Hb no libera el oxígeno, es decir, que no se disocia fácilmente.</p>
--	---

<p>10. Transporte de dióxido de carbono (CO₂) por la sangre</p>	<p>La producción de dióxido de carbono (CO₂) se realiza en los tejidos como resultado del metabolismo celular, de donde es recogido por la sangre y llevado hasta los pulmones.</p> <p>A pesar que el dióxido de carbono es más soluble en los líquidos corporales que el oxígeno, las células producen más CO₂ del que se puede transportar disuelto en el plasma.</p> <p>De modo que la sangre venosa transporta el CO₂ de 3 maneras: 1. Combinado con la hemoglobina (Hb) (20%); 2. En forma de bicarbonato (73%) y 3. En solución simple (7%).</p> <p>1. Combinado con la Hb El 20% del CO₂ que penetra en la sangre que circula por los capilares tisulares es transportado combinado con los grupos amino de la hemoglobina. Cuando el oxígeno abandona sus sitios de unión en los grupos hemo de la Hb, el dióxido de carbono se une a la Hb en sus grupos amino formando carbaminohemoglobina proceso que es facilitado por la presencia de hidrogeniones (H⁺) producidos a partir del CO₂ ya que el pH disminuido en los hematíes, disminuye la afinidad de la Hb por el oxígeno.</p> <p>2. En forma de bicarbonato Cerca del 75% del CO₂ que pasa de los tejidos a la sangre es transportado en forma de iones bicarbonato (HCO₃⁻) en el interior de los hematíes. El dióxido de carbono difunde al interior de los hematíes en donde reacciona con agua en presencia de un enzima, la anhidrasa carbónica, para formar ácido carbónico. El ácido carbónico se disocia en un ion de hidrógeno y un ion de bicarbonato por medio de una reacción reversible:</p> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ <p>A medida que el CO₂ va entrando en los hematíes se va produciendo ácido carbónico y bicarbonato hasta alcanzar el equilibrio. Los productos finales de la reacción (HCO⁻ y H⁺) deben ser eliminados del citoplasma de los hematíes. Los hidrogeniones se unen a la Hb y así se mantiene baja su concentración en el interior de los hematíes y los iones bicarbonato salen desde los hematíes al plasma utilizando una proteína transportadora.</p> <p>Cuando la sangre venosa llega a los pulmones sucede que la presión parcial del dióxido de carbono (PCO₂) de los alvéolos es más baja que la de la sangre venosa. El CO₂ difunde desde el plasma al interior de los alvéolos y la PCO₂ del plasma empieza a bajar, lo que permite que el CO₂ salga de los hematíes. La reacción entonces se produce a la inversa. Los H⁺ se liberan de la Hb y el bicarbonato del plasma entra en los hematíes. El bicarbonato y los H⁺ forman ácido carbónico que, a su vez, se convierte en CO₂ y en agua. El dióxido de carbono entonces difunde desde los hematíes al interior de los alvéolos para ser expulsado al exterior del organismo por la espiración.</p> <p>3. En solución simple El CO₂ es muy soluble en agua y la cantidad del que es transportado en solución depende de su presión parcial, aunque en condiciones normales solo un 7-10% del transporte del CO₂ se realiza en solución, disuelto en el plasma.</p>
<p>11. Regulación o control de la respiración</p>	<p>La respiración se realiza a consecuencia de la descarga rítmica de neuronas motoras situadas en la médula espinal que se encargan de inervar los músculos inspiratorios.</p> <p>A su vez, estas motoneuronas espinales están controladas por 2 mecanismos nerviosos separados pero interdependientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Un sistema voluntario, localizado en la corteza cerebral, por el que el ser humano controla su frecuencia y su profundidad respiratoria voluntariamente, por ejemplo, al tocar un instrumento o al cantar. 2. Un sistema automático o involuntario, localizado en el tronco del encéfalo que ajusta la respiración a las necesidades metabólicas del organismo, es el centro respiratorio (CR) cuya actividad global es regulada por 2 mecanismos, un control químico motivado por los cambios de composición química de la sangre arterial: dióxido de carbono [CO₂], oxígeno [O₂] e hidrogeniones [H⁺] y un control no químico debido a señales provenientes de otras zonas del organismo.

<p>12. Control químico de la respiración</p>	<p>La actividad respiratoria cíclica es controlada por las neuronas especializadas que constituyen el centro respiratorio (CR). Sin embargo, la actividad de estas neuronas está sujeta a una modulación continuada dependiendo de los niveles de gases en la sangre arterial.</p> <p>1. Efecto de la concentración de O₂ en la sangre arterial. En el organismo existen unos receptores químicos especiales llamados quimiorreceptores periféricos que se encargan de percibir cambios en la composición química de la sangre arterial. En condiciones normales, el mecanismo de control de la respiración por la presión parcial de oxígeno (PO₂) no es el más importante, y esto es debido a que como el oxígeno (O₂) es vital para el organismo, el sistema respiratorio conserva siempre una presión de O₂ alveolar más elevada que la necesaria para saturar casi completamente la hemoglobina, de modo que la ventilación alveolar puede variar enormemente sin afectar de modo importante el transporte de O₂ a los tejidos y solo condiciones extremas como una enfermedad pulmonar obstructiva crónica puede reducir la PO₂ arterial a niveles tan bajos que activen los quimiorreceptores periféricos.</p> <p>2. Efecto de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) e hidrogeniones (H₊) en la sangre arterial. El controlador químico más importante de la ventilación pulmonar es el dióxido de carbono, a través de quimiorreceptores centrales del tronco del encéfalo que son sensibles a la concentración de H⁺ en el líquido cefalorraquídeo. Cuando se incrementa la PCO₂ arterial, el CO₂ cruza con gran facilidad la barrera sangre-líquido cefalorraquídeo, pero tiene muy poco efecto estimulante directo sobre las neuronas del centro respiratorio. En cambio, su acción indirecta a través de los H⁺, es muy potente. Los iones H⁺ sí que tienen una acción estimulante directa potente sobre el CR, pero cruzan muy poco la barrera sangre-líquido cefalorraquídeo como protección para evitar que iones H⁺ procedentes del metabolismo celular puedan alcanzar el sistema nervioso. Por tanto, siempre que se incremente la concentración de CO₂ en la sangre arterial, se incrementará también en el líquido cefalorraquídeo en donde reacciona de inmediato con el H₂O para formar iones H⁺ los cuales estimularán directamente el CR dando lugar a un aumento de la frecuencia ventilatoria, un aumento de la eliminación del CO₂ desde la sangre, y la consiguiente disminución de los iones H⁺, alcanzando el equilibrio de nuevo.</p> $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$ <p>Aunque los quimiorreceptores periféricos también son estimulados por el CO₂ a través de la [H⁺], se cree que solo responden inicialmente a una elevación de la presión parcial de CO₂, mientras que la respuesta mayoritaria es a nivel de los quimiorreceptores centrales. Como las variaciones en la ventilación alveolar tienen un efecto enorme sobre la [CO₂] en sangre y tejidos, no es extraño que sea éste el regulador principal de la respiración en condiciones normales.</p>
<p>13. Control no químico de la respiración</p>	<p>1. Por receptores especiales de sensibilidad profunda o propioceptores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Receptores de estiramiento en los pulmones que son estimulados cuando los pulmones se estiran en exceso, y envían impulsos al centro respiratorio (CR) para disminuir la ventilación. Se trata de un mecanismo protector pulmonar • Receptores en las articulaciones que son estimulados durante el ejercicio, y envían impulsos al CR para aumentar la frecuencia respiratoria. Incluso los movimientos pasivos de las extremidades incrementan varias veces la ventilación pulmonar. <p>2. Por actividad del centro vasomotor (CVM) que controla la vasoconstricción periférica y la actividad cardíaca. Si aumenta la actividad del CVM también aumenta la actividad del CR, como sucede en el caso de una hipotensión.</p> <p>3. Por aumento de la temperatura corporal (T^a) También provoca un aumento de la ventilación alveolar, por un efecto indirecto ya que al aumentar la T^a, aumenta el metabolismo celular y, como consecuencia, la concentración de dióxido de carbono y, por tanto, la ventilación alveolar, y también por un efecto estimulante directo de la temperatura sobre las neuronas del CR.</p>

14. Otros factores que contribuyen a la regulación de la respiración	<p>Entre estos factores se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">• Estimulación del sistema límbico. La anticipación de la actividad o la ansiedad emocional puede estimular el sistema límbico, que luego envía estímulos excitadores hacia el área inspiratoria, que aumentan la frecuencia y la profundidad respiratorias.• Temperatura. El aumento en la temperatura corporal, como en la fiebre o el ejercicio muscular vigoroso, eleva la frecuencia respiratoria. El descenso de la temperatura corporal disminuye la frecuencia respiratoria. Un estímulo frío repentino (como una zambullida en agua fría) produce apnea temporaria, es decir, el cese de la respiración.• Dolor. Un dolor intenso y súbito ocasiona apnea breve, pero un dolor somático prolongado aumenta la frecuencia respiratoria. El dolor visceral puede disminuir la frecuencia respiratoria.• Dilatación del músculo del esfínter anal. Esta acción aumenta la frecuencia respiratoria y a veces se utiliza para estimular la respiración en el recién nacido o en una persona que dejó de respirar.• Irritación de las vías aéreas. La irritación física o química de la faringe o la laringe ocasiona el cese inmediato de la respiración seguido de tos o estornudo.• Tensión arterial. Los barorreceptores carotídeos y aórticos que detectan cambios en la tensión arterial ejercen un pequeño efecto sobre la respiración. El ascenso repentino en la tensión arterial disminuye la frecuencia respiratoria, y una caída en la tensión arterial aumenta la frecuencia respiratoria.
--	--

Fuente: Elaboración propia

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo X

Evaluación y preparación
preoperatoria en el
paciente quirúrgico



10.1. Evaluación preoperatoria

Para cualquier procedimiento quirúrgico electivos, sean ambulatorios o con internación, se requiere una evaluación preoperatoria formal con el fin de minimizar el riesgo mediante la identificación de alteraciones corregibles y determinar si se requiere monitorización y tratamiento preoperatorio adicional.

El objetivo de una evaluación preoperatoria completa debe ser proporcionar a los pacientes un plan quirúrgico personalizado para minimizar el riesgo quirúrgico y las complicaciones posoperatorias. Sin embargo, cabe mencionar que en todos los casos no se pueden cumplir con todos los requisitos requeridos para una evaluación preoperatoria. Por ejemplo, una evaluación médica preoperatoria completa puede requerir la opinión de profesionales no quirúrgicos como la de internistas, cardiólogos o neumólogos a fin de ayudar a evaluar el riesgo quirúrgico, pero en caso de requerirse un procedimiento de urgencia como lo es una hemorragia intraabdominal o una víscera perforada, generalmente no hay tiempo para una evaluación preoperatoria completa. Sin embargo, en estos casos los antecedentes del paciente deben ser revisados con la mayor rapidez posible, especialmente en busca de alergias y para ayudar a identificar factores que aumentan el riesgo de una cirugía de emergencia (p. ej., antecedentes de problemas de sangrado o reacciones adversas a la anestesia). Una evaluación preoperatoria debe incorporar:

a. Anamnesis. Una anamnesis preoperatoria relevante incluye información sobre:

- Síntomas actuales que sugieren una enfermedad cardiopulmonar activa (tos, dolor torácico, disnea durante el esfuerzo, etc.) o infección (fiebre, disuria, etc.)
- Factores de riesgo para hemorragia excesiva (trastorno hemorrágico conocido, antecedentes de hemorragias excesivas con procedimientos dentales, cirugías electivas o parto)
- Factores de riesgo para tromboembolia.

- Factores de riesgo para infección
- Factores de riesgo para enfermedad cardíaca
- Trastornos que se sabe aumentan el riesgo de complicaciones, sobre todo hipertensión, enfermedad cardíaca, renal o hepática, diabetes, asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Cirugía y anestesia previas, sobre todo sus complicaciones
- Alergias
- Uso de tabaco, alcohol y consumo de drogas ilícitas
- Uso actual de fármacos con prescripción y sin ella y de suplementos
- Antecedentes de apnea obstructiva del sueño o ronquido excesivo, etc.

En caso de ser necesario un catéter urinario permanente, se debe interrogar a los pacientes acerca de retención urinaria previa y cirugía de próstata.

b. Examen físico. El examen físico debe apuntar no sólo a las áreas afectadas por el procedimiento quirúrgico, sino también al aparato cardiopulmonar y a la búsqueda de signos de infección en curso.

De ser probable usar anestesia raquídea, los pacientes deben ser evaluados para determinar la presencia de escoliosis y otras anomalías anatómicas que puedan complicar la punción lumbar.

Debe señalarse cualquier disfunción cognitiva, sobre todo en pacientes ancianos a quienes se les administrará un anestésico general. La disfunción preexistente puede ser más evidente en el posoperatorio y, si no se detecta de antemano, puede interpretarse como una complicación quirúrgica.

c. Estudios complementarios

Las pruebas preoperatorias se deben individualizar y estar basadas en la presentación clínica del paciente. Las pruebas que generalmente se incluyen son:



d. La evaluación de los factores de riesgo de procedimiento. Para ello se utilizan herramientas que no solo permite la uniformidad en la interpretación de los datos sobre los resultados de los cirujanos, sino que también contribuye a una mejor toma de decisiones compartida y la obtención del consentimiento informado de los pacientes y los miembros de la familia. Entre estas herramientas se tiene la de la American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program (ACS NSQIP) quien desarrollo una calculadora de riesgo para predecir los eventos adversos perioperatorios (ACS NSQIP Surgical Risk Calculator).

10.2. Abordaje de la vía aérea

El manejo de la vía aérea es la realización de maniobras y la utilización de dispositivos que permiten una ventilación adecuada y segura para pacientes que lo necesitan. Constituye uno de los desafíos más importantes al que puede verse enfrentado un médico en su práctica clínica. El resultado final dependerá de las características del paciente en particular, la disponibilidad de equipos, la destreza y habilidades del operador, pudiendo determinar morbilidad y mortalidad (23).

El manejo de la vía aérea en personas implica que éstas requieren asistencia ventilatoria, bien sea por causas accidentales, traumáticas, patológicas o en pacientes sometidos a anestesia general o sedación. Puede ir desde la instalación de una simple mascarilla facial, mascarilla laríngea, intubación endotraqueal, hasta la cricotirotomía o traqueostomía.

Objetivo del manejo de la vía aérea

El objetivo de todas las maniobras para el manejo de la vía aérea es facilitar el intercambio de gases. Constituye, por tanto, el suministro de oxígeno a los pulmones y la eliminación del dióxido de carbono, protegiendo los pulmones de la aspiración de material extraño.

Anatomía de la vía aérea, valoración evaluación y complicaciones de la vía aérea

En anatomía, y en medicina en general, se conoce como vías aéreas a la parte superior del aparato respiratorio. Es la parte por la que discurre el aire en dirección a los pulmones, donde se realizará el intercambio gaseoso. En el ser humano, está compuesto por las siguientes partes: Para realizar un manejo adecuado de la vía aérea, se debe conocer algunas nociones básicas de la anatomía de ella.

La vía aérea es la unión entre el mundo exterior y las unidades respiratorias y se subdivide en dos porciones: superior e inferior, estructurada como se indica en cuadro anexo:

Cuadro 15. Vías aéreas superior e inferior

Vías aéreas superiores	Vías aéreas inferiores
<ul style="list-style-type: none"> • Fosas nasales. • Boca. • Faringe. • Glotis. • Epiglotis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laringe. • Tráquea. • Bronquios. • Bronquiolos. • Alvéolo pulmonar.

Fuente: Elaboración propia

La ruta o camino que recorre el aire desde el medio ambiente para llegar a los pulmones corrientemente es: cavidad nasal y de manera ocasional la cavidad oral, la nasofaringe, la orofaringe, la laringe pasando a través de las cuerdas vocales y tráquea.

Resumiendo, el aparato respiratorio empieza con las fosas nasales y termina en la membrana capila-alveolar; donde se presenta la hematosis. El aparato respiratorio comprende las vías respiratorias que conducen aire con su 21% de oxígeno ambiental a los alvéolos durante la inspiración y deshecha el dióxido de carbono que viene de la sangre y se difunde por la misma membrana capila-alveolar.

