

Dra. Marcela Ávila Ávila
Dr. Francisco Tórrez Herrera
Dr. Ricardo Bustamante Bozzo
(editores)

Conceptos básicos en anestesiología



Conceptos básicos en anestesiología

Conceptos básicos en anestesiología

Marcela Ávila Ávila, Francisco Tórrez Herrera, Ricardo Bustamante Bozzo

© Editorial Universidad de Santiago de Chile, 2023
Av. Víctor Jara 3453, Estación Central, Santiago de Chile
Tel.: +56 2 2718 0080
www.editorial.usach.cl
Instagram: @editorialusach
Twitter: @Editorial_Usach
ISSUU: /Editorial-Usach
Mail: editor@usach.cl

© Marcela Ávila Á., Francisco Tórrez H., Ricardo Bustamante B., 2023

I.S.B.N. edición impresa: 978-956-303-602-2
I.S.B.N. edición digital: 978-956-303-603-9

Director editorial: Galo Ghigliotto G.
Edición: Catalina Echeverría I.
Diagramación: Andrea Meza V.
Diseño: Ana Ramírez P.

Primera edición, mayo 2023

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico o mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo de la editorial.

Impreso en Chile

Dra. Marcela Ávila Ávila
Dr. Francisco Tórrez Herrera
Dr. Ricardo Bustamante Bozzo
(editores)

Conceptos básicos en anestesiología



Índice

Prólogo.....13
Dra. Ximena Aguilera Sanhueza, Ministra de Salud

Prefacio15

Parte I. Fisiología

Capítulo 1. Anatomía y fisiología del aparato respiratorio19
Dr. Roberto Moreno Escobar

Capítulo 2. Fisiología cardiovascular25
Dr. Víctor Ibáñez Bustos

Capítulo 3. Fisiología cerebral y sus implicancias anestésicas.....33
Dra. Macarena Durán Barceló

Parte II. Farmacología

Capítulo 4. Farmacología básica.....41
Dr. Francisco Tórrez Herrera

Capítulo 5. Anestésicos endovenosos47
Dr. Francisco Tórrez Herrera

Capítulo 6. Anestésicos inhalatorios.....51
Dra. Marcela Ávila Ávila

Capítulo 7. Bloqueadores neuromusculares57
Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Capítulo 8. Reversión del bloqueo neuromuscular.....67
Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Capítulo 9. Fármacos opioides.....77
Dr. Daniel Mateo Pizarro

Capítulo 10. Dolor y analgésicos no opioides.....83
Dra. Isabelle Hanna Fassin

Capítulo 11. Drogas de efecto cardiovascular.....91
Dr. Renato Chacón Abba

Capítulo 12. Anestésicos locales.....97
Dr. Andrés Vallete Fuentes

Parte III. Conceptos fundamentales

Capítulo 13. Evaluación preanestésica.....105
Dra. Macarena Muñoz Villagra

Capítulo 14. Estación de trabajo de anestesia.....111
Dra. Marcela Ávila Ávila

Capítulo 15. Enfermería en pabellón.....119
EU. Claudio Hayden Montoya, EU. Paz Pinto Amaya

Capítulo 16. Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA).....127
Dr. Matías Reyes Sepúlveda

Capítulo 17. Seguridad en pabellón.....133
Dr. Francisco Tórrez Herrera

Capítulo 18. Bioética.....137
Dr. Víctor Hanna Ruz

Parte IV. Manejo anestésico básico

Capítulo 19. Anestesia general.....145
Dr. Víctor Hanna Ruz

Capítulo 20. Anestesia total intravenosa.....153
Dra. Marcela Ávila Ávila

Capítulo 21. Anestesia neuroaxial.....	161
Dr. Francisco Tórrez Herrera	
Capítulo 22. Bloqueos regionales en anestesia	169
Dra. Francisca Vega Pinochet	
Capítulo 23. Monitorización en anestesia	179
Dr. Rodrigo Rimassa Chaparro, Dra. Marcela Ávila Ávila	
Capítulo 24. Manejo básico de la vía aérea	189
Dra. María del Rosario Errázuriz Larraín	
Capítulo 25. Instrumentalización de la vía aérea	201
Dra. María del Rosario Errázuriz Larraín	
Capítulo 26. Manejo de accesos vasculares.....	211
Dra. Marcela Ávila Ávila	
Capítulo 27. Fluidoterapia perioperatoria.....	219
Dr. Rodrigo Figueroa Jaddour	
Capítulo 28. Conceptos básicos de transfusión.....	225
Dra. Vanessa Vásquez Stuardo	
Capítulo 29. Posiciones quirúrgicas y sus complicaciones	235
Dr. Francisco Tórrez Herrera	
Parte V. Anestesia para situaciones especiales	
Capítulo 30. Anestesia en paciente quemado	247
Dra. Marcela Ávila Ávila	
Capítulo 31. Anestesia pediátrica.....	257
Dr. Matías Arancibia Molina	
Capítulo 32. Anestesia para paciente COVID-19	267
Dra. Karoll Concha	

Capítulo 33. Anestesia obstétrica275
Dra. Francisca Ruz Olguín

Capítulo 34. Anestesia fuera de pabellón283
Dra. Macarena Muñoz Villagra

Parte VI. Situaciones críticas

Capítulo 35. Paro cardiorrespiratorio291
Dr. Diego González Herrera

Capítulo 36. Hipertermia maligna303
Dra. Isabelle Hanna Fassin

Capítulo 37. Anafilaxia perioperatoria309
Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Capítulo 38. Vía aérea difícil319
Dra. Vanessa Vásquez Stuardo, Dr. Sebastián Gauna Palavecino

Capítulo 39. Laringoespasma327
Dra. Rocio Sútil Leguía

Equipo editorial331

Colaboradores333

Para todo aquel que quiera aprender algo de anestesia

Prólogo

Hoy en Chile existe una importante brecha de personal en pabellones quirúrgicos, principalmente el de funcionarios(as) técnicos en enfermería nivel superior (TENS) especializados en anestesia, y en segundo lugar en instrumentista quirúrgico. Lo anterior genera menos pabellones en trabajo y con esto una menor producción quirúrgica.

Un reciente estudio de la División de Gestión de las Personas de la Subsecretaría de Redes Asistenciales, evaluó la oferta de cupos para TENS en anestesia, evidenciando una escasa oferta académica, además de la gran concentración en la Región Metropolitana, generando así una importante inequidad territorial.

El Ministerio de Salud tiene un rol fundamental en generar instancias de capacitación teórico-prácticas enfocadas en generar impactos sanitarios, por lo cual apoyamos estas iniciativas donde los(as) profesionales de la red asistencial generan conocimiento y se entrega de forma generosa a quienes lo requieran.

Cabe recalcar un especial agradecimiento a los autores y editores de este libro, al Servicio de Anestesia del Hospital de Urgencia Asistencia Pública (HUAP, ex Posta Central) y al Programa de Posgrado en Anestesiología de la Universidad de Santiago de Chile por su alianza y compromiso en ir cerrando esta importante brecha académica, este compromiso no es nuevo, ya que este grupo lleva décadas ofreciendo el curso de anestesia para TENS y profesionales no médicos.

Finalmente mis felicitaciones al equipo de trabajo de los Centros Regionales de Resolución (CRR) y al Departamento de Formación, Capacitación y Educación Continua del MINSAL por concretar una alianza con los Equipos desplegados en la Red y darle visibilidad a instancias de aprendizaje continuo enfocadas en las prioridades sanitarias que nuestro pueblo requiere con urgencia.

A cada alumno que tenga en sus manos este libro, un reconocimiento por su entusiasmo en el aprendizaje continuo, ya que así elevamos el estándar de cuidado de nuestros pacientes y de la población en general, por eso muchas gracias.

DRA. XIMENA AGUILERA SANHUEZA
Ministra de Salud
Santiago, diciembre de 2022

Prefacio

La anestesia nace como entidad separada de la cirugía a mediados del siglo XIX: en 1848, el médico inglés John Snow hace presente la necesidad de vigilancia de los pacientes anestesiados. Sin embargo, pasarán aún muchos años antes que la anestesiología se desarrolle como una especialidad independiente; previo a ello surgirán muchos pioneros que, en forma casi heroica, se aventurarán a realizar actos anestésicos en condiciones absolutamente precarias. El Hospital de Urgencias de la Asistencia Pública de Santiago (HUAP) no fue una excepción. En sus comienzos, desde el año 1911 en adelante, las anestесias generales o “narcosis” y las raquídeas eran practicadas por los propios cirujanos.

En los años 70, el Dr. Max Arriagada crea el Servicio de Anestesiología de la Asistencia Pública y apoya su rendimiento en el adiestramiento anestésico de auxiliares de enfermería, siempre los mejores de pabellón. Le corresponde entonces también al Dr. Arriagada el mérito de haber sido el iniciador de las formaciones en anestesia en esta institución.

En 1990, discípulos del Dr. Arriagada junto a nuevos anestesiólogos llegados al HUAP, retoman la senda de la docencia y se inician los cursos de anestesia.

El manual “Conceptos básicos de anestesiología” ha sido históricamente el manual de estudio para el “Curso de Anestesiología y Reanimación para técnicos paramédicos y personal no médico” realizado en el HUAP.

Lamentablemente el año 2020 debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 no se ha podido seguir realizando dicho curso. A esto se sumó a la gran necesidad de entrenar personal de salud y una importante migración de personal dentro de los hospitales, incluyendo pabellón. Ambas cosas, unidas a la no realización de tan necesario curso, resultó en que todos los nuevos miembros del pabellón se han visto enfrentados ante muchas situaciones, algunas extremas, sin la debida capacitación, traduciéndose en un detrimento en la seguridad de nuestros pacientes. Por todo lo previamente expuesto tomamos el desafío de actualizar el manual de estudio, siendo nuestro principal objetivo reescribirlo con un enfoque más práctico y didáctico para el lector objetivo. Esta versión agrega capítulos adicionales de fisiología y farmacología, junto con una nueva sección de situaciones críticas.

Este manual está orientado principalmente al técnico de anestesia y enfermero de pabellón. Como integrantes del equipo de anestesia y reanimación, deben poseer

conocimientos básicos, teóricos y prácticos, que le permitan reaccionar coordinadamente junto al médico, de tal forma de optimizar los resultados.

Además, otros profesionales no médicos han empezado a tomar contacto, directa o indirectamente con la anestesiología y la reanimación: en pabellones quirúrgicos, en cirugía ambulatoria, en sala de recuperación, en los sistemas de rescate. Este manual está también dirigido a ellos, esperando entregarles algunas nociones básicas de la especialidad.

Quisiéramos reconocer a los anestesiólogos que iniciaron este curso, nosotros sólo continuamos lo que ellos empezaron. Y quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a los colaboradores de este libro, quienes con sus conocimientos, trabajo y dedicación lograron que fuera posible. Además de un agradecimiento a todos los técnicos de anestesia, en especial a los del Hospital de Urgencia Asistencia Pública, que día a día nos entregan su ayuda en esta noble labor.

Por último, el deseo de los autores es que el lector disfrute con cada página este manual, junto con aprender de una especialidad tan interesante como la anestesiología.

DR. RICARDO BUSTAMANTE BOZZO

DRA. MARCELA ÁVILA ÁVILA

DR. FRANCISCO TÓRREZ HERRERA

Santiago, 2022

PARTE I
FISIOLOGÍA

Capítulo 1

Anatomía y fisiología del aparato respiratorio

Dr. Roberto Moreno Escobar

Introducción

El aparato respiratorio tiene por función principal permitir el intercambio gaseoso entre el organismo y el medio ambiente, aportando así el oxígeno (O_2) necesario para el funcionamiento de los órganos y eliminando el anhídrido carbónico (CO_2) producido por el metabolismo celular. En condiciones de normalidad la función respiratoria permite mantener los niveles de O_2 y CO_2 en un margen más o menos constante pese a que en determinadas circunstancias pueden producirse importantes variaciones tanto en la necesidad de aumentar los requerimientos de O_2 o de facilitar la eliminación de CO_2 .

Con fines didácticos el aparato respiratorio se puede subdividir en:

- **La vía aérea alta:** que calienta, filtra y humidifica el gas inspirado.
- **La vía aérea baja:** que conduce el gas a los alvéolos.
- **Los alvéolos:** que son las membranas a través de la cual ocurre el intercambio gaseoso.
- **El pulmón:** que incluye la vía aérea baja, el alvéolo y la circulación pulmonar.
- **El espacio pleural:** que rodea al pulmón.
- **La caja torácica:** que es una bomba músculo-esquelética que produce el movimiento del gas para la ventilación.
- **Los centros respiratorios:** que son los centros nerviosos ubicados en el tronco encefálico relacionados con el control de la respiración.

Vía aérea alta

Cavidad nasal

El aire es inspirado a través de la cavidad nasal o alternativamente la cavidad oral. Durante su pasaje, el aire es modificado de tres maneras: filtrado, entibiado y humidificado. Estos tres procesos son funciones de la mucosa respiratoria. El mucus secretado por este epitelio es transportado por los cilios hacia la orofaringe, desde donde es tragado. Las partículas grandes son filtradas por los pelos de la nariz. Las partículas finas hacen

contacto con la mucosa en la nariz o el árbol tráqueo-bronqueal y de ahí son transportadas a la faringe por el sistema mucociliar, donde es deglutido.

La red vascular bajo el epitelio actúa como radiador calentando el aire inspirado. El agua para la humidificación la da la cubierta mucosa.

Nasofaringe

Posee dos estructuras importantes:

La apertura del conducto auditivo, que conecta la faringe con el oído medio (regulación de presión en el oído medio); su irritación por una sonda nasogástrica o un tubo naso-traqueal puede bloquear el oído medio de ese lado.

Los adenoides, que pueden ser grandes en los niños y ser dañados durante la intubación nasal y causar sangramiento significativo.

Orofaringe

La pared posterior de la cavidad bucal. Aquí se cruzan los tractos respiratorio y digestivo. El reflejo de deglución, iniciado aquí, tiene dos propósitos: dirige la comida hacia el esófago, que está posterior y, simultáneamente, cierra la válvula laríngea (cuerdas vocales), para evitar el pasaje de comida a la vía aérea.

Si un paciente inconsciente se deja en decúbito dorsal, la parte posterior de la lengua puede caer hacia atrás por gravedad sobre la pared faríngea, produciendo obstrucción al flujo aéreo. Cuando la obstrucción es incompleta se produce ronquido. Cuando es total, la muerte por falta de O₂ puede ocurrir en minutos.

Vía aérea baja

Laringe

Tiene un esqueleto de cartílago, rodeada de músculo. El punto más angosto en la vía aérea de los niños suele ser el cartílago cricoides (bajo las cuerdas vocales). Por lo tanto algunos sugieren usar tubos sin balón inflable (*cuff*), pero este tema aún es materia de debate. En el adulto, las cuerdas vocales son la región más estrecha; por lo tanto, con *cuffs* inflados a nivel de la tráquea, se sella completamente la vía aérea, impidiendo el paso de secreciones, sangre o contenido gástrico hacia el pulmón. Se considera a las cuerdas vocales (**Figura 1.1.**) como la división entre la vía aérea alta y baja. Las funciones de la laringe son:

La fonación. Funciona como válvula, cerrándose durante la deglución para evitar la aspiración de líquidos y sólidos hacia el pulmón.

Como válvula durante la tos. La mucosa de la laringe tiene una rica inervación, de modo que los materiales extraños provocan tos o espasmo de las cuerdas vocales. La inconsciencia o una enfermedad neurológica pueden deprimir o eliminar este reflejo, permitiendo la aspiración de las secreciones faríngeas, contenido gástrico o comida. Este reflejo está disminuido en los ancianos y en los niños pequeños (prematuros y/o desnutridos).

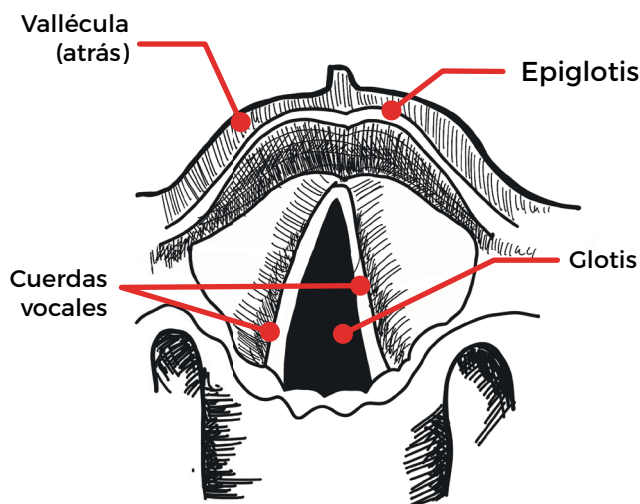


Figura 1.1. Representación de la glotis cuando se realiza una laringoscopia.

Tráquea

Es una estructura cilíndrica, ubicada a continuación de la laringe, que en el tórax se divide en los grandes bronquios derecho e izquierdo. Está constituida por 15 a 20 anillos de cartílago en forma de "C" abierta hacia atrás; la traqueostomía se realiza a nivel del 2º anillo. La sección transversal de la tráquea es oval (no redonda), achatada en sentido anteroposterior, por lo tanto un *cuff* de tubo orotraqueal redondo y rígido, erosiona las paredes anterior y posterior, pudiendo llegar a producir incluso una fístula tráqueo-esofágica (comunicación anómala entre tráquea y esófago).

Bronquios

La tráquea se divide en 2 bronquios fuentes, que conducen el gas al pulmón. El derecho es más corto, más ancho y más en línea con la tráquea. Así, el material extraño (cuerpo extraño, secreciones, vómito) aspirado, o los tubos endotraqueales demasiado avanzados, se dirigen al bronquio fuente derecho. Posteriormente la vía se estrecha cada vez más hasta el alvéolo.

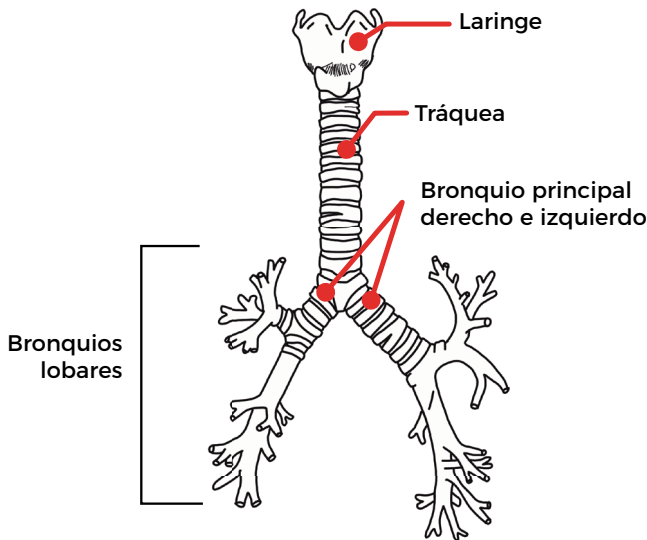


Figura 1.2. Representación de la vía aérea inferior.

Pulmones

Son dos órganos ubicados en la cavidad torácica, uno derecho y otro izquierdo separados uno del otro por el mediastino, que es el espacio en el que se ubica el corazón y los grandes vasos.

El volumen de los pulmones es absolutamente variable y depende fundamentalmente de si están en inspiración o espiración. El pulmón derecho es siempre más grande que el izquierdo; el peso es de más o menos 700 grs. el derecho y 600 grs. el izquierdo. La consistencia del tejido pulmonar es blanda, similar a la consistencia de una esponja. Los pulmones se encuentran tapizados por unas envolturas serosas llamadas pleuras; la pleura visceral que tapiza toda la superficie pulmonar y la pleura parietal que recubre por dentro la cavidad torácica; entre ambas pleuras se ubica el espacio pleural que contiene una pequeña cantidad de líquido que facilita los movimientos del pulmón durante el ciclo respiratorio.

El pulmón se encuentra constituido por los bronquios, los alvéolos, la circulación pulmonar y el tejido conjuntivo que le da el sostén a todas estas estructuras, además del tejido nervioso y los vasos linfáticos.

Los bronquios constituyen la vía aérea de conducción y se van ramificando dentro del tejido pulmonar en ramas cada vez más pequeñas; cuando llegan a la generación 16, (es decir se han ramificado 16 veces) empiezan a aparecer los sacos alveolares; en este nivel se los llama bronquiolos respiratorios, que se continúan subdividiendo progresivamente hasta terminar en lo alvéolos pulmonares, que es el lugar en donde se efectúa el intercambio gaseoso.

La circulación pulmonar sufre un proceso similar, consistente en subdivisiones y ramificaciones, para terminar en finos capilares que rodean los alvéolos como una fina malla que pone en contacto la sangre con el aire alveolar. La sangre que pasa por los capilares pulmonares queda separada del aire alveolar sólo por una fina membrana (membrana alvéolo-capilar), que en condiciones normales, no ofrece resistencia al paso de los gases a través de ella.

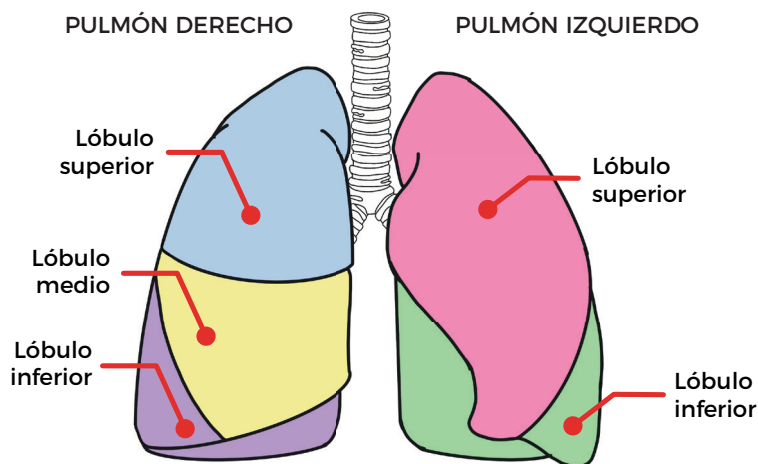


Figura 1.3. Representación de los pulmones y sus respectivas divisiones.

Fisiología pulmonar

El aparato respiratorio es básicamente una estructura anatómica adaptada para intercambiar oxígeno (O_2) y anhídrido carbónico (CO_2) entre la sangre y el medio externo (aire atmosférico). La captación de O_2 y la eliminación de CO_2 están, en condiciones basales, en estrecho equilibrio con los requerimientos metabólicos del organismo. El paso de los gases (O_2 , CO_2) hacia y desde la sangre es lo que se denomina intercambio gaseoso o hematosis, y es esta la principal función del aparato respiratorio.

Quedando claro que la principal función del pulmón es el intercambio gaseoso, es también importante destacar, que no es esta su única función; hay otras que también son importantes por lo que merecen al menos ser enunciadas:

- Filtro de partículas que circulan por la sangre (coágulos, agregados plaquetarios, trozos de tejidos).
- Modificador bioquímico de numerosas sustancias humoresales.
- Reservorio de sangre, por la amplitud y distensibilidad de su lecho vascular.
- Contiene un conjunto de defensas mecánicas, celulares y humoresales ante elementos nocivos del aire ambiental.

Para cumplir con la función de intercambio gaseoso, se requiere que la sangre venosa que llega al pulmón a través de la arteria pulmonar, se ponga en contacto con el aire atmosférico. Esto se logra a través de la extensa superficie capilar que rodea a los alveolos, que tiene una extensión de aproximadamente 100 m². El aire atmosférico se encuentra separado de la sangre por una fina membrana (membrana alvéolo-capilar), que en condiciones normales prácticamente no interfiere en la rápida difusión de los gases a través de ella.

Obviamente, el aire que está en el pulmón debe ser renovado periódicamente en relación a la perfusión sanguínea pulmonar, para evitar el agotamiento del oxígeno intrapulmonar. La renovación parcial y periódica del aire alveolar manteniendo en este una composición adecuada para el intercambio gaseoso, es lo que se conoce como ventilación alveolar, siendo esta aproximadamente igual al flujo sanguíneo (perfusión) que pasa a través del pulmón.

La coordinación entre la función circulatoria, pulmonar y la modificación de esta, de acuerdo a las necesidades del organismo, está comandada por el sistema nervioso central a través de sus centros respiratorios y circulatorios ubicados en el tronco encefálico. La actividad de estos centros coordinadores, está además modulada por la información que le envían receptores ubicados en diversas regiones del organismo (que mandan información a los centros coordinadores).

Mecánica ventilatoria

El sustrato anatómico está dado por las vías aéreas y las estructuras que producen los movimientos respiratorios (caja torácica).

Las vías aéreas cumplen la función de conducción, atrapamiento y eliminación de las partículas respiradas, humidificación y entibamiento del aire inspirado.

El movimiento del aire se produce gracias a la diferencia de presión generada por la actividad de los músculos respiratorios. En condiciones normales, el principal músculo inspiratorio es el diafragma (accesoriamente contribuyen a la respiración, los músculos intercostales, esternocleidomastoideo y trapecio). La contracción del diafragma produce una expansión de la caja torácica con la consiguiente disminución de la presión pleural e intraalveolar; este fenómeno genera una diferencia de presión (gradiente) con la atmósfera, que es la que permite la entrada del aire a los pulmones durante la inspiración. En condiciones normales la expiración (salida del aire) corresponde a un retorno pasivo a la situación de reposo (no hay que hacer un esfuerzo como en la inspiración). Esto está condicionado por la relajación de la musculatura inspiratoria, lo que sumado a la fuerza de la retracción elástica de los pulmones aumenta la presión intraalveolar y genera así el flujo expiratorio.

Lectura recomendada:

B. P. Kavanagh y Göran Hedenstierna. *Miller Anestesia* 8a edición. Capítulo 19: Fisiología y fisiopatología respiratorias.

Capítulo 2

Fisiología cardiovascular

Dr. Víctor Ibáñez Bustos

Introducción

El corazón y el sistema vascular son los encargados de permitir el intercambio de nutrientes y desechos entre nuestras células y el ambiente.

El corazón humano bombea unos 8.000 litros de sangre diariamente, para sustentar las funciones orgánicas que nos mantienen en constante movimiento. Para cumplir esta función, esta bomba se contrae (sístole) y se relaja (diástole). Su función es sin duda alterada durante el acto anestésico y sus consecuencias deben ser monitorizadas, ya que pueden resultar en daño al paciente.

Anatomía y ciclo cardiaco

La anatomía básica del corazón está compuesta por dos circulaciones separadas pero continuas entre sí, es decir en serie, que forman un circuito cerrado: la circulación sistémica y la circulación pulmonar. Durante un ciclo cardiaco (concepto que será abordado más adelante) la sangre desoxigenada (con poco oxígeno y llena de dióxido de carbono) fluye desde la circulación sistémica hasta la aurícula derecha. Luego desde la aurícula hasta el ventrículo derecho, el cual envía la sangre hacia la arteria pulmonar donde alcanza los pulmones y se realiza el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire pulmonar. Luego la sangre retorna al corazón a través de las venas pulmonares oxigenada y con poco dióxido de carbono, lista para ser distribuida al organismo. Las venas pulmonares confluyen en la aurícula izquierda, la cual llena el ventrículo izquierdo y este envía la sangre hacia la arteria aorta, la principal arteria del organismo.