Al comienzo se encuentra la cavidad nasal (nasofaringe) y la cavidad oral que incluye la garganta (orofaringe); estas zonas se calientan e

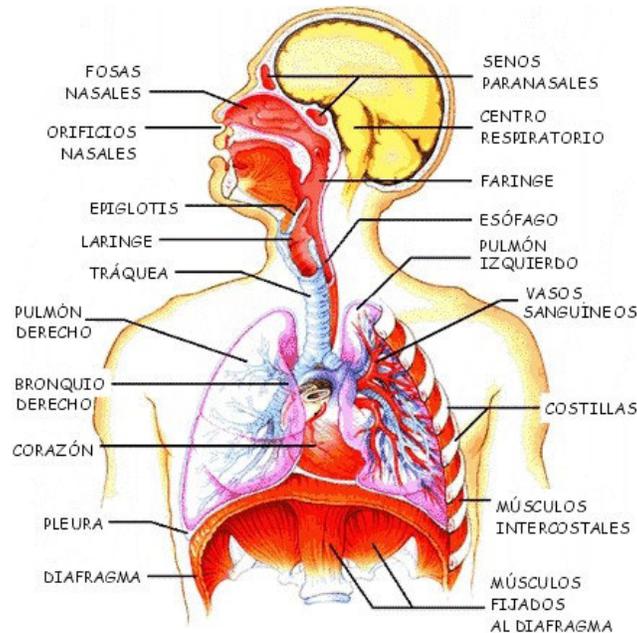


hidratan el aire inhalado, mientras las fimbrias lo filtran; por eso cuando se realiza un manejo invasivo de la vía aérea estas estructuras pierden su función protectora, por lo que será importante aspiración secreciones las veces que sea necesario.

Los dientes son la primera obstrucción y pueden ser más obstructivos que algunas otras estructuras; en segundo lugar, la lengua en conjunto con músculos y ligamentos hiodeos que suspenden los cartílagos de la laringe y la tráquea.

La epiglotis también se une la estructura hioidea superior a la glotis (apertura a la tráquea en la faringe). Es por esto que al levantar la barbilla o empujar la mandíbula, se levantará la epiglotis y se abrirá la vía de aire.

Figura 6. Anatomía del aparato respiratorio (vía aérea)



Míguez Burgos, Agustín. Recuerdo de la anatomía de la vía aérea [Internet]. 2010 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.portales-medicos.com/publicaciones/articulos/2652/1/Recuerdo-de-la-anatomia-de-la-via-aerea.html>

Consideraciones anatómicas fundamentales para el manejo de la vía aérea

Con respecto a la anatomía de la vía aérea y al manejo de la misma es extensa la bibliografía. Se recomienda profundizar en el tema ya que a continuación se suministra algunas consideraciones básicas y fundamentales. Explican Coloma O., Ramón, Álvarez A. Juan Pablo (23):

- a. El plexo de Kiesselbach, es un área muy vascularizada que se encuentra en la región anteromedial del septum nasal. Recibe irrigación de las arterias etmoidales anteriores y posteriores, arteria esfenopalatina, arteria palatina y labial superior. Es el lugar más frecuente de origen de las epistaxis, por lo que debe tenerse en cuenta ante la necesidad de colocar cánulas nasales o intubación nasotraqueal.
- b. Los cóndilos de la mandíbula articulan con la articulación temporomandibular dando cuenta de los primeros 30° de apertura bucal. Más allá de ellos, los cóndilos se subluxan hacia anterior, bajo el arco zigomático logrando una mayor apertura. La maniobra de protrusión mandibular utilizada para desplazar la lengua hacia anterior y despejar la vía aérea requiere de la subluxación de los cóndilos mandibulares. Importante durante la ventilación con mascarilla facial e intubación. Si esto no se logra, se tendrán problemas para la ventilación e intubación del paciente.
- c. A nivel de la faringe, la permeabilidad de ésta es mantenida por el tono muscular de los músculos faríngeos. Si se utilizan agentes sedantes o hipnóticos, éstos disminuirán el tono muscular favoreciendo la obstrucción de la vía aérea.
- d. A nivel de la laringe existe el pliegue medio glosopiglótico que une la base de la lengua con la epiglotis. La presión realizada sobre este pliegue cuando se utiliza una hoja de laringoscopio curva levanta la epiglotis y expone la glotis dando una visión adecuada para la intubación traqueal.
- e. Los cartílagos aritenoides, responsables del movimiento de las cuerdas vocales, pueden ser dañados con la inserción de un tubo endotraqueal muy grande, ya sea directamente o por is-

quemia, produciendo una lesión laríngea permanente.

- f. La membrana cricotiroidea mide aproximadamente 2cm de ancho y un cm de alto. Está ubicada entre el cartílago tiroides y cricoides y es un hito anatómico muy importante, ya que las técnicas avanzadas de manejo de vía aérea lo utilizan como punto de entrada para la inserción de dispositivos quirúrgicos o percutáneos de ventilación. Es importante destacar que se recomienda puncionar en la mitad inferior de la membrana para evitar la lesión de la arteria cricotiroidea, rama de la laríngea superior y que está presente en aproximadamente un 60% de los pacientes en la mitad superior de la membrana cricotiroidea.

Evaluación de la vía aérea

La evaluación de la vía aérea a todo paciente a ser sometidos a anestesia es importante que se lleve a cabo de manera minuciosa y experta, lo cual implica la realización de una historia, una exploración física, revisión de la documentación clínica y realizar tests adicionales. Obtenida la información que se desprende de la evaluación de la vía aérea y basándose en ella, se debe desarrollar una estrategia para manejar cada aspecto de la vía aérea del paciente.

Existe la posibilidad de realizar otras exploraciones complementarias de la vía aérea mediante TAC o ultrasonidos o TAC que pueden contribuir a identificar anomalías en la vía aérea que logran dificultar su manejo a pesar de que según estudios no existe evidencia suficiente para usarlos de forma sistemática.

El manejo de una vía aérea difícil no se limita a la dificultad para realizar una intubación traqueal, sino que también incluye una serie de dificultades, como son para: ventilar, colocar una mascarilla laríngea, realizar una laringoscopia e incluso, utilizar dispositivos de rescate

La mayoría de los factores de riesgo son comunes para las distintas técnicas y la dificultad en una de ellas va de manera frecuente asociada a

.....

dificultad en las demás. Entre los factores asociados a problemas en el manejo de la vía aérea o ventilación, se pueden mencionar: dificultades previas, obesidad, limitación apertura bucal, menor de 3,5cms., lengua grande, micrognatia, protrusión incisivos superiores, Mallampati 3 o 4, cuello corto y grueso, distancia tiromentoniana menor de 6,5cm. con la cabeza hiperextendida y Distancia esternomentoniana menor de 12,5cms. con la cabeza hiperextendida.

La clasificación de Mallampati se basa en la cantidad de estructuras que se logra visualizar en la cavidad oral, con el paciente frente al observador, con la boca abierta y la lengua protruida al máximo. Se cataloga de I a IV, según se logre ver pilares y úvula completa, clase I; hasta clase IV, en que no se logra visualizar la base de la úvula.

En este orden de ideas, Baker, Paul (24) expone que históricamente la exploración de la vía aérea se ha centrado en identificar factores sugestivos de intubación difícil, sin embargo, actualmente se investigan factores de riesgo para identificar otros aspectos de dificultad de manejo de la vía aérea como ventilación con mascarilla facial, colocación de mascarilla laríngea, videolaringoscopia y cricotiroidotomía, e indica:

- a. Factores de Riesgo para la Dificultad de Ventilación.** Factores de riesgo independientes para la dificultad de ventilación con mascarilla facial son la edad mayor de 30 años, IMC por encima de 30, presencia de barba y paciente roncador.
- b. Factores de riesgo para malposición de mascarilla laríngea.** Estos fueron: rotación de la mesa quirúrgica, sexo masculino, ausencia de piezas dentales e IMC elevado, además se vio que se asociaba con una mayor frecuencia de dificultad de ventilación con mascarilla facial.
- c. Factores de Riesgo para Dificultad en la Videolaringoscopia.** Los factores de riesgo para dificultad en la videolaringoscopia fueron alteraciones en la anatomía del cuello, presencia de cicatrices, cambios post-radiación o presencia de masas.
- d. Dificultad de Ventilación con Mascarilla Facial y Laringosco-**



pia Difícil. La combinación de dificultad de ventilación con mascarilla facial y laringoscopia difícil no es rara y se han hallado como factores de riesgo: edad mayor de 45 años, IMC igual o mayor a 30, sexo masculino, Mallampati III ó IV, masa o radiación cervical, DTM limitada, apnea del sueño, presencia de dientes, presencia de barba, cuello gordo, extensión cervical limitada y limitación para la movilidad mandibular.

e. Dificultad para Identificar la membrana Cricotiroidea. La dificultad para la identificación de la membrana cricotiroidea fue más frecuente en obesos, sobre todo en los que tienen aumentada la circunferencia cervical.

Complicaciones mayores de la vía aérea

Se evidencia de estudios médicos realizados las condiciones del paciente contribuyen de manera frecuente a complicaciones, entre ellas: una movilidad cervical limitada, índice de la masa corporal (IMC) elevado, acromegalia, embarazo, bocio, la hipertrofia tiroidea y una intubación fallida previa mediante laringoscopia directa se considera un predictor importante para intubaciones fallidas futuras.

Sin embargo, la situación más dramática en el manejo de vía aérea es la dificultad en la ventilación, entendida ésta como la imposibilidad de mantener saturaciones $>92\%$ con presión positiva y un solo anestesista. Estudios coinciden en identificar sus factores de riesgo, estableciendo: la edad, el índice de la masa corporal (IMC), presencia de barba, pacientes roncadores, la falta de dientes y se incluyen también el sexo masculino y la radioterapia previa.

Enfoques básicos para administrar la vía aérea

Generalmente, se reconocen 4 enfoques básicos para administrar la vía aérea:

a. Enfoque facial: el cual incluye la técnica de la terapia de oxígeno con la ventilación manual con mascarilla y diferentes formas de soporte de ventilación mediante una mascarilla.

- b. Enfoque transglótico:** consistente en introducir un dispositivo a través de la abertura glótica en la tráquea. La intubación endotraqueal es considerado el estándar de oro de la gestión de la vía aérea.
- c. Método extraglótico o supraglótico:** el cual utiliza dispositivos especiales que sellan la hipofaringe por encima del nivel de las cuerdas vocales, lo que permite la ventilación a través de un tubo.
- d. Abordaje infraglótico:** consta de abrir un acceso a la tráquea mediante una incisión o punción de la membrana cricotiroidea (cricotirotomía) de la tráquea (7).

Estos enfoques utilizan diferentes dispositivos médicos que sirven como herramienta para gestionar de forma segura la vía aérea de los pacientes.

A continuación, se realiza un resumen de las diferentes técnicas o avances tecnológicos más importantes desarrollados en los últimos años para el manejo de la vía aérea.

Técnicas básicas y avanzadas para el manejo de la vía aérea

Para ventilar al paciente se cuenta con una serie de técnicas tanto básicas como avanzadas:

Cuadro 16. Técnicas básicas y avanzadas para el manejo de la vía aérea

Técnicas básicas para el manejo de la vía aérea	
<p>a. Ventilación con mascarilla facial con o sin cánula orofaríngea</p> <p>Figura 7. Mascarilla facial para anestesia</p>  <p>equipomexmedical. Mascarilla para anestesia aromática Adulto Mediano – Armstrong Medical [Internet]. 2016 [citado 01/12/2021]. Disponible en: https://equipomexmedical.com/productos/anestesia/mascarilla-para-anestesia-aromatica-adulto-mediano-armstrong-medical/</p>	<p>La ventilación con mascarilla facial también recibe el nombre de ventilación con mascarilla buconasal o ventilación con protección facial. Esta técnica permite ventilar a un paciente cuando la respiración es ineficaz o nula, protegiendo siempre al encargado de realizar la técnica del contacto directo con la boca o las secreciones del paciente y además asegura un volumen de aire más importante que la ventilación con un resucitador manual con mascarilla, sobre todo si el encargado de realizar la técnica no se encuentra familiarizado con el manejo de este último. Sin embargo, para un paciente hospitalizado, la situación más común es la de disponer de un insuflador con ventilador manual, tipo Ambú®.</p> <p>Muchas de las mascarillas son fabricadas con un material transparente, lo cual permite la evaluación del color de la piel o de los labios, ver como se empañan con las respiraciones y los signos de regurgitación, es decir, la visualización de vómitos, de sangre o de cualquier otro cuerpo extraño en las vías respiratorias. Es preferible utilizar una mascarilla con válvula unidireccional.</p> <p>Las máscaras faciales permiten un sello completo a la boca y nariz del paciente. Esto permite entregar al paciente ventilación a presión positiva y oxígeno en altas concentraciones, lo que permite utilizarlas en reanimación y en anestesia.</p> <p>Existen muchos diseños, pero todas incluyen tres partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conector: es de plástico más duro, con un conector universal de 22 mm internos. • Cuerpo: que es firme, el cual puede ser de diferentes materiales. • Borde: es suave y generalmente inflable, permitiendo un buen sello con la cara del paciente. <p>Ciertos modelos tienen una válvula que permite el llenado de aire del borde.</p>

b. Mascarilla laríngea clásica o tubo laríngeo.

Figura 8. Mascarilla Laríngea



Besmed Health Business. Máscara laríngea para humanos LA-771xx series [Internet]. 2019 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.medicalexpo.es/prod/besmed-health-business/product-67771-426245.html>

La mascarilla laríngea clásica es un dispositivo utilizado para el manejo de la vía aérea que constituye una alternativa a la mascarilla facial y al tubo endotraqueal. Inicialmente se usó para ventilación espontánea, pero actualmente se usa para ventilación controlada en: cirugía de rutina y en el manejo de situaciones de no intubación y dificultad de ventilación la cual en el año 2003 se introduce como dispositivo en el algoritmo de vía aérea difícil de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), ya que es un dispositivo que se usa de forma rutinaria y con seguridad por la mayoría de los anestesiólogos.

Esta mascarilla está compuesta por:

- Una pequeña cazoleta diseñada para que se sitúe en la hipofaringe, con una abertura anterior situada en la entrada de la glotis.
- Presenta en la abertura anterior ó cazoleta unas barras de retención de la epiglotis, que protegen la vía aérea de oclusión por la epiglotis.
- El borde de la mascarilla está compuesto por un manguito inflable de silicona, que llega al espacio hipofaríngeo, creando un sello que permite la ventilación con presión positiva no superior a 20 cm. de H₂O.
- El sellado óptimo depende de una correcta inserción y utilización del tamaño adecuado, más que del inflado de la mascarilla.
- Unido a la parte posterior queda el tubo de vía aérea que se conectará al circuito de anestesia manual o mecánico.



<p>c. Intubación endotraqueal vía oral</p>	<p>La intubación endotraqueal es un procedimiento médico en el cual se coloca una sonda en la tráquea a través de la boca o la nariz. En la mayoría de las situaciones de emergencia, se coloca a través de la boca. Se realiza para mantener la vía respiratoria abierta con el fin de suministrar oxígeno, medicamento o anestesia, apoyar la respiración en ciertas enfermedades, tales como neumonía, enfisema, insuficiencia cardíaca, colapso pulmonar o traumatismo grave y eliminar los bloqueos de las vías respiratorias. Asimismo, permitir que el proveedor pueda observar mejor las vías respiratorias superiores, proteger los pulmones en las personas que no pueden proteger sus vías respiratorias y que están en riesgo de inhalar líquidos (aspiración). Esto incluye a las personas con ciertos tipos de accidentes cerebrovasculares, sobredosis o hemorragia masiva del esófago o el estómago.</p> <p>El procedimiento que se lleva a cabo en la intubación endotraqueal, en líneas generales es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Al paciente que esté despierto (consciente) o dormido (inconsciente), se le dará un medicamento para que la inserción de la sonda sea más sencilla y más cómoda.• Es posible que también reciba el medicamento para relajarlo.• El proveedor insertará un dispositivo denominado un laringoscopio para poder visualizar las cuerdas vocales y la parte superior de la tráquea.• Si el procedimiento se está realizando para ayudarlo a respirar, entonces se inserta una sonda en la tráquea y se pasa por las cuerdas vocales hacia justo arriba del punto por encima de donde la tráquea se ramifica a los pulmones.• Posteriormente, la sonda se puede usar para conectarse con un ventilador mecánico para ayudar con la respiración.
--	--

Técnicas avanzadas para el manejo de la vía aérea

a. Fastrach o mascarilla laríngea de intubación

Figura 9. Fastrach o mascarilla laríngea de intubación

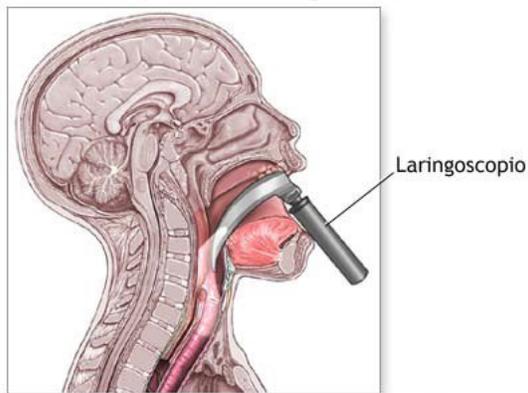


Doctorshop. Mascarilla laríngea n.º 2,5 AU-RA-i™ [Internet]. 2021 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.doctorshop.es/Prodotti/emergencia-PS/resucitadores-ventilacion-asistida-PS-4/balones-mascarillas-para-resucitadores-PS-4-02/mascarilla-larin-gea-n-2>

- Es un tipo especial de mascarilla laríngea diseñada con el fin de lograr la intubación a través de ella, existiendo versiones reusables y desechables.
- Conserva las características generales de la máscara laríngea clásica, pero tiene un tubo rígido a través del cual se puede insertar un tubo de silicona anillado y con cuff que permite asegurar la vía aérea del paciente.
- Una vez instalada frente a la glotis y conseguida la ventilación del paciente se introduce el tubo endotraqueal
- Posteriormente se retira la máscara manteniendo el tubo en posición, con un estilete diseñado especialmente para eso, de modo que al sacar la máscara el tubo se mantenga en la tráquea.
- La intubación se realiza a ciegas y se verifica la posición correcta del tubo mediante la observación de los movimientos torácicos y la medición de CO₂ espirado.

b. Videolaringoscopios

Figura 10. Langiroscopio



ADAM.