Tanto el lado derecho como el izquierdo del corazón están formados por una aurícula y un ventrículo. La función de las aurículas es la de llenar los ventrículos para que este logre expulsar la mayor cantidad de sangre posible en cada latido, ya sea a la circulación pulmonar o a la circulación sistémica. La circulación pulmonar es un lecho vascular de baja resistencia que recibe el flujo desde el lado derecho de corazón, cuya función es la de intercambiar gases de forma bidireccional en el pulmón. La circulación sistémica recibe el flujo del lado izquierdo del corazón, cuya función es la de transportar oxígeno a los tejidos y eliminar dióxido de carbono y metabolitos de desecho.

Entre las aurículas y los ventrículos, y entre los ventrículos y sus tractos de salida (arteria pulmonar a derecha y aorta a izquierda) se encuentran unas estructuras llamadas válvulas cardiacas, cuya función es la de asegurar el flujo de sangre en una sola dirección. Así entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho se encuentra la válvula tricúspide, encargada de que la sangre fluya unidireccionalmente y de impedir el reflujo de sangre desde el ventrículo hasta la aurícula durante la sístole (contracción). Por otra parte, entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar se encuentra la válvula pulmonar, que impide el reflujo de sangre desde el pulmón hacia el ventrículo durante la diástole (relajación). Al lado izquierdo la situación se repite, y entre la aurícula izquierda y su ventrículo se encuentra la válvula mitral, y entre el ventrículo izquierdo y la arteria aorta la válvula aórtica.

El corazón es una bomba muscular, es decir, utiliza la fuerza de su músculo para impulsar la sangre en cada latido (**Figura 2.1.**). Sin embargo, para que esto ocurra, el movimiento del músculo cardíaco, la apertura y cierre de sus válvulas debe ser coordinado. Esto es posible gracias a que la activación del corazón está realizada a través de un sistema eléctrico específico del corazón.

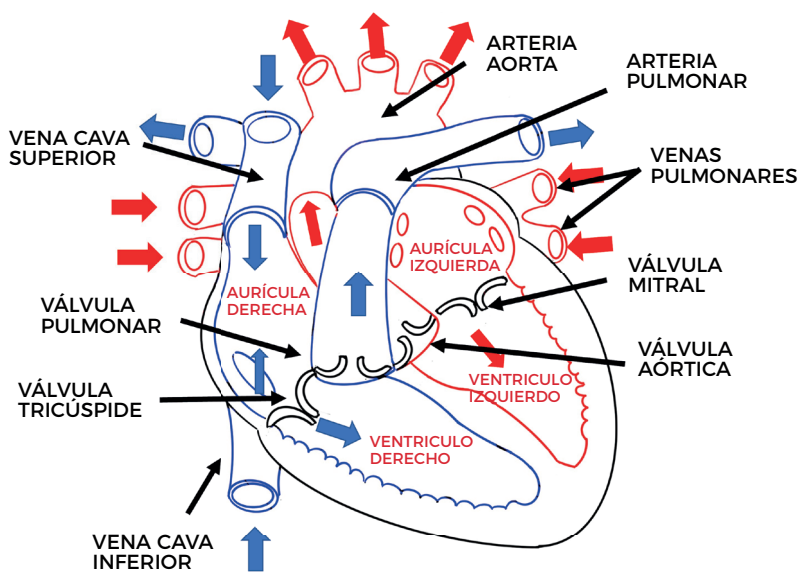


Figura 2.1. Representación del corazón y sus cavidades.

La actividad eléctrica del corazón está comandada por el nodo sinusal, el cual es una estructura ubicada en la aurícula derecha y es la encargada de definir la frecuencia en la cual el corazón se activa cada minuto. Cada vez que el nodo sinusal se activa provoca una descarga eléctrica que viaja a través de las aurículas provocando su contracción (sístole). Esta descarga eléctrica llamada despolarización, llega hasta la separación

entre las aurículas y los ventrículos la cual no conduce la electricidad salvo en un sólo punto llamado nodo aurículo ventricular, el cual es el encargado de retrasar la descarga eléctrica para permitir que las aurículas tengan tiempo de llenar los ventrículos y de que estos no se contraigan mientras se están llenando, para luego permitir el paso del impulso hacia los ventrículos a través de un conducto específico llamado Haz de His, que se encuentra en el espacio entre ambos ventrículos (*septum* interventricular) y que luego se separa en las fibras de Purkinje las cuales conducen la descarga a toda la masa ventricular permitiendo la sístole.

Flujo circulatorio

Una vez revisado cómo funciona el corazón y cuáles son sus componentes básicos. Se procederá a explicar cómo se genera el flujo de sangre y cómo este llega a los órganos.

El flujo circulatorio es originado por los latidos del corazón. Como la sangre es un fluido incompresible, que fluye por un circuito cerrado, el volumen de sangre que sale desde el ventrículo izquierdo deberá ser igual a la cantidad de sangre que retorna al lado derecho del corazón. El hecho de que el volumen se conserve dentro de un sistema hidráulico cerrado es conocido como principio de continuidad, y determina que el volumen eyectivo (volumen de sangre expulsada por el ventrículo en cada latido) sea el principal determinante del flujo circulatorio. Las condiciones que influyen en el volumen eyectivo son la precarga, la poscarga y la contractilidad cardiaca (inotropismo).

Precarga

La precarga es la fuerza impuesta al ventrículo justo antes de que se contraiga. Esta fuerza es ejercida por la sangre que lo llena y por lo tanto lo distiende o estira, es decir, mientras más sangre tenga el ventrículo más estirado estará y por lo tanto su precarga será mayor.

El músculo cardiaco tiene una característica importante y es que mientras más estirado se encuentre mayor será la fuerza de su contracción, esto se denomina relación longitud-tensión o relación de Frank-Starling. Esto implica que la precarga actúa aumentando la fuerza de la contracción del ventrículo, es decir a mayor precarga, mayor será la fuerza del ventrículo al contraerse (sístole). Sin embargo, esta relación, como en la mayoría de los fenómenos fisiológicos de nuestro organismo, no es lineal, sino curvilínea. Por lo que, una vez alcanzado un valor concreto de precarga, incrementos posteriores no tienen traducción significativa en el volumen sistólico. La representación gráfica de este comportamiento se denomina curva de Frank-Starling o curva de función ventricular (**Figura 2.2.**).

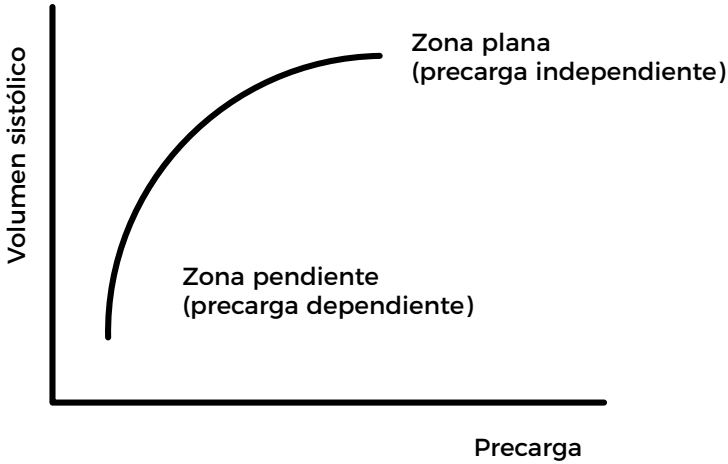


Figura 2.2. Curva de función ventricular o de Frank-Starling.

Poscarga

La poscarga es la fuerza aplicada al ventrículo una vez que ha comenzado el sístole. A diferencia de la precarga, la cual facilita la contracción ventricular, la poscarga se opone a la contracción, es decir a mayor poscarga, mayor fuerza debe realizar el ventrículo para expulsar la sangre. Esta fuerza es llamada tensión de pared ventricular y sus determinantes son expresadas en la Ley de Laplace descrita en 1820, que derivó de sus observaciones en burbujas de jabón (Figura 2.3.). Esta ley, dice que para una presión de fluido interno dado, la tensión en la pared es proporcional al radio del tubo. Siendo aplicada al corazón se describe como:

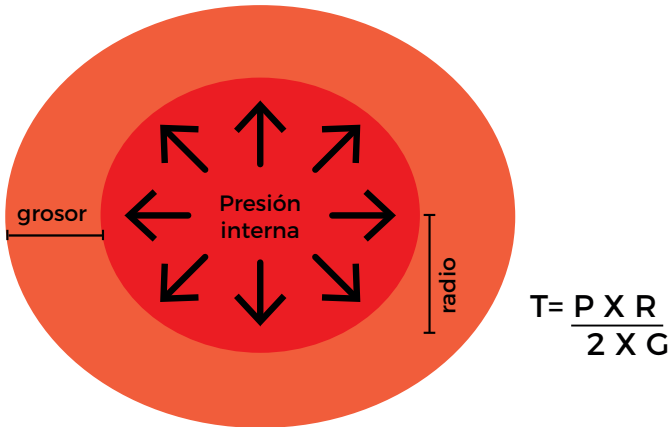


Figura 2.3. Descripción de la Ley de La Place. Donde T es la tensión de la pared ventricular, P es la presión del ventrículo al final de la sístole, R es el radio ventricular al final de la diástole, y G es el grosor de la pared del ventrículo.

El grosor del ventrículo modifica en forma importante la tensión que debe realizar para expulsar la sangre. Así, en un paciente con hipertensión arterial crónica, donde el corazón debe realizar una mayor fuerza para expulsar la sangre hacia las arterias, el ventrículo aumenta su grosor, un fenómeno conocido como hipertrofia ventricular, lo cual disminuye la tensión necesaria para expulsar la y facilita su trabajo.

Contractilidad

Es la capacidad contráctil del músculo cardiaco, independiente de la precarga y la poscarga, siendo uno de los determinantes de la cantidad de volumen que es capaz de expulsar el ventrículo en cada latido.

La frecuencia cardiaca (cantidad de latidos cardiacos en un minuto) tiene una relación directa con la contractilidad cardiaca, de manera que, si hay un aumento de la frecuencia cardiaca, la fuerza contráctil del corazón aumenta. Esta relación se denomina fenómeno de Treppe o relación fuerza-frecuencia. La mayor fuerza contráctil se alcanza entre los 150 y 180 latidos por minuto, sin embargo, si los latidos aumentan por sobre este límite la fuerza disminuye.

Gasto cardiaco

El gasto o débito cardiaco es la cantidad de sangre que bombea el corazón en un tiempo determinado y está definido por cuatro componentes: frecuencia cardiaca, contractilidad, precarga y poscarga.

La frecuencia cardiaca es la cantidad de latidos cardiacos en un minuto y cada vez que aumenta, el gasto cardiaco también aumenta.

La contractilidad es la capacidad de contraerse del músculo cardiaco. A mayor contractilidad mayor gasto cardiaco.

Flujo de sangre en las arterias

Habitualmente se monitoriza la actividad del corazón y el flujo de sangre en el paciente de forma indirecta a través de la presión arterial. Normalmente la presión arterial es medida de forma no invasiva, mediante un manguito de presión, que mide la presión arterial media y luego calcula la presión arterial sistólica y diastólica por un algoritmo que depende de cada fabricante.

La presión arterial media es la manifestación del efecto del flujo de la sangre y la presión que esta ejerce en las paredes arteriales. Para poder comprender como esto sucede, se debe observar las descripciones de flujo a través de tubos realizadas por el fisiólogo Poiseuille en 1860.

Sabemos que el flujo de sangre dependerá de la diferencia de presión entre la entrada de sangre a al sistema arterial (presión arterial media), menos la presión de salida de

sangre del sistema (presión de aurícula derecha) sobre la resistencia al flujo a través del tubo (resistencia vascular sistémica) como muestra la **Figura 2.4**.

La resistencia al flujo a través del tubo depende de la relación entre el largo del tubo, su radio, y la viscosidad del fluido como muestra la **Figura 2.5**.

Esto quiere decir que un aumento de dos veces el radio del tubo provocará un aumento de 16 veces en el flujo.

$$GC = \frac{\Delta P}{R}$$

$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$

GC = Gasto cardiaco
 ΔP = Delta presión
R = Resistencia

R = Resistencia
 η = Viscosidad
L = Largo
r = Radio

Figura 2.4 (izquierda). Ecuación que describe el gasto cardiaco.

Figura 2.5 (derecha). Ecuación que describe la Ley de Poiseuille.

De este modo, se puede expresar el gasto cardiaco, como la relación entre la presión arterial media y la resistencia vascular sistémica. A su vez, la PAM dependerá del gasto cardiaco y la RVS como indica la siguiente ecuación:

$$GC = PAM / RVS, \text{ entonces } PAM = GC \times RVS$$

Donde GC es gasto cardiaco, PAM es la presión arterial media, RVS es la resistencia vascular sistémica

Así, cada vez que disminuye la resistencia vascular o el gasto cardiaco disminuirá la presión arterial media, y de forma inversa si aumenta alguno de ellos también lo hará la presión arterial.

Electrocardiografía

La actividad del corazón depende no sólo de la contracción del mismo, sino de que esta se produzca de forma ordenada y rítmica. Esto es gracias al sistema de conducción eléctrico del corazón descrito en el apartado de anatomía. Su función puede ser evaluada con electrocardiograma, considerado uno de los componentes de la monitorización básica en anestesia.

Cada vez que el corazón tiene un impulso eléctrico, este es capaz de ser medido desde la superficie de la piel, lo que se hace cada vez que se coloca electrodos en el paciente.

Esta medición se conoce como electrocardiograma (ECG), cuando se imprime en papel, o cardioscopia cuando se despliega en una pantalla.

El ECG normal (**Figura 2.6.**) está formado por una onda P, un complejo QRS y una onda T. La onda P (verde) es producida por la activación de las aurículas, que son las primeras en contraerse para llenar los ventrículos. Luego aparece el complejo QRS (rojo) que es producido por la activación ventricular y, luego, la onda T (morado) que se produce por la recuperación de los ventrículos después de la descarga eléctrica.

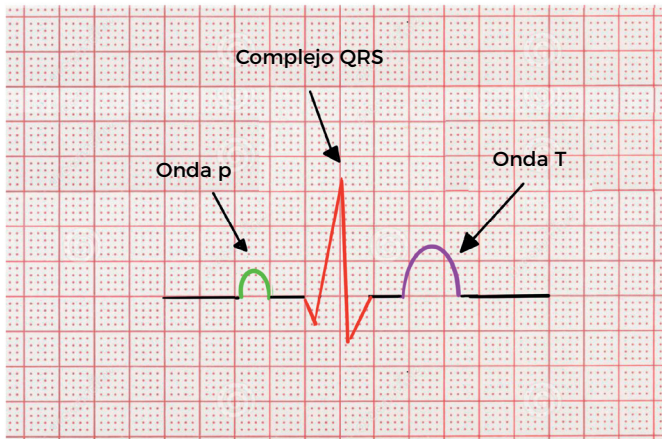


Figura 2.6. Electrocardiograma normal.

Consideraciones prácticas

En este capítulo se abordó el funcionamiento del corazón y como afecta su función al flujo circulatorio.

Cada vez que se administra fármacos que disminuyan o aumenten la frecuencia cardiaca es esperable cambios en la presión arterial, los que pueden ser mínimos o evidentes. Por otro lado, la administración de fármacos que cambien el tono de las arterias del organismo y con ello la resistencia vascular sistémica, se espera que se produzcan cambios en la presión arterial.

Si disminuye la precarga del corazón, como ocurre en los pacientes hipovolémicos, como consecuencia de la deshidratación severa o de una hemorragia, el gasto cardiaco y la presión arterial también disminuirá, por lo que la estrategia de manejo será administrar volumen endovenoso, a fin de aumentar la precarga. En cambio, hay otras situaciones que tienen gasto cardiaco normal o aumentado y es la resistencia vascular sistémica la que está disminuida, en estas situaciones lo que se necesita es drogas vasoactivas que aumenten el tono vascular.

Lecturas recomendadas:

B.M. Koepen y B.A. Stanton (Ed.). Elements of cardiac function. *Berne and Levy Physiology* 6th Edition. Elsevier.

R.D.Miller (Ed.). Cardiac Physiology. *Miller's Anesthesia* 9th Edition. Elsevier.

Capítulo 3

Fisiología cerebral y sus implicancias anestésicas

Dra. Macarena Durán Barceló

Introducción

En este capítulo se describirán los principios básicos de la fisiología cerebral, en particular, el flujo sanguíneo cerebral (FSC) y como este puede verse alterado por distintos determinantes que están íntimamente ligados con la práctica anestésica habitual.

El sistema nervioso (SN) es uno de los más relevantes del cuerpo ya que se encarga tanto de la interacción con el medio, como del balance del estado interno del organismo.

El SN tiene dos grandes divisiones:

Desde el punto de vista anatómico:

- Sistema nervioso central (SNC) que comprende la médula espinal y el encéfalo (cerebro, tronco encefálico y cerebelo).
- Sistema nervioso periférico (SNP) que incluye a los nervios craneales y a los nervios espinales junto a sus respectivos ganglios.

Desde el punto de vista funcional:

- Sistema nervioso somático (SNS).
- Sistema nervioso autónomo (SNA).

La diferencia entre estos, es que el SNS controla aferencias y eferencias que lleguen a los músculos esqueléticos (aquello que se controla voluntariamente, a nivel consciente), mientras que el SNA controla las aferencias y eferencias provenientes de músculo liso y glándulas (aquello que se controla de forma involuntaria, sin compromiso de conciencia).

Anatomía de la circulación cerebral

Las arterias carótidas internas y la arteria basilar se unen para formar un circuito vascular llamado polígono de Willis, encargado de la irrigación del encéfalo y que permite la circulación colateral entre las arterias derechas e izquierdas y las anteriores y posteriores (Figura 3.1.).

En circunstancias normales no hay mezcla de sangre de las distintas circulaciones. Sin embargo, en circunstancias patológicas, como una oclusión de una rama arterial, permite aumentar el flujo sanguíneo colateral hacia un área de perfusión reducida.

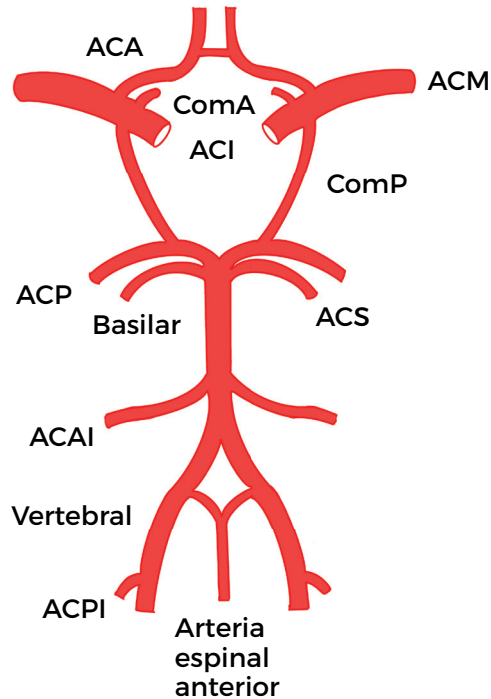


Figura 3.1. Esquema de la circulación cerebral. Donde ACA es arteria comunicante anterior, ComA es comunicante anterior, ACM es arteria cerebral media, ACI es arteria carótida interna, Comp es comunicante posterior, ACP es arteria comunicante posterior, ACS es arteria cerebral superior, ACAI es arteria cerebelosa inferior anterior, y ACPI es arteria cerebelosa inferior posterior.

Generalidades

El cerebro adulto representa un pequeño porcentaje del peso corporal (2%) y recibe un gran porcentaje del gasto cardíaco (12-15%). Además, el cerebro tiene una alta tasa metabólica (20% del consumo total de O_2) y una baja capacidad para almacenar energía lo que hace que sea especialmente sensible a la privación de glucosa y O_2 .

Presión intracraneana (PIC)

El cráneo contiene en su interior 3 volúmenes, el parénquima cerebral (80%), el líquido cefalorraquídeo (LCR) (10%) y la sangre (10%).

Al ser el cráneo una estructura inextensible, la suma de todos sus volúmenes es siempre constante y si se produce un aumento de volumen de alguno de los 3 componentes, aumenta también la presión que ejerce dicho volumen sobre los otros 2 (**Figura 3.2.**).

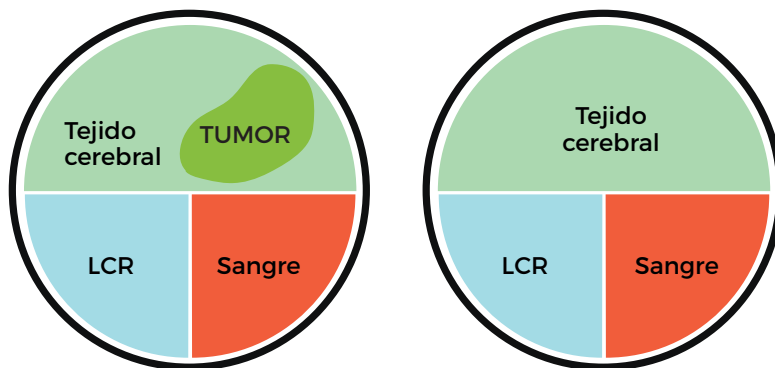


Figura 3.2. Imagen a la izquierda representa lo que sucede cuando hay otro elemento que ocupe espacio, aumentando la presión intracraneana. La imagen derecha representa los 3 volúmenes dentro de un cráneo rígido, los cuales son el tejido cerebral, el líquido cefalorraquídeo y la sangre.

Existe una estrecha relación entre los diversos componentes del contenido intracraneano. Cuando este aumenta existen inicialmente mecanismos compensatorios como el desplazamiento de LCR y de sangre venosa de manera de mantener la presión intracraneana (PIC) constante. Posteriormente, estos mecanismos se agotan lo que conlleva un aumento de la PIC, conocido como hipertensión endocraneana, que conduce a una disminución de la perfusión cerebral y el aumento de riesgo de la herniación cerebral.

Ante un escenario clínico donde hay aumento de un volumen intracraneano, como es el caso de un hematoma extradural secundario a un trauma se observa: (1) en una primera fase, el aumento del volumen intracraneal no repercute en la PIC pues el desplazamiento del LCR y del volumen sanguíneo cerebral lo compensa y (2) posteriormente, los mecanismos compensatorios se encuentran sobrepasados, se genera un aumento de la PIC, daño por hipoperfusión y riesgo de herniación.

Existen diversos determinantes del flujo sanguíneo cerebral. Algunos de ellos pueden ser manejados durante la anestesia con el fin de disminuir la PIC.

Regulación del FSC

Cambios en el FSC van a determinar cambios en el volumen sanguíneo cerebral ya sea por vasodilatación o vasoconstricción de los vasos que irrigan el cerebro y, con esto, cambios en la PIC. Entre los factores determinantes del FSC hay que mencionar:

Factores químicos

- a) **Consumo metabólico de oxígeno cerebral (CMRO₂):** el aumento de la actividad cerebral produce un aumento de FSC y viceversa. Por ejemplo, un paciente con traumatismo encefalocraneano (TEC) que convulsiona, representa un gran aumento de la actividad cerebral que produce un aumento del FSC y podría elevar la PIC. Por otro lado, algunos fármacos anestésicos disminuyen la actividad cerebral y así el FSC y la PIC.
- b) **La temperatura:** también tiene un rol muy relevante, el CMRO₂ disminuye con la hipotermia y aumenta con la hipertermia.
- c) **Presión arterial de dióxido de carbono (PaCO₂):** aumentos del CO₂ generan vasodilatación de los vasos sanguíneos cerebrales y aumento del FSC. Durante el intraoperatorio se puede manejar esta variable a través del volumen minuto (el producto del volumen corriente por la frecuencia respiratoria).
- d) **Presión arterial de oxígeno (PaO₂):** si se mantiene dentro de rangos normales tiene escaso efecto, pero si baja de un punto crítico que corresponde a PaO₂ < 60mmHg se produce vasodilatación y aumento exponencial del FSC. Es fundamental mantener valores normales de saturación de oxígeno.

Otros factores

- a) **Regulación miogénica o autorregulación del FSC:** es la capacidad que tiene la circulación cerebral de ajustar su resistencia (dilatación o constricción) de manera de mantener el FSC en un amplio rango de valores de presión arterial media (PAM entre 70-150 mmHg). Esto quiere decir que a pesar de que la PAM se eleve o descienda la autorregulación permite mantener el FSC constante. Fuera de estos límites el FSC se vuelve dependiente de la PAM y responde a la siguiente fórmula:

$$\text{PPC: PAM} - \text{PIC}$$

O sea, una hipotensión severa, producirá una isquemia cerebral.

- b) **Viscosidad sanguínea:** su factor más determinante es el hematocrito, en rango normal los cambios no son insignificantes.

Cuando hay anemia, o sea un hematocrito bajo, la resistencia vascular cerebral disminuye y el FSC aumenta

Cuando hay isquemia cerebral focal la vasodilatación es máxima, pero la hemodilución aumenta el FSC. El hematocrito óptimo es de 30-34% para el suministro de oxígeno, pero no se ha demostrado beneficio en la extensión del daño, por lo que en la práctica no se manipula.

- c) **Edad:** el FSC y el CMRO₂ disminuyen con la edad. Esto se produce por reducción neuronal, de volumen de sustancia blanca y número de sinapsis.

El FSC y CMRO₂ disminuyen 15 a 20% a los 80 años.

d) Fármacos anestésicos intravenosos: barbitúricos: FSC y $CMRO_2$ disminuyen dependiendo de la dosis. En el inicio de la anestesia disminuyen hasta un 30%, y si se llega a una supresión completa del EEG, pueden disminuir hasta un 50%.

Propofol y etomidato tienen efecto similar a los barbitúricos. Los opioides tienen escaso efecto sobre FSC y $CMRO_2$, mientras que la ketamina es el único fármaco que aumenta tanto el FSC y el $CMRO_2$.

e) Fármacos anestésicos volátiles: todos suprimen el metabolismo cerebral dosis dependiente disminuyendo el FSC. Pero a la vez tienen un efecto vasodilatador sobre el músculo liso vascular aumentando el FSC. El efecto final dependerá de la CAM (concentración alveolar mínima) a la que se encuentre el paciente.

Si la dosis es de 0,5 CAM se reduce el FSC, a 1 CAM el FSC no cambia y sobre 1 CAM el FSC aumenta.

También depende del gas anestésico siendo usado de mayor a menor potencia vasodilatadora tenemos: halotano, enflurano, desflurano e isoflurano (similares en potencia), y sevoflurano.

Control de la PIC: terapia osmótica

Es un método que busca mediante arrastre osmótico el desplazamiento de agua desde las células cerebrales hacia el intravascular y posteriormente hacia fuera del cráneo para disminuir la PIC.

Manitol

Tiene un efecto rápido como expansor plasmático y mejora la reología sanguínea. Produce un gradiente osmótico entre el plasma y las células cerebrales.

Dosis:

- 0,25 a 1 gr /kg IV

Presentación:

- 500 ml al 20% (200 mg/ml), por lo que hay 1 gr en 5 ml, lo que se traduciría en una dosis de 5ml por kg.
- 500 ml al 15% (150 mg/ml), por lo que hay 1 gr en 6,6 ml, lo que se traduciría en 6,6 ml por kg.

Posee efectos adversos como:

- Insuficiencia renal aguda
- Hipovolemia severa
- Hipotensión
- Hiperkalemia
- Está asociado a un efecto rebote

Suero hipertónico

Produce disminución del volumen de la célula endotelial y del tamaño del eritrocito, lo cual a su vez mejora la reología sanguínea. Es efectivo en la hipertensión endocraneal refractaria a manitol. A su vez es expansor de volumen, por lo que sería de elección en pacientes politraumatizados con sospecha de disminución de volemia.

Dosis:

- NaCl 10% 0,8 ml/kg IV
- NaCl 3% 0,5 ml/kg/hr IV

Presentación:

- Ampollas de 20 ml al 10% (100 mg por ml). Para una persona de 70 kg: $70 \times 0,8 = 56$ ml (3 ampollas).
- Administrar por catéter venoso central.
- Para pacientes neurológicos de urgencia con sospecha de aumento de la PIC tener 3 a 5 ampollas de NaCl al 10% en pabellón.

Efectos adversos:

- Desmielinización aguda
- Sobrecarga de volumen

Lectura recomendada:

Piyush M. Patel, John C. Drummond & Brian P. Lemkuil. Capítulo 17. Fisiología cerebral y efectos de los anestésicos. *Miller Anestesia* 8a edición.

PARTE II
FARMACOLOGÍA

Capítulo 4

Farmacología básica

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Introducción

En este capítulo se revisan los fundamentos de la farmacología para mejor entendimiento de los fármacos más usados en la anestesia.

En la práctica anestésica rutinariamente se usa innumerables fármacos en el manejo de los pacientes, y el conocimiento de sus indicaciones, latencia y duración, y sus efectos de adversos son muy importantes para poder realizar una anestesia adecuada.

Farmacocinética y farmacodinamia

Farmacocinética coloquialmente descrita como “lo que el cuerpo le hace al fármaco”, y farmacodinamia descrito como “lo que el fármaco le hace al cuerpo”. El concepto clave de estas frases es: “¿Qué cambia?”. En la farmacocinética es la concentración de la droga en la sangre, y en la farmacodinamia es el cuerpo o la fisiología (funcionamiento), los procesos necesarios para convertir los fármacos en respuestas.

Para ser más precisos la farmacocinética comprende todos los procesos desde la administración del fármaco (vía endovenosa, oral, subcutánea, etc.) hasta que llega al tejido o sitio encargado de convertir el fármaco en una respuesta. Y donde la farmacocinética termina, la farmacodinamia inicia, convirtiendo la concentración de droga en una respuesta que lleva a un efecto deseado (dormir el paciente, aumentar su presión arterial, etc.).

Farmacocinética clínica

La farmacocinética clínica es útil para cálculos de dosis, velocidad de infusión de medicamentos, predicción de concentración de drogas, intervalo de dosis, y tiempos para eliminar el fármaco del cuerpo. Su objetivo primario es maximizar la eficacia, de modo de disminuir la toxicidad o efectos adversos. Puede ser afectada por muchos factores como la edad, genética, sexo, raza, patologías asociadas y uso de fármacos concomitantes resultando en interacción entre ellos. Todos estos factores deben ser considerados al momento de indicar un fármaco.

La farmacocinética incluye varias etapas: liberación del producto activo, absorción, distribución en el organismo, metabolismo o inactivación y excreción del fármaco o los metabolitos que queden de él. Se analizará algunas de estas etapas.

Absorción

La absorción de un medicamento depende de su vía de administración. Los fármacos pueden ser administrados de diversas formas: oral, inhaladas, subcutáneas, intramuscular, sublingual, rectal, intraocular, intranasal, vaginal y transdérmica. La vía endovenosa es la más rápida y la más usada en anestesia. Una vez que el fármaco entra en la circulación, existe un tiempo determinado que dependerá de sus características fisicoquímicas para iniciar su efecto, a este tiempo se le denomina latencia. También se debe considerar el tiempo hasta alcanzar una concentración plasmática máxima o *peak* plasmático. Este tiempo es de vital importancia en la práctica anestésica porque nos permite predecir en qué momento el fármaco estará teniendo su efecto máximo.

Metabolismo

También conocido como biotransformación es el cambio de una sustancia a través de diversas reacciones químicas para facilitar su eliminación. Esta transformación puede producir metabolitos (productos de desecho) activos que pueden demorar su eliminación o incluso pueden activar fármacos que antes eran inactivos (pro-fármacos). Ocurre principalmente en el hígado, aunque puede ocurrir en otros sitios. Gran parte de las reacciones del metabolismo son llevadas a cabo por el sistema enzimático citocromo P450, que reside en los microsomas de los hepatocitos (células del hígado). Algunos fármacos “inducen” o aumentan el metabolismo de estas enzimas resultando en una menor concentración plasmática de un fármaco, lo que puede producir un menor efecto terapéutico o menor duración de acción. Por el contrario, otros fármacos pueden inhibir estas enzimas resultando en mayores concentraciones plasmáticas, lo que puede producir mayor riesgo de efectos adversos o toxicidad.

Clearence o aclaramiento

Es un parámetro que expresa numéricamente uno de los elementos del metabolismo: la razón a la cual el cuerpo elimina el fármaco. Más específicamente es el volumen de sangre que es completamente libre de fármaco por unidad de tiempo. Su unidad es en volumen tiempo (ejemplo L /min). Mientras el hígado es el principal responsable de metabolismo de los fármacos, el riñón es el principal responsable para eliminar los fármacos y sus metabolitos.

Farmacodinamia clínica

La farmacodinamia estudia los mecanismos de acción de los fármacos, así como la relación entre su concentración y el efecto bioquímico o psicológico que produce en el organismo. Se describirá algunos de estos conceptos.

Relación dosis respuesta y concentración efecto

La mayoría de los medicamentos producen sus efectos fisiológicos (tanto terapéuticos como tóxicos) al unirse a un receptor específico del medicamento en la membrana celular, en el citoplasma o en el núcleo plasmático de la célula. Esto produce un cambio en su función celular. La unión del medicamento al receptor es un proceso reversible que a mayores concentraciones de medicamento provocan mayor cantidad de complejos fármaco-receptor y un efecto farmacológico más intenso.

Umbrales y ventanas terapéuticas

Para la mayoría de los medicamentos debe alcanzarse una concentración mínima antes de poder observar un efecto (umbral terapéutico). Una vez alcanzado el umbral terapéutico pequeños aumentos de la dosis producen aumentos relativamente grandes del efecto farmacológico. A medida que el efecto farmacológico alcanza casi el máximo, el aumento de la concentración produce cambios mínimos en el efecto terapéutico y sólo aumenta el riesgo de toxicidad y efectos adversos.

La mayoría de los fármacos tienen rangos terapéuticos establecidos, que están expresados como rangos de concentraciones plasmáticas para lograr un efecto óptimo mientras se minimizan las reacciones adversas (**Figura 4.1.**). Sin embargo, hay fármacos que requieren constante monitorización de su concentración, por tener rangos terapéuticos muy estrechos, un umbral bajo para efectos adversos o tienen que alcanzar una mínima concentración plasmática para alcanzar un efecto. Por ejemplo, cuando se usan gases anestésicos, la CAM o concentración alveolar mínima es usada como objetivo para mantener un efecto terapéutico necesario.

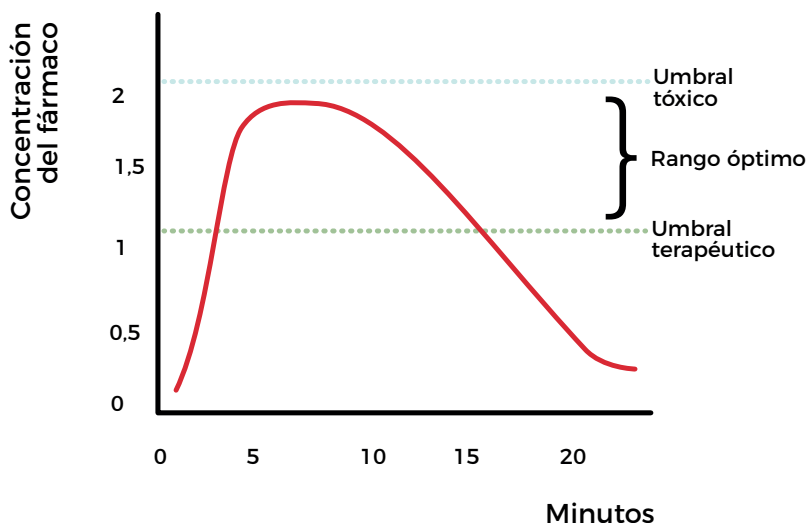


Figura 4.1. El rango terapéutico de una dosis de un fármaco se encuentra entre el umbral terapéutico y el umbral que produce toxicidad o efectos colaterales indeseados.

Consideraciones prácticas

Dentro de todas las ramas de la farmacología, sin duda la más práctica es la posología, que tiene que ver con dosificación de los fármacos. Es de vital importancia que el técnico de anestesia conozca la presentación de los fármacos a administrar: sus unidades de medida (g, mg, µg), cantidad de droga de cada ampolla y su volumen (ejemplo 50 mg/5 ml), en cuanto se diluye (de acuerdo a protocolos institucionales) y cuál es su dosificación. Es responsabilidad de todos los integrantes del equipo de anestesia evitar los errores de dosificación. No es poco común que el personal que no los conoce administre dosis inexactas (muy altas o bajas), esto, generalmente asociado a errores de comunicación.

Presentación de los fármacos

Algunos medicamentos vienen en forma líquida. Otros vienen en una presentación liofilizada (o polvo seco), que necesitan ser reconstituidos con un diluyente o solvente antes de ser administrado, generalmente suero fisiológico, pero a veces líquidos especiales que vienen con el frasco-ampolla.

La masa de un fármaco se expresa usualmente en miligramos (mg) y su volumen en mililitros (ml). Por lo tanto, la concentración de un fármaco se mide en unidades de masa/unidades de volumen (por ejemplo: g/L, mg/ml, µg/ml).

Tabla 4.1. Equivalencias métricas
1 kg = 1000 g
1 g = 1000 mg
1 mg = 1000 mcg o μg = microgramos o gamas
1 litro = 1000 ml
1 mol = 1000 milimoles

En general la concentración viene expresada en mg/ml. Expresa el número de miligramos del fármaco por mililitro de líquido. Viene también expresado el total de miligramos de fármaco que tiene la ampolla y su volumen total. Ejemplo la ampolla de adrenalina viene 1 mg/ml y contiene sólo 1 ml, o sea sólo 1 mg.

También la concentración puede expresarse en porcentaje y, se quiere expresar una cantidad de sustancia sólida disuelta en un determinado volumen líquido. Para efectos prácticos corresponde al número de gramos disueltos en 100 ml, o sea si la presentación dice que es al 5 % significa que hay 5 g en 100 ml. Para convertir de concentración en porcentaje a concentración de mg/ml se tiene que multiplicar el porcentaje por 10.

Ejemplo:

Lidocaína 2% ampolla 10 ml

Entonces $2 \times 10 = 20$ mg/ml

Entonces $20 \text{ mg/ml} \times 10 \text{ ml}$ (el total de la ampolla) = 200 mg (total de mg en la ampolla).

Lecturas recomendadas:

- K. Gupta & K. Henthorn. Principios de farmacocinética y farmacodinamia. P. G. Barash (Ed). *Fundamentos de anestesia clínica*. Editorial Wolters Kluwer, 2016.
- P. Chan & A. Uchizono. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Anesthetics. David Kaye (Ed.). *Essentials of Pharmacology for Anesthesia, Pain Medicine, and Critical Care*. Editorial Springer, 2015.

Capítulo 5

Anestésicos endovenosos

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Introducción

Desde la introducción del éter, pasaron 90 años donde prácticamente todas las anestias se inducían de forma inhalatoria. Esta práctica cambió en 1935 cuando se describió el uso de tiopental, un hipnótico barbitúrico de corta duración, para inducción endovenosa. Actualmente la mayoría de las inducciones son de tipo endovenosas, exceptuando a la población pediátrica.

El uso de inductores tiene una variedad de roles en la práctica anestésica. Se usan para conseguir una rápida inducción del sueño en casos de anestesia general o una sedación moderada en caso de procedimientos desagradables, como son las endoscopias o la reducción de fracturas, así como para proporcionar sedación en la unidad de cuidados intensivos, especialmente en pacientes en ventilación mecánica.

Su principal efecto es la disminución del estado de conciencia que, dependiendo del fármaco y la cantidad administrada, variará desde una sedación ligera con ventilación espontánea conservada hasta la sedación profunda con apnea.

En la actualidad, propofol, etomidato y ketamina son los agentes más usados. Con la excepción de la ketamina, que tiene un efecto muy particular descrito más adelante, son agentes de inducción o mantención de sedación, pues tienen un bajo efecto analgésico. Deben ser combinados con otros agentes (en general opioides narcóticos) para producir anestesia en conjunto.

Mecanismos de acción

Los inductores usados con mayor frecuencia (bárbitoricos, propofol, benzodiazepinas y etomidato) actúan en el sitio del receptor γ -aminobutírico A ($GABA_A$). El ácido gamma-aminobutírico (GABA) es el principal neurotransmisor inhibitorio dentro del sistema nervioso central y su acción en el receptor $GABA_A$ causa un aumento en el transporte de los iones de cloro a través de la membrana y hacia la neurona postsináptica. Esta a su vez se hiperpolariza, lo que provoca una inhibición de la propagación adicional de las señales nerviosas. En otras palabras no podrán haber nuevos potenciales de acción, por lo tanto no habrá “comunicación” entre las neuronas.

Principales agentes

Propofol

El propofol es por lejos, uno de los agentes más usados hoy en día. Es un compuesto alquilfenol preparado en una emulsión de lecitina de huevo que consiste en aceite de soya, glicerol, fosfátido de huevo y ácido etilendiaminotetraacético o metabisulfito como antimicrobiano. Por contener derivados de la soya y el huevo se planteó que el propofol estaba contraindicado en pacientes alérgicos a estos productos, sin embargo, en la actualidad se contraindica sólo en personas que hayan tenido anafilaxia al huevo.

Su mecanismo de acción es incrementar la afinidad del neurotransmisor GABA con su receptor GABA_A y, de este modo, disminuir su tasa de disociación.

Tiene un rápido inicio de acción, y una corta duración (aproximadamente 10 minutos con un bolo de 200 mg). Puede ser usado en bolo endovenoso durante la inducción, como sedante en infusión tanto en pabellón como la unidad de cuidados intensivos o para anestesia general con TIVA (anestesia total intravenosa). También se puede utilizar como antiemético en dosis muy bajas.

Como efecto adverso indeseable, produce disminución de la presión arterial, debido a la reducción de la resistencia vascular sistémica y la precarga (por inhibición del tono simpático y por efecto directo sobre el músculo liso vascular), así como depresión miocárdica directa. Por lo anteriormente descrito no se recomienda usar en pacientes con hemodinamia inestable (sangrado, sepsis, falla cardíaca descompensada).

Otros efectos adversos, además de la hipotensión son: dolor en el sitio de administración (que puede evitarse o atenuarse con la administración previa de lidocaína), reacciones alérgicas, hiperlipidemia, síndrome de infusión de propofol (asociado a dosis prolongada en infusión; se caracteriza por acidosis metabólica, falla cardíaca, rabdomiolisis, y falla renal).

Etomidato

Es un derivado imidazol que difiere químicamente del resto de los agentes inductores, pero que tiene un efecto similar al del propofol, aumentando la afinidad del neurotransmisor GABA con su receptor.

Es un agente de rápida acción, similar al del propofol (aproximadamente 30 segundos), y dura aproximadamente 3-5 minutos. Se caracteriza por su estabilidad hemodinámica, que lo hace ideal para pacientes hipotensos, hipovolémicos o con falla cardíaca.

Como efectos adversos, produce mioclonías (que no son convulsiones, ni fasciculaciones como las de la succinilcolina), que pueden verse enmascaradas por el uso de bloqueadores neuromusculares. Produce, además, supresión a la respuesta de estrés, inhibiendo la conversión de colesterol a cortisol. Aunque esto ocurre en forma transitoria durante 4-8 hrs, lo convierte en un fármaco no apto para ser usado en infusión (la respuesta al estrés es esencial para responder a agresiones como la sepsis). También están descritos dolor en el sitio de inyección, náuseas y arritmias.

Ketamina

Es un agente derivado de la fenciclidina, que produce un estado de conciencia llamado anestesia disociativa, caracterizado por catalepsia, catatonía, analgesia y amnesia, donde el paciente permanece con los ojos abiertos pero sin responder a estímulos (dolorosos, verbales). No necesariamente implica una pérdida total de la conciencia o estado de anestesia general.

Administrado por vía intravenosa tiene un inicio de acción de 45-60 segundos y una duración de 5-15 minutos, aunque el paciente puede demorar más en recuperar su estado mental previo. Una gran ventaja es que se puede usar intramuscular en pacientes sin vía venosa.

Funciona interactuando con receptores de N-metil-D-aspartato (NMDA), receptores opioides, monoaminérgicos, muscarínicos y de calcio. Debido a esto, su mecanismo de acción es complejo, pero su mayor efecto lo produce antagonizando el receptor de NMDA, un receptor excitatorio que se encuentra en el sistema nervioso central y funciona con su neurotransmisor glutamato.

Sus principales usos son: sedación, analgesia intra y posoperatoria, inducción de anestesia general (en pacientes con inestabilidad hemodinámica). Por su gran efecto analgésico puede usarse en algunos pacientes como agente único, o asociado a benzodiazepinas (midazolam, diazepam), para disminuir sus efectos.

Sus efectos farmacológicos son analgesia, broncodilatación, efectos anticolinérgicos (delirio, sialorrea o hipersalivación), respuesta simpaticomimética (aumenta frecuencia cardíaca y presión arterial). Su efecto adverso más inconveniente es producir alucinaciones vívidas con mayor frecuencia en adultos, por lo que se usa principalmente en la población pediátrica. Esto ha hecho que en estos tiempos sea una droga altamente adictiva en la población joven, al ser usada por vía oral o inhalatoria. Igual que los opioides, es una droga controlada con receta de estupefacientes.

Dexmedetomidina

Es un agonista alfa 2 ($\alpha 2$) altamente selectivo de acción central. Produce sedación y analgesia sin depresión respiratoria sustancial.

Los receptores alfa 2 se encuentran en un área inhibitoria del cerebro responsable del despertar y la actividad simpática. Estos receptores son inhibitorios, ocasionando menor liberación de catecolaminas y, de este modo, disminuyendo la frecuencia cardíaca y la presión arterial. También se encuentran en la médula espinal, involucrados en la transmisión del dolor.

Por sus características, se usa en pabellón como sedación, como coadyuvante de los analgésicos en pacientes con tolerancia a opioides por dolor crónico, o para disminuir el uso de opioides en pacientes con alto riesgo de depresión respiratoria. En la unidad de cuidados intensivos se usa como sedante, especialmente en los pacientes que están cercanos a la extubación, por producir una sedación con depresión respiratoria mínima. Otra de sus ventajas es que tiene menor incidencia de delirio en comparación con las benzodiazepinas (por ejemplo midazolam).

Si se usa en infusión continua por muchos días o en dosis altas tiene riesgo de hipertensión y arritmias de rebote una vez suspendida.

Recomendaciones prácticas

En la **Tabla 5.1.** se resumen las principales dosis y diluciones de los agentes inductores endovenosos usados en anestesia:

Tabla 5.1. Resumen de dosis de los inductores más usados			
Propofol	Ampolla de 200 mg en 20 ml (10 mg/ml) Frascos de 50 y 100 ml al 1% y 2%	Inducción 1-2.5 mg/kg IV Sedación 25-100 µg/kg/min o 0.5 a 3 mg/kg/hr IV	No es necesario diluir para la inyección en bolo. No mantener más de 6 horas una vez abierto, por riesgo de crecimiento bacteriano
Tiopental	Frascos de 500 mg y 1 gramo	3-5 mg/kg IV	Con suero fisiológico 500 mg de Tiopental en una jeringa de 20 ml: 25 mg/ml
Etomidato	Ampollas de 20 mg en 10 ml (2 mg/ml).	Dosis inducción 0.2-0.3 mg/kg IV	Puede inyectarse sin diluir o diluido en 20 ml (1 mg/ml).
Ketamina	Frascos multidosis de 500mg/10 ml (50 mg/ml)	Inducción 1-2 mg/kg IV o 4-6 mg/kg IM Sedación 0.15-4.5 mg/kg/h IV	Se puede administrar sin diluir o diluir a 10 mg/ml Para sedación 500 mg/250ml o 500ml
Dexmedetomidina	Ampolla de 200 µg/2 ml Frasco de 400 ug/100 ml	Dosis de sedación: 0.2-1.4 µg/kg/h IV	En general se prepara 400 µg/100 o 250 ml
Midazolam	Ampollas de 5 mg en 1 ml Ampollas de 5 mg en 5 ml Ampollas de 15 mg en 3 ml	Dosis de inducción 0.1 a 0.3 mg/ kg IV Dosis de sedación 0.05-3 mg/kg/h IV	En los tres casos hay que diluir para que en la jeringa quede una solución de 1 mg/ml

Lecturas recomendadas:

Paul G. Barash (Ed.). Capítulo 9: Anestésicos y sedantes intravenosos. *Fundamentos de anestesia clínica.*

D. Hirsch. Chapter 6: Anesthetic Induction Agents. A. David Kaye (Ed.). *Essentials of Pharmacology for Anesthesia, Pain Medicine, and Critical Care.* Editorial Springer.

Capítulo 6

Anestésicos inhalatorios

Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

Los agentes inhalatorios: óxido nitroso y gases halogenados (halotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano y desflurano) juegan un rol clave en la práctica anestésica. Pueden ser usados en la inducción y/o mantención de una anestesia general balanceada. Los halogenados, dependiendo de la dosis, proveen amnesia, inmovilidad, un modesto grado de relajación muscular (en ciertas cirugías, como las de superficie, podría ser suficiente usarlos sin adición de bloqueadores neuromusculares propiamente tal) y atenúan la respuesta adrenérgica a la estimulación quirúrgica (atenúan por ejemplo la taquicardia e hipertensión). El óxido nitroso se usa como un coadyuvante (no es anestésico en sí mismo pero puede contribuir a bajar los requerimientos de los halogenados).

A fin de lograr su efecto, los anestésicos inhalados deben ser entregados desde el circuito de anestesia, ser absorbidos a la sangre a través del alvéolo (unidad de intercambio gaseoso del pulmón), transportados al cerebro (lugar donde actúan) y absorbidos por el mismo. En el caso de la emergencia (despertar), el proceso es el inverso.

La rapidez de la inducción y de la emergencia depende de:

a) La solubilidad de los agentes en sangre y en los tejidos: mientras más solubles, se distribuyen más ampliamente en el organismo, por tanto, más tiempo toman en llegar a la presión parcial adecuada al cerebro. Se llama presión parcial a una suerte de concentración de los gases que constituye su “empuje” para moverse de sitios de mayor a menor presión parcial.

b) Concentración inspirada: mientras mayor es la concentración, más veloz es la inducción (Ver Figuras 6.1., 6.2., 6.3.).

c) Flujo de gases frescos (FGF): mientras mayor el FGF, más rápida es la inducción (siempre y cuando el vaporizador de gases esté abierto con el gas escogido). Por el contrario, en el caso de la emergencia de la anestesia, al cerrar el vaporizador y dar un FGF alto, se facilita la salida de los gases desde el organismo (se le conoce coloquialmente a esta etapa el “barrido de gases”) y más rápido será el despertar (Ver Figuras 6.1., 6.2., 6.3.).

d) La ventilación minuto (VM): corresponde al producto entre el volumen corriente y la frecuencia respiratoria y se mide en litros/minuto; una alta VM aumenta la velocidad tanto de la inducción como de la emergencia (aplicando también el concepto de

vaporizador abierto o cerrado respectivamente). Por esa razón, un niño (con mayor VM) tendrá una inducción con gases más rápida que un anciano (con menor VM). El impacto de la VM es mayor en los gases más solubles.



Figura 6.1. Se observa el monitor al inicio de la anestesia (la inducción endovenosa acaba de concluir, el paciente está intubado). El FGF es alto (6 L/min total, 3,8 L de aire y 2,2 L de oxígeno), la fracción inspirada (Fi) de sevoflurano es de 2,7, la fracción espirada (Et) es de 1,4 y la CAM es de 0,6.

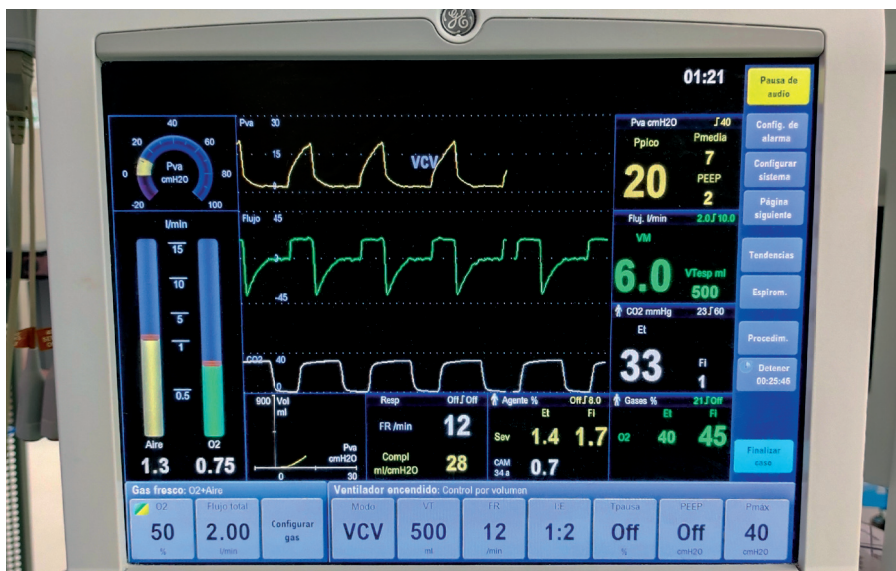


Figura 6.2. Se muestra el monitor durante la mantención de la anestesia. El FGF es bajo (2 L/min total, 1,3 L de aire y 0,75 L de oxígeno), y la fracción inspirada (Fi) de sevoflurano es de 1,7, la fracción espirada (Et) es 1,4, y la CAM 0,7. La CAM seguirá aumentando hasta que se equilibren la fracción inspirada con la espirada del gas anestésico.

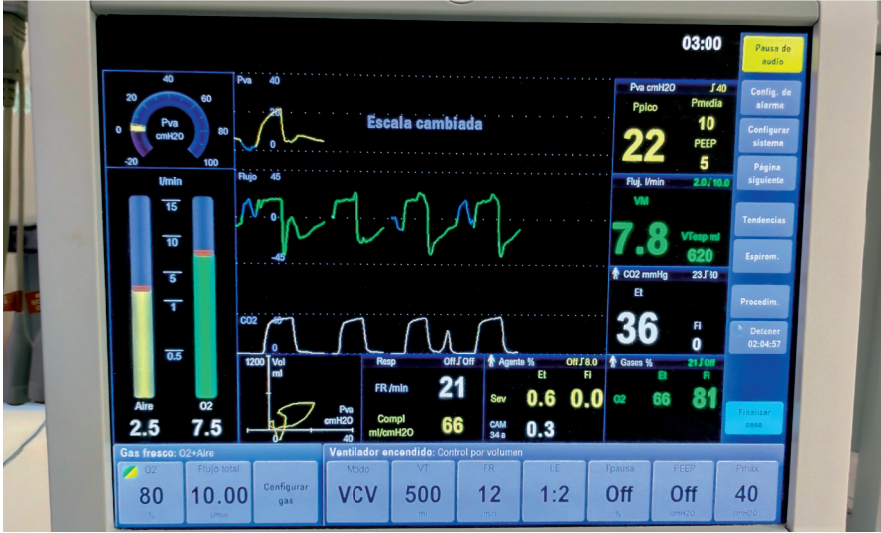


Figura 6.3. Se observa el monitor durante la emergencia anestésica (despertar). El FGF es alto (10 L/min total, 2,5 L de aire y 7,5 L de oxígeno), la fracción inspirada (Fi) de sevoflurano es de 0, sin embargo aun hay una fracción espirada (Et) de 0,6, para una CAM de 0,3. El FGF elevado es para “barrer” el remanente de sevoflurano del organismo para que el paciente despierte.