Doctorshop. Mascarilla laríngea n.º 2,5 AU-RA-i™ [Internet]. 2021 [citado 01/12/2021]. Disponible en: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/9503.htm

El laringoscopio es un instrumento médico tubular rígido que se utiliza principalmente para examinar la glotis y las cuerdas vocales.

Actualmente existen diferentes marcas y modelos, siendo que durante la última década se han desarrollado laringoscopios que llevan en el extremo distal de la hoja una cámara de video de alta resolución con el fin de visualizar la glotis e introducir un tubo endotraqueal sin la necesidad de ver directamente la glotis, sino a través de una pantalla de alta definición que puede estar en el mango del dispositivo o al lado del paciente.

El aparato está compuesto de dos partes:

1. Un mango para manejar el instrumento. En el caso de los laringoscopios de fibra óptica o con otro tipo de fuente luminosa, el mango contiene en su interior las pilas que alimentan la bombilla o la fuente luminosa.
2. Una hoja que sirve para apartar la lengua y la epiglotis. Al final de la hoja se encuentra usualmente una fuente luminosa (una pequeña bombilla o un punto de luz de fibra óptica de origen en el mango). La hoja puede ser reutilizable, en cuyo caso se debe esterilizar después de cada uso, o desechable.

Entre los tipos de hojas, se enuncian:

1. Hoja de Macintosh: conocida como hoja o rama curva, con una curva parabólica con el tercio distal recto, que es la distancia entre dientes y cuerdas vocales y permite colocar la punta en el ángulo constituido por la epiglotis con la base de la lengua.
2. Hoja o rama recta Jackson-Winsconsin y hoja o rama recta con punta curva Miller: Esta se introduce por debajo de la superficie laríngea de la epiglotis, desplazando hacia delante y arriba con lo que se eleva la epiglotis. Es útil en casos de epiglotis flácidas y en pacientes pediátricos menores por las características anatómicas.



c. Fibroscopio BonFils

Figura 11. Fibroscopio bonFils



DrCharlieCo. Manejo De Vía Aérea [Internet]. 2018 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <http://drcharlieco.blogspot.com/2018/12/>

- Se trata de un conjunto de fibras ópticas con una cubierta de acero, rígido y con forma de J.
- El modelo para adultos presenta una longitud de 40 cm y un diámetro externo de 5mm, lo cual permite insertar tubos endotraqueales simples y de doble luz a partir de 6 mm de diámetro.
- Su inserción se puede realizar por vía media o mediante abordaje retromolar, y permite la administración de oxígeno y anestésico local durante la misma.
- Bonfils se ha usado satisfactoriamente en pacientes con vía aérea normal pero también con vía aérea difícil, conocida e imprevista. Asimismo, ha demostrado sus ventajas en pacientes con apertura bucal disminuida, y pacientes que requieran inmovilización cervical.
- Es un broscopio rígido que fue concebido para la intubación orotraqueal.
- El tubo endotraqueal se monta en el estilete, quedando éste por dentro del tubo.
- En la punta del broscopio existe un sistema de iluminación y una cámara de video de alta resolución.

d. Fibrobroncoscopio flexible

Figura 12. Fibrobroncoscopio



González, Dolores. Fibrobroncoscopia [Internet]. 2012 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://saluddosmil.hospitalsanjuandedios.es/el-hospital-por-dentro/fibrobroncoscopia/>

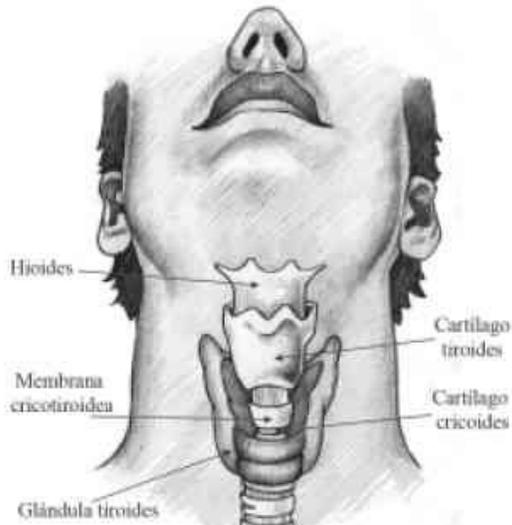
Durante años este dispositivo se ha utilizado para el manejo de la vía aérea difícil, especialmente en aquellos pacientes con antecedentes de dificultad de intubación.

En la actualidad es el método de elección para intubar pacientes en los que se realizará una intubación vigil, es decir, con ventilación espontánea y con sus reflejos de vía aérea presentes.

Entre sus ventajas destaca que, al ser flexible, se puede intubar sin mover la cabeza o cuello del paciente, por su tamaño permite intubar pacientes con limitación en su apertura bucal y realizar intubaciones por vía nasal (25).

e. Cricotirotomía

Figura 13. Cricotirotomía



Revista Electrónica de PortalesMedicos.com. Manejo aéreo de la vía aérea difícil: Cricotiroidotomía [Internet]. 2015 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.revista-portales-medicos.com/revista-medica/manejo-aereo-de-la-via-aerea-dificil-cricotiroidotomia>

La cricotirotomía, es denominada también ltiocri-cotomía, cricotiroidotomía, laringotomía inferior, intercricotirotomía, coniotomía o punción de emergencia de la vía aérea.

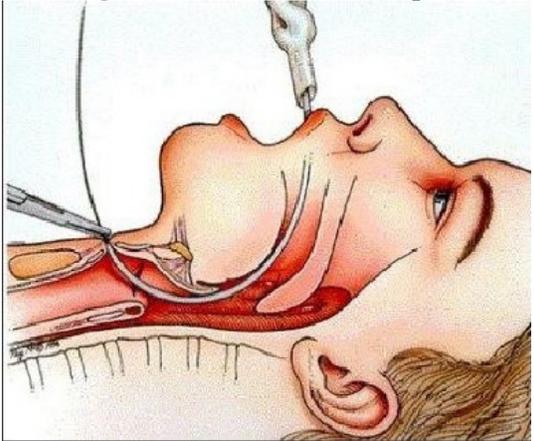
Es un tratamiento de una emergencia médica que consiste en la realización de una incisión a través de la piel y la membrana cricotiroidea para asegurar la vía aérea de un paciente durante ciertas situaciones de emergencia, tales como: obstrucción de la vía aérea por un objeto extraño o una inflamación, paciente que no sea capaz de respirar adecuadamente por su cuenta, o en casos de traumatismo facial grave que impidan la inserción de un tubo endotraqueal a través de la boca.

Es realizada generalmente como último recurso cuando han fallado o no son practicables otros métodos habituales de control de la vía aérea o colocación de un tubo endotraqueal a través de la boca.

Es una técnica más fácil y rápida que la traqueostomía, pero solo se utiliza cuando no es posible la intubación oral o nasal.

El procedimiento no requiere la manipulación de la columna cervical.

La cricotirotomía consiste en la realización de un orificio en la vía aérea a nivel de la membrana cricotiroidea con el fin de lograr una manera de acceder a la vía aérea y lograr la ventilación del paciente. Es un procedimiento de emergencia y está indicado en todas aquellas situaciones que requieran control de la vía aérea, en que no se pueda ventilar a un paciente con mascarilla, no se pueda intubar y no se pueda obtener la oxigenación adecuada del paciente por otro medio de rescate (26).

<p>f. Ventilación jet tranlaríngea</p> <p>Figura 14. Ventilación jet tranlaríngea</p>  <p>Conrado Huerta Millán, Randolpho Balcázar R, Enrique Negrete Estrada, Gustavo Méndez Martínez, María Belén Moscoso Jaramillo. Ventilación jet transtraqueal percutánea [Internet]. 1999 [citado 01/12/2021]. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/med-cri/ti-1999/ti994c.pdf</p>	<p>La denominada ventilación tranlaríngea consiste en un procedimiento menos invasivo que la cricotirotomía, con menor tasa de complicaciones, sin embargo, tiene el defecto que es solo de salvamento ya que no establece una vía aérea duradera y segura, por lo tanto, siempre es seguida de otro procedimiento, bien sea intubación retrógrada, cricotirotomía, traqueostomía o cualquier otro método que permita acceder a una vía aérea segura.</p> <p>La ventilación jet transtraqueal consiste en la introducción de oxígeno a presión a través de una cánula estrecha de cricotiroidotomía. Es utilizada en ocasiones durante cirugías electivas de cabeza y cuello, también se ha descrito su uso como procedimiento de rescate en el manejo de la vía aérea.</p>
<p>g. Intubación retrógrada</p> <p>Figura 15. Intubación retrógrada</p>  <p>Betancur, Sebastián. Manejo avanzado de la vía aerea [Internet]. 2011 [citado 01/12/2021]. Disponible en: https://es.slideshare.net/resmedurgencias/manejo-avanzado-de-la-via-aerea</p>	<p>Consiste en la inserción de un tubo en la tráquea asistida por una guía que se introduce en la vía aérea desde el exterior a nivel del área pericricóidea, en dirección cefálica hacia la cavidad oral o nasal, con el fin de dirigir la entrada del tubo endotraqueal a la vía aérea y asegurar de este modo la ventilación del paciente (27).</p> <p>La intubación retrógrada es una técnica que parece ser simple y rápida en manos experimentadas. Consiste en la inserción de una guía a través del cartílago cricoides que de manera retrógrada sale por la cavidad oral por la que se introducirá la cánula orotraqueal específica para el paciente, a continuación, se avanza el tubo sobre la guía hasta pasar sobre las cuerdas vocales, logrando con esto la intubación del paciente.</p> <p>El equipo de intubación retrógrada está indicado para facilitar la colocación de un tubo endotraqueal durante procedimientos de urgencia o difíciles de acceso a la vía aérea cuando la visualización de las cuerdas vocales no sea posible debido a la presencia de secreciones, sangre o anomalías anatómicas</p>

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la hemostasis constituye el proceso que detiene de manera espontánea el flujo de sangre desde los vasos que la transportan bajo presión, lo cual se logra mediante contracción de los vasos, la adhesión e incorporación de elementos formados de la sangre, y mediante el proceso de coagulación del plasma o de la sangre.

Sangre

Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson (32) explica que la sangre es un tipo de tejido conjuntivo especializado, con una matriz coloidal líquida y una constitución compleja. Tiene una fase sólida (elementos formes), que incluye a los eritrocitos (o glóbulos rojos), los leucocitos (o glóbulos blancos) y las plaquetas, y una fase líquida, representada por el plasma sanguíneo. Estas fases son también llamadas partes sanguíneas, las cuales se dividen en componente sérico (fase líquida) y componente celular (fase sólida).

La función principal de la sangre es la logística de distribución e integración sistémica, cuya contención en los vasos sanguíneos -espacio vascular- admite su distribución -circulación sanguínea- hacia prácticamente todo el organismo.

Mecanismo de coagulación de la sangre

Proceso de cambiar el plasma líquido de la sangre, a un gel sólido mediante la conversión final de fibrinógeno. Existen sustancias procoagulantes y anticoagulantes.

Las fases o proceso del mecanismo de coagulación de la sangre son tres y se identifican como:

1. Se desencadena la “cascada de coagulación” (formación del activador de protombina).
2. Se cataliza protrombina a trombina.
3. La trombina convierte fibrinógeno a fibrina.



Es decir, que la respuesta hemostática incluye tres procesos o fases existiendo siempre una interacción entre la pared vascular y la sangre, las cuales se conocen comúnmente como hemoestasis primaria, hemoestasis secundaria y fibrinolisis:

- a. Hemostasia primaria.** Funciona entre células y elementos proteicos, manteniendo el tejido sanguíneo dentro de los vasos que la contienen, Esto debido a la reacción del cuerpo ante la lesión vascular para formar el tapón plaquetario, por medio de las células endoteliales, plaquetas, y agregación plaquetaria, deteniendo la hemorragia, este proceso desde la lesión epitelial hasta la adhesión plaquetaria es de dos a cuatro segundos, pero se requiere para esto la liberación de colágeno del subendotelio que active la adhesión plaquetaria. Secuencialmente se activan una serie de pasos, tales como la activación del glucorreceptor IIb/IIIa para permitir la unión de plaquetas a otras plaquetas, posteriormente se observa la liberación de gránulos plaquetarios con sus compuestos que provocan una mayor agregación plaquetaria, además de brindar consistencia y firmeza al tapón y finalmente su unión con la fibrina que funciona como soldadura del tapón hemostático (33).
- b. Hemostasia secundaria o coagulación.** Esta fase también se conoce como la coagulación propiamente dicha, en la cual se realiza la interacción de diferentes proteínas plasmáticas, conocidas como “factores de la coagulación” cuyo fin es la producción del coágulo de fibrina, el cual funciona como malla protectora y reafirmante del coágulo formado en la hemostasia primaria para producir el coagulo definitivo. Este proceso posee un mecanismo de regulación mediante proteínas procoagulantes y anticoagulantes, para evitar la producción de coágulos de manera indiscriminada (34).
- c. Fibrinolisis.** Es el mecanismo fisiológico por el cual se destruye el coagulo de fibrina formado en el organismo, durante el proceso de cicatrización, o para destruir aquellos que se forman al interior del vaso sanguíneo y que pueden convertirse en un

embolo que emigra a una región vascular de menor calibre provocando su obstrucción (35).

El agente principal de la fibrinólisis es la plasmina, que actúa mediante la lisis de los coágulos de fibrina dando como resultado los productos de degradación de la fibrina y el dímero D. La plasmina proviene del plasminogeno, el cual se encuentra a nivel sanguíneo en su forma inactiva, hasta el contacto con sus activadores, activador tisular de plasminogeno y activador tipo urocinasa, también conocidos como (t-PA) y (u-PA) respectivamente por sus siglas en inglés, la regulación de estos activadores está dada por el inhibidor de los activadores del plasminogeno (PAI) por sus siglas en inglés. Y la plasmina circulante se inhibe por medio del alfa-2-antiplasmina, además del inhibidor de fibrinólisis activado por trombina, que elimina en la fibrina, su terminación de lisina implicada en la unión con el plasminogeno, evitando así la producción de fibrinólisis descontrolada (35).

Factores de la coagulación

Los factores de coagulación de acuerdo a Gómez Baute, Rafael; Tamará Guerra Alfonso, Liermis Dita Salabert, Julio Damaso Fernández Águila, Maritza Cabrera Zamora (36) y Jaime Pérez, José Carlos; David Gómez Almaguer (37) son:

- a. Factor I o Fibrinógeno:** Glicoproteína que se encuentra en el plasma y gránulos alfa de plaquetas, grupo de globinas en una concentración de 300-400mg/dL sintetizada en el hígado por acción de la trombina, la cual libera fibrinopeptidos A y B que forman la fibrina con un peso molecular de unos 340KD. Vida media: 4- 5días.
- b. Factor II o Protrombina:** Enzima efectora central por sus funciones: A) Escisión de fibrinopeptidos A y B y se fusionan para formar fibrina; B) Activa plaquetas por receptores PAR-1, PAR-4 y glicoproteína I_bx; C) Tiene efectos procoagulantes al participar con los factores V, VIII, XI y XIII; D) Activa el inhibidor de fibrinólisis activado por trombina (IFAT); molécula parecida a la

procarboxipeptidasa-B que inhibe la degradación de fibrina por la plasmina. E) Se une a trombomodulina ubicada en el endotelio y genera su activación. F) Como factor de crecimiento y citosina en la formación de ateromas. Con un peso aproximado de 68.700D Vida media; 3-4 días.