Características de los agentes inhalatorios

Los mecanismos de acción de los agentes inhalatorios (como consiguen su efecto en el organismo) no están del todo claros. Se sabe que actúan en cerebro, tronco encefálico y médula espinal, principalmente a través del estímulo de los receptores GABA (el mismo receptor en donde actúan otros hipnóticos como el propofol, el etomidato y las benzodiacepinas).

La **Tabla 6.1.** compara algunas de las características físicas de los gases anestésicos actualmente en uso en clínica. El coeficiente de partición describe la solubilidad de los anestésicos generales inhalados en la sangre. Corresponde al cociente entre las concentraciones de una sustancia en dos fases de una mezcla formada por dos disolventes inmiscibles en equilibrio: por ejemplo sangre/gas o grasa sangre.

Tabla 6.1. Características de los anestésicos inhalados				
Agente	Coefficiente partición sangre: gas	Coefficiente partición grasa: sangre	Pungencia	CAM
Isoflurano	1,46	45	alta	1,15%
Sevoflurano	0,65	48	baja	2,05%
Desflurano	0,42	27	alta	6%
Óxido nitroso	0,46	2,3	ninguna	105%

El coeficiente sangre/gas corresponde la relación entre la concentración en sangre y la concentración en gas que está en contacto con esa sangre. La concentración del anestésico en la sangre incluye la porción que no se disuelve en plasma y la porción que se disuelve (unida a las proteínas plasmáticas). Cuanto más soluble es el anestésico inhalado en la sangre en comparación con el aire, más se une a las proteínas plasmáticas en la sangre y mayor es el coeficiente de partición. De este modo, el valor del coeficiente de partición es inversamente proporcional a la velocidad de inducción de la anestesia, de modo que el halogenado con mayor velocidad de inducción y emergencia (asumiendo igualdad de los otros factores como FGF, VM, etc.) es el desflurano y el más lento, el isoflurano.

El concepto de CAM (concentración alveolar mínima, o MAC, que es la misma sigla pero en inglés: *minimum alveolar concentration*) describe la dosis de los agentes inhalatorios. Una CAM corresponde a la concentración alveolar de la droga a la cual un 50% de los pacientes no se moverán en respuesta a la incisión quirúrgica. Permite comparar la potencia de los distintos agentes inhalatorios. Los valores de CAM son aditivos entre los agentes inhalatorios. Esto se puede ver al administrar un halogenado junto con óxido nitroso, o la mezcla de 2 halogenados. Ej.: se induce con sevoflurano (menos pungente) y se mantiene con isoflurano (más económico), si bien, no se puede abrir 2 vaporizadores simultáneamente, una vez cerrado el vaporizador de sevoflurano, no se eliminará inmediatamente este una vez iniciado la administración de isoflurano.

La pungencia se refiere a lo fuerte o suave que puede ser el olor del vapor de los gases anestésicos y la irritación que pueden producir en la vía aérea. Así, los más suaves como el sevoflurano o el óxido nitroso, son más aptos para la inducción inhalatoria en los niños.

Óxido nitroso

Es el único agente en estado gaseoso a temperatura ambiente. Tiene baja potencia y, por seguridad, sólo se puede dar en una concentración máxima del 70% (mezclado con oxígeno para evitar hipoxia), lo que equivale a cerca de 0,67 MAC del agente. Puede difundir a cavidades llenas de gas (neumotórax, asas dilatadas por obstrucción intestinal, neumocéfalo, etc.) y distender peligrosamente dichas áreas. También se describe hipoxia por difusión durante la emergencia (porque una vez suspendida su administración, difunde masivamente desde la sangre a los alveólos), la que se previene administrando oxígeno al 100% después de cortar el gas. Se le vincula con teratogenicidad (producción de anomalías en la estructura y/o función del embrión o el feto) y producción de anemia por deficiencia de vitamina B12 (en relación a exposición prolongada). También ha sido implicado en el aumento de náuseas y vómitos en el posoperatorio.

Anestésicos halogenados

Los agentes usados en la actualidad son similares en sus características y en su perfil de efectos adversos:

Efectos cardiovasculares: deprimen la contractilidad miocárdica y producen vasodilatación periférica, con lo cual provocan hipotensión arterial dosis dependiente (a mayor CAM, mayor hipotensión).

Efectos en el sistema respiratorio: disminuyen el volumen corriente (el volumen de aire que se mueve en una respiración normal, cerca de 500 ml en un adulto); la frecuencia respiratoria (el número de respiraciones por minuto) puede aumentar o mantenerse. Normalmente, cuando sube el dióxido de carbono (PaCO_2) y baja el oxígeno (PaO_2) en la sangre arterial, se estimula la respiración; ambas respuestas disminuyen al usar halogenados. Los halogenados producen broncodilatación, constituyendo así, parte del tratamiento del broncoespasmo severo (uso no anestésico). Durante la inducción anestésica e intubación también se puede producir broncoespasmo (especialmente asmáticos, fumadores, etc.), y en ese caso el halogenado que se use, cumplirá ambos roles: hipnótico y broncodilatador.

Efectos cerebrales: reducen el consumo cerebral oxígeno, pero sobre 1 CAM aumentan el flujo sanguíneo cerebral (para detalles ver el capítulo de fisiología cerebral), por ello, en el paciente neuroquirúrgico pueden ser usados siempre que se usen en dosis inferiores, (en cuyo caso sólo se obtendrá el beneficio de reducir el consumo cerebral).

Efectos musculoesqueléticos: los halogenados potencian el efecto de los relajantes neuromusculares.

Efectos en riñón e hígado: disminuyen el flujo sanguíneo a ambos órganos.

Náuseas y vómitos: los incrementan.

Hipertermia maligna: los halogenados la gatillan, el óxido nitroso no.

Isoflurano

De los halogenados en uso actualmente, el isoflurano es el más económico.

Si bien todos los halogenados disminuyen el flujo hepático, el isoflurano es el que lo hace en menor grado.

Sevoflurano

Es de elección en la inducción inhalatoria, por tanto, muy utilizado en anestesia pediátrica (donde gran parte de las inducciones son inhalatorias).

Durante su degradación, en presencia de los absorbedores de CO_2 , produce el Compuesto A, que sería nefrotóxico (que daña el riñón), pero no está demostrada en humanos dicha toxicidad. Su producción se asocia a concentraciones altas de sevoflurano y FGF bajos. Frente a esta posibilidad se recomiendan FGF de al menos 1 L/min.

Desflurano

En altas concentraciones (sobre todo si aumentan rápidamente) pueden activar transitoriamente el sistema simpático produciendo taquicardia e hipertensión.

El desflurano tiene una alta presión de vapor (669 mmHg a 20°C) cercana a la presión atmosférica (podría hervir a temperatura ambiente), por ello su vaporizador se construye de diferente forma. Calienta y presuriza el gas antes de aportar una determinada concentración de desflurano a los FGF (**Figura 6.4.**).

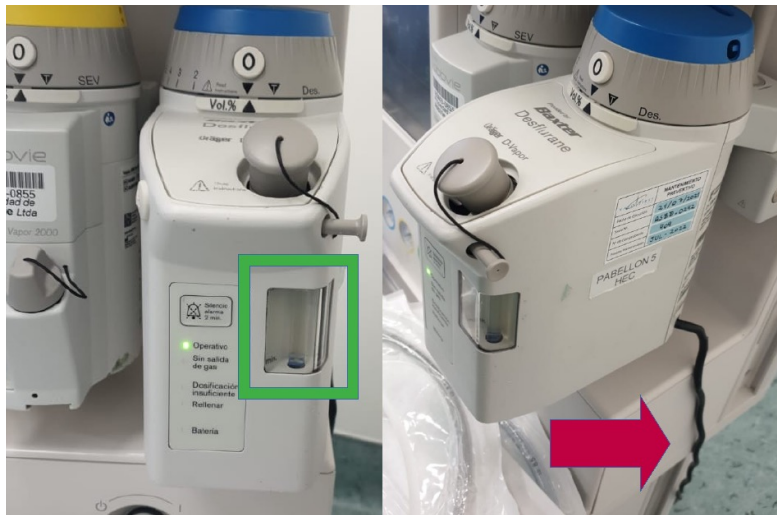


Figura 6.4. Visión de frente (A) y lateral (B) de los vaporizadores de sevoflurano (tapa amarilla) y desflurano (tapa azul). El recuadro verde enmarca la mirilla de control de nivel de llenado que tienen todos los vaporizadores y permiten saber cuando hay que llenar con más agente. Se aprecia la diferencia del vaporizador de desflurano. La flecha muestra el cable de alimentación eléctrica que sólo este vaporizador posee.

Lecturas recomendadas:

- Alberto Gironés Muriel. Vaporizadores anestésicos. *Rev elect Anestesiari* 2010, (12):5.
- J. Adams & J. Wolfe. Chapter 5: Pharmacology of Inhalational Anesthetics. *Anesthesia Student Survival Guide*. DOI 10.1007/978-0-387-09709-1.
- N. Farber, E. Stuth, A. Stucke & P. Pagel. Capítulo 27 Anestésicos inhalatorios: farmacología pulmonar. *Miller Anestesia* 8a edición.

Capítulo 7

Bloqueadores neuromusculares

Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Introducción

La relajación muscular puede realizarse con fármacos que actúan a nivel del sistema nervioso central y a nivel de la unión neuromuscular. Ambos tipos de agentes reciben el vago nombre de relajantes musculares. Este capítulo está dedicado a los fármacos que actúan a nivel muscular y que, con mayor precisión, se llaman bloqueadores neuromusculares (BNM), aunque comúnmente se les llame relajantes musculares.

Los BNM son utilizados actualmente dentro y fuera de las salas de operaciones. En el ámbito de la cirugía se usan fundamentalmente con tres propósitos:

1. Proveer condiciones de intubación buenas y atraumáticas.
2. Proveer parálisis muscular cuando esta es requerida por el cirujano durante una operación.
3. Facilitar el control de la ventilación.

Según su mecanismo de acción se dividen en dos grupos: despolarizantes y no despolarizantes. El único representante de los BNM despolarizantes de uso actual es la succinilcolina; el resto (rocuronio, vecuronio, atracurio, cisatracurio) son no despolarizantes.

Los bloqueadores neuromusculares despolarizantes tienen efecto agonista (que se une a un receptor de una célula y produce la misma acción que la sustancia que normalmente se une con el receptor) sobre los receptores nicotínicos pre y postsinápticos de la placa motora. Igual que la acetilcolina (el neurotransmisor que se libera en la unión neuromuscular) produce despolarización de la membrana postsináptica, de modo que el potencial de membrana excede el umbral necesario para que se genere un potencial de acción y se hace insensible a estímulos siguientes, pero a diferencia de la acetilcolina que es rápidamente metabolizada, la succinilcolina permanece varios minutos en la biofase (hendidura sináptica) y su continua presencia eleva el umbral, de modo que cualquier despolarización agregada es ineficaz de generar un potencial de acción en el músculo. Difunde fuera de la hendidura sináptica en función del descenso de los niveles plasmáticos. El efecto dura hasta que la succinilcolina es metabolizada.

Los bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (BNMND) actúan compitiendo con la acetilcolina, el neurotransmisor de la unión neuromuscular, por los receptores nicotínicos colinérgicos, que se encuentran especialmente a nivel postsináptico,

pero también, aunque con una afinidad más débil, sobre los receptores colinérgicos pre-sinápticos. Al bloquear el acceso de la acetilcolina a los receptores, impide la despolarización normal que produce fisiológicamente esta unión, provocando una parálisis flácida de la musculatura esquelética.

Anatomía y fisiología de la placa motora

Los BNM ejercen su acción en la placa motora, o unión neuromuscular o placa motora, el lugar donde toman contacto la neurona motora con la fibra muscular. La función básica de la unión neuromuscular es transmitir y recibir mensajes químicos. Cada neurona motora recorre un camino desde el asta ventral de la médula espinal a la unión neuromuscular en la forma de un gran axón mielínico. Este axón no lleva solamente señales eléctricas desde la médula espinal a los músculos, sino que también lleva todo el aparato bioquímico necesario para transformar la señal eléctrica en química (**Figura 7.1.**).

Los receptores son sitios específicos donde se une la acetilcolina, el mediador químico específico que produce la contracción muscular (**Figura 7.2.**). La acetilcolina es liberada en la hendidura sináptica desde las vesículas que la contienen; una parte de ella que se une a su receptor en la membrana muscular, produciendo la contracción muscular y la otra es metabolizada por una enzima que está presente también en la unión neuromuscular: la acetil colinesterasa. Si la acetilcolina es destruida por esta enzima en forma fisiológica, o si los receptores (llamados receptores nicotínicos colinérgicos) son ocupados farmacológicamente por otras sustancias que no producen contracción, los BNMND, se produce relajación muscular.

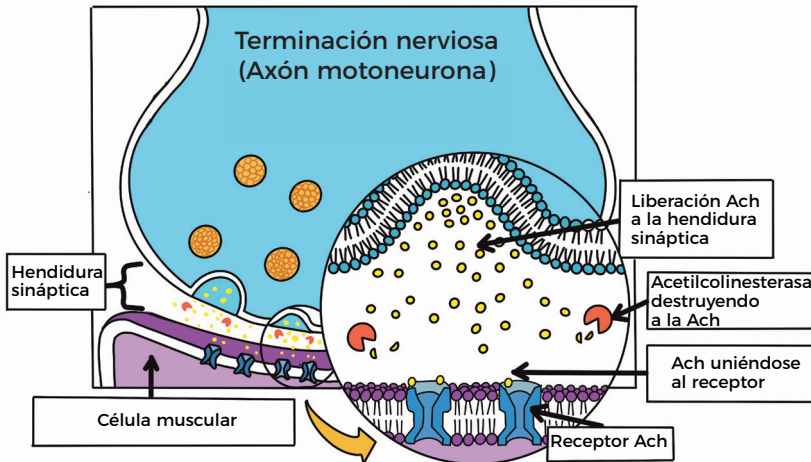


Figura 7.1. Representación esquemática de la unión neuromuscular o placa motora. Arriba llega una terminación nerviosa que tiene vesículas agrupadas en las cercanías de la membrana celular que da hacia la sinapsis, repletas de acetilcolina, listas para liberarse. En la parte central se observa el espacio sináptico (amplificado en el círculo) constituido por hendiduras sinápticas primarias y secundarias que separan

el nervio, del músculo. La superficie de la membrana muscular en contacto con la terminación nerviosa es corrugada y los hombros de sus pliegues contienen densas áreas de receptores postsinápticos. En la hendidura sináptica es liberada la acetilcolina, desde las vesículas que la contienen: una parte de ella actúa en los receptores ubicados en la zona de contacto con la célula muscular y la otra es destruida por la acetilcolinesterasa.

RECEPTOR NICOTÍNICO DE ACETILCOLINA

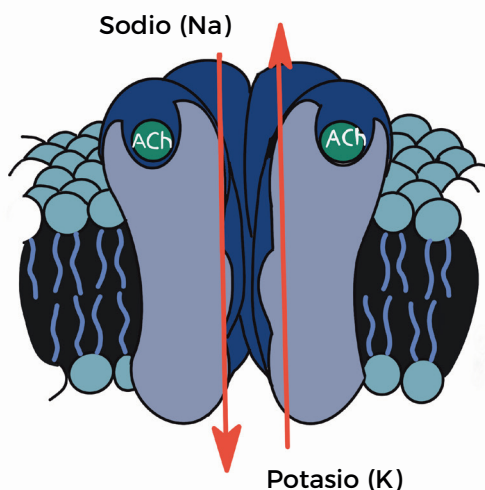


Figura 7.2. Receptores de acetilcolina, ubicados especialmente en la parte postsináptica (que da al miocito), pero también en la parte presináptica (que da a la neurona) en menor cantidad. Se une a dos moléculas de acetilcolina lo que permite entrada de sodio y salida de potasio produciendo la despolarización de la célula muscular, y desencadenando la contracción muscular. El bloque de estos receptores por otras moléculas externas (BNMND), o su estimulación permanente con succinilcolina, producirá relajación muscular.

Succinilcolina

Ha sido una de las drogas más controversiales de la práctica anestésica, por lo que parece increíble que después de tantos años de uso en clínica aún siga vigente, a pesar de sus conocidos inconvenientes. La gran ventaja de la succinilcolina, inigualada por otros BNM, es la producción de una relajación profunda, con rápido inicio de acción (1 minuto) y una corta duración (12 minutos). Esta característica farmacodinámica es de gran valor cuando la vía aérea debe ser rápidamente aislada.

A diferencia de la acetilcolina, la succinilcolina no es hidrolizada por una enzima presente en la unión neuromuscular como la acetilcolinesterasa sino por una esterasa que se encuentra en el plasma y en el hígado: la colinesterasa plasmática. Esto es en parte responsable de su corta duración.

La aparición de BNMND de duración intermedia y especialmente del rocuronio, de corto inicio de acción, ha hecho que el uso de succinilcolina haya disminuido significativamente en la práctica anestésica. Sin embargo, sigue siendo la droga de elección cuando se necesita aislar rápidamente la vía aérea. La dosis de intubación es de 1 mg/kg; cuando se usa precurarización (una mini dosis de BNMND previo al uso de succinilcolina) a 1,5 mg/kg. En los niños está contraindicada.

El motivo de la disminución de su uso es que posee una serie de efectos adversos. Conviene diferenciarlos entre los más habituales, que son comunes y de menor significación clínica y, los más graves, que son complicaciones más raras, imprevisibles y de gran impacto clínico.

Efectos adversos comunes

Fasciculaciones (espasmos musculares breves, irregulares, finos): existe correlación entre su aparición y la incidencia de dolores musculares (mialgias) en el posoperatorio. Para evitarlo o al menos disminuirlas, se usa la precurarización, que consiste en la administración una dosis subparalizante del BNMND (rocuronio, atracurio, etc.) que se va a usar para mantener la relajación, 3 minutos antes de la succinilcolina.

Hiperkalemia: en individuos normales, la administración de succinilcolina aumenta los niveles de potasio en 0,5 mEq/L. En pacientes con sección medular, accidentes vasculares recientes, distrofias musculares, miotonías, quemados (luego de 24-48 horas de producida la lesión), sepsis, trauma mayor y en menor grado en inmovilidad prolongada (ej: pacientes de las unidades de cuidados críticos, postrados) y trastornos del sistema nervioso central y periférico, el aumento del potasio tiende a alcanzar niveles de hasta 6,0 mEq/, reportándose frecuentemente arritmias y ocasionalmente paro cardiaco.

Efectos cardiovasculares: tiene efectos autonómicos (bradicardia, taquicardia) y hemodinámicos (leve aumento de la presión arterial).

Aumento de la presión: intragástrica, intraocular e intracraneana.

Prolongación del bloqueo neuromuscular: debido a su forma de metabolismo, algunos pacientes tienen un déficit o ausencia de la enzima (colinesterasa plasmática) que la degrada. Según diferentes tipos genéticos, esto puede significar diferentes grados de prolongación del bloqueo.

Bloqueo en fase II: también es una forma de prolongación del bloqueo por uso repetido de succinilcolina, que se transforma de despolarizante a no despolarizante.

Aumento de los niveles de: CPK (enzima del metabolismo muscular) y mioglobina plasmáticos.

Efectos adversos más graves

Hipertermia maligna: la succinilcolina es uno de los agentes desencadenantes de hipertermia maligna más comunes y está presente en la mayoría de los cuadros más floridos.

En pacientes portadores de enfermedades neuromusculares y miopatías inespecíficas que pudieran ser asintomáticas, puede producir un cuadro clínico similar a la hipertermia maligna, caracterizado por diferentes grados de hiperkalemia (aumento del potasio en sangre), taquicardia o fibrilación ventricular (arritmia grave), hipertermia (aumento de la temperatura corporal), contractura muscular y rhabdomiolisis (ruptura de tejido muscular), que puede terminar en asistolia y muerte. Por eso su uso está contraindicado en los niños, en que esta patología puede ser asintomática y desconocida por los padres.

Anafilaxia: representa el 40% de las anafilaxias relacionadas con los BNM y el 30% de todas las anafilaxias: 1 en 6.000 anestесias.

Indicaciones

La principal indicación clínica para usar un BNM de tiempo de inicio corto es la inducción en secuencia rápida en pacientes con estómago lleno real (falta de ayuno) o virtual (embarazo, hernia hiatal, trauma, etc.), y la manipulación de una vía aérea difícil en adultos. La alternativa son dosis altas de rocuronio.

Bloqueadores neuromusculares no despolarizantes

Son los BNM cuyo mecanismo de acción es ocupar pasivamente los receptores postsinápticos y presinápticos de la unión neuromuscular, y de este modo bloquear la acción despolarizadora normal de la acetilcolina. La unión neuromuscular corresponde al lugar donde las terminaciones nerviosas motoras (neuronas) que conducen un estímulo eléctrico, se juntan con la célula muscular (miocito): el espacio comprendido entre estas estructuras es la hendidura sináptica.

La d-tubocurarina, un derivado del curare (un veneno utilizado por indígenas de la cuenca del Amazonas), fue el primer BNMND utilizado en clínica, pero debido a la gran liberación de histamina e hipotensión que produce, fue reemplazada por drogas con un margen de seguridad terapéutico cada vez mejor. Primero fue el pancuronio, un BNMND de larga duración que también fue abandonado y, después, los BNMND de duración intermedia (rocuronio, vecuronio, atracurio y cisatracurio) y de corta duración (mivacurio) que se usan en la actualidad.

En términos generales, los BNMND derivan fundamentalmente de dos grupos químicos: los esteroides y las bencilisoquinolinas (**Tabla 7.1**). Los esteroides son compuestos con un anillo esteroidal cuya principal complicación es su efecto vagolítico (taquicardia). Las bencilisoquinolinas son compuestos con enlace éster cuya principal complicación es la tendencia a liberar histamina (hipotensión, broncoespasmo).

Diversas modificaciones de las moléculas han producido drogas cada vez más seguras, con mínimos efectos en sus dosis clínicas.

Tabla 7.1. Clasificación de los relajantes musculares no despolarizantes según su estructura química	
Esteroides	Bencilisoquinolinas
Rocuronio Vecuronio	Atracurio Cisatracurio Mivacurio

Rocuronio

El bromuro de rocuronio tiene nombre comercial Esmerón ®. Es un BNMND de duración intermedia y tiempo de inicio corto. Tiene tres formas de presentación: ampollas de 2,5 ml, conteniendo 25 mg de bromuro de rocuronio; ampollas de 5 ml, conteniendo 50 mg de bromuro de rocuronio; y ampollas de 10 ml, conteniendo 100 mg de bromuro de rocuronio.

El hígado es la principal vía de eliminación del rocuronio. El 76% es eliminado sin cambio por la bilis y entre el 12% y el 22% es recuperado en la orina en las primeras 24 horas.

Con una dosis de intubación de 0,6 mg/kg el tiempo de inicio de acción es 1,5 minutos, el menor de todos los BNMND. La duración de acción clínica es de 40 minutos y la duración de acción total es de alrededor de 70 minutos. En inducción en secuencia rápida debe usarse dosis de 1,2 mg/kg para lograr tiempos de inicio de acción de 1 minuto, similares a la succinilcolina; sin embargo, su tiempo de duración clínica se alarga hasta 75-80 minutos. Es el único BNMND que se usa en secuencia de intubación rápida. Con una dosis de mantenimiento de 0,15 mg/kg se obtienen prolongaciones de 15 a 20 minutos de la relajación clínica, apareciendo un alargamiento de la duración de acción a partir de la tercera dosis, lo que traduce un pequeño grado de acumulación.

Entre sus efectos secundarios se puede mencionar un leve aumento de la frecuencia cardíaca y una incidencia mayor de anafilaxia que otros BNM: es responsable de la cuarta parte de anafilaxia relativa entre los BNMND. Debe ser usado con precaución en pacientes con enfermedad hepática significativa (ej: cirrosis), pues puede acumularse y existen otras drogas de mejor elección como el atracurio y el cisatracurio.

El rocuronio es un relajante muscular de amplio margen de seguridad que puede ser usado en el caso diario, con la excepción de los pacientes con antecedentes de hipersensibilidad y en pacientes con patología hepática severa. Puede ser usado en las mismas circunstancias que el vecuronio y el atracurio, con la ventaja agregada de su corto tiempo de inicio de acción. Es, lejos, el BNMND de mayor venta y uso en Chile.

Vecuronio

El bromuro de vecuronio tiene nombre comercial Norcurón®. Es un BNMND de duración intermedia y tiempo de inicio intermedio. Tiene dos presentaciones: ampollas que contienen 4 mg de bromuro de vecuronio liofilizado y frasco-ampollas que contienen 10 mg de vecuronio.

Alrededor del 80% del vecuronio es removido por metabolismo hepático. El principal metabolito (elemento de descomposición producto de su eliminación) es el 3-desacetil metabolito, un potente bloqueador neuromuscular, por lo que tiende a acumularse. Entre el 25% y el 50% de la dosis total administrada de vecuronio en forma endovenosa puede ser excretada en la bilis en las primeras 24 horas y se recupera en forma intacta a través de la orina entre un 3% a un 35%.

Con una dosis de intubación de 0,1 mg/kg se obtiene un tiempo de inicio de acción de aproximadamente 2,5 minutos. La duración clínica de 35 a 45 minutos y la duración total de 60 a 75 minutos. Administrando dosis de repetición de 0,025 mg/kg, se logra mantener la relajación clínica por 15 a 20 minutos. Tiene un grado de acumulación mínimo, insignificante desde el punto de vista clínico.

Con muchas dosis de repetición, se describe cierto grado de acumulación debido al efecto BNM de su principal metabolito, el 3-desacetilvecuronio. Tiene contraindicación relativa en pacientes con patología hepática severa. Por otra parte, la asociación de vecuronio con altas dosis de opioides puede producir bradicardias extremas.

El vecuronio es un BNMND de duración intermedia muy versátil y de indicación bastante universal en el caso diario. Su falta absoluta de efectos hemodinámicos lo hace ser el relajante ideal en pacientes con patología cardiovascular sometidos a cirugía cardiaca o de otro tipo.

Atracurio

El besilato de atracurio tiene nombre comercial Tracrium®. Es un BNMND de duración intermedia y tiempo de inicio intermedio. Se presenta en forma de solución inyectable en ampollas de 25 mg en 2,5 mL (10 mg/mL) y de 50 mg en 5 mL (10 mg/mL).

El atracurio tiene múltiples vías de eliminación, lo que hace que sus niveles plasmáticos declinen rápidamente después de ser administrado por vía endovenosa. Sus vías de eliminación principales son la hidrólisis del enlace éster y la eliminación de Hofmann, una reacción química que ocurre espontáneamente a temperatura corporal, con mayor participación de la hidrólisis éster.

Con una dosis de intubación de 0,5 mg/kg se obtiene un tiempo de inicio de acción de aproximadamente 2,5 minutos. La duración clínica es de 50 minutos y la duración total de 80 minutos. Las dosis suplementarias de 0,1 a 0,2 mg/kg, tienen una duración de acción clínica de 20 a 35 minutos, sin ocasionar un alargamiento progresivo de la duración.