La protrombina es degradada por el complejo de protrombinasa: es decir Factores Xa y Va unidos a fosfolípidos de la membrana, liberando así la trombina; cuyo peso molecular es de 34000D, y se encuentra en una concentración de 10- 14mg/dL; su inhibidor plasmático es la anti-trombina III.

- c. Factor III o Tisular:** Proteína de membrana de los fibroblastos musculo liso principalmente, único factor de la coagulación no presente en la sangre, es posible encontrarle incluso en membrana de leucocitos y monocitos, se une al factor VIIa, por lesión vascular y activan el factor IX y X, es inhibido por medio del inhibidor del factor tisular (VIFT) y en menor medida por anti-trombina III.
- d. Factor IV o Calcio:** Forman puentes de calcio para la unión de fosfolípidos a los factores IX, X, VII y II. Con un peso molecular de 40D y una concentración plasmática de 4-5 mg/dL.
- e. Factor V o Proacelerina:** También denominado factor lábil o proacelerina homólogo del factor VIII en estructura génica circula en el plasma y otro 20% en los gránulos alfa plaquetarios, se activa por trombina y factor X. Vida media: 1 día.
- f. Factor VII o Proconvertina:** Molécula de un peso aproximado entre 45-54KD, con una concentración plasmática de 0.05mg/dL, es la piedra angular de la coagulación y proceso de hemostasia junto a su cofactor el factor tisular, es encontrado en sangre como zimógeno y un 1% de manera activa, su activación es dada por el factor X. Vida media: 4-6 horas.
- g. Factor VIII o Factor Anti hemofílico:** Molécula que viaja unida al factor de von Willebrand con un peso de 285KD, una concentración plasmática de 0.1-.02 md/dL se activa por medio de los

Factores IIa y Xa, el cual se une a factores IX, IV y fosfolípidos de membrana para formar la molécula encargada de catalizar el factor X, compuesto denominado: Xasa. Vida media: 12-18 horas.

- h. Factor IX o Christmas:** Fue la primera proteína de la coagulación que se nombró por el apellido de un paciente, el señor Stephen Christmas en 1952 por la doctora Biggs en Oxford, el paciente Christmas falleció por SIDA a causa de sus múltiples transfusiones. Esta molécula de un peso aproximado entre 50-100KD de síntesis hepática, con una concentración plasmática de 0.4mg/dL; también se denomina tromboplastina plasmática (PTC), es activado principalmente por el factor tisular, VIIa y/o XIa, también se puede activar por medio de una glicoproteína, su inhibición es dada por la antitrombina III. Vida media: 18-24 horas.
- i. Factor X o Stuart-Prower:** Adquiere este nombre por los pacientes Rufus Stuart y Audrey Prower ambos con tendencia al sangrado. El hermano de Prower falleció a sus ocho años posterior a amigdalotomía, Stuart padecía de epistaxis recurrente y hemorragia mucocutánea, con hemartrosis ocasional, falleció en 1979 por cáncer pulmón. Esta molécula es una proteasa de serina que junto al factor V y fosfolípidos de membrana logran formar la protrombinasa, este factor es activado por el complejo VIIa y IIa y por IXa o VIIIa con un peso molecular de 59KD y concentración plasmática de 1mg/dL. Vida media: 1-2 horas.
- j. Factor XI anti hemofílico C:** molécula de 160KD y una concentración plasmática de 0.5mg/dL. Antecedente de tromboplastina del plasma (PTA), convertido en activo por el factor XII, activa el factor IX. Vida media: 2-3 horas.
- k. Factor XII o Hageman:** Descrito por el Dr. Oscar Ratnoff en 1995, en el paciente John Hageman a pesar de no tener tendencia a la hemorragia. Se descubrió en su valoración preoperatoria de John Hageman para corregir obstrucción pilórica. El defecto podía corregirse in vitro adicionando plasma normal, Hageman

a. Factores dependientes de la vitamina K.

Ciertos factores de la coagulación requieren de vitamina K para su síntesis completa. Estas proteínas incluyen a los factores II, VII, IX y X, así como a las dos proteínas reguladoras proteína C y proteína S. Todas tienen estructuras similares en sus regiones con cierta homología y contienen de 10 a 12 residuos Glu, los cuales son carboxilados a ácido -carboxiglutámico y, en presencia de vitamina K, son importantes para la unión del Ca y necesarios para la interacción de estas proteínas vitamina K dependientes con membranas plaquetarias (fosfolípidos plaquetarios).

En ausencia de vitamina K o en el caso de tratamiento con anticoagulante con antagonistas de la vitamina K, los factores II, VII, IX y X son sintetizados, pero están incompletos, carecen de la unión de calcio al ácido -carboxiglutámico y en el plasma se encuentran como factores no funcionales, incapaces de unirse adecuadamente a los iones Ca; estos factores son conocidos como PIVKA (por sus siglas en inglés): proteínas inducidas por ausencia o antagonismo de la vitamina K.

b. Cofactores

Se dividen en dos grupos:

b.1. Procofactores plasmáticos: Se incluyen los factores V y VIII y el CAPM. Los dos primeros tienen propiedades bioquímicas y estructurales similares, son sintetizados como una sola cadena con peso molecular (PM) aproximadamente de 280,000, tienen tres homología; tres dominios A, un gran dominio B y un par homólogo de dominio C. El FV circula en plasma como una proteína monomérica, y el FVIII circula con el factor de von Willebrand (FvW) y al activarse se disocian por proteólisis de uniones peptídicas. Ambos son sintetizados como procofactores y, al ser activados por la trombina, se convierten a cofactores formando parte de los complejos X-asa (FVIII) y II-asa (FV) sobre la superficie plaquetaria; otra posibilidad de activación del FV es por parte del FXa. Veinticinco por ciento del FV se encuentra en los α -gránulos de la plaqueta unido en complejo a una proteína multimérica, llamada multime-



rina, y es liberado en forma de procofactor. El CAPM fue descrito con anterioridad.

c. Procofactores celulares: Factor tisular (FT) y trombomodulina (TM). El FT es una proteína específica presente sobre la membrana plasmática de células como los monocitos y células endoteliales y rico en carbohidratos; es el único factor de la coagulación que no se encuentra normalmente en la circulación o en contacto con éste.

A diferencia de los otros cofactores, factor V y factor VIII, el factor tisular no requiere ningún proceso para su actividad y sólo se necesita el contacto con el FVII.

Uno de los hallazgos más importantes del factor tisular es que unido al FVII inician la coagulación plasmática; también se ha observado que la iniciación sola depende de la ruptura de la barrera física que normalmente separa al FVII del FT y, por lo tanto, para que la hemostasia ocurra, el daño por sí mismo puede ser suficiente para iniciar la coagulación. Se ha informado que los factores VII y VIIa se unen al FT con la misma constante de disociación, por lo que el FVII se distingue de otros zimógenos. La trombomodulina se expresa sobre células del endotelio vascular; de los cofactores es el único que participa como anticoagulante, activando a la proteína C (PC).

Cuadro 17. Factores de coagulación y sustancias relacionadas

Factores de coagulación y sustancias relacionadas		
Número y/o nombre	Función	Desórdenes genéticos asociados
I (Fibrinógeno)	Forma los coágulos de fibrina	Afibrinogenemia congénita, amiloidosis familiar renal
II (Protrombina)	su forma activa (IIa) activa a los factores I, V, X, VII, VIII, XI, XIII, proteína C, plaquetas	Protrombina G20210A, trombofilia
III (Factor tisular o tromboplastina tisular)	Cofactor del VII _a (antiguamente conocido como factor III)	

IV Calcio	Requerido para que los factores de coagulación se unan a los fosfolípidos (antiguamente conocido como factor IV)	
V (proacelerina, factor lábil)	Cofactor del X con el cual forma el complejo protrombinasa	Resistencia a la proteína C activada
VI	No está asignado – antiguo nombre del factor V _a	
VII (factor estable, proconvertina)	Activa a los factores IX, X	Deficiencia congénita de proconvertina/factor VII
VIII (factor antihemofílico A)	Cofactor del IX con el cual forma el complejo tenasa	Hemofilia A
IX (Factor antihemofílico B, factor Christmas)	Activa al factor X: forma el complejo tenasa con el factor VIII	Hemofilia B
X (Factor Stuart-Prower)	Activa al factor II: forma el complejo protrombinasa junto con el factor V	Deficiencia congénita de factor X
XI (antecedente trombo-plastínico del plasma)	Activa al IX	Hemofilia C
XII (factor Hageman)	Activa a los factores XI, VII y precalicreína	Angioedema hereditario tipo I II
XIII (factor estabilizante de fibrina)	Entrecruza a la fibrina	Deficiencia congénita de factor XIIIa/b
Factor de von Willebrand	Se une al factor VIII, media la adhesión plaquetaria	Enfermedad de von Willebrand
Precalicreína (factor Fletcher)	Activa al factor XII y precalicreína; escinde al HMWK	Deficiencia de precalicreína/factor Fletcher
Quininógeno de alto peso molecular (HMWK) (factor Fitzgerald)	Sostiene la activación recíproca de XII, XI, y precalicreína	Deficiencia de quinógeno
Fibronectina	Media la adhesión celular	Glomerulopatía con depósitos de fibronectina
Antitrombina III	Inhibe a los factores IIa, Xa, y a otras proteasas	Deficiencia de antitrombina III
Cofactor heparínico II	Inhibe al IIa, cofactor de la heparina y del dermatán sulfato (“antitrombina menor”)	Deficiencia de cofactor heparínico II
Proteína C	Inactiva a los factores Va y VIIIa	Deficiencia de proteína C
Proteína S	Cofactor de la proteína C activada (APC, inactiva cuando se encuentra unida a la proteína de unión a C4b)	Deficiencia de proteína S
Proteína Z	Media la adhesión de la trombina a los fosfolípidos y estimula la degradación del factor X por ZPI	Deficiencia de proteína Z
Inhibidor de proteasa relacionado con la proteína Z (ZPI)	Degrada al factor X (en presencia de proteína Z) y XI (independientemente)	



Plasminógeno	Se convierte en plasmina, lisa a la fibrina y a otras proteínas	Deficiencia de plasminógeno
Alfa 2-antiplasmina	Inhibe a la plasmina	Deficiencia de antiplasmina
Activador tisular del plasminógeno (tPA)	Activa al plasminógeno	Hiperfibrinólisis familiar y trombofilia
Uroquinasa	Activa al plasminógeno	Desorden plaquetario de Quebec
Activador inhibidor-1 del plasminógeno (PAI1)	Inactiva al tPA y a la uroquinasa (PAI endotelial)	Deficiencia de activador inhibidor-1 de plasminógeno
Activador inhibidor-2 del plasminógeno (PAI2)	Inactiva al tPA y uroquinasa (PAI placentaria)	
Procoagulante del cáncer	Activador patológico del factor X vinculado a la trombosis en el cáncer	

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de coagulación de la sangre:

- a. Tiempo de hemorragia:** Una hemorragia dura de 1 a 6 minutos, dependiendo de la profundidad de la herida y del grado de hiperemia. La ausencia de varios factores de coagulación puede prolongar el tiempo de hemorragia.
- b. Tiempo de coagulación:** El método que más se utiliza es recoger sangre en un tubo de ensayo de vidrio y se agita cada 30 segundos hasta que la sangre se coagule. El tiempo de coagulación normal será de 6 a 10 minutos. Interfiere el largo del tubo y la limpieza del mismo.
- c. Tiempo de protrombina:** La sangre que se extrae del paciente se oxalata de inmediato (no paso de protrombina a trombina). La sangre oxalata se mezcla rápidamente con un gran exceso de iones de calcio y de factor tisular. El calcio anula el empleo del oxalato, y el factor tisular activa la reacción protrombina a trombina. A través de la vía de coagulación extrínseca. El tiempo necesario para que la coagulación tenga lugar se conoce como tiempo de protrombina.

c.1. Tiempo de protrombina (TP)

- Indica la rapidez de la formación del coágulo sanguíneo
- Evalúa la vía extrínseca
- Única prueba que mide el factor VII
- Valor normal 10 a 15 segundos

c.2. Tiempo de Tromboplastina Parcial (TPT)

- Evalúa la vía intrínseca
- Sensible a todos los factores excepto el VII
- Valor normal de 40 a 45 segundos.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo XI

Tratamiento del dolor
y sedación consciente



La sedación y la analgesia se reconocen en la actualidad como estrategias importantes tanto en la anestesia como en las unidades de cuidados intensivos. Los pacientes que van a ser sometidos a uno de los múltiples procedimientos de corta estancia o como complemento de una anestesia locorregional, así como, los pacientes críticos, requieren de una o ambas alternativas. Reducir la ansiedad, la agitación y el dolor ayudan a disminuir el consumo de oxígeno y mejoran, además, el intercambio gaseoso sobre todo en aquellos pacientes considerados de alto riesgo, como los cardiópatas y los neumópatas o aquellos que cursan con alguna insuficiencia orgánica. Sedar a los pacientes se ha asociado con una baja en la morbilidad perioperatoria y en las unidades de cuidados intensivos, porque se disminuye la respuesta metabólica al trauma, se disminuye el consumo de oxígeno, sobre todo en los síndromes coronarios agudos y se mejora la capacidad ventilatoria de los enfermos (3).

La sedación consciente es la depresión de la conciencia inducida por fármacos, es decir, por una combinación de un sedante y un anestésico que es aplicado durante un procedimiento médico o dental. En este estado no se requieren intervenciones para el mantenimiento de la vía aérea, de manera que la respiración espontánea es adecuada. No suele haber compromiso cardiovascular. El paciente permanece despierto, pero no posee la capacidad de hablar, sin embargo, responde correctamente a las órdenes verbales acompañadas de estimulación táctil ligera. Este tipo de tratamiento anestésico permite que el paciente se pueda recuperar rápidamente y volver a hacer vida normal poco tiempo después de la operación. Este tipo de sedación se utiliza para procedimientos cortos y sencillos ya que el efecto del medicamento desaparecerá rápidamente.

La sedación causa relajación, ansiólisis y disminución de la percepción de estímulos dolorosos en un paciente consciente, por lo tanto, el miedo o la fobia disminuye y permite realizar el tratamiento o procedimiento planificado. La inhalación de óxido nitroso es una técnica alternativa

recurso al que todos los profesionales de las áreas tienen, existen otras alternativas como son el índice bispectral (BIS), los potenciales evocados somatosensoriales y el electroencefalograma (EEG), pero estos recursos no están al alcance en todos los hospitales. Los seis niveles propuestos son:

- Nivel 1. Paciente ansioso y agitado.
- Nivel 2. Paciente cooperador, orientado y tranquilo.
- Nivel 3. Paciente dormido con respuesta a órdenes verbales.
- Nivel 4. Paciente dormido con respuesta breve a la luz y al sonido.
- Nivel 5. Paciente con respuesta sólo al dolor intenso.
- Nivel 6. Paciente sin respuesta.

Lo ideal es tener a los pacientes entre el nivel 2 y 3

Entre las complicaciones que pueden existir con respecto a la sedoanalgesia son secundarias a sedación inadecuada o a sobredosis de fármacos favorecidos por el desconocimiento de la farmacocinética y farmacodinamia del fármaco empleado, o al empleo de la polifarmacia que se llega a emplear sobre todo en las unidades de cuidados intensivos, agregado a ello las patologías de base de los enfermos.

La Sociedad Americana de Medicina Crítica recomienda en base a su farmacocinética y los costos según la autora citada (3), lo siguiente:

- Midazolam y propofol para sedación a corto plazo, es decir menor de 24 horas.
- Loracepam para la sedación a largo plazo, con la desventaja de que en México no contamos con la presentación parenteral.
- Morfina para analgesia en los pacientes hemodinámicamente estables.
- Fentanyl para analgesia en los pacientes hemodinámicamente inestables.
- Haloperidol en las UCI para el tratamiento del delirio y la psicosis.

Posteriormente a la sedación consciente, el paciente se sentirá somnoliento y con dolores de cabeza o náuseas. El especialista controlará los niveles de oxígeno en la sangre y la presión arterial cada 15 minutos hasta que la persona esté capacitada para volver a casa, ya que en la mayoría de los casos la sedación consciente es segura y se trata de una buena opción ante algunas intervenciones menores o exámenes de diagnóstico.

Una vez en casa el paciente deberá realizar los siguientes cuidados:

- Consumir una comida sana y equilibrada para reponer energía.
- El paciente debe ser capaz de volver a realizar vida normal al día siguiente.
- Evitar conducir y beber alcohol durante 24 horas.
- Verificar la ingesta de medicamentos o suplementos con su especialista.
- Seguir las recomendaciones del médico si se le ha realizado alguna operación para realizar una correcta recuperación.

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo XII

Complicaciones generales
de la anestesia



El éxito de una intervención quirúrgica depende en gran medida de que se minimicen las complicaciones posoperatorias. La anestesiología se ocupa quizás con mayor interés en las complicaciones que otras especialidades médicas. En general, la anestesia y la sedación son seguras para la mayoría de los pacientes. Sin embargo, ninguna de ellas está libre de riesgo y que las complicaciones secundarias al procedimiento son frecuentes.

En cuanto a las complicaciones posoperatorias se indican algunas opiniones como son:

- Desde tiempos remotos, la ocurrencia de complicaciones posoperatorias ha constituido un problema de difícil solución, que puede ir desde una simple infección de la herida quirúrgica hasta una sepsis generalizada grave, muchas veces mortal cuando no es controlada a tiempo.
- La mayoría de esas complicaciones posquirúrgicas se originan generalmente en el quirófano y pueden estar relacionadas con la enfermedad de base, los factores condicionantes del paciente (entre estos la edad), la complejidad y magnitud de la intervención, la experiencia o habilidad de los integrantes del equipo de cirugía o el tipo de anestesia utilizado.

Las complicaciones anestésicas pueden ser atribuidas según la literatura a los siguientes aspectos como los más comunes, entre otros:

- Edad.
- Estado de salud general.
- Antecedentes patológicos personales.
- Gravedad de la enfermedad.
- Técnica anestésica utilizada.
- Tipo de acto quirúrgico realizado.
- Tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias.



Las complicaciones que se producen en la sala de recuperación postanestésica, son un indicador global fundamental de la calidad de la asistencia anestesiológica en cada centro quirúrgico; por tanto, el análisis de estas complicaciones puede conducir hacia la realización o modificación de pautas o conductas en búsqueda de un mejor resultado anestésico-quirúrgico y determinen una retroalimentación positiva en pro de la calidad y excelencia asistencial.

a. Anestesia general y complicaciones

En referencia a las complicaciones de la anestesia general, la cual es la más usada, se realizan algunas consideraciones también, tales como: Luego de la anestesia general, ciertos pacientes podrían experimentar náuseas, vómitos, mareos, dolor de cabeza, irritación de la garganta, cambios en la presión sanguínea y dolor. Estos efectos secundarios en muchas oportunidades son generalmente moderados, cortos y tratables.

La anestesia general puede ocasionar, aunque de forma infrecuente, complicaciones y/o efectos adversos, algunos fatales. En general los efectos adversos de esta anestesia son mayores que los que se encuentran con la anestesia local o con la anestesia regional.

Los efectos adversos suelen ser escasos en personas sanas, pero pueden ser mayores si existen enfermedades de base. Los más frecuentes o graves son:

- Alergias a la anestesia.
- Lesiones en los dientes, lengua, laringe o tráquea como consecuencia de la introducción del tubo en la tráquea.
- Aspiración de contenido de la boca o del aparato digestivo hacia los pulmones. Dado que durante la anestesia no existen reflejos como el tragar, el toser o el carraspear, cualquier líquido que pase hacia los pulmones no puede ser expulsado, lo que puede producir complicaciones como una neumonía aspirativa. En general es una complicación infrecuente dado que el tubo

introducido en la tráquea bloquea también el paso de cualquier contenido hacia los pulmones.

- Náuseas y vómitos. Se producen con más frecuencia tras operaciones abdominales.
- Cambios en la frecuencia cardiaca o en la presión arterial.
- Arritmias o problemas respiratorios.
- Ictus.
- Infarto de miocardio.
- Confusión mental temporal (delirio).
- Muerte.

A continuación, se detallan las complicaciones que son posibles, pero como se ha mencionado, muy poco probables.

- Para asegurar la ventilación se suele colocar un tubo en la tráquea, y en ocasiones puede ser difícil, dependiendo de las características físicas del paciente. En estos casos se podrían producir lesiones por traumatismo en dientes, esófago o tráquea y en casos extremos se puede necesitar hacer una traqueotomía.
- Aun estando en ayuno, podría haber paso del contenido digestivo a los pulmones, produciendo complicaciones respiratorias que pueden ser severas.
- Otra complicación infrecuente, más relacionada con el mal estado previo del paciente son las alteraciones cardíacas (arritmia, infarto, etc.).
- La hipertemia maligna es una subida de temperatura difícil de controlar.
- Al canalizar las venas se podrían producir hematomas o lesión de estructuras cercanas. Las sustancias administradas podrían producir reacciones alérgicas, aunque cada vez es más infrecuente.

Asimismo, se refiere que las complicaciones que pueden darse en la inducción provienen, por error en la lectura de ampollas, por fallas en el etiquetaje o por diluciones erróneas, a lo que se agregan las compli-



caciones de la intubación, hipertensión, arritmia, aspiración de secreciones, obstrucciones, intubación esofágica, isquemia de la mucosa traqueal, extubación accidental, broncoespasmo, etc.

También, la literatura informa que un 10% de las complicaciones asociadas a la anestesia general están relacionadas con las máquinas de anestesia, debido a desconexiones, conexiones erróneas, falla de válvulas unidireccionales, cambios accidentales de los flujos de los gases y defectos del canistel.

Es importante, en la administración de fármacos anestésicos al paciente tener presente el seguimiento de los protocolos lo cual minimiza los considerados errores humanos, lo cual contemplaría: cumplir con la revisión de los equipos y máquinas, las diluciones estandarizadas, el chequeo de las drogas, el mantenimiento regular y preventivo de todos los equipos que existan en el pabellón y la familiarización continua con el equipamiento que se usa en la práctica del área.

En la anestesia general, la hipotermia es otro riesgo asociado con este tipo de anestesia. En pabellón, el paciente está expuesto a un trastorno térmico intraoperatorio, con temperatura central menor a 36° Celsius, lo que puede ser consecuencia de la inhibición de la termorregulación inducida por la anestesia y de la exposición del paciente al ambiente frío del quirófano.

Esta situación se puede prevenir limitando la pérdida de calor cutáneo hacia el entorno, cosa difícil, reduciendo la evaporación desde las incisiones quirúrgicas y reduciendo al mínimo el enfriamiento por conducción. En las cirugías superiores a dos horas hay que realizar un aislamiento masivo de las extremidades, utilizar sistemas de calentamiento en el período operatorio (aire caliente, frazadas), calentar también los líquidos intravenosos y las soluciones utilizadas para irrigar las cavidades, y mantener la temperatura del quirófano en 23° o 26°, que es la temperatura ideal para los anestesistas **(38)**.

b. Anestesia pedidural y espinal

En cuanto a la anestesia se señala, por ejemplo, lo siguiente:

En la anestesia pedidural y la anestesia espinal, puede ocurrir hipotensión arterial, bradicardia, náuseas y vómitos, dificultad respiratoria y disnea, además de complicaciones tardías, como la retención urinaria y la cefalea post punción.

La inyección intravascular inadvertida de un anestésico local puede provocar convulsiones, depresiones del sistema nervioso central y coma, obligando a efectuar reanimación cardiopulmonar, desfibrilación, etc.

Otra complicación posible es la perforación de la duramadre y la inyección subaracnoida, también existen complicaciones anestésicas debidas a bloqueos periféricos, como el bloqueo del plexo braquial, y se puede producir neumotórax, parálisis frénica, inyección intravascular, infección local, lesiones nerviosas y hematomas.

Se ha considerado que entre las complicaciones postanestésicas más comunes y que suelen implicar un peor pronóstico son las pulmonares. Estas no solamente aparecen con las técnicas de inhalación con narcóticos más o menos irritantes para la mucosa del árbol respiratorio, sino también después de anestesis subdural, epidural y local.



Cuadro 18. Resumen de las complicaciones de la anestesia general según Soler E Faus M Burguera R Fernández J Mula P.

Complicaciones de la Anestesia General	
Respiratorias	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción de la vía aérea por caída de la lengua, edema de laringe por la intubación o laringospasmo. • Hipoventilación por depresión del centro respiratorio o por relajación del diafragma. • Neumotórax/Hemotórax por la intervención quirúrgica o por un barotrauma por Ventilación Mecánica. • Atelectasias por acumulo de secreciones. • Broncoaspiración de contenido gástrico.
Cardiovasculares	<ul style="list-style-type: none"> • Hipertensión arterial por dolor o retención urinaria. • Hipotensión arterial por hipovolemia (sueros), hemorragia. (concentrados de hematíes) o insuficiencia cardíaca. • Arritmias que disminuyen el gasto cardiaco. • Infarto agudo al miocardio.
Del Sistema Nervioso Central	<ul style="list-style-type: none"> • Excitación o agitación por el dolor, hipoxemia o hipercapnia, deshidratación o retención urinaria. • Retrasos al despertar por sobredosis de anestesia, hipoglucemia o hiperventilación. • Hipotermia.
Otras	<ul style="list-style-type: none"> • Náuseas y vómitos por opiáceos. • Reacción anafiláctica.
Complicaciones del Bloqueo Medular	<ul style="list-style-type: none"> • Respiratorias: hipoventilación, insuficiencia respiratoria, disnea. • Cardiovasculares: hipotensión y bradicardia. • Toxicidad sistémica por anestésicos locales IV. • Cefalea por pérdida de LCR o punción accidental de duramadre. • Retención urinaria por utilización de opiáceos y bloqueo de músculos de la micción. • Infecciones: Meningitis. • Alergia a los anestésicos (39).

Fuente: Elaboración propia basado en Soler E Faus M Burguera R Fernández J Mula P (39)

Cuadro 19. Complicaciones más frecuentes de la anestesia.

<p>Complicaciones Sistema Nervioso Central</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las náuseas y vómitos. Constituyen la complicación más frecuente. Producen mucho disconfort y prolongan la estancia en Recuperación. Todas las técnicas anestésicas favorecen este cuadro exceptuando quizás las técnicas basadas en el propofol. Incrementa el peligro de aspiración pulmonar por lo que hay que intentar luchar contra ello. Hipotermia. Es la más frecuente de las complicaciones si no se utilizan sistemas activos de calentamiento tipo mantas de aire, en el postoperatorio. Produce vasoconstricción, temblores, disconfort y aumento del consumo de oxígeno. Existen pruebas evidentes de que disminuye la inmunidad y la resistencia a las infecciones. Por ello debe ser una prioridad combatirla per y postoperatoriamente. Retardo en la recuperación de la conciencia. Normalmente es debido a efectos residuales de los anestésicos, pero hay que descartar otros motivos como: <ul style="list-style-type: none"> Alteraciones metabólicas (hipoglucemia, hipotiroidismo, acidosis), Accidente vascular cerebral (trombosis, hemorragia) y la presencia de hipoxia o isquemia cerebral peroperatoria. Arritmias cardíacas. Son frecuentes en pacientes mayores, isquémicos etc. Pueden ser supra ventriculares taquicardias, bradicardias, extrasístoles ventriculares. Pueden ser puntuales y no requerir tratamiento a largo plazo, sino tratamiento inmediato. Suelen deberse a causas pasajeras como dolor, trastornos electrolíticos (hipopotasemia), metabólicos, hipoxia o hipercapnia. Tratando la causa desaparecen normalmente.
<p>Complicaciones Circulatorias</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hipotensión, shock. Puede ser por falta de reposición de volemia, por depleción de líquidos, pérdidas hemáticas perioperatorias o postoperatorias. También cardiogénico por isquemia miocárdica e infarto de miocardio. La presencia de shock por fallo de las resistencias vasculares sistémicas puede ser debido a sepsis, fallo hepático etc. Hipertensión. Es también frecuente por la aparición de dolor, hipoxemia, hipercapnia etc. Puede ser causa de fallo cardíaco secundario, infarto de miocardio, accidente vascular cerebral.



<p>Complicaciones Pulmonares</p>	<p>Pueden ser antecedentes que predisponen a una complicación pulmonar: Infección de vías respiratorias superiores, regurgitación o aspiración de vómito, antecedentes de tabaquismo intenso, enfermedades respiratorias crónicas y obesidad, entre otras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atelectasia. La atelectasia ocurre las primeras 48 horas posteriores a la cirugía, en la que existe una expansión incompleta del pulmón o una parte del mismo, se atribuye a la falta de respiraciones profundas periódicas. Ésta puede ocurrir cuando un tapón de moco cierra un bronquiolo, lo que provoca que se colapsen los alveolos que se encuentran distales a dicho tapón, dando como resultado la disfunción respiratoria. Los signos que se pueden manifestar son: Taquipnea leve a intensa, taquicardia, tos, fiebre, hipotensión, disminución de los ruidos respiratorios y de la expansión torácica del lado afectado. • Broncoaspiración. Es causada por aspiración de alimentos, contenido gástrico, agua o sangre en el sistema traqueobronquial. Se debe considerar que los anestésicos y los narcóticos deprimen el sistema nervioso central, originando la inhibición del reflejo nauseoso y tusígeo. • Neumonía. La neumonía es una respuesta inflamatoria en la cual el gas alveolar queda reemplazado por material celular. En los pacientes postoperatorios por lo general el agente etiológico son por gramnegativos debido a la alteración de los mecanismos de defensa bucofaríngeos. Los síntomas que se advierten son: Disnea, taquicardia, dolor torácico pleurítico, fiebre, escalofríos, hemoptisis, tos, secreciones espesas verdosas o purulentas y disminución de los ruidos respiratorios en el área afectada.
----------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Resumen de las principales complicaciones de la anestesia raquídea

Cardiacos	La anestesia intradural bloquea los impulsos simpáticos hacia los vasos sanguíneos sistémicos, produciéndose como resultado vasodilatación, éstasis venosa y una reducción de la precarga cardíaca. Esto provoca Bradicardia e hipotensión, dos efectos secundarios habituales en este tipo de anestesia.
Alteraciones respiratorias	Cuando se ha tenido que practicar una intervención sobre el abdomen superior, ha sido necesario paralizar parcialmente el diafragma. En muchos de estos casos el paciente nota una especie de presión en el tórax a causa de la parálisis de los músculos intercostales. Aunque el paciente haya sido anestesiado hasta el nivel de la axila, el diafragma sigue siendo funcional porque está inervado por el nervio frénico, situado por encima de la cuarta vértebra cervical.
Alteración de la movilidad y sensibilidad	Los pacientes sometidos a este tipo de anestesia tienen un comprensible temor a quedar paralizados. Mientras la recuperación de los efectos de la anestesia no sea completa, el paciente tendrá dificultades para cambiar de posición y no sentirá dolor alguno
Alteraciones neurológicas	Se puede producir secuelas neurológicas transitorias o permanentes por traumatismo, irritación por la sustancia, falta de asepsia o pérdida de líquido cefalorraquídeo con síndrome de disminución de la presión intracraneal. Ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> • Trastornos auditivos y oculares como tinnitus y diplopia • Aracnoiditis, meningitis, síndrome de la cola de caballo (el paciente no recobra el uso de las piernas o el control de las funciones vesical y rectal). • Parestesias temporales como entumecimiento y hormigueo • Parálisis de los pares craneales. • Cefalea: <ul style="list-style-type: none"> • El uso creciente de agujas de pequeño calibre ha reducido la incidencia de cefaleas tras la anestesia intradural. • Puede ocurrir que se produzca una cefalgia raquídea, debido al escape persistente de líquido cefalorraquídeo a través del agujero de la aguja de la duramadre.
Complicaciones Inmediatas de la Anestesia Raquídea	La más importante es la hipotensión por el bloqueo simpático que produce el anestésico local ayudado por compresión aorto-cava de la paciente en decúbito y lo más importante es hacer profilaxis con volumen previo a la intervención y una vez iniciada la intervención colocar a la paciente en decúbito lateral izquierdo y dar volumen endovenoso y uso de efedrina como vasoconstrictor (único vasoconstrictor que no compromete la circulación útero-placentaria).