Entre sus efectos adversos hay que mencionar el enrojecimiento de la piel por liberación de histamina, lo que a su vez produce hipotensión y taquicardia. La intensidad de estos efectos es proporcional a la dosis y la velocidad de administración (más severo si

se administra rápido). Uno de los metabolitos producto su eliminación, el laudanosino, es neurotóxico, por lo que desde el punto de vista teórico grandes dosis de atracurio administradas a pacientes críticos con falla multiorgánica pudieran precipitar o potenciar signos de irritación cerebral.

Todos los BNM tienen mayor o menor grado de eliminación renal. Sólo el 10% del atracurio es excretado sin modificar en la orina, de modo que es el BNMND con menor dependencia del hígado y riñón para su eliminación después del mivacurio. El atracurio y el cisatracurio son los BNMND de duración intermedia de elección en pacientes con insuficiencia renal y daño hepático agudo y crónico; en ambos casos tienen una duración, aún después de varias dosis de repetición, comparable a la respuesta de paciente sano. Es un BNMND que puede usarse en el caso diario y es el segundo más usado en Chile.

Cisatracurio

El besilato de cisatracurio tiene nombre comercial Nimbex[®]. Es un BNMND de duración intermedia y tiempo de inicio largo. Se presenta en ampollas de 2,5 ml con 5 mg, 5 ml con 10 mg y 10 ml con 20 mg; todas a una concentración 2 mg/ml.

El atracurio es una mezcla de 10 moléculas similares (estereoisómeros); se aisló una de ellas y se obtuvo el cisatracurio, que mantiene el efecto BNM del atracurio, pero elimina algunos de sus efectos colaterales por ser más potente y requerir menor dosis. Igual que el atracurio, el cisatracurio tiene 2 vías principales de eliminación: la hidrólisis del enlace éster y la eliminación de Hofmann. En este caso con mayor participación de esta última.

Con una dosis de intubación de 0,1 mg/kg se obtiene un tiempo de inicio de acción de aproximadamente 5 minutos. La duración clínica es de 45 minutos y la duración total de 70 minutos. Una dosis de mantención de cisatracurio de 0,03 mg/kg, produce un bloqueo neuromuscular clínicamente satisfactorio durante 20 minutos, sin ningún grado de acumulación ni siquiera en pacientes con patología renal o hepática.

En relación con los efectos adversos, la selección de una sola de las moléculas que componen el atracurio hizo que el cisatracurio fuera un BNMND mucho más potente (se necesita la quinta parte de la dosis para producir el mismo efecto). Esto se tradujo en que el cisatracurio no libere histamina en dosis clínicas (no produce enrojecimiento de la piel, taquicardia ni hipotensión) y no ocasione niveles de laudanosino producto de su metabolismo que sean potencialmente peligrosos (no es neurotóxico usado por períodos prolongados de administración).

Se trata entonces de un BNMND con un rango muy amplio de uso, con nulo efecto cardiovascular y eliminación independiente de los órganos, lo que lo hace recomendable en pacientes con patología cardiovascular, renal y hepática. Por su perfil farmacocinético y farmacodinámico está especialmente indicado en infusión durante períodos largos, en pacientes con falla multiorgánica y en ventilación mecánica. La dosis usada en infusión fluctúa entre 1,2 y 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, con un promedio de 1,4 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. El hecho de su escasa utilización en Chile se debe probablemente a su largo tiempo de inicio

de acción: los anestesiólogos no se toman la molestia de esperar 5 minutos para intubar, incluyendo una dosis de refuerzo del agente inductor.

Mivacurio

El dicloruro de mivacurio tiene nombre comercial Mivacrón®. Se presenta en forma de ampollas de 10 mg y 20 mg, a una concentración de 2 mg/ml. Es un BNMND de duración corta y tiempo de inicio intermedio.

El mivacurio sufre una rápida hidrólisis por la colinesterasa plasmática, en un metabolismo muy similar a la succinilcolina, pero a una velocidad *in vitro* de un 70% a 90% de esta.

Después de una dosis de intubación de 0,2 mg/kg el tiempo de inicio es 2,5 minutos, la duración clínica de 20 minutos y la duración total de 30 minutos. Una dosis de mantenimiento de 0,044 mg/kg produce períodos de relajación constantes de 9 minutos de duración, que sólo aumenta después de la sexta dosis.

En relación con sus efectos adversos, al igual que el atracurio, que es del mismo grupo químico, el mivacurio produce liberación de histamina en los rangos utilizados en clínica, ocasionando manifestaciones cutáneas (eritema), respiratorias (broncoespasmo) o cardiovasculares (hipotensión y taquicardia), que son dosis-dependiente y velocidad-dependiente. Como su forma de eliminación es similar a la succinilcolina, también se puede producir prolongación del bloqueo en pacientes genéticamente predispuestos.

El mayor atractivo del mivacurio es ser susceptible de sufrir hidrólisis por la colinesterasa plasmática humana a una velocidad suficiente para constituirse en el relajante de más corta duración de uso actual. Sus interesantes características de eliminación hacen que sea una buena elección para ser usado en intervenciones de corta duración. El uso de pequeñas dosis de mivacurio ha permitido facilitar la inserción y mejorar la tolerancia a la mascarilla laríngea, reduciendo frecuentes problemas como movimientos de rechazo, tos y salivación.

Recomendaciones prácticas

Los BNM conviene administrarlos en forma diluida, de modo que alcancen una mejor distribución en el organismo. Es mucho mejor estandarizar la dilución de modo que todos los anestesiólogos administren la misma cantidad de droga al inyectar determinado volumen. Ejemplos en adultos:

- La succinilcolina para uso en bolo debe diluirse a 20 mg x ml (ampolla de 100 mg/2ml se diluye a 5 ml); en muchos casos ya viene diluida
- El rocuronio a 10 mg/ml = 50 mg en 5 ml (tal como viene, no diluir)
- El atracurio a 2,5 mg/ml = 25 mg en 10 ml o 50 mg en 20 ml
- El vecuronio a 1 mg/ml = 10 mg en 10 ml
- El cisatracurio a 1 mg/ml = 20 mg en 20 ml
- El mivacurio diluirlo a 1 mg/ml = 10 mg en 10 ml o 20 mg en 20 ml

Los BNM, especialmente aquellos que sufren degradación de Hofmann, deben ser mantenidos a una temperatura de entre 2 y 8°C y protegidas de la luz directa, para que no pierdan su efecto.

La mayor posibilidad de confundir drogas en anestesiología es entre los relajantes y sus antagonistas, por lo que es importante rotular las jeringas, aunque se vayan a utilizar en forma inmediata.

La administración de cualquiera de estos fármacos puede producir diferentes complicaciones, como hipotensión, arritmias cardíacas, etc. por lo que siempre deben ser administradas por un anestesista. El auxiliar de anestesia no debe tomar la responsabilidad de administrarlas por propia iniciativa, aunque el cirujano se lo solicite. Esto evitará problemas al paciente, al anestesista y al técnico paramédico.

La siguiente Tabla 7.2 resume las características farmacológicas de los BNM de uso actual en clínica:

Tabla 7.2. Características farmacológicas clínicas de los BNM					
Bloqueador neuromuscular	Dosis de Intubación (mg/kg)	Tiempo de Inicio (min)	Duración Clínica (min)	Duración Total (min)	Dosis de Mantenición (mg/kg)
Succinilcolina	1-1,5*	1	8	20	1
Rocuronio	0,6-1,2**	1,5	40	70	0,15
Vecuronio	0,1	2,5	40	75	0,025
Atracurio	0,5	2,5	50	80	0,1
Cisatracurio	0,1	5	45	70	0,03
Mivacurio	0,2	2,5	20	30	0,44

*La dosis de intubación de succinilcolina aumenta a 1,5 mg/kg cuando se usa precurarización.

**La dosis de intubación de rocuronio aumenta a 1,2 mg/kg en estómago lleno.

Lecturas recomendadas:

M. Naguib, C. Lien & C. Meistelman. Capítulo 34: Farmacología de los bloqueantes neuromusculares. R.D. Miller (Ed.). *Anestesia*. Octava Edición. Elsevier, 2015.

R. Bustamante. Bloqueadores Neuromusculares Despolarizantes. *Rev Chil Anestesia* 2004; 33: 71-91.

R. Bustamante. Bloqueadores Neuromusculares No Despolarizantes. *Rev Chil Anestesia* 2004; 33: 92-141.

R. Bustamante. Farmacología Clínica de la Unión Neuromuscular. *Rev Chil Anestesia* 2004; 33: 13-48.

Capítulo 8

Reversión del bloqueo neuromuscular

Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Introducción

La recuperación de la función muscular después del bloqueo con succinilcolina ocurre en 8 a 20 minutos y no requiere de antagonismo. Existe un grupo de pacientes que tienen alteraciones genéticas de la enzima (proteína que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos) que metaboliza la succinilcolina, la colinesterasa plasmática, que pueden tener un bloqueo prolongado que va desde media hora a varias horas. Es recomendable no administrar bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (BNMND) hasta que los pacientes se hayan recuperado del efecto de la succinilcolina para poder efectuar ese diagnóstico. El tratamiento no tiene antagonistas, sino que el paciente debe quedar en ventilación mecánica por el tiempo que sea necesario hasta que se recupere totalmente en forma espontánea.

La recuperación de la función neuromuscular después de un bloqueo con BNMND puede realizarse en forma espontánea, si el tiempo de cirugía es suficiente y la monitorización demuestra una recuperación total, o debe hacerse en forma farmacológica según el BNMND utilizado. Aquellos del grupo químico esteroides (rocuronio y vecuronio) pueden ser revertidos con neostigmina en caso de un bloqueo superficial o con sugammadex en caso de un bloqueo superficial o profundo. Los BNMND del grupo bencilisoquinolinas (atracurio, cisatracurio y mivacurio) deben ser revertidos sólo con neostigmina.

Para determinar la necesidad de reversión, el momento de hacerlo y la dosis del fármaco elegido, es necesario tener conocimiento del estado de la relajación muscular haciendo una monitorización del bloqueo neuromuscular. Esta monitorización también sirve durante el inicio de la anestesia y determinar el momento de la intubación, y, durante la mantención de la anestesia para determinar que el paciente esté bien relajado.

Monitorización del bloqueo neuromuscular

El único método satisfactorio de evaluar el comportamiento de los BNM es la estimulación nerviosa periférica, esto es, la estimulación eléctrica de un nervio motor accesible con un aparato especial llamado estimulador de nervio periférico (ENP, coloquialmente conocido como el "TOF", aunque, según lo que veremos más adelante, no es adecuado)

y la observación de la respuesta del músculo o grupo muscular inervado por dicho nervio (**Figura 8.1.**). En la práctica, el nervio más utilizado es el cubital y la respuesta obtenida es el movimiento del pulgar, cuya fuerza se puede medir objetivamente con un aceleromiógrafo, habitualmente incorporado al ENP. En caso de no tener acceso a ambas manos, los sitios de estimulación alternativos son la rama temporal del nervio facial cuya respuesta es el cierre de los párpados y, si tampoco hubiera acceso, el nervio tibial posterior, cuya respuesta es el movimiento del pie (**Figura 8.2.**).

Aunque los beneficios del uso rutinario de monitorización del bloqueo neuromuscular son evidentes, el hecho real es que no ocurre. Sin embargo, en una serie de situaciones su omisión puede traer consecuencias negativas al paciente: ASA III-IV, obesos mórbidos, insuficiencia renal y hepática, patología respiratoria y neuromuscular. Es muy útil cuando se han usado dosis altas o repetidas de BNM.

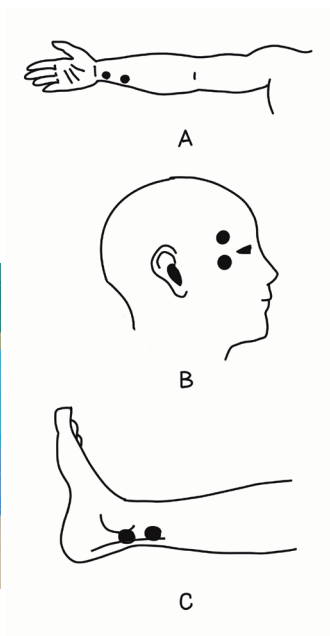


Figura 8.1 (izquierda). Estimulador de nervio periférico con aceleromiógrafo y pulgar.
Figura 8.2 (derecha). Prioridades en la disposición de los sistema de fijación de los electrodos para estimulación nerviosa periférica: (A) primera alternativa: sobre el nervio cubital al nivel de la muñeca, (B) segunda alternativa: sobre la rama temporal del nervio facial y (C) tercera alternativa: sobre el nervio tibial posterior.

Existen diferentes modelos de estimulación para diferentes situaciones clínicas durante la cirugía:

Estímulo único: se usa para determinar el estímulo supramáximo, es decir el voltaje que origina la mejor respuesta en el músculo utilizado. Habitualmente lo hace la máquina en forma automática y corresponde a 50 a 70 miliamperes. También puede utilizarse para

determinar el momento de la intubación (cuando desaparece la respuesta al estímulo único).

Tren de 4 estímulos: se denomina habitualmente TOF (por su acrónimo del inglés *Train of Four*). Es el modelo de estimulación más útil en anestesia clínica. Consiste en la aplicación de una serie de 4 estímulos supramáximos, a una frecuencia de 2 Hz, durante 2 segundos (con un intervalo de 0,5 segundos). Cada uno de los estímulos produce una contracción muscular, lo que se traduce clínicamente en cuatro sacudidas del músculo. La amplitud de la cuarta respuesta con relación a la primera es lo que se denomina relación T4/T1 o porcentaje del TOF. En un paciente sin bloqueo neuromuscular, las cuatro respuestas tienen la misma amplitud y la relación T4/T1 es 1 (100%). En un paciente al que se le ha administrado un BNM no despolarizante, la relación T4/T1 disminuye si el bloqueo es parcial, en forma proporcional a la dosis: cuando la cuarta respuesta es la mitad de la primera, la relación T4/T1 es 0,5 (50%) (**Figura 8.3.**). La relación T4/T1 va disminuyendo en forma proporcional al bloqueo, hasta que desaparece totalmente la cuarta respuesta, luego la tercera, y así progresivamente hasta desaparecer completamente las cuatro cuando el bloqueo es total (**Figura 8.4.**). El momento de intubación puede determinarse cuando desaparecen las cuatro respuestas. Una buena relajación quirúrgica se obtiene con 1 a 2 respuestas al TOF. La falta de respuesta al TOF al final de la cirugía corresponde a una relajación profunda, ocasionada generalmente por una sobredosificación.

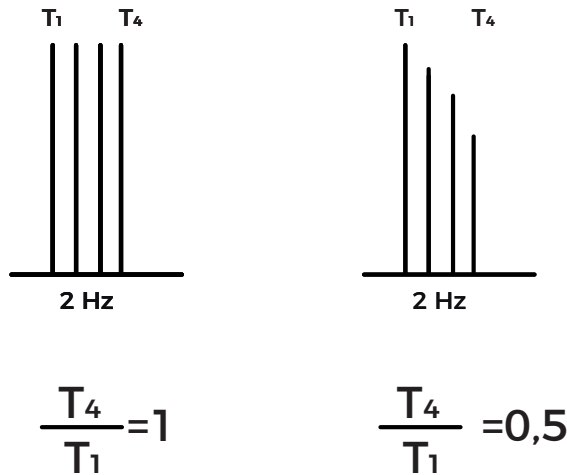


Figura 8.3. Tren de cuatro estímulos: En un paciente sin bloqueo neuromuscular, las 4 respuestas son iguales y la relación T4/T1 es 1 o 100% (izquierda). En un paciente al que se le ha administrado un bloqueador neuromuscular no despolarizante, si la cuarta respuesta (T4) es la mitad de la primera (T1) la relación T4/T1 es 0,5 o 50% (derecha).

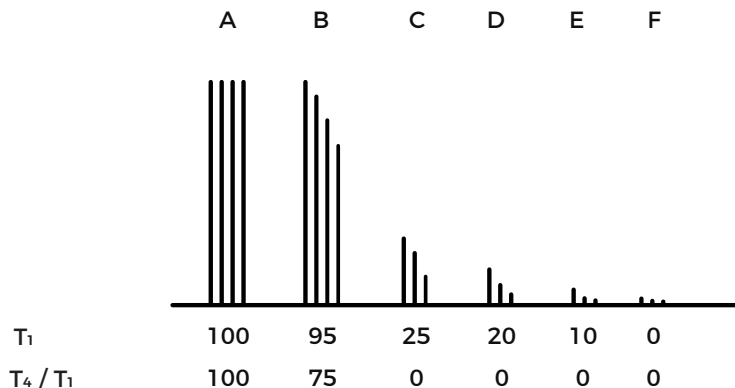


Figura 8.4. Correlación entre relación T_4/T_1 y el estímulo único. (A) respuesta normal. (B) cuando el estímulo único es el 95% del control, la relación T_4/T_1 es 75%. (C) la desaparición de la cuarta respuesta se correlaciona con una respuesta al estímulo único de 25% del control. (D) la desaparición de la tercera respuesta se correlaciona con una respuesta al estímulo único de 20% del control. (E) la desaparición de la segunda respuesta se correlaciona con una respuesta al estímulo único de 10% del control. (F) la desaparición de las cuatro respuestas coincide con un bloqueo total, igual que la ausencia de respuesta al estímulo único.

Conteo postetánico: consiste en la aplicación de una estimulación tetánica a 50 Hz durante 5 segundos (varios estímulos seguidos a alta frecuencia) y la observación posterior de la respuesta a estímulos únicos aplicados a una frecuencia de 1 Hz, partiendo tres segundos después de la estimulación tetánica. El ENP lo realiza automáticamente y sirve para la evaluación de bloqueo profundo, cuando no hay respuesta al TOF. Se traduce en un número de contracciones, menor mientras más profundo sea el bloqueo: si no hay respuesta el bloqueo es muy profundo.

Estimulación en doble ráfaga o DBS (por su acrónimo del inglés *Double Burst Stimulation*): consiste en la combinación de 2 ráfagas de estimulación tetánica, separadas por un corto intervalo. El ENP lo realiza automáticamente y sirve para la evaluación de bloqueos superficiales, en que el TOF tiene 4 respuestas iguales, pero no se nota la diferencia entre ellas si no se está usando un aceleromiógrafo (que a través de medición de la relación T_4/T_1 es más preciso que el DBS en la evaluación del bloqueo residual). Se traduce en una diferencia de fuerza entre la primera y la segunda contracción cuando hay bloqueo residual.

Para estar seguro de que un paciente tenga un BNMND totalmente revertido al final de la operación, la relación T_4/T_1 debe haber sido medida al final de la operación y corresponder a 0,9 o 90%. El anestesiista puede decidir no medir este parámetro si el tiempo que ha pasado entre la administración del BNM es suficientemente largo, o existen signos clínicos que indican una recuperación total (parámetros respiratorios, y mantención de la cabeza en alto). A pesar de todo, el diagnóstico de bloqueo residual

puede ocurrir en la sala de recuperación anestésica, donde es necesario tener cerca elementos de diagnóstico (aceleromiógrafo) y drogas (neostigmina, sugammadex).

Reversión con neostigmina

La neostigmina es un anticolinesterásico, es decir un inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa. Estas drogas bloquean la hidrólisis (un tipo de reacción metabólica) de acetilcolina, ocasionando su acumulación en la unión neuromuscular. Esto permite que la acetilcolina compita por los sitios de los receptores de acetilcolina, uniéndose a estos como agonista y desplazando a los BNMND, que difunden hacia la hendidura sináptica y desde allí a la circulación, donde son eliminados por metabolismo y/o excreción. Su efecto entonces es indirecto, sobre la acetilcolinesterasa y no sobre el BNM.

Además de usarse en la reversión farmacológica del bloqueo neuromuscular producido por los BNMND, los fármacos anticolinesterásicos se usan también en el tratamiento de la miastenia gravis, en el tratamiento del glaucoma, del íleo paralítico y de la atonía vesical.

La clásica explicación de la reversión del bloqueo sobre la base de una competencia entre la acetilcolina y los relajantes es, sin duda alguna, actualmente considerada una sobresimplificación. Los diferentes agentes utilizados no inhiben la colinesterasa por el mismo mecanismo. El principal mecanismo de acción de las drogas anticolinesterásicas es la inhibición enzimática, pero además tienen efectos presinápticos y efectos directos sobre la unión neuromuscular.

La dosis de neostigmina es 0,04 a 0,07 mg/kg, administrada en 30 a 60 segundos. Dosis mayores sólo incrementan los efectos no deseados. El tiempo de inicio de acción es de 7 minutos y la duración de acción de 60 a 80 minutos.

Efectos adversos

La acumulación de acetilcolina en los receptores colinérgicos nicotínicos produce un desplazamiento competitivo del bloqueo de los BNMND y, en los receptores colinérgicos muscarínicos, una serie de efectos farmacológicos que, dependiendo de la indicación de la administración de anticolinesterásicos, pueden ser considerados terapéuticos o no deseados.

En el caso de la reversión farmacológica del bloqueo, los efectos nicotínicos de estos agentes son deseables para revertir el bloqueo neuromuscular, y sus efectos muscarínicos sobre los sistemas digestivo, respiratorio y cardiovascular pueden constituir un problema. Es por esta razón que, al usarse anticolinesterásicos para antagonizar el bloqueo neuromuscular (neostigmina), deben usarse conjuntamente anticolinérgicos (atropina), lo que previene los efectos muscarínicos indeseados.

Sobre el corazón ocurre probablemente el efecto muscarínico más pronunciado: un efecto vagotónico (favorece el predominio del sistema nervioso parasimpático) que se traduce en bradicardia y otras bradiarritmias tales como escapes nodales y ventriculares e incluso asistolías.

A nivel del sistema digestivo, el efecto muscarínico de los anticolinesterásicos se manifiesta con un aumento de la secreción de jugos gástricos y de la motilidad de todo el tracto gastrointestinal, particularmente del intestino grueso. Aunque no está del todo claro que la administración de anticolinesterásicos aumente la incidencia de náuseas y vómitos en el posoperatorio.

Sobre el sistema respiratorio, el efecto muscarínico de los anticolinesterásicos se manifiesta con un aumento de las secreciones de las glándulas bronquiales. También pueden producir broncoconstricción por estimulación colinérgica. Otras glándulas exocrinas, como lagrimales, salivales y sudoríparas pueden manifestar también este efecto.

La neostigmina, además de inhibir la actividad de la acetilcolinesterasa, inhibe la actividad de la colinesterasa plasmática. Es por eso por lo que, en mayor o menor grado, disminuye el metabolismo de la succinilcolina y prolongan significativamente su duración. Debe contraindicarse el uso de succinilcolina después de revertir un BNM con neostigmina, pues puede producirse una prolongación del bloqueo de duración desconocida.

Bloqueo residual

La recuperación total de un BNM puede definirse como el estado clínico en que cualquier prueba clínica (capacidad de levantar la cabeza por 5 segundos), o modelo de estimulación nerviosa (relación $T4/T1 > 0,9$ o 90%), produce una respuesta indistinguible de la observada en pacientes que emergen de una anestesia general en la que no se utilizó relajantes musculares.

Después de la extubación de la tráquea, los pacientes deben ser cuidadosamente monitorizados para observar la eventualidad de un bloqueo residual y la posibilidad de obstrucción de la vía aérea. Con un bloqueo neuromuscular residual incompleto puede mantenerse una ventilación normal (normocarbia), a expensas de un aumento del trabajo respiratorio y caer en insuficiencia en la sala de recuperación.

Manejo clínico

Si se realiza una monitorización y una dosificación adecuadas, es posible que en algunos casos en que se usa BNM de duración intermedia y en la mayoría en que se usa de corta duración, evitar el uso de neostigmina y con ello su potencial repercusión cardiovascular. Sin embargo, casi siempre debe revertirse el bloqueo, a menos que se esté seguro de una recuperación total. Como los criterios actuales estiman que la recuperación total ocurre a una relación $T4/T1 > 0,9$ o 90% y pequeños grados de bloqueo son difíciles de detectar clínicamente, debe administrarse anticolinesterásicos siempre que se tenga alguna duda de un eventual bloqueo residual a no ser que se cuente con un aceleromiógrafo que demuestre recuperación total.

Clínicamente, la eficacia y velocidad del antagonismo de los anticolinesterásicos depende principalmente de la profundidad del bloqueo a partir del que se efectúa la reversión. Deben ser administrados cuando haya ocurrido por lo menos un 10% de

recuperación del bloqueo (1 respuesta al TOF), aunque es más recomendable hacerlo con 2 a 3 respuestas. Cuando los anticolinesterásicos son administrados en un nivel profundo de bloqueo, puede ocurrir una reversión inadecuada. Con una dosis máxima de 0,07 mg/kg de neostigmina ocurre un “efecto techo” por sobre el cual la reversión va a depender más de la recuperación espontánea de cada relajante, que de la reversión farmacológica.

Debe tenerse presente que la neostigmina actúa no solamente a nivel de la unión neuromuscular, sino que sobre otros receptores, los muscarínicos. Por eso, generalmente hay que usar simultáneamente un anticolinérgico: lo habitual es usar atropina en dosis de 0,1 a 0,2 mg/kg según la frecuencia cardíaca del paciente. No es importante si la atropina se usa antes, conjuntamente o después de la neostigmina; lo importante es estar monitorizando la frecuencia cardíaca pues pueden ocurrir bradicardias extremas. Lo que parece lógico es usarlos causando el menor cambio posible en la frecuencia cardíaca, evitando más bien las taquicardias que las bradicardias. En el caso diario, usando dosis fraccionada o dividida, parece preferible partir con el anticolinesterásico, a no ser que el paciente tenga una bradicardia basal o esté en tratamiento con bloqueadores beta adrenérgicos (propranolol, atenolol, etc.). La mezcla de anticolinesterásicos (neostigmina) y anticolinérgicos (atropina) puede afectar la conducción cardíaca y se ha reportado una serie de arritmias.

Reversión con sugammadex

El sugammadex (Bridion[®]) revierte el efecto de los BNMND del grupo esteroide en forma más rápida y sin los efectos secundarios de la neostigmina. Pertenece a un grupo químico llamado ciclodextrinas. Al tener una cavidad lipofílica (tiene afinidad por los lípidos) central, las ciclodextrinas, son capaces de encapsular moléculas huésped, como el rocuronio y el vecuronio. De este modo se forman complejos 1:1 anfitrión-huésped. Este antagonismo químico de neutralización se denomina quelación, complejación o encapsulación (**Figura 8.5.**).

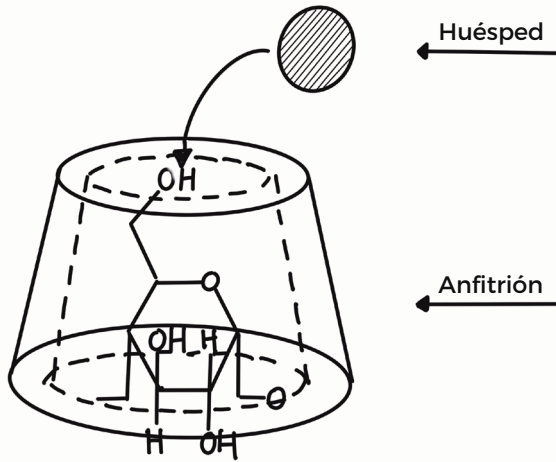


Figura 8.5. Formación del complejo anfitrión (sugammadex) – huésped (rocuronio). El orificio central de la molécula cilíndrica de ciclodextrina, acoge al esteroide (rocuronio y vecuronio) por razones de tamaño de la cavidad y fuerzas electrostáticas.

El sugammadex actúa directa y selectivamente sobre el relajante muscular, disminuyendo la concentración plasmática de BNMND esteroide libre. No actúa como los anticolinesterásicos (neostigmina), que lo hacen indirectamente, aumentando la vida media de la acetilcolina en la unión neuromuscular. Todo este proceso ocurre en el plasma y no en la unión neuromuscular como en el caso de los anticolinesterásicos.

La administración endovenosa de sugammadex produce una rápida remoción de las moléculas libres de BNMND aminoesteroide en el plasma creando un gradiente de concentración que favorece la salida de las moléculas de BNMND aminoesteroide que están en la unión neuromuscular hacia el plasma. La rápida disminución de la concentración de BNMND libre en el plasma, lleva a valores inferiores el umbral necesario para conseguir una ocupación efectiva de receptores. El resultado es una rápida restauración de la función neuromuscular sin alterar de ninguna forma la homeostasis de la acetilcolina, evitándose de esta forma los efectos colaterales de la neostigmina derivados del aumento de acetilcolina en otras terminaciones nerviosas.

Efectos adversos

El sugammadex ha sido utilizada en dosis mucho más altas que las usadas en clínica demostrándose una tolerancia totalmente aceptable y concordante con el concepto teórico de que las ciclodextrinas son azúcares solubles muy bien toleradas en los seres humanos. El efecto adverso más reportado es la superficialización de la anestesia (tos, movimiento), debido a la rápida reversión del bloqueo neuromuscular. Se ha reportado

anafilaxia en una incidencia mucho menor al de otras drogas usadas en anestesia y en forma miscelánea hipotensión, hipertensión, náuseas/vómitos y constipación. También se ha descrito que puede disminuir la eficacia de los anticonceptivos hormonales (equivalente al olvido del consumo de un comprimido de anticonceptivos).

Uso clínico

Para antagonizar bloqueos moderados: si se administra 2 mg/kg de sugammadex después de aparecer 2 respuestas al tren de 4 estímulos (TOF), ocurre recuperación total en 1,5 minutos para el rocuronio y en 3 minutos para el vecuronio (versus 17 y 20 minutos con neostigmina respectivamente).

Para antagonizar bloqueos profundos: si se usa 4 mg/kg de sugammadex después de aparecer 1 a 2 respuestas al conteo postetánico, ocurre recuperación total en 3 minutos para el rocuronio y 4,5 minutos para el vecuronio (algo es imposible reproducir con neostigmina).

Se ha tratado de encontrar un BNMND de corta duración para enfrentar el manejo de la vía aérea; un agente cuya recuperación sea tan rápida que si llegara a ocurrir la situación no-poder-ventilar-no-poder-intubar, no se pusiera en riesgo la vida de un paciente que haya sido adecuadamente preoxigenado. Mientras esto ocurre, se sugiere el uso de una dosis de 16 mg/kg de sugammadex después de una dosis intubación de 1,2 mg/kg de rocuronio; con esta mezcla, se obtiene una recuperación completa a los 6 minutos.

Aunque no es habitual, puede ser necesario usar BNMND después de una reversión del bloqueo (por ejemplo, en una reoperación). Si se ha usado neostigmina, como se trata de un agente que no actúa directamente sobre los BNMND, probablemente se deberá usar una dosis mayor a la habitual. Si se ha usado sugammadex, puede usarse un relajante no esteroide (atracurio, cisatracurio, mivacurio) o succinilcolina; si se requiere volver a administrar rocuronio o vecuronio, se recomienda un tiempo de espera de 24 horas.

El sugammadex ha demostrado una buena tolerancia con altas dosis y una capacidad para revertir incluso bloqueos profundos, imposibles de antagonizar hasta ahora con neostigmina. Existen sin embargo 2 limitaciones: la incapacidad de revertir bloqueos por BNMND que no sean esteroides y el elevado costo (cada dosis de reversión con sugammadex cuesta más de 1.000 veces la de neostigmina). Mientras más baje el costo, más accesible será que la droga pase a ser de uso diario; por el momento tanto, sólo será utilizada en casos justificados, según disponibilidad de la droga en cada servicio.

Recomendaciones prácticas

Para realizar una adecuada reversión se necesita una adecuada monitorización de la función neuromuscular. Esto significa la necesidad de contar por lo menos con un ENP en el recinto quirúrgico y en lo posible uno en cada pabellón. Para que no se pierdan lo más adecuado es que vengan incorporados a la máquina de anestesia.

Los electrodos deben ser puestos por el auxiliar de anestesia en el lado palmar de la muñeca sobre superficie de la piel a lo largo del trayecto del nervio cubital (**Figura 8.2A**), previo un aseo prolijo, normalmente realizado con un *sachet* de alcohol, de la capa córnea de la piel para facilitar la conducción eléctrica, a una distancia de no más de 5 cm entre ellos.

El metilsulfato de neostigmina se presenta en ampollas de 0,5 mg en 1 ml. Lo habitual es usar varias ampollas por lo que no necesita dilución. Una dosis máxima de 0,07 mg/kg en un individuo de 70 kg (4,9 mg), son 10 ampollas de neostigmina, que deben estar disponibles en el pabellón.

El sulfato de atropina se presenta en ampollas de 1 mg en 1 ml y debe diluirse a 10cc (1 mg/ml). Siempre hay que tener preparada una ampolla, que puede o no utilizarse. Si se utiliza, debe ser repuesta inmediatamente. A veces la neostigmina produce bradicardias extremas a las que hay que estar atentos a resolver.

El sugammadex sódico se presenta en frasco ampollas de 200 mg en 2 ml y 500 mg en 5 ml (en ambos casos, 100 mg/ml. En términos generales no se usa dilución. Como se trata de una droga cara suele guardarse fuera del pabellón. Cuando se necesita una mayor dosis, es para revertir una dosis de intubación de rocuronio después de una situación de no-poder-ventilar, no-poder-intubar (16 mg/kg). En tal caso debe disponerse de 1,12 g para un paciente de 70 kg, o sea 6 ampollas de 200 mg, que deberían estar en el carro de intubación difícil.

Lecturas recomendadas:

- G.S. Murphy, H. D. De Boer, L. J.Eriksson & R.D. Miller. Capítulo 35: Reversión (antagonismo) del bloqueo neuromuscular. R.D. Miller (Ed.). *Anestesia*. Octava Edición. Elsevier, 2015.
- R. Bustamante. Antagonistas de los bloqueadores neuromusculares. *Rev Chil Anestesia* 2004; 33: 175-205.
- R. Bustamante. Sugammadex: ¿Necesitamos Nuevos antagonistas de los Bloqueadores Neuromusculares? *Rev Chil Anest* 2011; 40: 41-51.
- R. Bustamante. Sugammadex: ¿Un Verdadero Aporte en la Reversión del Bloqueo Neuromuscular? *Rev Chil Anest* 2011; 40: 52-65.

Capítulo 9

Fármacos opioides

Dr. Daniel Mateo Pizarro

Introducción

La amapola es el nombre común con el que se hace referencia a diversas especies vegetales del género *Papaver*. La más común y conocida es la amapola de flores rojas, que ha sido ampliamente utilizada desde tiempos antiguos para la extracción del opio.

El opio es un narcótico que procede de la desecación del jugo de las cápsulas verdes de la amapola del opio, *Papaver somniferum*. Se procesa en el alcaloide morfina, que durante mucho tiempo ha sido utilizado como el analgésico más importante en la práctica médica, aunque en la actualidad se dispone de sustitutos sintéticos.

Las moléculas de opioides tienen propiedades analgésicas similares a los compuestos llamados endorfinas o encefalinas producidas en el organismo. Con una estructura similar, las moléculas de opioides ocupan muchos de los receptores nerviosos de estas y proporcionan el mismo efecto analgésico que el producido de forma natural en el organismo.

Definiciones

Opiáceo: derivado natural del opio.

Opioide: cualquier fármaco agonista y antagonista con actividad tipo morfina.

Endorfina: de manera genérica son opioides endógenos (encefalinas, endorfinas y dinorfinas).

Clasificación y farmacología

Se han descrito varias formas de clasificar a los opioides. De acuerdo a su potencia se les divide en débiles y fuertes.

Débiles: tramadol y codeína.

Fuertes: morfina, buprenorfina, fentanilo, metadona, remifentanilo, oxicodona.

Otra forma de clasificarlos es de acuerdo a su naturaleza química como se aprecia en la **Tabla 9.1.**

Tabla 9.1. Clasificación de opioides según su naturaleza química		
Naturales	Semisintéticos	Sintéticos
Morfina Codeína Papaverina Tebaína	Heroína Dehidromorfina Buprenorfina	Levorfanol Metadona Pentazocina Fenilpiperidinas: > Fentanil > Sufentanil > Alfentanil > Remifentanil > Meperidina (Petidina)

La morfina es el único opiáceo natural usado en anestesia. Los opioides semisintéticos son derivados de los opioides naturales y se obtienen realizando diversos cambios en su estructura química. Los opioides sintéticos se parecen estructuralmente a la morfina pero son sintetizados artificialmente por completo. La tebaína es uno de tantos alcaloides del opio a partir del cual se sintetizan derivados sintéticos como la oxycodona y naloxona.

Al estudiar los efectos de los opioides se observan que son múltiples, sin embargo, el rol mejor estudiado de los opioides está en el control del dolor, a través de la inhibición de la liberación de neurotransmisores excitatorios en el asta dorsal de la médula espinal, independiente de su vía de administración (endovenosa, intratecal, peridural, etc).

Los opioides actúan a nivel de tres tipos de receptores, los mu (μ), delta (δ) y kappa (κ), ubicados tanto en el SNC como en la periferia. Cada opioide actúa de forma diferente dependiendo de su capacidad de estimulación (agonismo) o bloqueo (antagonismo) de los distintos receptores. Esto multiplica los posibles efectos de los opioides y enriquece sus aptitudes terapéuticas. La absorción puede ser por vía enteral, parenteral, percutánea o transmucosa. La mayoría se metabolizan a nivel hepático, y se excretan a nivel renal (menos la metadona que tiene una excreción principalmente por vía fecal).

Efectos clínicos

Actualmente, existen varias drogas que producen analgesia y otros efectos similares a los producidos por la morfina, sin embargo, esta droga se mantiene como el patrón de comparación para los nuevos analgésicos.

La morfina y los opioides relacionados producen su efecto mayor a nivel del sistema nervioso central y del intestino actuando en forma agonista a nivel de los receptores μ . Sin embargo, también poseen apreciable afinidad por los receptores δ y κ .

En el hombre estas drogas producen analgesia, somnolencia, depresión respiratoria, disminución de la motilidad intestinal, náuseas, vómitos, y alteraciones autonómicas y endocrinas.

La naloxona es un antagonista competitivo de todos los receptores opioides (μ , δ y κ). Frente a la presencia de excesivo efecto opioide se administra 0,1 mg (100 mcg) de naloxona cada 3 min. En ocasiones es necesario administrarla en infusión posterior al uso de un bolo (opioides de vida media más larga). En muchos casos hay una reversión parcial de la analgesia.

Los opioides actúan especialmente a nivel del sistema nervioso central, donde ejercen su efecto beneficioso, pero también al nivel del sistema cardiovascular y otros sistemas, donde pueden producir efectos colaterales.

Sistema nervioso central

Analgesia: a diferencia de los antiinflamatorios no esteroideos que poseen un efecto máximo para la analgesia (techo), los opioides actúan de una forma dosis dependiente y, generalmente, pueden controlar cualquier tipo de dolor si se administran en dosis suficiente, pudiendo incluso ser utilizados como agentes anestésicos únicos. El mayor problema lo constituyen sus efectos colaterales, los cuales también aumentan en forma dosis dependiente.

Es importante distinguir entre el dolor causado por estimulación de receptores nociceptivos y que se transmite por vías neurales intactas (dolor nociceptivo), y aquel dolor causado por daño de estructuras nerviosas, habitualmente incluyendo hipersensibilidad neural (dolor neuropático). Habitualmente, el dolor nociceptivo responde bien a los opioides, sin embargo el neuropático presenta una pobre respuesta.

Hiperalgnesia: la hiperalgnesia es una respuesta exagerada frente a un estímulo doloroso. Este fenómeno ha sido asociado al uso de opioides especialmente cuando se administran en dosis altas y repetidas. En anestesia pudiera asociarse a una disminución del efecto analgésico (tolerancia aguda) y aumento del dolor en el posoperatorio.

Depresión respiratoria: los opioides deprimen la respiración en forma dosis dependiente. Esta acción sería al menos en parte debida a un efecto directo a nivel de los centros respiratorios del tronco encefálico. La máxima depresión respiratoria puede observarse 5 a 10 minutos después de una dosis intravenosa de morfina, o cerca de los 30 o 90 minutos posteriores a una administración intramuscular o subcutánea, respectivamente. Los opioides reducen también el estímulo respiratorio hipóxico (la respuesta de los centros respiratorios frente a la baja de oxígeno en sangre). Los efectos sobre el control del ritmo y del patrón respiratorio inducidos por estas drogas son la reducción de la frecuencia respiratoria, el incremento de las pausas, el retraso de la espiración, respiración irregular y/o periódica y volumen corriente aumentado, normal o reducido.

El grado de depresión respiratoria producido por el resto de los opioides tiene el mismo mecanismo, pero los tiempos de inicio y duración son diferentes.

Tos: la morfina y los opioides relacionados deprimen el reflejo de la tos al actuar directamente en el centro de la tos a nivel bulbar (en el tronco encefálico). Sin embargo, el fentanilo produce tos por un mecanismo que se desconoce, y se observa en ocasiones durante la inducción anestésica. No hay correlación entre la depresión respiratoria y la depresión de la tos.

Náuseas y vómitos: los opioides producen estimulación directa de la zona quimiorreceptora gatillante del vómito. Todos los agonistas μ producen algún grado de náuseas o vómitos. La administración de drogas antieméticas como el droperidol o el ondansetrón antagonizan efectivamente estos efectos. Los efectos eméticos de los opioides están aumentados en el paciente despierto por estimulación del aparato vestibular. En el período perioperatorio hay numerosos otros factores a considerar en relación a la aparición de vómito aparte del uso de opioides.

Rigidez muscular: los opioides, especialmente en altas dosis, pueden producir rigidez muscular que puede manifestarse a nivel torácico que en su grado extremo, el “tórax leñoso” puede comprometer seriamente la ventilación, requiriendo la administración de bloqueadores neuromusculares para resolver el problema.

Miosis: la morfina y la mayoría de los agonistas μ y κ causan constricción pupilar bilateral.

Prurito: generalmente está limitado a la cara y espalda. Mucho más frecuente de ver al usar opioides por vía intratecal. Su mecanismo de acción no está bien aclarado pero se piensa que sería mediado a nivel de SNC. Puede ser revertido con pequeñas dosis de naloxona, propofol y ondansetrón.

Tolerancia: ocurre cuando son administrados durante períodos largos de tiempo. Inicialmente se traduce en disminución de la duración de la analgesia y posteriormente la intensidad del efecto también se reduce.

Dependencia física: tras ser administrados en dosis repetidas por un período de tiempo, todos inducen un estado de dependencia física. La suspensión abrupta causa un síndrome de abstinencia.

Sistema cardiovascular

Múltiples son las acciones de los opioides, que afectan al sistema cardiovascular y, todas ellas, pueden ocasionar hipotensión.

Liberación de histamina: la morfina, sus derivados semisintéticos, la petidina y algunos de sus análogos pueden liberar histamina de los basófilos y mastocitos. La histamina liberada a la circulación produce vasodilatación periférica e hipotensión. La cantidad de histamina liberada y el grado de hipotensión están relacionados con la dosis de opioide y su velocidad de administración (cuando se administra rápido), especialmente cuando se administra por vía intravenosa. El fentanilo y sus congéneres (sufentanilo y remifentanilo) no liberan histamina a la circulación aún cuando se utilicen en grandes dosis.

Disminución del tono simpático: los opioides por efecto a nivel de SNC producen una disminución selectiva de la actividad simpática, esta acción puede causar hipotensión debido a un aumento de la capacitancia venosa (disminución del retorno venoso y gasto cardiaco) y a una disminución de la resistencia vascular periférica.

Bradycardia: los opioides a nivel central producen aumento del tono vagal pudiendo ocasionar disminución de la frecuencia cardiaca y de la conducción aurículo-ventricular, especialmente si se usan grandes dosis o se asocian a otras drogas bradicardizantes (que disminuyen la frecuencia cardiaca). En estos casos la bradicardia puede ser prevenida o tratada con dosis adecuadas de atropina.

Depresión miocárdica: la petidina produce depresión miocárdica directa y es una de las razones por las cuales no se usa en grandes dosis durante la anestesia. Los otros opioides no tienen efecto depresor directo al menos a las dosis usadas en clínica. Esto constituye una de las características que les permite ser usados en altas dosis en pacientes con contractilidad cardiaca disminuida.

Otros sistemas

Efectos sobre musculatura lisa: los opioides similares a la morfina estimulan la musculatura lisa circular del tracto gastrointestinal y genitourinario, y disminuyen la peristalsis originada en la musculatura lisa longitudinal, pudiendo con esto causar constipación y retención urinaria. El espasmo, produce aumento de presión del tracto intestinal, contracción del esfínter de Oddi y dolor tipo cólico. Esto puede ser revertido con antagonistas opioides como la naloxona.

Datos prácticos

La **Tabla 9.2.** resume la forma de presentación, vía de administración y forma de diluir los distintos opioides usados en clínica.

Tabla 9.2. Opioides usados habitualmente en clínica			
	Ampolla	Vía administración	Dilución bolo
Morfina	10 mg/ml	IV SC VO Intratecal	1 mg/ml Diluir hasta 10 cc para uso IV SC sin diluir
Fentanilo	500 mcg/10 ml 100 mcg/2 ml	IV Intratecal (bolo/ infusión) Peridural (bolo/ infusión)	50 mcg/ ml En adulto, cargar sin diluir
Remifentanilo	Liofilizado: 1 mg, 2 mg y 5 mg	IV (infusión)	1 mg/ 20 cc SF 2 mg/ 40 cc SF
Metadona	10 mg/2 ml	IV (bolo) SC VO	1 mg/ml Diluir hasta 10 cc para uso IV SC sin diluir
Tramadol	100 mg/2 ml	IV (bolo/ infusión)	
Meperidina	100 mg/2 ml	IV	10 mg/ml Diluir hasta 10 cc para uso ev
Naloxona	0,4 mg/ml	IV	100 mcg/ml Diluir hasta 4 cc

Lectura recomendada:

Kazuhiko Fukuda. Analgésicos opioides. Ronald D. Miller (Ed.). *Anestesia de Miller*. Octava edición. 2016.

Capítulo 10

Dolor y analgésicos no opioides

Dra. Isabelle Hanna Fassin

Introducción

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (conocida como IASP, por sus siglas en inglés) define el dolor como “una experiencia sensitiva y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial”. Esta resulta de la inflamación causada por el trauma tisular (incisión, disección, quemadura) o daño nervioso directo (compresión, elongación), liberando mediadores inflamatorios locales que pueden aumentar la sensibilidad al estímulo (hiperalgesia) o causar una percepción errónea del dolor debido a un estímulo no doloroso (alodinia).

A pesar de los avances en el conocimiento de los mecanismos de producción, el dolor posoperatorio sigue siendo muy prevalente. Según reportes en la literatura, hasta un 66% de los pacientes posoperados presentan dolor inadecuadamente tratado. En nuestra institución, el Hospital de Urgencia Asistencia Pública, durante los meses de abril y mayo del año 2021, se pesquisó que alrededor de 46% de los pacientes tienen dolor de diversa intensidad durante las primeras 24 horas posoperatorias.

El manejo efectivo del dolor agudo es un componente fundamental en la calidad del cuidado del paciente. Reduce la morbilidad posoperatoria, disminuye la incidencia de dolor crónico posoperatorio, facilita el alta temprana de los pacientes, permite realizar terapias físicas y movilización del paciente de forma más oportuna y precoz. Para esto se requiere de terapias individualizadas a las necesidades de cada paciente, a las cuales se les debe hacer un seguimiento para objetivar sus resultados y efectos adversos.

Fisiopatología del dolor

Los estímulos causantes del dolor se denominan “noxas” y son detectados por receptores sensoriales específicos llamados “nociceptores” o receptores del dolor. Los nociceptores son identificados como fibras C (fibras amielínicas, de conducción lenta, que responden a la presión, temperatura y otro tipo de estímulos) y fibras A δ (delta) (fibras mielinizadas, que responden a estímulos térmicos y mecánicos y que transmiten con rapidez la señal dolorosa). Los nociceptores se encuentran en todo el cuerpo, pero están más extensamente localizados en periostio (membrana que recubre al hueso), pared arterial, dientes, superficie articular y bóveda craneana.

El daño tisular causa la liberación de numerosos agentes químicos. Estos agentes son importantes factores en el desarrollo de dolor continuo después de una injuria aguda. En la médula espinal los nociceptores liberan neurotransmisores del dolor que activan a una serie de neuronas que son capaces de cruzar la médula espinal y viajar hasta el cerebro donde se percibe el dolor.

Los principales mecanismos fisiopatológicos que participan en la producción de dolor son:

Transducción: conversión de la energía generada desde un estímulo producido por una noxa térmica, mecánica o química, en energía eléctrica (impulso nervioso) por los receptores sensoriales o nociceptivos.

Transmisión: transmisión de las señales nerviosas desde el sitio de transducción (periférico) a la médula espinal y al cerebro.

Modulación: respuesta facilitadora (que activa) o inhibitoria (que suprime) que regula la transmisión nociceptiva.

Percepción: creación de la experiencia subjetiva y emocional del dolor.

Sensibilización: proceso de adaptación por el que las estructuras implicadas en la producción del dolor modifican su respuesta debido a la presencia repetida del estímulo doloroso, produciendo hiperalgesia, alodinia o dolor persistente.

Los factores que influyen en la intensidad del dolor posoperatorio se describen en la **Tabla 10.1**.

Tabla 10.1. Factores que influyen en el dolor	
Sitio de la cirugía	Se asocian a dolor de mayor intensidad la cirugía torácica, abdominal, cirugía extensa de columna, articulaciones mayores, huesos largos.
Tiempo quirúrgico	A mayor tiempo operatorio, mayor trauma y respuesta dolorosa.
Tipo de incisión	La proximidad al diafragma y músculos respiratorios se asocia a mayor severidad del dolor posoperatorio.
Psicológicos y culturales	Determinan el comportamiento frente al dolor.
Historia de dolor	Crónico o dolor agudo posoperatorio severo en cirugías anteriores.

Evaluación del dolor

El dolor es difícil de medir adecuadamente dado que depende de componentes emocionales y somáticos propios de cada paciente. Sin embargo, es posible objetivar su intensidad dentro de ciertos márgenes.

Cada vez se hace más importante evaluar el dolor como un “quinto signo vital”, puesto que tiene un alto impacto en el resto de los parámetros evaluados en el paciente y en la duración de su estancia hospitalaria.

Es así que podemos utilizar distintas herramientas para la evaluación del dolor de nuestros pacientes.

Escala Visual Análoga (EVA) Modificada (Figura 10.1.)

Sistema más comúnmente utilizado, donde el paciente debe asignar al dolor un valor numérico entre dos puntos extremos. El paciente debe autoevaluar la intensidad del dolor, donde 0 es sin dolor y 10 es el máximo dolor posible imaginable. Previo al uso de esta escala hay que evaluar el estado cognitivo del paciente (debe estar vigil y orientado) y asegurarse de que entiende las instrucciones. Además hay que determinar si el paciente impresiona el dolor que refiere, y correlacionarlo con sus signos vitales (el dolor en general aumenta la presión y la frecuencia cardiaca). Con esto podremos clasificar el dolor en:

Dolor Leve: EVA 0-3
 Dolor Moderado: EVA 4-6
 Dolor Severo: EVA 7-10

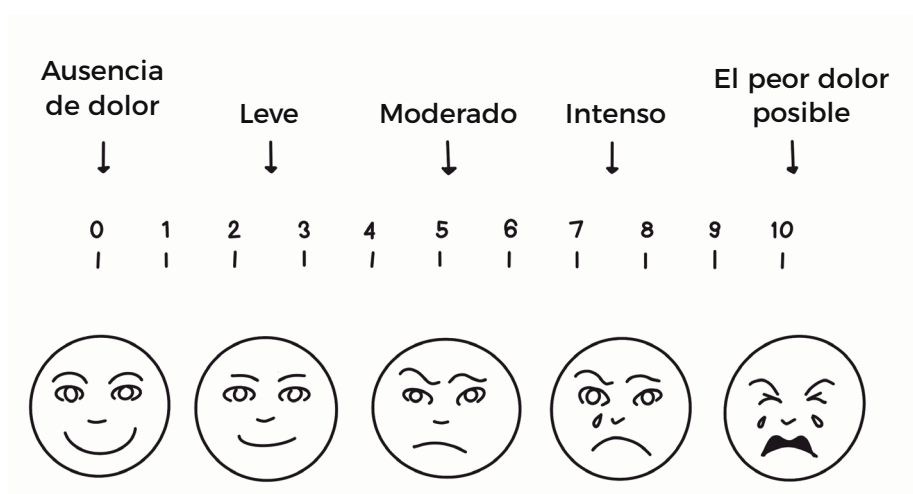


Figura 10.1. Escala visual análoga modificada.

Escala Numérica Análoga (ENA)

El paciente evalúa su dolor de forma verbal en una escala de 0 a 10, donde 0 es sin dolor y 10 el peor dolor imaginable. Si esta misma escala se hace escrita, se llama Escala Visual Numérica (EVN). Útil en la población geriátrica con agudeza visual disminuida.

Escala de Categoría Verbal (ECV)

Utilizada cuando el paciente no es capaz de entender las escalas numéricas. Se le pide al paciente que marque la alternativa que mejor describa su situación.

Tabla 10.2. Escala de Categoría verbal		
De tres puntos	De cuatro puntos	De seis puntos
Dolor leve Dolor moderado Dolor severo o insoportable	Sin dolor Algo de dolor Dolor considerable Dolor severo	Sin dolor Suave Inconfortable Angustiante Horrible Insoportable

Tratamiento del dolor agudo

La base estratégica es utilizar una “Analgésia Multimodal”. Esta se obtiene mediante la combinación de diferentes analgésicos que actúan por diferentes mecanismos, produciendo una acción sinérgica (incremento de acción de diversas sustancias debido a que actúan en conjunto) con menores dosis totales de analgésicos y menos efectos colaterales. Se recomienda utilizar este tipo de aproximación tanto en la analgesia pre, intra y posoperatoria.

El objetivo es lograr una EVA menor o igual a 3 en reposo y menor o igual a 5 dinámico (evaluación hecha al moverse en la cama o levantarse acompañado). Para esto se sugiere combinar el uso de antiinflamatorios no esteroideos, opioides y anestésicos locales en todas sus opciones (parches, endovenoso, comprimidos, etc.). Siempre se debe complementar con una dosis de rescate para lograr una analgesia adecuada en momentos de crisis (tos, dolor asociado a curaciones, kinesioterapia, etc.).

Para tales propósitos se cuenta con diversos métodos de administración de fármacos. Su elección dependerá del tipo de cirugía, tipo de paciente y experiencia del médico que indique la analgesia. Estos métodos son:

Bolos: administración de medicamento por una sola vez.