<p>Complicaciones tardías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Raras <ul style="list-style-type: none"> • Infecciosas: Meningitis (importante la asepsia-antisepsia y control de la calidad de la anestesia) • No infecciosas: Por error técnico (uso de droga equivocada) o por contaminación química (mal enjuague de jabón) que pueden producir una aracnoiditis o meningitis química o el sd. De cola de caballo. • Frecuentes <ul style="list-style-type: none"> • Cefalea post raquídea: <p>El gran motivo del pánico que existe sobre esta anestesia. Predisponen el sexo (4 veces más frecuente en mujeres de cualquier grupo de edad), edad (más frecuente entre los 20 y 40 años), la presencia de embarazo, el calibre y la punta del trócar, el nº de punciones y la proporción de glucosa que tenga la solución de anestésico inyectado. Al retirar el trócar queda un agujero en la duramadre. Al haber presión positiva en el espacio raquídeo el líquido tiende a salir hacia el espacio epidural (unas pocas gotitas).</p> <p>Cuando se produce un desbalance entre lo que sale y lo que se produce, hay hipotensión de LCR y cuando la paciente se sienta, el LCR cae, llega al cono medular, y se produce una hipotensión más importante a nivel encefálico y el encéfalo cae traccionando las venas puente que van de la duramadre al encéfalo y eso es lo que duele de forma muy intensa, a veces invalidante. Con trócar de calibre 25 y punta filosa la incidencia era de 3% y si tomamos las cesáreas que son pacientes bien cuidadas en el post operatorio tenemos un 2%. Ahora se usan los trocares de punta redonda (Whitaker) tenemos menos de 0.5%. No es una complicación grave, pero es muy dolorosa. Si no se trata se pasa sola en 7 a 10 días, no vuelve más y no deja ninguna secuela, tiene tratamiento. Si al acostarse, el dolor no cede, es muy poco probable que se trate de cefalea post raquídea. Empieza 24 a 48 hrs después de la punción, es raro que sea más precoz o más tardía, es de tipo frontoccipital la mayoría de las veces (puede ser solo frontal, solo occipital o holocránea). El componente postural es lo más importante. Pude acompañarse de náuseas y vómitos, mareos o diplopia.</p> <p>Las neuropatías periféricas, ocasionan la segunda mayor causa de demandas con el 26%, después de los casos por muerte del paciente. Los montos de estas demandas son relativamente moderados. Dentro de ellas, las más comunes son las que comprometen el nervio cubital, el plexo braquial, el nervio peroneo superficial, el nervio ciático y el nervio femoral.</p>
-------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

Capítulo XIII

Anestesia.
Casos especiales



Figura 16. Anestesia Neonatal



Bonaduz, Suiza. Ventilador Neonatal Versátil Hamilton-C1 NEO [Internet]. 2018 [citado 01/12/2021]. Disponible en: <https://www.elhospital.com/temas/Ventilador-neonatal-versatil-HAMILTON-C1-neo+125302?-si=NL&do=125302>

La anestesiología neonatal es una de las subespecialidades de la anestesiología moderna y se reconoce que se presenta como un desafío en la práctica anestésica actual. La gestión de la anestesia neonatal exige un profundo entendimiento sobre la fisiología y la patología prontamente cambiantes del neonato, así como, la farmacocinética y la farmacodinámica de las drogas utilizadas para proporcionar la anestesia, el desarrollo de equipos y técnicas de monitorización, etc. Es decir, requiere de una comprensión de varios elementos y consideraciones las cuales implican diferencias que condicionan procedimientos y comportamientos farmacológicos distintos, aún dentro del mismo grupo etéreo, como son:

- Los neonatos tienen una anatomía y una fisiología muy distintas de las de los adultos
- Respuestas a la farmacocinética y farmacodinamia de las drogas anestésicas



- Las limitaciones fisiofarmacológicas del neonato
- La fisiopatología de la enfermedad quirúrgica coexistente

Factores que se deben tener en cuenta, los cuales pueden incluir: anemia y deshidratación, inducción de la anestesia, mantenimiento con o sin tubo endotraqueal, y posiciones del paciente, pulso y presión sanguínea y temperatura óptima del quirófano y la sala postoperatoria.

Según informa la mayoría de la literatura el anestesiólogo neonatal antes de comenzar la anestesia debe establecer la estrategia anestésica más adecuada y elaborar el mejor plan anestésico, lo cual conlleva a la adopción de manera cuidadosa del método anestésico más adecuado para cada paciente de acuerdo a la edad gestacional, al estado clínico, patologías agregadas y al tipo de procedimiento quirúrgico. Los objetivos deben ser:

- Garantizar una atención anestésica profesional
- Valorar integralmente cada caso en el preanestésico
- Establecer el mejor plan anestésico
- Reducir riesgos innecesarios
- Vigilar la etapa de recuperación
- Documentar todo el proceso de atención anestésica
- Procurar atención anestésica ideal para casos fuera del quirófano

Valorar integralmente cada caso en el preanestésico

La planificación de una estrategia anestésica debe abarcar el pre, intra y postoperatorio, teniendo en cuenta la patología de la cirugía, el estado previo del paciente, el tiempo de la cirugía, el posible dolor tras la intervención, entre otras cosas.

Generalmente, los anestesiólogos pueden decantarse por varios tipos de anestesia: una anestesia balanceada, es decir, con líquidos y opioides, anestesia intravenosa total, preferiblemente usando remifentanilo ya que su uso es cada vez mayor.

Es importante destacar como fundamental la monitorización del neonato consiste en la utilización de diversos monitores y sensores que permiten medir y controlar las funciones vitales de los pacientes, indicándonos su estado cardiorrespiratorio. Es un factor clave del estado clínico del paciente. Esta monitorización permite detectar previamente alteraciones en el estado del niño y actuar en consecuencia. Existen dos tipos de monitorización: invasiva y no invasiva.

La monitorización no invasiva es la medida de las constantes vitales de forma incruenta, es decir, sin lesión de tejidos. Los principales parámetros en la monitorización no invasiva son: la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial por medio de un manguito, saturación de oxígeno y temperatura corporal periférica. La monitorización invasiva en neonatos.

Aspectos comunes anestésicos

A este grupo de edad se le pueden practicar intervenciones de varios tipos referida a la patología que presenten. Sin embargo, existen aspectos comunes según lo informa la Guía de práctica clínica de anestesia en neonatos (41):

Cuadro 21. Aspectos comunes anestésicos (Neonatología)

<p>1. Etiología</p>	<p>Es importante conocer los procesos de desarrollo decisivos en neonatos, de la patología que los afecta y como afectan a la atención anestésica.</p> <p>1.1. Fisiología Neonatal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respiratorio <ul style="list-style-type: none"> • Existe mayor trabajo respiratorio debido a compliance pulmonar baja a compliance torácica alta consecuyente disminución de los volúmenes pulmonares, lo cual origina mayor trabajo respiratorio. • Existe tendencia a la hipoxia por: elevado consumo de oxígeno; alta relación capacidad de cierre/CRF. • Respiración periódica. • Desaturación de oxígeno rápida en los segundos de apnea. • Cardiovascular <ul style="list-style-type: none"> • Aparato cardiovascular inestable e inmadurez. • Menor resistencia vascular pulmonar. • Cierre del conducto arterioso permeable. • Cierre del agujero oval. • El gasto cardiaco depende de la frecuencia cardiaco y de la presión de llenado del ventrículo izquierdo. • Renal <ul style="list-style-type: none"> • Riñones inmaduros al nacer • Pérdida obligada de sodio. • Menor índice de filtración glomerular. • Baja capacidad para concentrar o diluir la orina. • Neurológico <ul style="list-style-type: none"> • Sistema nervioso autónomo inmaduro con predominio parasimpático y escaso tono simpático. • Sistema nervioso central inmaduro. • Mielinización incompleta. • Temperatura <ul style="list-style-type: none"> • Termogénesis sin temblor. • La superficie corporal alta en relación al adulto y una conductancia térmica aumentada facilitan las pérdidas de calor.
---------------------	--



2. Fisiopatología	<p>La mayoría de las operaciones en neonatos se deben a malformaciones congénitas las cuales casi siempre son múltiples y dentro de las más comunes se tienen:</p> <p>Obstrucciones Intestinales: De las urgencias quirúrgicas más frecuentes se encuentran estas alteraciones en el desarrollo del tubo digestivo durante la gestación, en las primeras semanas pueden dar lugar a diferentes malformaciones en su desarrollo y ameritan tratamiento quirúrgico en los neonatos. El tratamiento preoperatorio consiste en aspiración naso gástrico continuo y aporte intravenoso de líquidos y electrolitos. Se indica una inducción de secuencia rápida o una intubación con el paciente despierto.</p> <p>Estenosis Pílorica hipertrófica: Produce obstrucción gradual de la salida gástrica. Si los vómitos son intensos o prolongados se puede desarrollar deshidratación y alcalosis metabólica hipocloremica hipocaliémica. La estenosis pilórica hipertrófica, representa una urgencia médica que requiere corrección de las alteraciones hidroelectrolíticas y, después tratamiento quirúrgico.</p> <p>Atresias duodenales e ileal: Se suelen asociar a otras anomalías, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atresia Duodenal. Presentan vomito biliar en las primeras 24 a 48 horas de puse del nacimiento. Hay ausencia de distensión abdominal. Rx: burbujas dobles. • Atresia Yeyunal e Ileal. Distensión abdominal. Múltiples asas de intestino delgado en las radiografías; ausencia de aire en el colon. • Ano Imperforado. Elevada incidencia de problemas renales o gastrointestinales asociados. Puede estar asociado a fístulas a la vejiga o a la vagina. <p>Gastrosquisis: Se debe a oclusión intrauterina de la arteria onfalomesenterica que origina un defecto en la pared abdominal lateral al ombligo, por donde se produce evisceracion del intestino. Las vísceras están expuestas al daño químico por el líquido amniótico y el entorno. El intestino no emigra de vuelta a la cavidad abdominal, por lo que la pared abdominal no se desarrolla, hay herniacion de las vísceras en la base del cordón umbilical a través de un defecto central. El saco membranoso cubre y protege el intestino. El saco puede romperse.</p> <p>Hernia Diafragmática congénita: Es consecuencia de una falla en el cierre completo del conducto pleural y peritoneal con herniacion del contenido abdominal dentro de la cavidad torácica, resultando hipoplasia pulmonar bilateral. La severidad del distress respiratorio y el grado de hipoplasia determina el pronóstico y el resultado final para el neonato.</p> <p>Enterocolitis Necrotizante: Enfermedad de los prematuros que se caracteriza por distintos grados de necrosis intestinal. Los lactantes con mayor riesgo son los de edad gestacional inferior a 32 semanas y peso menor a 1,500 gr., aunque la enfermedad puede afectar a un recién a término. Los problemas asociados son: acidosis, hipotermia, apnea, bradicardia, Trombocitopenia, CID, shock séptico/hipovolemico.</p>
-------------------	---



<p>3. Factores de riesgo asociado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prematurez • Asfixia (Síndrome de distress respiratorio) • Apneas • Displasia bronco pulmonar • Malformaciones congénitas múltiples • Retinopatía
<p>4. Cuadro clínico</p>	<p>Exploración física</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auscultación cardiorrespiratoria • Características de las vías aéreas para intubación • Constantes hemodinámicas • Temperatura
<p>5. Diagnóstico</p>	<p>Revisión Preanestesia</p> <p>La visita preanestesia del neonato debe incluir los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anamnesis. - Edad, peso, altura, retardo de crecimiento intrauterino. Historia materna para detectar patologías del embarazo Lesiones durante el parto: hipoxia, sangrado. • Riesgo anestesiológico: Posterior a la evaluación de la condición médica del neonato se le asigna uno de los estados clínicos definido por la Sociedad Americana de Anestesiólogos: • I. Paciente saludable • II. Paciente con compromiso moderado de enfermedad sistémica • III. Paciente con severo compromiso de enfermedad sistémica que limita actividad, pero no es incapacitante • IV. Paciente con enfermedad sistémica incapacitante que es una constante amenaza para la vida • V. Paciente moribundo con expectativa de vida no mayor de 24 horas con o sin operación • Si el procedimiento es una emergencia se adiciona la letra E a lo anterior.
<p>6. Exámenes auxiliares y complementarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes de Laboratorio: Hemograma completo, Grupo y Rh, Pruebas de coagulación, Glicemia. Urea, Creatinina serica, Electrolitos sericos: Na, K,-Ca,Cl. Enzimas hepáticas, Análisis de gases arteriales • Exámenes de Imágenes: Ecografías, Eco cardiografía, Radiografías de tórax • Exámenes Especializados Complementarios: <ul style="list-style-type: none"> • Electrocardiograma • Ecocardiograma
<p>7. Manejo según nivel de complejidad y capacidad resolutive</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel III (por ejemplo) <ul style="list-style-type: none"> • Uso de anestesia general • Requiere manejo post operatorio en Cuidados Intensivos
<p>8. Medidas generales y preventivas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Premedicación • Los neonatos presentan un tono vagal alto, puede controlarse con atropina 0.01 mg/kg. • En casos de Obstrucción Intestinal ingresan con un déficit de líquidos corrigiéndose con 10 ml/kg., en relación al estado clínico. • Control estricto de líquidos con bomba de infusión, Sonda urinaria.

<p>9. Conducta anestésica</p>	<p>Anestesia general: Inhalatoria</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> o Inducción Inhalatoria: rápida o Estabilidad hemodinámica y cardiovascular o Control de la vía aérea y de la ventilación <p>Inconvenientes</p> <ul style="list-style-type: none"> o Mayor incidencia de intubación traqueal difícil en la población neonatal, asociada con malformaciones congénitas o Riesgo de aspiración <p>En caso de sangrado agudo o hipovolemia franca, además de la inducción rápida se requiere una técnica anestésica que garantice la estabilización del cuadro hemodinámico y una oxigenación adecuada del paciente. Esto solo se puede alcanzar con el empleo de anestesia general. Se debe tener en cuenta que la aspiración del contenido gástrico puede producirse tanto durante la intubación traqueal como durante la extubación. Por lo tanto, siempre que no esté contraindicado por patología asociada del paciente, debe revertirse el bloqueo neuromuscular y esperar a que los reflejos estén presentes antes de proceder a la extubación.</p>
<p>10. Complicaciones</p>	<p>Las complicaciones dependen de la enfermedad o patología quirúrgica propia del paciente</p> <p>Del tipo de anestesia y/o analgesia aplicada</p> <p>Se presentan en cualquiera de las fases del procedimiento anestesiológico.</p>
<p>11. Drogas endovenosas y dosis (recomendadas por la guía)</p>	<p>La guía en referida presenta o sugiere en cuanto a lo siguiente:</p> <p>Drogas Anticolinérgicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atropina 0.01-0.02mg/Kg. • Glicopirrolato 0.005-0.01mg/Kg. <p>Drogas de inducción anestésica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fentanilo 1ug/Kg. • Tiopental Sódico 4-7mg/Kg. • Propofol 2.5-3mg/Kg. <p>Relajantes Musculares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Despolarizantes: Succinilcolina 1-2 mg/Kg. • No Despolarizantes: Vecuronio 0.1mg/Kg. Y Rocuronio 0.6-1 mg/Kg. • Agentes Inhalatorios • Los neonatos son más sensibles a los efectos depresores de los agentes anestésicos inhalatorios. • Tienen mayor riesgo de hipotensión, bradicardia y paro cardíaco. 9 Anestésicos inhalatorios a concentraciones bajas. • Captación y eliminación más rápida que en los adultos. • Los shunts intracardíacos pueden alterar la captación y eliminación de anestésicos inhalatorios • El MAC o CAM (concentración alveolar mínima) es rápidamente variable con la edad.

Fuente: Elaboración propia



Entre otros aspectos importantes de las prácticas de anestesia comunes en neonatos incluyen:

- El uso rutinario de monitores fisiológicos (ECG, presión arterial no invasiva, temperatura, oximetría de pulso y dióxido de carbono espiratorio final).
- Se debe tener cuidado de preservar la temperatura normal durante el transporte desde y hasta las salas de operaciones, así como también se debe calentar el ambiente operatorio.
- Se requiere la entrega continua de glucosa a lo largo del procedimiento con capacidad para monitorear los niveles intermitentes de glucosa en suero.
- Generalmente se requiere anestesia general con colocación de tubo endotraqueal para la atención segura del neonato. La anestesia consiste, normalmente, en una combinación balanceada del agente volátil complementado con narcótico (fentanilo, generalmente) para la estabilidad hemodinámica. Este anestésico a base de fentanilo conduce, con frecuencia, a retrasar el despertar anestésico y requiere ventilación mecánica postoperatoria.
- Se aplican maniobras de reclutamiento pulmonar después de cada periodo de apnea a presión ambiente para restaurar los volúmenes pulmonares normales. La asistencia respiratoria mecánica incluye rutinariamente entrega de PEEP para mantener volúmenes pulmonares normales con suficiente presión positiva intermitente para asegurar la ventilación alveolar y el aclaramiento del dióxido de carbono normal (42).