Analgesia horaria: generalmente usada para fármacos de administración oral. Se indica una misma dosis cada cierta cantidad de horas (cada 6, 8 o 12 horas).

Infusión continua: mantención de la analgesia mediante una bomba de infusión continua (BIC) o Dosi Flow® (cuentagotas) para mantener las concentraciones plasmáticas (cantidad de medicamento que circula por la sangre) estables luego de administrar una dosis de carga.

Analgesia intravenosa controlada por el paciente: modalidad de analgesia donde el paciente puede controlar su dolor posoperatorio con la administración de opioides endovenosos mediante dispositivos diseñados para tal efecto (analgesia controlada por el paciente o PCA).

Analgesia regional controlada por el paciente: modalidad de analgesia donde el paciente puede controlar su dolor posoperatorio con la administración de anestésicos locales mediante dispositivos diseñados para tal efecto. Esto puede ser a través de un catéter peridural (analgesia epidural controlada por el paciente o PCEA) o perineural (bloqueo periférico continuo).

Medicamentos no opioides

Antiinflamatorios no esteroideos (AINES)

Efecto analgésico, antipirético (reduce la fiebre) y antiinflamatorio. Actúan inhibiendo la síntesis de prostaglandinas. Se dividen en no selectivos y selectivos, según la inhibición que produzcan sobre las enzimas COX-1 y 2.

Metamizol (Dipirona®):

- Inhibe indistintamente las enzimas COX-1 y COX-2
- Dosis de carga: 2-3 g
- Dosis máxima/día: 100 mg/kg
- Su carga debe administrarse en al menos 100 ml de suero fisiológico en 20 a 30 minutos.

Ketorolaco:

- Inhibe indistintamente las enzimas COX-1 y COX-2
- Dosis de carga: 30-60 mg
- Dosis máxima/día: 90-120 mg
- Puede ser administrado directo en 1 a 2 minutos a una concentración de 6 mg/ml (una ampolla de 30 mg en 5 ml de suero fisiológico).

Ketoprofeno:

- Inhibe indistintamente las enzimas COX-1 y COX-2
- Dosis de carga: 100 mg
- Dosis máxima/día: 4 mg/kg
- Su carga debe administrarse en al menos 100 ml de suero fisiológico en 20 a 30 minutos. No posee ventajas clínicamente significativas en términos de calidad de analgesia posoperatoria en comparación con el ketorolaco.

Parecoxib:

- Inhibe selectivamente la enzima COX-2
- Dosis de carga: 40 mg
- Dosis máxima/día: 80 mg

Paracetamol:

- Efecto analgésico y antipirético. Es probablemente un inhibidor preferente de la enzima COX-2.
- Dosis de carga: 1 g
- Dosis máxima/día: 4 g
- Se sugiere administrar en al menos 15 minutos

Coadyuvantes

Útiles en cirugías asociadas a un componente neuropático del dolor (sensación de quemazón o corriente eléctrica) o en casos donde existe un mayor riesgo de hiperalgesia (estímulos dolorosos repetidos, uso de altas dosis de opioides).

Ketamina:

- Inhibe el receptor N-metil D-aspartato (NMDA).
- Reduce la incidencia de dolor crónico, hiperalgesia y alodinia.
- Recomendada en cirugías en las que se espera un dolor posoperatorio severo.
- Dosis de carga: 0,2-0,5 mg/kg
- Infusión: 0,05-0,5 mg/kg/h
- Se administra en el intraoperatorio por vía endovenosa periférica en concentraciones de 50mg/ml a dosis de 0,5 mg/kg y en el posoperatorio en forma de infusión en concentraciones variables de acuerdo a la edad del paciente, la cirugía y el lugar de la administración.

Dexmedetomidina:

- Es un agonista selectivo alfa-2.
- Dosis de carga: ninguna
- Infusión: 0,2-0,7 mcg/kg/h
- Se administra en concentraciones de 4 mcg/ml y produce sedación, analgesia y ansiólisis. Disminuye el delirio posoperatorio.

Unidad dolor agudo posoperatorio

La conformación de programas de manejo del dolor permite optimizar la organización del trabajo. Esto no necesariamente implica mayores costos debido a que permite racionalizar el uso de recursos, evitar complicaciones y reducir los tiempos de estancia hospitalaria. Los programas de manejo de dolor agudo suelen implementarse en las unidades de manejo de dolor agudo. Estas son agrupaciones, generalmente multidisciplinarias de especialistas en el manejo del dolor, que realizan la prestación analgésica y monitorizan su efectividad y complicaciones mientras se prolongue la misma.

Lecturas recomendadas:

- Comité del Dolor Sociedad de Anestesiología de Chile. Recomendaciones para el Manejo del Dolor Agudo Postoperatorio en Adultos. *Rev Chil Anest*, 2010; 39: 188-191.
- Jaime Wilfredo Zegarra Piérola. Bases fisiopatológicas del dolor. *Acta Med Per* 2007; 24(2): 105-108.
- M. Ávila, R. Bustamante y colaboradores. *Guía Clínica para el Manejo del Dolor Agudo Perioperatorio*. Hospital de Urgencia Asistencia Pública. Versión 02. Año 2021.

Capítulo 11

Drogas de efecto cardiovascular

Dr. Renato Chacón Abba

Introducción

Las drogas que se revisarán en este capítulo, de efecto cardiovascular o vasoactivas, son administradas con el fin de obtener una acción directa sobre el corazón o los vasos sanguíneos.

Se descartan, por lo tanto, todas aquellas drogas cuyo efecto sobre el sistema cardiovascular sea secundario, y no el objetivo de su administración. Bajo esta definición se agrupa un gran universo de drogas, entre las cuales hay algunas que ya no se usan, y otras que no existen en Chile.

Como la descripción detallada de cada una de las drogas sería tediosa y poco didáctica, se intentará representar los efectos principales de las más importantes.

Aminas simpático-miméticas

Aunque el nombre parezca raro, no significa otra cosa que aquellas drogas que imitan el sistema simpático. Es decir, son drogas que producen taquicardia, hipertensión, alerta, ansiedad, sudoración y broncodilatación. Dentro de este grupo de drogas se encuentran:

Adrenalina:

Si se solicita preparar adrenalina, es muy probable que el paciente se encuentre en una emergencia, y esta puede ser:

a) Paro cardiorrespiratorio: la adrenalina es la droga de elección en el paro cardiaco por asistolía (corazón sin actividad eléctrica), pues de todas, es la que ejerce el mayor estímulo sobre la frecuencia y contracción cardiaca.

b) Shock anafiláctico: es el *shock* producido por una reacción alérgica, con gran hipotensión secundaria a una vasodilatación. La adrenalina tiene efecto vasoconstrictor periférico y además detiene de la liberación y neoformación de mediadores inflamatorios responsables de la anafilaxia.

c) **Shock cardiogénico:** por su potente efecto estimulante de la contracción cardiaca, la adrenalina puede ser utilizada cuando el *shock* se produce por una falla primaria del corazón con pérdida de su capacidad de eyectar la sangre hacia la periferia.

Fenilefrina

Es fundamentalmente un vasoconstrictor periférico que eleva la presión arterial en condiciones de hipovolemia absoluta (sangrado) o relativa (hipotensión por vasodilatación excesiva, como ocurre en la primeras etapas del *shock* séptico o también secundario a anestesia espinal). Junto con la efedrina, son los agentes de elección para mantener estable la presión arterial en anestesia neuraxial por la versatilidad de su forma de administración, tanto en infusión como en bolos repetitivos.

En medicina, se usa en forma de solución nasal para aliviar las molestias nasales ocasionadas por los resfriados, las alergias y la fiebre del heno.

Dopamina y dobutamina

Estas drogas tradicionalmente se usan en el *shock* cardiogénico (por mala función cardiaca); son potentes estimulantes cardiacos y mejoran la perfusión tisular (mejoran la perfusión de los tejidos periféricos).

La principal diferencia entre ambas drogas es que la dopamina produce vasoconstricción periférica además de su efecto estimulante cardiaco, en tanto el dobutamina tiene un efecto neutro o más bien vasodilatador. Por esta razón, en el ambiente cardiológico se prefiere más el uso de dobutamina, que junto con estimular la contracción ventricular, favorece la eyección de sangre y disminuye el trabajo cardiaco.

Isoproterenol (isuprel®)

Si bien esta droga también es un potente estimulante cardiaco, que eventualmente pudiera usarse en situaciones de *shock*, su principal efecto es aumentar la frecuencia cardiaca y, es de elección, en pacientes con bradicardias extremas producidas por bloqueos cardiacos. En consecuencia, uno de sus usos principales es para mantener la frecuencia cardiaca en niveles aceptables, a la espera de la instalación de un marcapasos, en un paciente que producto de dicho bloqueo cardiaco, se presenta con bradicardia extrema.

Otra aplicación frecuente del isoproterenol es como droga estimulante cardiaca en pacientes transplantados de corazón, ya que al haberse extraído el órgano de otro paciente, este se encuentra denervado y por lo tanto sin estímulo simpático basal.

Efedrina

Es una droga muy utilizada por los anestesiólogos debido a su efecto estimulante cardíaco y vasoconstrictor moderado en relación a drogas más potentes como la adrenalina y, a la vez, más duradero, de manera tal que permite la elevación momentánea de la presión, mientras se toman medidas más lentas como la administración de volumen, en condiciones tales como la vasodilatación secundaria a la anestesia espinal o peridural o en algunas situaciones de hipovolemia.

Noradrenalina

Es una droga con un potente efecto vasoconstrictor y con leve efecto estimulante cardíaco (tanto la contracción como la frecuencia cardíaca). En consecuencia, a dosis bajas, tiende a producir bradicardia como efecto reflejo al aumento de la presión arterial, en tanto a dosis más altas podría producir cierto grado de taquicardia.

Por ser una droga muy potente, y a diferencia de la fenilefrina, su uso es exclusivamente en infusión continua por bomba por un catéter venoso central (CVC), o una vía venosa periférica por períodos acotados mientras se instala un CVC. Por lo mismo, su uso principal es en condiciones de vasodilatación, como en el caso del *shock séptico*. Sin embargo, también es ampliamente usada como vasoconstrictor en pacientes en ventilación mecánica, que se vasodilatan producto de los agentes sedantes que se utilizan para su adaptación a la intubación endotraqueal.

La **Tabla 11.1.** resume las formas de administración y dosis de las aminas simpaticomiméticas usadas más habitualmente en clínica.

Tabla 11.1. Resumen de diluciones y dosis habituales de aminas simpaticomiméticas			
DROGA	USO	DILUCIÓN	DOSIS HABITUAL
Adrenalina	Bolo (PCR)	Sin dilución	Bolo de 1 a 3 mg., repetido cada 5 a 10 minutos
Adrenalina	Bolo (<i>shock anafiláctico</i>)	1 mg/20 cc (50 µg/cc)	Bolo de 200 a 300 ug. repetido cada 5 a 10 minutos
Adrenalina	Infusión continua	5 mg/100 cc (50 µg/cc)	0,05 a 0,1 µg/kg/min
Fenilefrina	Bolo	10 mg/100 cc (100 µg/cc)	Bolo de 100 µg. repetido según respuesta clínica
Fenilefrina	Infusión continua	10 mg/100 cc (100 µg/cc)	0,05 a 0,1 µg/kg/min
Dopamina	Infusión continua	400 mg/250 cc (1.600 µg/cc)	2 a 10 µg/kg/min

Dobutamina	Infusión continua	500 mg/250 cc (2.000 µg/cc)	2 a 10 µg/kg/min
Isoproterenol	Infusión continua	1 mg/250 cc (4 µg/cc)	0.1 a 0.4 µg/kg/min
Efedrina	Bolo	6 mg/10 cc	Bolo de 6 a 12 mg. repetido según respuesta clínica
Noradrenalina	Infusión continua	16 mg/250 cc (64 µg/cc)	0.03 a 0.3 µg/kg/min

* En aquellas drogas que se usan en varias formas, se incorporan las alternativas.

Drogas antiarrítmicas

Esta es sólo una clasificación didáctica, pues la verdad es que reúne a una amplia variedad de drogas de muy diferente estructura y origen. Dentro de este grupo se encuentran:

Amiodarona: tratamiento de taquiarritmias (ventriculares y supraventriculares).

Lidocaína: alternativa para el tratamiento de taquiarritmias ventriculares.

Adenosina: tratamiento taquicardia paroxística supraventricular (TPSV).

Verapamil: tratamiento TPSV.

Betabloqueadores (ejemplo: propanolol): control de la frecuencia cardíaca en taquiarritmias (ventriculares y supraventriculares).

Digitálicos (lanatósido C): alternativa en el tratamiento de la fibrilación auricular.

Drogas vasodilatadoras

Este grupo de drogas, mediante diferentes mecanismos, relaja el músculo liso de los vasos sanguíneos, aumentando su diámetro, es decir, produciendo vasodilatación y, a través de este efecto, bajan la presión arterial. De este grupo cabe destacar:

Nitroglicerina

Es un vasodilatador fundamentalmente venoso, que se administra en forma endovenosa en infusión o pequeños bolos, oral o sublingual. Su efecto produce disminución de la presión arterial, pero sobre todo, vale la pena destacar que al disminuir el volumen de sangre que regresa al corazón y al vasodilatar los vasos coronarios, es de gran utilidad en el control y prevención de la isquemia miocárdica y de su manifestación clínica que es la angina (dolor de pecho).

Nitroprusiato de sodio

Es una droga extremadamente potente, por lo que su uso se realiza en infusión continua y bajo monitorización estricta y continua de la presión arterial. Se usa en condiciones de emergencia hipertensiva o de insuficiencia cardiaca grave, en manejo hemodinámico en cardiocirugía y en hipotensión controlada en neurocirugía (aneurismas intracerebrales).

Hidralazina

Es otro vasodilatador potente pero de duración mucho mayor que el nitroprusiato; también se usa en situaciones de hipotensión no controlada.

Urapidil

Antihipertensivo vasodilatador, se usa en el tratamiento de crisis hipertensivas, en la hipertensión arterial en el perioperatorio, especialmente en neurocirugía y cirugías cardíacas en adultos y niños.

Labetalol

Es vasodilatador y betabloqueador (2 mecanismos a través de los cuales baja la presión), también se usa en el tratamiento de crisis hipertensivas y en la hipertensión arterial en el perioperatorio, especialmente en neurocirugía porque no altera el flujo sanguíneo cerebral (para detalles ver capítulo de fisiología cerebral).

La **Tabla 11.2.** resume las formas de presentación y dosis de las drogas vasodilatadoras usadas más habitualmente en clínica.

Tabla 11.2. Formas de administración y dosis de las drogas vasodilatadoras usadas más habitualmente en clínica		
Droga	Presentación	Dosis
Nitroglicerina	50 mg	Infusión: 50 mg/250ml 0,5-8 µg/kg/min
Nitroprusiato	50 mg	Infusión: 50 mg/250ml 0.1-2 µg/kg/min
Labetalol	200 mg	Infusión: 1-2 mg/min bolo: 5- 20 mg
Urapidil	50 mg	Infusión: 60-180 mg/h bolo: 25 mg en 20 seg

Lectura recomendada:

Emilio Santelices C. Drogas vasoactivas. *Medwave* 2001;1(1): e1123 doi: 10.5867/medwave.2001.01.1123

Capítulo 12

Anestésicos locales

Dr. Andrés Vallete Fuentes

Introducción

La anestesia local corresponde a la pérdida de sensación en una región del cuerpo causada por una disrupción del impulso o propagación nerviosa. En la práctica clínica este efecto es producido por ciertos fármacos y su efecto tiene una recuperación habitualmente espontánea, predecible y completa. Los anestésicos locales pueden suprimir la sensación tras su aplicación tópica, inyección periférica, cerca de los plexos y troncos nerviosos, subaracnoidea o epidural. Adicionalmente tienen un rol en el tratamiento de algunas arritmias y en disminuir la respuesta traqueal a la intubación.

En el siglo XIX el primer anestésico local conocido y utilizado en medicina fue la cocaína, de la familia de los aminoésteres. La cocaína no se utiliza actualmente por su toxicidad. Posteriormente en 1943 se sintetizó la lidocaína, primero de la familia de las aminoamidas, que son las más utilizadas actualmente. Los anestésicos locales pueden ser clasificados según su estructura química (aminoésteres / aminoamidas) o su tiempo de acción (corta / mediana / larga).

Tabla 12.1. Clasificación según estructura química de anestésicos locales	
Aminoésteres	Aminoamidas
Cocaína	Lidocaína
Procaína	Bupivacaína
Clorprocaína	Levobupivacaína
Tetracaína	Ropivacaína
	Mepivacaína

Mecanismo de acción

Los anestésicos locales bloquean el inicio y la transmisión del impulso nervioso al inhibir los canales de sodio voltaje dependientes. En condiciones normales la célula neuronal tiene un potencial negativo en relación al líquido extracelular, generado por un flujo

de sodio hacia el exterior y potasio hacia el interior en una membrana relativamente permeable a potasio y relativamente impermeable a sodio. Ambos son iones positivos, pero con la predominancia del flujo de salida del sodio resultando en que la célula esté cargada negativamente en relación al espacio extracelular. Cuando el nervio es estimulado (excitación nerviosa) hay un aumento de permeabilidad a sodio que permite su entrada, disminuyendo el potencial transmembrana (diferencia de carga entre interior y exterior de la célula). Cuando se alcanza un punto crítico o potencial de acción se genera un rápido flujo de sodio hacia el interior de la célula, resultando en la despolarización nerviosa. Desde el punto de vista fisiológico, los anestésicos locales bloquean la conducción al disminuir la velocidad de despolarización en respuesta a la excitación, previniendo que se alcance el potencial de acción.

Los anestésicos locales pueden también unirse y bloquear otros canales iónicos produciendo una gran variedad de complejas alteraciones celulares.

Duración

Todos los anestésicos locales tienen un período de latencia (tiempo antes de iniciar su efecto) y luego un tiempo de duración de dicho efecto. Estos tiempos son distintos según el tipo de anestésico, su dosis y concentración. La vía de administración también afecta la temporalidad. Otra forma de modificar su actividad es utilizando vasoconstrictores. El uso de epinefrina en concentraciones de 1:200.000 (5 mcg/ml) en la solución de anestésico disminuye la velocidad de absorción y consecuentemente mejora la profundidad y duración. Además, tiene utilidad como marcador de seguridad, cerca de los nervios que se busca bloquear, hay vasos sanguíneos que se quiere evitar, por lo cual se puede usar una dosis de prueba (minidosis antes de la dosis total planeada) que en el caso de ser inyectados en el intravascular produciría efectos hemodinámicos (aumento de frecuencia cardíaca y presión arterial).

A continuación se presentan dos tablas que muestran tiempo de duración y concentración habitual de algunos anestésicos locales bajo distintas modalidades de administración.

Tabla 12.2. Concentración y tiempo de duración en infiltración local			
Fármaco	Concentración (%)	Duración (min)	
		Solución simple	Con adrenalina
Procaína	1-2	20-30	30-45
Clorprocaína	1-2	15-30	30
Lidocaína	0,5-1	30-60	120
Bupivacaína	0,25-0,5	120-240	180-240
Ropivacaína	0,2-0,5	120-240	180-240

Tabla 12.3. Concentración, tiempo de inicio y duración en bloqueos de nervio periférico

Fármaco	Concentración habitual (%)	Tiempo de inicio (min)	Duración habitual (min)
Lidocaína	1-2	10-20	120-240
Bupivacaína	0,2-0,5	20-30	360-720
Levobupivacaína	0,25-0,5	20-30	360-720
Ropivacaína	0,2-0,5	20-30	360-720

Toxicidad por anestésicos locales

La intoxicación sistémica por anestésicos locales (ISAL) es un evento adverso potencialmente mortal, secundario a concentraciones plasmáticas elevadas de anestésico local debido a una inyección intravascular inadvertida o una alta absorción. Los principales órganos que sufren por la toxicidad sistémica de anestésicos locales son el corazón y el cerebro. Tiene una incidencia estimada de 0,03%.

La concentración plasmática de anestésicos locales es multifactorial, los más importantes son la dosis y sitio de inyección. Factores de riesgo del paciente incluyen: edad avanzada, insuficiencia cardiaca, enfermedad coronaria, trastornos de conducción cardiaca, enfermedades metabólicas o hepáticas, baja concentración de proteínas plasmáticas, acidosis, y uso de ciertos medicamentos.

La presentación clínica de este cuadro es variable. Lo más frecuente es aparición de signos neurológicos (68-77%); un tercio de los casos inician con síntomas neurológicos para progresar a manifestaciones cardiovasculares y un 20% se presentan con manifestaciones cardiovasculares aisladas.

Entre sus efectos neurológicos se describe inicialmente un bloqueo de vías inhibitorias, lo que genera signos clínicos asociados a mecanismos excitatorios cerebrales como temblor, alteraciones visuales y sensoriales (parestesia perioral, sabor metálico, *tinnitus* o como se denomina coloquialmente un pitido en los oídos), confusión, agitación y convulsiones. A medida que aumenta la concentración de anestésico local en la sangre se interrumpen también las vías excitatorias produciendo alteración de conciencia, coma y apnea.

Las manifestaciones cardiovasculares incluyen trastornos de la conducción (bradicardia o asistolia) y del ritmo cardiaco (arritmias ventriculares), disminución de la contractilidad miocárdica y disminución del tono vascular (hipotensión). La reanimación cardiopulmonar es particularmente difícil en estos pacientes y pueden no responder adecuadamente a los protocolos ACLS (sigla en inglés para soporte vital avanzado), por lo que el manejo es distinto a otros escenarios de paro cardiaco.

Recomendaciones prácticas

Se recomienda en caso de usar anestésicos locales en dosis potencialmente tóxicas establecer un plan y disponer de un *kit* para su manejo con instrucciones de uso. Hay distintas estrategias para reducir el riesgo, como: utilizar la dosis mínima necesaria para bloqueos regionales, considerar utilizar un marcador farmacológico como epinefrina 5 mcg/ml, aspirar la jeringa previo a cada inyección para observar eventual reflujo de sangre, inyección fraccionada de la dosis total, observar signos clínicos de toxicidad entre cada inyección y advertir al paciente sobre los mismos (sabor metálico en la boca, *tinnitus*) de modo que el mismo lo reporte.

Es muy importante detectar un episodio en caso de que se presente para poder manejarlo adecuadamente. Para esto se recomienda tomar las siguientes medidas al administrar anestésicos locales:

- Utilizar monitoreo estándar recomendado por la sociedad americana de anestesiología.
- Contar con una vía venosa.
- Monitorizar al paciente durante y después de completar la inyección. Las manifestaciones clínicas de toxicidad podrían demorar hasta 30 minutos en aparecer.
- Comunicarse frecuentemente con el paciente para detectar síntomas de toxicidad.
- Considerar ISAL en cualquier paciente con estado mental alterado, síntomas neurológicos o inestabilidad cardiovascular luego de anestesia regional.

Es aconsejable tener fácil y rápido acceso una lista de chequeo de manejo de ISAL. En caso de presentarse un episodio se debe empezar con suspender la administración del anestésico local y pedir ayuda. La administración precoz de emulsión lipídica al 20% es prioritaria luego del manejo de la vía aérea. Se debe considerar que posterior a la resolución del episodio el paciente debe permanecer monitorizado algunas horas.

Tabla 12.4. Lista de chequeo para manejo de intoxicación sistémica por anestésicos locales	
Pedir ayuda	
Manejo inicial	Manejo de la vía aérea: ventilar con oxígeno al 100%. Suprimir convulsiones: preferir benzodiazepinas (midazolam, diazepam, etc); evitar el uso de propofol en pacientes con inestabilidad hemodinámica. Alertar al centro más cercano con capacidad de <i>bypass</i> cardiopulmonar.
Manejo de arritmias	Soporte vital cardiovascular básico y avanzado (BLS y ACLS); requerirán ajuste de medicamentos y esfuerzo prolongado. Evitar el uso de vasopresina, bloqueadores de canales de calcio, bloqueadores beta adrenérgicos y anestésicos locales. Reducir dosis individuales de epinefrina a <1 mcg/kg.
Terapia con emulsión lipídica 20%	Administrar un bolo 1,5 ml/kg en 1 minuto. Mantener una infusión continua 0,25 ml/kg/min. Repetir el bolo una o dos veces en caso de colapso cardiovascular persistente. Duplicar la velocidad de infusión a 0,5 ml/kg/min en caso de hipotensión persistente. Continuar infusión por al menos 10 minutos después de alcanzar estabilidad hemodinámica. Límite recomendado: aproximadamente 10 ml/kg de emulsión lipídica durante los primeros 30 minutos.
Registrar evento	En los sitios web www.lipidrescue.org .

Lecturas recomendadas:

<https://www.nysora.com/foundations-of-regional-anesthesia/complications/local-anesthetic-systemic-toxicity/>

<http://www.csen.com/checklist.pdf>

PARTE III
CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Capítulo 13

Evaluación preanestésica

Dra. Macarena Muñoz Villagra

Introducción

La anestesiología es la ciencia médica que se ocupa del alivio del dolor y el cuidado global del paciente quirúrgico antes, durante y después de la cirugía.

La evaluación preanestésica es un acto médico en el que se evalúa y determina en forma objetiva la condición de un paciente que será sometido a un acto anestésico. Forma parte de un proceso organizado y diseñado para proveer el cuidado anestésico seguro, humano, eficiente y eficaz al paciente que será intervenido quirúrgicamente.

La evaluación preanestésica cumple un papel fundamental, permitiendo optimizar el estado preoperatorio del paciente, identificar aquellas alteraciones que pudieran causar complicaciones y planificar el tratamiento perioperatorio más apropiado, además de reducir los riesgos asociados a la anestesia.

Dicha evaluación será realizada a todos los pacientes programados electivamente para cirugía o procedimientos bajo anestesia general, regional y/o sedación. En casos de pacientes en riesgo vital y que no vengán acompañados, la evaluación preanestésica se realizará sólo considerando datos aportados por la ficha clínica, examen físico y exámenes complementarios.

La evaluación preanestésica puede efectuarse en un período de tiempo muy variable, dependiendo de diversos factores, como las características demográficas del paciente, sus condiciones clínicas, el tipo y la invasividad del procedimiento, etc. Se puede realizar en el policlínico el día previo a la cirugía en los pacientes, en la habitación del paciente o en la sala de preanestesia (antes del procedimiento).

Clasificación ASA

La evaluación preanestésica es un procedimiento fundamental en la práctica clínica segura por su impacto en la reducción de la morbimortalidad. A su vez esto permite un mayor grado de satisfacción usuaria al cumplir con las expectativas del paciente con relación a la oportunidad de la intervención requerida, disminuyendo las suspensiones quirúrgicas. Para estratificar el tipo de paciente a derivar se utiliza la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA). Se derivarán a policlínico de anestesia a los pacientes ASA II, III y IV (**Tabla 13.1.**).