13.2. Anestesia pediátrica

El término Pediatría procede del griego *paidos* (niño) e *iatrea* (curación). La Pediatría es la especialidad médica que estudia al niño y sus enfermedades, sin embargo, su contenido va más allá de la curación de las enfermedades de los niños, ya que esta ciencia estudia tanto al niño sano como al enfermo. La Pediatra realiza la revisión y el seguimiento de la salud de los bebés y niños a cualquier edad.

La Pediatría, cronológicamente, abarca desde el nacimiento hasta que el niño llega a la adolescencia, normalmente es hasta los 18 años incluso. Sin embargo, los organismos internacionales extienden la edad hasta los 21 años. Se distinguen varios periodos: recién nacido (0-6 días); neonato (7-29 días); lactante (lactante menor; 1-12 meses de vida, lactante mayor; 1-2 años), preescolar (3-5 años), escolar (6-11 años), puberto (12-14 años) y adolescente (15-18 años). En algunos textos de Pediatría se considera al recién nacido y al neonato como dos períodos diferentes.

La edad pediátrica y la anestesia

Si la edad pediátrica comprende desde el nacimiento hasta los 14 o 18 años (a pesar que algunas instituciones internacionales y legislaciones de países consideran la edad hasta los 21 años), la Anestesiología Pediátrica es, entonces, la especialidad médica que se encarga del suministro de anestesia a bebés, niños y adolescentes hasta los 18 o 21 años según lo estime la ley.

El Anestesiólogo Pediátrico, además de administrar las drogas o fármacos para la anestesia para los preparativos de la intervención quirúrgica, tiene otras funciones o responsabilidades, tales como:

- Monitorizar o supervisar las principales funciones corporales del paciente pediátrico (bebé, niño o adolescente) como la respiración, la frecuencia y el ritmo cardíacos, la temperatura corporal, la presión arterial y los niveles de oxígeno en la sangre durante la intervención quirúrgica.
- Tratar cualquier inconveniente que pueda surgir durante la intervención quirúrgica.
- Controlar el dolor del paciente pediátrico en el posoperatorio
- Mantener al paciente pediátrico lo más cómodo posible antes, durante y después de la intervención quirúrgica
- Controlar la anestesia y tomar todas las decisiones importantes relacionadas con la anestesia durante la operación.



Tipos de anestesia

La anestesia a ser suministrada a pacientes pediátricos incluye las tres categorías principales y sus subdivisiones: general, regional y local, las cuales se pueden administrar mediante los varios métodos y usando los diferentes medicamentos que afectan el sistema nervioso de alguna manera.

Existen una serie de consideraciones especiales a tomar en cuenta al momento de administrar el anestésico, como son: el tipo y dosis de anestesia, la técnica seleccionada, la estrategia a usar, etc. Por ejemplo, un niño que recibe anestesia regional, en general, se encuentra dormido antes de que se realice el procedimiento. Pero, en algunos casos, los niños mayores o aquellos que correrían un riesgo anestésico no aceptable pueden estar despiertos o sedados durante el procedimiento.

Además, los anestesistas pueden administrar un sedante a los niños, a fin de ayudar al paciente pediátrico a que estén somnolientos o se relajen antes de suministrarles anestesia general, regional o local a fin de evitar situaciones como: evitar el temor o ansiedad y tranquilizar el paciente ante el procedimiento quirúrgico en caso de ya poseer cierta comprensión.

El tipo y la cantidad de anestesia se adaptará específicamente a las necesidades del paciente pediátrico, y dependerán de varios factores, entre ellos: la edad, el peso, el tipo y el área de la intervención quirúrgica, alergias que pueda presentar, el cuadro clínico al momento del procedimiento.

Asimismo, es importante destacar que el paciente pediátrico tiene grandes diferencias fisiológicas, anatómicas y estructurales que no son tan obvias, pero si relevantes en los diferentes periodos (niñez o pubertad, por ejemplo) que implican un manejo diferente al adulto o al neonato. Por otro lado, se destacan otros aspectos enunciados por la literatura

que deben tomarse en consideración con respecto a la anestesia pediátrica:

- a. La población pediátrica presenta amplio grupo de patologías quirúrgicas: malformaciones congénitas.
- b. Mayor dificultad y riesgo ya que los procedimientos invasivos son más difíciles de realizar y entrañan un mayor riesgo de iatrogenia debido a la mayor proximidad de las estructuras anatómicas, menor tamaño y a la escasez de material pediátrico.
- c. El amplio rango de edades, patologías y posologías hace imprescindible individualizar aún más el utillaje o equipos, materiales y los fármacos.
- d. Poca tolerancia porque el paciente pediátrico ante las complicaciones deja un escaso tiempo de reacción, en especial los pacientes más pequeños, el manejo de vía aérea y la ventilación.
- e. La gran valoración social de los niños hace que exista muy escasa permisividad a los accidentes anestésicos en pacientes pediátricos, incluso en pacientes ASA III o superior con un elevado riesgo anestésico-quirúrgico.

13.3. Analgesia y anestesia obstétrica

La analgesia se entiende como la pérdida o modulación de la percepción del dolor la cual se logra a través del uso de la hipnosis o sugestión, medicamentos sistémicos, fármacos regionales o fármacos por inhalación. Esta puede ser: local y afectar sólo una pequeña área del cuerpo, regional y afectar una porción más amplia del cuerpo o sistémica.

La anestesia es un acto médico controlado en el cual se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente, sea en todo o parte de su cuerpo y sea con o sin compromiso de conciencia. Se induce mediante diversos agentes y técnicas. Implica, es decir, la pérdida total de la percepción sensorial y puede incluir la pérdida de la conciencia.

En obstetricia la anestesia puede ser:

- La anestesia regional se obtiene mediante técnicas anestésicas locales (epidural, raquídea)
- La anestesia general se logra por medio de medicamentos sistémicos e intubación endotraqueal.

El uso de las técnicas y medicamentos para proporcionar alivio del dolor en obstetricia requiere de un conocimiento y comprensión en sus efectos a fin de garantizar la seguridad tanto de la madre como del feto.

Analgésicos en el trabajo de parto y parto

Existe una variedad de fármacos que pueden aliviar el dolor durante el trabajo de parto y el parto. Dentro de la medicación intravenosa existe una gran cantidad disponible de fármacos, sólo algunos se utilizan comúnmente para el parto: Meperidina (Demerol), Morfina, Fentanyl, Butorphanol (Stadol) y Nalbuphine (Nubain).

Estos fármacos no proporcionan normalmente analgesia completa. El nivel de alivio del dolor es muy variable, pero hacen más tolerable el trabajo de parto.

El anestesiólogo puede indicar la administración de medicaciones vía una bomba intravenosa de la infusión y se llama “analgesia controlada por la propia paciente” (PCA). Las mujeres pueden controlar la cantidad de medicación hasta un nivel de seguridad. El anestesiólogo y la enfermera supervisan las medicaciones intravenosas.

Entre los anestésicos locales se señalan: la Bupivacaína, los opiáceos (Morfina, Meperidina y Fentanilo).

Cuadro 22. Ventajas y desventajas de analgésicos en el trabajo de parto y parto

Bloqueo espinal	<p>El bloqueo espinal se usa generalmente para inhibir el dolor durante una cesárea. Sin embargo, una sola aplicación de bloqueo espinal también se puede usar como analgésico local si se prevé que el parto se desencadenará en poco tiempo o si es necesario extraer al feto con ventosa o con fórceps, y existe tiempo suficiente para realizar el procedimiento.</p> <p>En el bloqueo espinal, el medicamento se inyecta en el líquido debajo de la médula espinal, en la espalda baja, y hace efecto de inmediato. A veces, el bloqueo espinal se combina con una anestesia epidural durante el trabajo de parto (anestesia intradural-epidural combinada).</p>	
	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bloqueo espinal ofrece un completo alivio del dolor en la parte inferior del cuerpo durante una o dos horas. • El medicamento se administra una sola vez y en una dosis pequeña. • La gestante estará despierta y alerta. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bloqueo espinal podría reducir la presión arterial, lo cual puede disminuir la frecuencia cardíaca del feto. • Podría ocasionar fiebre o comezón, o dolor posparto en la espalda. • En raras ocasiones, es posible que la paciente presente dolor de cabeza intenso.
Anestesia local inyectable	<p>Se puede utilizar anestesia local para entumecer la zona vaginal de forma rápida si se requiere una incisión para extender la abertura de la vagina (episiotomía) o reparar un desgarro después del parto. El medicamento se inyecta en la zona que rodea los nervios que transmiten sensaciones a la vagina, la vulva y el perineo.</p>	
	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los anestésicos locales insensibilizan por un tiempo una zona específica. Es raro que produzcan efectos negativos en la madre o el bebé. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los anestésicos locales no alivian el dolor de las contracciones. • Es probable que ocurra una reacción alérgica. <p>En raras ocasiones, la inyección de anestésicos locales en una vena podría provocar una reacción tóxica y afectar el sistema nervioso central o el corazón.</p>



<p>Bloqueo epidural</p>	<p>El bloqueo epidural es un proceso regional para bloquear el dolor que se puede usar durante el trabajo de parto. El bloqueo epidural utiliza uno o más analgésicos, denominados anestésicos, que se inyectan a través de un catéter en un pequeño espacio fuera de la médula espinal en la espalda baja (espacio epidural). Esto permite la administración repetida o continua de medicamentos.</p> <p>Es posible la aplicación de una dosis de prueba para garantizar que la anestesia epidural esté colocada correctamente.</p> <p>El fármaco surte efecto en 1 a 15 minutos, según el tipo de anestésico utilizado. El médico analizará junto a la paciente cuál es el mejor momento para solicitar una epidural durante el trabajo de parto.</p> <p>Es posible que no se pueda recibir una epidural si se ha tenido una cirugía mayor en la espalda baja, si se tiene factores de coagulación bajos, presentas una infección en la espalda baja o se está tomando determinados anticoagulantes.</p> <p>Contraindicaciones Ciertos estudios indican que la anestesia epidural está contraindicada de manera absoluta en aquellas pacientes que presenten infección en el punto de punción, hipotensión importante, hipertensión endocraneal, síndrome infeccioso grave, desórdenes de la coagulación y tratamientos anticoagulantes.</p> <p>Las alteraciones de la columna vertebral y la obesidad no son contraindicaciones, pero pueden dificultar la técnica e incluso impedirla.</p>
-------------------------	---



	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La anestesia epidural alivia la mayor parte del dolor en la parte inferior del cuerpo, sin aminorar significativamente el trabajo de parto. • Permanece la paciente despierta y alerta, pero igual sentirá presión y algo de estiramiento durante el parto. • Un bloqueo epidural y espinal combinado, que hace efecto más rápido que una epidural y tiene dosis más bajas de medicamento anestésico, puede dejar con más fuerza muscular a la paciente. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es posible que la paciente tenga una experiencia inadecuada o fallida con la epidural. • También podría disminuir la presión arterial, lo cual podría disminuir la frecuencia cardíaca del bebé. • Podría presentar fiebre o comezón, o dolor posparto en la espalda. • En raras ocasiones, es posible que tengas un dolor de cabeza intenso. • Aunque se administre un bloqueo epidural y espinal combinado, en ocasiones denominado anestesia epidural ambulante, es probable que no pueda la paciente caminar durante el trabajo de parto. • Aumenta el riesgo de parto instrumental (uso de otros fármacos, fórceps, ventosa, episiotomía, etc.), ya que en muchas ocasiones la mujer pierde el reflejo de pujo y necesita ayuda para que el feto salga. <p>Efectos adversos</p> <p>A pesar que los efectos secundarios son raros, incluyen de vez en cuando ciertos efectos colaterales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temblor: El temblor puede ocurrir y es una reacción común. Sucede a veces durante el trabajo de parto y parto, incluso si la gestante no ha recibido ninguna medicación anestésica. • Presión arterial disminuida: Que se corrige rápidamente con la reposición de volumen. • Prurito: Éste es un resultado del narcótico usado en las medicaciones de epidural/espinal. La mayoría de las mujeres encuentran que el prurito no es muy molesto. • Reacción anestésica local: Mientras que las reacciones anestésicas locales son raras, pueden ser serias. • Depresión respiratoria: Muy infrecuente pero posible, la presencia de un anestesiólogo de experiencia es suficiente para detectarlo a tiempo y tomar las medidas correctivas.
--	--	--

<p>Opioides</p>	<p>Se pueden utilizar distintos opioides para disminuir el dolor durante el trabajo de parto. Entre los opioides se tienen: la Morfina, la Meperidina y el Fentanilo. Se pueden inyectar en un músculo o administrarse a través de un catéter intravenoso.</p>				
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="391 363 837 688"> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides promueven el descanso. • La mayoría hace efecto en solo minutos. • No es necesaria la intervención de un anestesiólogo para administrar estos medicamentos. </td> <td data-bbox="837 363 1404 688"> <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides no eliminan por completo los dolores de parto y, en general, no son eficaces para el dolor del parto en sí. • Pueden provocar náuseas, vómitos y somnolencia. • Estos medicamentos pueden afectar la respiración y causar somnolencia en el recién nacido, lo que podría interferir en la lactancia inicial. </td> </tr> </table>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides promueven el descanso. • La mayoría hace efecto en solo minutos. • No es necesaria la intervención de un anestesiólogo para administrar estos medicamentos. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides no eliminan por completo los dolores de parto y, en general, no son eficaces para el dolor del parto en sí. • Pueden provocar náuseas, vómitos y somnolencia. • Estos medicamentos pueden afectar la respiración y causar somnolencia en el recién nacido, lo que podría interferir en la lactancia inicial. 		
<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides promueven el descanso. • La mayoría hace efecto en solo minutos. • No es necesaria la intervención de un anestesiólogo para administrar estos medicamentos. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los opioides no eliminan por completo los dolores de parto y, en general, no son eficaces para el dolor del parto en sí. • Pueden provocar náuseas, vómitos y somnolencia. • Estos medicamentos pueden afectar la respiración y causar somnolencia en el recién nacido, lo que podría interferir en la lactancia inicial. 				
<p>Óxido nitroso</p>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="391 688 1404 825"> <p>El óxido nitroso, es un gas que no tiene olor ni gusto, es un analgésico por inhalación que se puede utilizar durante el trabajo de parto. El gas anestésico se administra utilizando una mascarilla de mano. El óxido nitroso hace efecto en el plazo de un minuto.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 825 837 1499"> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso se puede utilizar de manera intermitente o de forma continua durante el trabajo de parto. • La gestante puede controlar la cantidad que usa. • La gestante puede caminar durante el trabajo de parto. • Si la gestante se siente demasiado somnolienta, no podrá seguir sosteniendo la mascarilla sobre el rostro y dejará de inhalar la anestesia, lo cual constituye un mecanismo de seguridad incorporado. • Los efectos desaparecen rápidamente cuando te quitas la mascarilla. Se cree que el óxido nitroso tiene muy poco efecto en el bebé. </td> <td data-bbox="837 825 1404 1499"> <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso no elimina el dolor. • Para sentir alivio, se tiene que programar la inhalación del óxido nitroso para que ocurra unos 30 segundos antes de cada contracción. • La gestante puede sentir náuseas, vómitos, mareos y somnolencia. </td> </tr> </table>	<p>El óxido nitroso, es un gas que no tiene olor ni gusto, es un analgésico por inhalación que se puede utilizar durante el trabajo de parto. El gas anestésico se administra utilizando una mascarilla de mano. El óxido nitroso hace efecto en el plazo de un minuto.</p>		<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso se puede utilizar de manera intermitente o de forma continua durante el trabajo de parto. • La gestante puede controlar la cantidad que usa. • La gestante puede caminar durante el trabajo de parto. • Si la gestante se siente demasiado somnolienta, no podrá seguir sosteniendo la mascarilla sobre el rostro y dejará de inhalar la anestesia, lo cual constituye un mecanismo de seguridad incorporado. • Los efectos desaparecen rápidamente cuando te quitas la mascarilla. Se cree que el óxido nitroso tiene muy poco efecto en el bebé. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso no elimina el dolor. • Para sentir alivio, se tiene que programar la inhalación del óxido nitroso para que ocurra unos 30 segundos antes de cada contracción. • La gestante puede sentir náuseas, vómitos, mareos y somnolencia.
<p>El óxido nitroso, es un gas que no tiene olor ni gusto, es un analgésico por inhalación que se puede utilizar durante el trabajo de parto. El gas anestésico se administra utilizando una mascarilla de mano. El óxido nitroso hace efecto en el plazo de un minuto.</p>					
<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso se puede utilizar de manera intermitente o de forma continua durante el trabajo de parto. • La gestante puede controlar la cantidad que usa. • La gestante puede caminar durante el trabajo de parto. • Si la gestante se siente demasiado somnolienta, no podrá seguir sosteniendo la mascarilla sobre el rostro y dejará de inhalar la anestesia, lo cual constituye un mecanismo de seguridad incorporado. • Los efectos desaparecen rápidamente cuando te quitas la mascarilla. Se cree que el óxido nitroso tiene muy poco efecto en el bebé. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El óxido nitroso no elimina el dolor. • Para sentir alivio, se tiene que programar la inhalación del óxido nitroso para que ocurra unos 30 segundos antes de cada contracción. • La gestante puede sentir náuseas, vómitos, mareos y somnolencia. 				
<p>Bloqueo del nervio pudendo</p>	<p>El bloqueo del nervio pudendo se puede usar poco antes del parto para bloquear el dolor entre la vagina y el ano (perineo). También puede usarse para aliviar el dolor durante la reparación de un desgarro después del parto. El anestésico se inyecta en la pared vaginal, cerca del nervio pudendo, y tarda entre 10 y 20 minutos en hacer efecto.</p>				



	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bloqueo del nervio pudiendo alivia el dolor en la parte baja de la vagina y el perineo durante hasta una hora. • No es frecuente que produzca efectos negativos en el bebé. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bloqueo del nervio pudiendo puede no hacer efecto o afectar solo un lado del perineo. Es probable que ocurra una reacción alérgica. • En raras ocasiones, el bloqueo del nervio pudiendo puede causar una infección en el lugar de la inyección, e inyectar el medicamento en una vena podría afectar el sistema nervioso central o el corazón.
--	---	--

Fuente: Elaboración propia

13.4. Anestesia en el paciente anciano

Los pacientes ancianos o de la tercera edad no responden de igual modo ante los fármacos que pacientes jóvenes, motivado a los cambios degenerativos de los órganos y los tejidos relacionados con la edad. Sin embargo, la edad cronológica puede no ser el principal factor responsable, por tanto, ciertos autores consideran que sería de mayor ayuda estratificarlos en función de la “fragilidad”. Ésta se considera como un estado de vulnerabilidad a la mala resolución del homeostasis después de un estrés y es una consecuencia de la disminución acumulativa en múltiples sistemas fisiológicos a lo largo de la vida. La prevalencia de la fragilidad aumenta con la edad, y se asocia a mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, prolongación de la estancia hospitalaria, declinación funcional, discapacidad y aumento de la mortalidad.

En términos generales se acepta que un paciente mayor es aquel con una edad de 65 años o más. Un importante porcentaje de los pacientes por encima de los 60 años denotan estados preclínicos de patologías como el Alzheimer, el Parkinson, demencia por cuerpos de Lewy o enfermedad cerebrovascular, esto unido o sumado a los cambios fisiológicos y a los efectos del estrés quirúrgico y la anestesia, hacen que los riesgos de sufrir complicaciones neurológicas postoperatorias sean mayores en los pacientes ancianos comparados con los pacientes de edad media. Las más importantes complicaciones posoperatorias neurológicas son:

- a. Delirio:** es una alteración aguda de la conciencia, transitoria, que se caracteriza por falta de atención, desorientación y alteraciones de la memoria, fluctuantes en el tiempo. Suele aparecer en los primeros días del postoperatorio, por lo general, entre el primer y tercer día). Si bien no se ha podido establecer una causa determinante, se le relaciona con varios factores como el uso de algunos medicamentos (benzodiazepinas, opioides, corticoides), profundidad anestésica, comorbilidades y nivel de escolaridad del paciente.
- b. Disfunción cognitiva postoperatoria:** es un síndrome que aparece tras la cirugía, caracterizado por alteraciones de la conciencia, la atención, la percepción, el pensamiento, la memoria, el comportamiento y las emociones. De aparición más tardía que el delirio, puede aparecer en días o semanas tras el acto quirúrgico, entre siete días y tres meses. Sus causas tampoco están claras y se asocian también a la combinación de varios factores. Su incidencia es mayor tras cirugía cardíaca.

Los anestesiólogos, en el manejo anestésico del paciente mayor, deben considerar los cambios fisiológicos que se producen en el organismo y las comorbilidades debido a las enfermedades crónicas que van aumentando su incidencia con el paso de los años.

Cambios fisiológicos

Las funciones de los órganos del cuerpo a través de los años se van deteriorando, si bien, la progresión del envejecimiento no es paralela a la edad cronológica. Entre las principales modificaciones fisiológicas debidas al envejecimiento se encuentran:

- a. Sistema nervioso:** Disminuye el peso y el volumen del cerebro, disminuye el volumen y el número de neuronas y disminuye el número y la sensibilidad de los receptores de los neurotransmisores; Disminuye el flujo sanguíneo cerebral; Aumenta el umbral de la percepción dolorosa; Disminuye el sueño profundo, insomnio; Deterioro de la vista y el oído; Disminuye la eficacia de los

mática en la que el efecto se reduce el 50%). Su sistema nervioso central muestra también una mayor respuesta al propofol, los mórficos, los benzodiacepinas y los anestésicos volátiles, ya que se reduce la concentración alveolar mínima (CAM).

- b. En el sistema nervioso:** Mayor respuesta a los anestésicos; Mayor riesgo de hematoma subdural si aparece hipotensión del LCR; Disminuye la función cognitiva en el postoperatorio. Aumentan los episodios de confusión; Aumenta la tolerancia al dolor y aumenta la hipotermia intra y postoperatoria.
- c. En el sistema cardiovascular:** Bradicardia, debida al aumento de los trastornos del ritmo, favorecida por algunos anestésicos (opiáceos); Hipertensión arterial por el aumento de las resistencias vasculares, estenosis arteriales y arterioesclerosis; Disfunción sistólica y diastólica; Disminución de la tolerancia a las variaciones de volemia y a las pérdidas sanguíneas; Hipotensión arterial en caso de vasodilatación e hipovolemia; Retraso en el comienzo de acción de algunos fármacos por la disminución del gasto cardíaco. Mayor duración de la acción; Disminuye la respuesta a la atropina; Disminuye la respuesta cardiovascular al estrés.
- d. En el sistema respiratorio:** Acumulación de secreciones bronquiales; Riesgo de aspiración pulmonar; Riesgo de traumatismos mucosos durante la intubación o la colocación del Guedel; Dificultad en la desconexión de la ventilación; Riesgo de hipoxemia e hipercapnia; Mayor respuesta a los fármacos depresores de la ventilación (opiáceos, benzodiacepinas) y atelectasias postoperatorias.
- e. En el sistema digestivo:** Aumenta el riesgo de traumatismos dentales; Modificación cinética de algunos medicamentos por los trastornos de la motilidad; Modificaciones farmacológicas de los agentes anestésicos, debido a la pérdida de las funciones metabólicas del hígado; Aumenta el riesgo de estreñimiento, íleo paralítico y colitis isquémica en el postoperatorio.
- f. En el sistema urinario:** Mayor respuesta a los cambios de vo-



lemia. Mayor riesgo de insuficiencia renal aguda en caso de hipovolemia; Se retrasa la eliminación renal de algunos fármacos, lo que provoca mayor duración de su acción y mayores efectos secundarios; Aumenta el riesgo de nefrotoxicidad; Aumenta el riesgo de trastornos de la micción y retención urinaria en caso de anestesia raquídea.

Principales fármacos anestésicos

Las modificaciones de los agentes anestésicos más comunes en los pacientes mayores según Torralba Elía, Lucía y Torralba Elía, María (43) se indican en cuadro anexo:

Cuadro 23. Agentes anestésicos más comunes en los pacientes mayores

Midazolam (benzodiazepina)	Es necesario disminuir la dosis por: <ul style="list-style-type: none"> • Mayor respuesta del SNC. • Retraso en la eliminación. • Acumulación en caso de insuficiencia renal.
Propofol	Es necesario disminuir la dosis, tanto en bolo como en perfusión por: <ul style="list-style-type: none"> • Mayor respuesta del SNC. • Retraso en la eliminación. • Disminución del volumen de distribución central (concentración inicial elevada).
Tiopental (barbitúrico)	<ul style="list-style-type: none"> • Comienzo de acción más tardío • Mayor respuesta del SNC. • Retraso en la eliminación. • Disminución del volumen de distribución central.
Morfina (opioide)	Es necesario reducir la dosis por: <ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la concentración plasmática (se prolonga el efecto). • Disminución del volumen de distribución central). • Retraso en la eliminación. • Acumulación en caso de insuficiencia renal.
Fentanilo (opioide)	Es necesario disminuir la dosis, por: <ul style="list-style-type: none"> • Mayor respuesta del SNC. • Disminución del volumen de distribución central). • Retraso en la eliminación.

Etomidato	Es necesario reducir la dosis de inducción, por: <ul style="list-style-type: none"> • Disminución del volumen de distribución central. • Retraso en la eliminación.
Curares	<p>a. Curares despolarizantes (suxametonio)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retraso en la eliminación (aumenta la duración de la acción). <p>b. Curares no despolarizantes (rocuronio)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comienzo de acción más tardío. • Disminución del volumen de distribución central. • Retraso en la eliminación (aumenta la duración de la acción).
Anestésicos locales tipo amida: lidocaína, bupivacaína, mepivacaína	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la extensión del bloqueo en anestesia raquídea/epidural. • Mayor respuesta del sistema nervioso periférico. • Retraso en la eliminación. • La absorción depende del punto de inyección.

Fuente: Elaboración propia basado en Torralba Elía, Lucía y Torralba Elía, María (43)

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición

BIBLIOGRAFÍA



1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Marco Conceptual de la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente. [Online].; 2009. Available from: https://www.who.int/patientsafety/implementation/icps/icps_full_report_es.pdf.
2. Bertram Katzung G. Farmacología básica y clínica.. 5th ed. México D.F.: El Manual Moderno S.A. de C.V; 1994.
3. Hernández-de la Vega L. Sedación consciente e inconsciente. Anestesia Endovenosa. 2004; 27(Supl. 1).
4. Carrillo-Esper R, Carrillo-Córdova DM, Carrillo-Córdova CA. Breve historia de la Anestesiología. Revista Mexicana de Anestesiología. 2017; 40(Supl. 1).
5. American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System. [Online].; 2016. Available from: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>.
6. Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor (SEDAR). Anestesiólogo. [Online].; 1998. Available from: <https://www.sedar.es/>.
7. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology. 2013; 118.
8. Vincent C, Amalberti R. Seguridad del Paciente. Estrategias para una asistencia sanitaria más segura: Modus Laborandi, S. L.; 2015.
9. Mahajan R. Safety culture in anesthesiology. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2011; 58.
10. Soto-Toussaint L. Seguridad en anestesia. Revista Mexicana de Anestesiología. 2015; 38(Supl. 1).
11. Gomar Sancho C. Normas de Actuación en Anestesia para una práctica segura. [Online].; 2008. Available from: http://www.scartd.org/arxiu/normes_actuacio03.pdf.
12. Quiroga M. Anestésicos Locales en Odontología. Anestesia en México. 2013; 25(2).



13. Pascuzzo Lima C. Farmacología Básica 2008: Pascuzzo Lima, Carmine; 2008.
14. Velázquez P. Farmacología básica y clínica. 17th ed. España: Medica Panamericana S.A.; 2018.
15. Chambilla Villarroel KC, Zeballos López L. Anestésicos Generales halogenados. Rev. Act. Clin. Med. 2012; 27.
16. Guedel A. Inhalation anesthesia. 2nd ed. New York: Macmillan; 1951.
17. Malamed S. Urgencias médicas en la consulta odontológica. 4th ed. España: Mosby; 1994.
18. Asociación de anesthesiólogos de la comunidad de Madrid. Alto riesgo anestésico. [Online].; 2016. Available from: <https://aacm.es/index.php/informe-de-alto-riesgo>.
19. Boeree G. "El sistema nervioso "emocional"". Universidad de Shippensburg. [Online].; 2018. Available from: <https://www.psicologia-online.com/el-sistema-nervioso-emocional-1171.html>.
20. Costa G, Teresa S. Sistema nervioso autónomo. Funciones del sistema nervioso autónomo. (Hospital Mar-Barcelona). [Online].; 2015. Available from: <http://www.scartd.org/arxius/sistemanerviosoautonomo.pdf>.
21. Dezube R. Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. [Online].; 2019. Available from: <https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/trastornos-del-pulm%C3%B3n-y-las-v%C3%ADas-respiratorias/biolog%C3%ADa-de-los-pulmones-y-de-las-v%C3%ADas-respiratorias/intercambio-de-ox%C3%ADgeno-y-di%C3%B3xido-de-carbono>.
22. Prades J. Anatomía y fisiología de la tráquea. EMC - Otorrinolaringología. 2000; 29(1).
23. Coloma O R, Pablo Álvarez A J. Manejo avanzado de la vía aérea. Rev. Med. Clin. Condes. 2013; 22(3).
24. Baker P. Assessment before airway management. Anesthesiol Clin. 2015; 33(2).
25. Teoh W, Saxena S, Shah M, Sia T. Comparison of three videolaryngoscopes: Pentax Airway Scope, C-MACTM, GlidescopeR vs

- the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation. *Anaesthesia*. 2010; 65.
26. Helm M, Gries A, Mutzbauer T. Surgical Approach in difficult airway management. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*. 2005; 19.
 27. Dhara S. Retrograde tracheal intubation. *Anaesthesia*. 2009; 64.
 28. Lillicrap D, Key N, Makris M, O'Shaughnessy D. *Practical Hemostasis and Thrombosis*. Second Edition ed.: Blackwell Publishing Ltd; 2009.
 29. Furie B, Furie B. Thrombus formation in vivo. *J. Clin. Invest.* 2005; 115(12).
 30. Jaime Pérez JC, Gómez Almaguer D. Fisiología de la coagulación II: Fases plasmática y fibrinolítica. In Marfil Rivera L. *Hematología: la sangre y sus enfermedades*. 3era ed. México: McGraw-Hill; 2012. p. 145-154.
 31. Montero Granados C, Monge Jiménez T. Vascular Periférico Patología de la Trombosis. *Revista médica de Costa Rica y Centroamérica*. 2010; LXVII(591).
 32. Tortora G, Derrickson B. *Principios De Anatomía Y Fisiología*. 13th ed.: Editorial Medica Panamericana; 2013.
 33. Martínez-Murillo C. Mecanismos de activación de la coagulación. *Rev. Med Inst Mex Seguro Soc*. 2006; 44(Supl 2).
 34. Asociación Española de Biopatología Médica. *Visión Moderna De La Hemostasia: Nuevo Modelo De Coagulación: Curso de Formación Continuada*. Taller de Laboratorio Clínico; 2011.
 35. Páramo J, Panizo E, Pegenaute C, Lecumberri R. Coagulación 2009: una visión moderna de la hemostasia. *Servicio de Hematología. Clínica Universidad de Navarra. Rev Med Univ Navarra*. ; 53(1).
 36. Gómez Baute R, Guerra Alfonso T, Dita Salabert L, Fernández Águila J, Cabrera Zamora M. Teoría celular de la coagulación: de las cascadas a las membranas celulares. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos*. 2011; 9(2).
 37. Jaime Pérez JC, Gómez Almaguer D. Fisiología de la Coagulación

FUNDAMENTOS DE ANESTESIA CLÍNICA

1^{ra} Edición



Publicado en Ecuador
Marzo del 2022

Edición realizada desde el mes de noviembre del 2021 hasta febrero del año 2022, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito

Quito – Ecuador

Tiraje 50, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman;
Mistral Regular, Raleway, en tipo fuente.

Fundamentos de Anestesia Clínica

AUTORES INVESTIGADORES



MS.c. Mónica Elizabeth Betancourt Enriquez Méd.



Méd. Evelyn Jacqueline Castillo Pino



Méd. Fernanda Gisell García Reyes



Méd. Jean Paul Ibarra Intriago



Méd. David Rafael Ostaiza Suquillo



MS.c. María Teresa Pazmiño Navarrete Méd.



Méd. Henry William Sacoto Carranza



MS.c. Jaime Raúl Sotamba Quezada Méd.



Méd. Jonathan Adrián Valladares Vélez



Méd. Evelyn Esther Vera Rodríguez

ISBN: 978-9942-602-46-6



© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

Fundamentos de Anestesia Clínica