Tabla 13.1. Clasificación ASA		
	Definición	Ejemplos
ASA 1	Paciente sano	
ASA 2	Paciente con algunas alteraciones sistémicas leves a moderadas, que no producen incapacidad o limitación funcional.	HTA controlada, anemia, tabaquismo, diabetes, controlada, asma, embarazo, obesidad, edad < de 1 año.
ASA 3	Paciente con alguna alteración sistémica grave, que produce limitación funcional definida y en determinado grado.	Angor (angina de pecho), HTA no controlada, diabetes no controlada, asma, EPOC, historia de IAM, obesidad mórbida.
ASA 4	Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante que constituye una amenaza constante para la vida y que no siempre puede corregir por medio de la cirugía.	Angor inestable, insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca global, hepatopatía, insuficiencia renal.
ASA 5	Pacientes terminales o moribundos, con supervivencia de vida no superior a 24 horas con o sin tratamiento quirúrgico.	
ASA 6	Paciente con muerte cerebral.	
E	Se agrega la letra a cualquier cirugía de emergencia	

Durante la evaluación preanestésica se efectúa una entrevista y evaluación clínica, solicitud de exámenes o estudio complementario, se propone un manejo médico o premedicación si corresponde. Se registra en la ficha clínica (papel o electrónica) los requerimientos especiales (cama UCI, equipamiento en caso de vía aérea difícil, etc.). Durante esta entrevista se debe comunicar al paciente y/o familiar responsable el plan anestésico, con sus posibles riesgos y complicaciones asociadas, respondiendo todas las dudas que se generen.

Historia y examen físico

La historia y el examen físico son los componentes más importantes de la evaluación preanestésica. Los exámenes complementarios siempre son un elemento secundario.

La historia debe incluir una completa revisión por sistemas (especialmente cardiovascular y pulmonar), un listado de medicamentos utilizados (regular o esporádicamente), el consumo de drogas (alcohol, tabaco y otras drogas), antecedentes de alergia (medicamentos, alimentos, látex), historial médico, quirúrgico, anestésico y capacidad funcional (tolerancia al ejercicio). Para este efecto se sugiere la elaboración de cuestionarios, ya que mejoran la eficiencia de la entrevista.

El examen físico debe incluir los signos vitales, un examen general cardiovascular y pulmonar, un examen selectivo según la información obtenida en la historia. El peso

y la estatura determinan el índice de masa muscular que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos: corresponde al peso en kilogramos, dividido por el cuadrado de la altura en metros (kg/m^2).

Además, es importante el examen de la vía aérea superior para evaluar la existencia de factores de riesgos vinculados a la ocurrencia de una eventual dificultad en la intubación. Al respecto, se han descrito diferentes parámetros clínicos y antropométricos que pudieran estar relacionados con una intubación difícil que incluyen:

- La clasificación de Mallampati (visibilidad de la úvula).
- La distancia tiromentoniana (menor a 3 traveses de dedo).
- La abertura bucal (distancia interincisivos menor a 3 cm).
- Incisivos inferiores prominentes en relación a superiores.
- Largo y grosor del cuello (corto y grueso).
- El puntaje de riesgo de Wilson (número de hasta 10 puntos que usa factores de peso, movilidad de cabeza y cuello, movimiento mandibular, retroceso mandibular y dientes muy grandes y extruidos).
- La evaluación clínica de la flexo-extensión del cuello complementa la exploración física de la vía aérea superior.

Con estos datos puede hacerse una determinación del riesgo basados en la edad del paciente, la clasificación de ASA, el tipo de cirugía (mayor versus menor) y la naturaleza de la misma (emergencia versus electiva).

Los exámenes complementarios de laboratorio, imágenes u otros deben ser solicitados de acuerdo a los antecedentes y hallazgos del examen físico (a menos que exista un protocolo institucional). Para los pacientes que presentan alguna patología conocida, se agregarán los exámenes de laboratorio pertinentes a esa enfermedad y a sus complicaciones asociadas.

En cuanto a la vigencia de los exámenes preoperatorios, se acepta como válido hasta los 6 meses posteriores de su realización, excepto en los casos en que la condición evaluada pueda haber cambiado de manera importante, en cuyo caso se sugiere actualizarlos.

Ayuno

Durante la anamnesis debe preguntarse por antecedentes de reflujo gastroesofágico, disfagia u otras alteraciones de la motilidad gastrointestinal, así como por trastornos metabólicos (diabetes *mellitus*) o de otro tipo (embarazo, íleo, obstrucción intestinal, trauma), que pudiesen aumentar el tiempo de vaciamiento gástrico y aumentar el riesgo de regurgitación y aspiración.

Si la evaluación preanestésica se hace antes del día de la intervención, debe instruirse al paciente sobre el período de ayuno y las posibles consecuencias de su incumplimiento. Si el paciente informa no haber cumplido los períodos de ayuno recomendados, el anestesiólogo deberá evaluar el riesgo versus el beneficio de realizar un procedimiento electivo. Las exigencias de ayuno han ido disminuyendo en el transcurso de los últimos

años, lo que implica varias ventajas, como mejorar el bienestar del paciente, evitar la hipoglicemia y la deshidratación. Los pacientes pediátricos tienen mayor riesgo de aspiración y los geriátricos menor riesgo de aspiración que los adultos.

Las recomendaciones siguientes (ASA) sobre el ayuno son válidas para procedimientos electivos realizados bajo anestesia general, anestesia regional, sedación o vigilancia monitorizada. No son válidas en situaciones de emergencia. Las recomendaciones de ayuno no deben ser relajadas si el procedimiento no es con anestesia general, porque las operaciones se sabe cuando empiezan, pero no cuando ni como terminan. La Tabla 13.2. resume las recomendaciones de ayuno de el ASA.

Tiempo de ayuno	Alimentos
2 horas	Líquidos claros: agua, jugo sin pulpa o celdillas, té o café (NO alcohol)
4 horas	Leche materna
6 horas	Leche corriente
6 horas	Alimentos livianos
8 horas	Alimentos ricos en grasas : carnes, frituras, etc.

Educación del paciente

Cuando la evaluación preanestésica puede realizarse en las Unidades de Evaluación Preoperatoria, el anestesiólogo tiene la posibilidad de analizar con el paciente las alternativas en relación a la técnica anestésica, el cuidado intraoperatorio (uso de monitorización hemodinámica invasiva, uso de tecnologías para disminuir el uso de transfusiones, etc.) y el cuidado posoperatorio (necesidad de ventilación mecánica, manejo del dolor, etc.).

El contacto personal con el anestesiólogo en la evaluación preanestésica constituye una parte fundamental en la creación de una satisfactoria relación médico-paciente, ayudando a reducir la ansiedad del paciente antes de la cirugía. Una buena evaluación anestésica puede tener sobre el enfermo un efecto tanto o más tranquilizador que un ansiolítico, evitando generalmente el uso de psicofármacos en el preoperatorio. El momento de la entrevista puede servir para registrar un consentimiento informado sobre las técnicas anestésicas a utilizar y el manejo del dolor en el posoperatorio, según las disposiciones de cada institución. En muchas oportunidades el paciente no está en condiciones de hacerlo por la gravedad de su enfermedad o por falta de discernimiento o competencia (niños, ancianos, bajo nivel educacional, etc.).

Se recomienda la confección de una hoja de registro de evaluación preanestésica que sea adecuada para servicio y congruente con el tipo de pacientes que se atiende en cada institución.

Criterios de derivación a policlínico de anestesia o interconsulta para evaluación

Existe una serie de factores de riesgo relacionadas con enfermedad cerebro-vascular, insuficiencia renal crónica, diabetes *mellitus* insulino requiriente, factores de riesgo cardiovascular (historia de cardiopatía isquémica o insuficiencia cardiaca) etc., que deben ser específicamente evaluados, como se detalla en la siguiente lista:

- Condiciones cardiacas activas:
 - Insuficiencia cardiaca descompensada
 - Infarto agudo de miocardio reciente (6 meses)
 - Arritmias con frecuencia ventricular > 100 lpm
 - Bradicardias de alto grado (BAV 2º grado Mobitz II o BAVC).
- Que se someta a cirugía vascular mayor y que tenga más de 2 factores de riesgo clínico.
- Pacientes revascularizados con *stent* o cirugía de revascularización miocárdica en especial los usuarios de terapia antiagregante plaquetaria combinada.
- Niños o adultos portadores de genopatías o síndromes genéticos que requieren consideraciones anestésicas especiales.
- Portadores de predictores de vía aérea difícil.
- Antecedentes o sospecha de alergia al látex
- Pacientes con sospecha o antecedentes de Hipertermia Maligna (HTM):
 - Usuarios de marcapasos, desfibriladores o resincronizadores
 - Pacientes obesos mórbidos con IMC > 40
 - Pacientes con patología ventilatoria severa

Consideraciones prácticas

A continuación se expone la hoja de evaluación preanestésica que se usa en el Hospital de Urgencia Asistencia Pública (**Figura 13.1.**).


Validación Evaluación Preanestésica
 Dr(a)..... Firma.....

RUT

N° FICHA

FECHA

HORA



**EVALUACIÓN ANESTÉSICA
PRE OPERATORIA**

I IDENTIFICACIÓN			
NOMBRE: _____		SEXO <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	EDAD <input type="text"/> <input type="text"/>
DIAGNOSTICO: _____			
HECHO IMPORTANTE:			
II. CONDICIONES GENERALES			
PESO <input type="text"/> <input type="text"/>	TALLA <input type="text"/> <input type="text"/>	VENAS <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M	T° <input type="text"/> <input type="text"/>
F.C. <input type="text"/> <input type="text"/>	F.R. <input type="text"/> <input type="text"/>	NUTRICIÓN IMC <input type="text"/> <input type="text"/>	ALT. CONC. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
P.A.R.T. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	SAT. <input type="text"/> <input type="text"/>	HIDRAT. <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M	ACC. TRANS. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
S. VESIC. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	S.N.G./S.N.Y. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	COND. INTUB. DTM <input type="checkbox"/>	HRS. AYUNO <input type="text"/> <input type="text"/>
		MALLAMPATI <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/>	CAPRINI <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> A
III. ANTECEDENTES		IV. EXÁMENES**	
A) Si No RESPIRATORIOS	D) Si No CARDIOVASCULAR	G) Si No RENAL Y GENITO-UR.	Hto. _____
1 <input type="checkbox"/> Tos	1 <input type="checkbox"/> Coronario	1 <input type="checkbox"/> Nefropatía	Bcos. _____
2 <input type="checkbox"/> Espect.	2 <input type="checkbox"/> Arritmias		Pla. _____
3 <input type="checkbox"/> E. obstructiva	3 <input type="checkbox"/> Valvular		G. _____
4 <input type="checkbox"/> E. restrictiva	4 <input type="checkbox"/> I.C.	H) Si No ANTEC. QUIRURG.	N.U.S. _____
5 <input type="checkbox"/> Disnea	5 <input type="checkbox"/> H.T.A.	1 <input type="checkbox"/> Intervenciones	Na ⁺ / K ⁺ _____
6 <input type="checkbox"/> T.B.C. COVID	6 <input type="checkbox"/> Venosos	2 <input type="checkbox"/> problemas Anest.	HCO3 _____
7 <input type="checkbox"/> Inf. Resp. Ag.	7 <input type="checkbox"/> Discrasia		pCO2 _____
CF <input type="checkbox"/> ANGOR <input type="checkbox"/> SINCOPE <input type="checkbox"/>			pO2 _____
			pH _____
B) Si No METAB. Y GRALES.	E) Si No NEURO-PSIQ.	I) ANTEC. GINECOOBST.	BE _____
1 <input type="checkbox"/> Diabetes	1 <input type="checkbox"/> ENF. S.M.	1 <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> A	Billirub. T. _____
2 <input type="checkbox"/> Ictericia	2 <input type="checkbox"/> Epilepsia	2 F.U.R. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Transamin. _____
3 <input type="checkbox"/> Ref. G.E.	3 <input type="checkbox"/> A.V.E.		Protromb. _____
4 <input type="checkbox"/> Obesidad	4 <input type="checkbox"/> Cefalea	J) Si No ALÉRGIAS	INR _____
5 <input type="checkbox"/> Tiroides	5 <input type="checkbox"/> Periféricos	<input type="checkbox"/> Medicamentos	TTPA _____
6 <input type="checkbox"/> Edemas	6 <input type="checkbox"/> Hipoac. Ceguera o Mud.	<input type="checkbox"/> Alimentos	Albumina _____
7 <input type="checkbox"/> Baja Peso		<input type="checkbox"/> Látex	ECG _____
C) Si No HÁBITOS	F) Si No MEDICAMENTOS	K) Si No ANTEC. FAM/MIOPATÍA	RX Tórax _____
<input type="checkbox"/> Alcohol		<input type="checkbox"/>	OTROS _____
<input type="checkbox"/> Tabaco		L) Si No ANTEC. DENTALES	
<input type="checkbox"/> Drogas		<input type="checkbox"/>	
V. INMEDIATOS		VI. OBSERVACIONES /MONITORIZACIÓN	
1 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Infarto <6 m.	1 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Tl. Anticoag. Enteral	1 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No I. Renal	GRUPO DE SANGRE <input type="checkbox"/> AB I <input type="checkbox"/> A II <input type="checkbox"/> B III <input type="checkbox"/> O IV + Rh - ASA: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> u
2 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Alta <1 m.	2 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Con Antibióticos	2 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No I. Cardíaca	
3 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No TEC <7 d.	3 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Prótesis dental u otra	3 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No I. Respiratoria	
4 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Fract. <1 m.	4 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Transfusión	4 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No I. Hepática	
5 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Neumonía <3 m.	5 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Drogas de apoyo	5 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No I. Vascular	
6 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Ingest. Alcohol	6 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Carga analgesia	6 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Shock	
7 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Drogadicción	7 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Diarrea o vómito	7 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Coma	
8 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Puerperio	8 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Marcapaso	8 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No C.I.D.	
9 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Embarazo N° sem	9 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No En Vent. Mec.	9 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Politraumat.	
		0 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Col. Vent. Inest.	
NOMBRE ANESTESISTA: _____		FIRMA: _____	

Figura 13.1. Hoja de evaluación preanestésica.

Lectura recomendada:

Ricardo Fuentes, Claudio Nazar, Patricio Vega, Camila Stuardo, Angela Parra & Waldo Merino. *Recomendaciones Clínicas de la Sociedad de Anestesiología de Chile sobre Evaluación Preoperatoria*. 2017.

Capítulo 14

Estación de trabajo de anestesia

Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

La máquina de anestesia es, en estricto rigor, una estación de trabajo donde convergen dispositivos con cuatro objetivos:

- Administración de oxígeno.
- Administración de gases anestésicos.
- Ventilación mecánica.
- Minimizar los riesgos del paciente y del equipo.

En su sentido funcional más básico, debe ser capaz de entregar una mezcla de los gases que se utilizan durante la anestesia, en una concentración conocida, y con la mayor seguridad posible. Un funcionamiento defectuoso de la máquina de anestesia puede provocar secuelas graves en el paciente e incluso su muerte.

La disposición básica de los componentes internos de una máquina de anestesia es la de dos circuitos en serie: uno de alta presión y uno de baja presión. El de alta presión se refiere a los balones de gases conectados a la máquina (2000 psi) y la red de gases médicos hospitalarios. Esos gases ingresan a la máquina y su presión es regulada para funcionar alrededor de 50 psi. El de baja presión es aquel donde están dispuestos en serie: los flujómetros, vaporizadores, el ventilador y la salida de gases hacia el paciente.

Una máquina de anestesia moderna dispone de varios sistemas de seguridad para evitar administrar al paciente una mezcla de gases hipóxica (con baja proporción de oxígeno). Por ejemplo:

- No se puede conectar la manguera de alimentación de oxígeno de la máquina de anestesia al balón de óxido nitroso o a la red central de aire.
- No se puede instalar un cilindro auxiliar de óxido nitroso en el lugar del de oxígeno.
- Si la red central de oxígeno tiene baja presión suena una alarma.
- No es posible abrir el flujómetro de óxido nitroso sólo, porque automáticamente se abre también el de oxígeno produciendo una mezcla no hipóxica.

A pesar de la existencia de todos estos sistemas de seguridad que ayudan a prevenir la administración de una mezcla de gases hipóxica, el único instrumento que nos

permitirá detectarla, en cualquier circunstancia, es el oxímetro en línea. Se trata de un analizador de proporción de O₂ de la mezcla de gases que inspira el paciente, ubicado en el circuito anestésico.

Suministro de gases

La máquina de anestesia se alimenta con 3 gases, oxígeno (O₂), óxido nitroso (N₂O) y aire. No en todos los centros se dispone de N₂O, porque su uso está en controversia con la nueva generación de agentes anestésicos. Estos gases tienen dos fuentes de origen: la red central y los cilindros auxiliares. En general se utilizan los cilindros auxiliares de O₂ y N₂O y, aunque es posible conectar un cilindro de aire a la máquina de anestesia, lo más frecuente es que esta se alimente de aire sólo a través de la red central. Los cilindros sirven como fuente de entrega cuando la red central falla; si esta está disponible los primeros deben permanecer cerrados, y constituir un sistema de reserva.

Los cilindros de las máquinas de anestesia son del tipo E (formato mediano). Tienen un volumen interno de 4,8 litros. Cuando un cilindro de O₂ está lleno, almacena aproximadamente 650 L de oxígeno gaseoso comprimido en fase líquida.

Otro factor que ayuda a conservar la conexión correcta de los cilindros a la máquina de anestesia, es el color de los cilindros: oxígeno verde, óxido nitroso azul y aire amarillo.

Flujómetros

Son dispositivos que permiten controlar el flujo de gases (O₂, N₂O, aire) que será administrado al paciente de modo preciso (ejemplo: 0,8 L por minuto, 2 L por minuto) (**Figura 14.1.**). En las máquinas tradicionales están formados por un tubo de vidrio recubierto de plástico; la entrada de los gases es por la base, donde se encuentra la válvula que se gira para determinar el flujo, y sale por su parte alta. En el interior se encuentra un flotador que se moviliza según el flujo, equilibrándose su peso con la fuerza del flujo (rotámetros). Las máquinas más modernas suelen disponer de flujómetros digitales, sin embargo, se respeta visualmente la forma tradicional del flujómetro de vidrio, no por una necesidad técnica, sino más bien por la costumbre de su uso.

Hay condiciones clásicas con respecto a los flujómetros que deben cumplirse:

- Cada tubo se regula para su propio flotador y no otro.
- La misma ubicación siempre (el oxígeno a la derecha).
- Conexión basal exclusiva para no intercambiar con otros flujómetros.
- Los tubos son fabricados y calibrados manualmente, por ello son de alto costo.
- La perilla del flujómetro de oxígeno es de color verde y de distinta forma y tamaño, para su reconocimiento al tacto.
- Aunque la perilla del flujómetro de O₂ se encuentre completamente cerrada, permanentemente se está liberando un flujo de O₂ mínimo que corresponde a 150 a 250 ml/min.

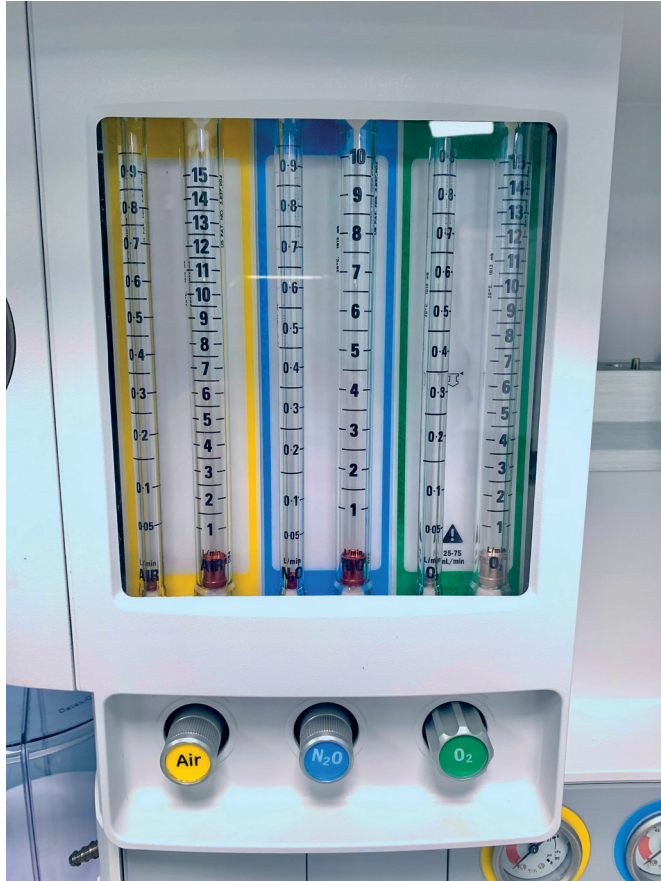


Figura 14.1. Flujómetros.

Vaporizadores

En la máquina de anestesia, los vaporizadores (**Figura 14.2.**) almacenan los anestésicos volátiles y controlan la magnitud de su evaporación, de modo de administrar un porcentaje de volumen preciso de vapor de anestésico volátil que se suma a la mezcla de gases frescos. Existen distintos tipos y diseños de vaporizadores, sin embargo, lo importante es que los modernos deben entregar un volumen exacto de anestésico volátil en diversas condiciones de flujos de gases frescos, temperatura ambiental, presión ambiental y presión del circuito anestésico. Esto no siempre ocurre, por lo que deben ser mantenidos y calibrados periódicamente.

Cada agente anestésico volátil necesita de un vaporizador propio, que está diseñado y calibrado para ser usado con un agente específico. Por ejemplo, el vaporizador de isoflurano no puede ser utilizado con sevoflurano o halotano.

Las máquinas de anestesia modernas impiden mantener abiertos dos o más vaporizadores en forma simultánea. Al abrir un vaporizador se activa un sistema que bloquea la apertura de los otros.



Figura 14.2. Vaporizadores.

Absorbente de dióxido de carbono (CO₂)

Una vez que los gases salen del vaporizador, se dirigen por un tubo común hacia el sistema que absorbe el dióxido de carbono presente en los gases exhalados. Se trata de un depósito llamado canister (**Figura 14.3.**) que almacena un producto en gránulos llamado cal sodada, que absorbe específicamente el anhídrido carbónico del sistema. El CO₂ es eliminado del circuito respiratorio al ser absorbido por la cal, es removido selectivamente sin afectar la composición de los otros gases. El estado de estos gránulos debe ser revisado periódica y regularmente, pues la cal sodada cambia de color, de blanca a lila, al momento de agotarse su propiedad de absorber CO₂. Cuando los gránulos en la parte alta del canister cambian de color, este debe ser removido de la máquina de anestesia para insertar otro con cal sodada nueva.



Figura 14.3. Canister con cal sodada en su interior.

Circuito anestésico

Luego de pasar por el canister, los gases se dirigen al paciente a través de la válvula unidireccional inspiratoria y la manguera inhalatoria. En el lado espiratorio se encuentra la válvula unidireccional espiratoria y la válvula de limitación de presión ajustable (APL). Estas válvulas aseguran un flujo unidireccional en los extremos inspiratorio (hacia el paciente) y espiratorio (desde el paciente) respectivamente, del circuito anestésico.

La válvula APL o válvula *pop off* controla la liberación de gas desde el circuito respiratorio al sistema de recolección y por lo tanto también regula la presión en el circuito respiratorio, lo anterior durante la ventilación espontánea o manual (con la bolsa).

Sistema recolector

Hasta hace un tiempo atrás las máquinas de anestesia emitían sus gases de desecho dentro del ambiente del pabellón.

En la actualidad se exige que cuenten con un sistema recolector para coleccionar y eliminar los gases que exceden de la ventilación del paciente. Estos gases vienen de la válvula APL, en caso que el paciente se encuentre ventilando espontáneamente o se le esté ventilando manualmente con bolsa o de la válvula de escape del respirador cuando el paciente está en ventilación mecánica.

Revisión de la máquina de anestesia

Tabla 14.1. Lista de chequeo de la máquina de anestesia	
Conexión eléctrica y encendido	<p>Conexión a la red eléctrica y verificación de señal que está cargando la batería, y no que esté funcionando con la batería. Cuando una máquina de anestesia se encuentra desconectada de la red eléctrica aparece en su frontis una señal que indica que está funcionando con batería. Esta señal desaparece al conectarla a la corriente eléctrica, apareciendo una nueva señal que así lo indica.</p> <p>Al encender la máquina automáticamente se activa una pantalla donde se visualizarán los parámetros con que funcionará el respirador, los límites de las alarmas, las presiones de la vía aérea y la composición de los gases que se están utilizando.</p>
Armado de componentes desechables	<p>Conectar los componentes desechables que se cambian para cada paciente y verificar integridad de circuito anestésico. Conectar a la máquina de anestesia y verificar que se encuentren en perfecto estado: manguera corrugada inspiratoria, manguera corrugada espiratoria, bolsa con o sin alargador, conexión en Y y codo, conexión para capnógrafo y conectar mascarilla facial .</p>
Prueba de sellado de la máquina	<p>Para probar su indemnidad y funcionamiento correcto en las máquinas antiguas se debe realizar una prueba estática (sellar la salida y ver si filtra manteniendo la presión a 30 cmH2O) y una dinámica (probar con el ventilador mecánico funcionando). Las máquinas modernas disponen de protocolos de revisión automatizados, que es necesario realizar al menos una vez al día, y un protocolo automatizado de revisión de fugas que debe realizarse antes de cada anestesia.</p>
Revisar canister	<p>Verificar que la cal sea de color blanquecino; si gran parte de ella es violeta, muy probablemente habrá perdido su capacidad de absorber CO₂ por lo que debe cambiarse y anotar la fecha de recambio. Debe consultarse y/o avisar al anesthesiologo en relación a este cambio, ya que la máquina debe volver a probarse luego de realizado.</p>
Revisar vaporizadores	<p>El vaporizador cuenta con marcas de llenado mínimas y máximas entre las que debe fluctuar el nivel del agente anestésico halogenado.</p>
Probar flujómetros	<p>Abrir los flujómetros, verificar su integridad, verificar la presencia de gas en cada uno de ellos.</p>
Probar cilindros auxiliares	<p>Inspeccionar la máquina de anestesia verificando la presencia de cilindros auxiliares de oxígeno y óxido nitroso. Igualmente verificar que cuelgue de ella la llave que permite abrir estos balones.</p>
Verificar conexión a sistema de evacuación	<p>Las máquinas de anestesia deben permanecer conectadas a la red central de aspiración del hospital para evacuar los gases excedentes de la ventilación del paciente fuera del pabellón de modo de evitar la contaminación del ambiente de pabellón con N₂O o con agentes anestésicos halogenados.</p>

Lecturas recomendadas:

John. F. Butterworth (Ed). Chapter 4: The anesthesia workstation. *Morgan and Mikhail's, Clinical Anesthesiology*: Sixth edition.

N. Nathan & T. C. Krejcie. Capítulo 14: La estación de trabajo de anestesia. Paul G. Barash (Ed.). *Fundamentos de anestesia clínica*.

Capítulo 15

Enfermería en pabellón

EU. Claudio Hayden Montoya
EU. Paz Pinto Amaya

Introducción

En este capítulo se intentará desglosar la importancia de la buena *praxis* y roles del enfermero/a de pabellón, como parte de un equipo integrado y multidisciplinario.

“El todo es más que la suma de todas las partes” este principio psicológico base de la teoría de Gestalt. Postula que al sumar las partes, emergen elementos que por separado no se percibían. La suma de los integrantes, sus acciones, su conocimiento, su racionalización y pensamiento crítico de su actuar, más su ética profesional, entre otros elementos, darán como resultado el proceso quirúrgico del paciente.

Lista de chequeo (*check list*) de ingreso a pabellón

Momento previo al ingreso de paciente al pabellón, donde el enfermero evidencia si está debidamente preparado, siempre con la finalidad de disminuir el riesgo del proceso. Dependiendo de la complejidad del paciente, este llegará acompañado del auxiliar de servicio, TENS o enfermero a cargo de su cuidado. De no asistir el enfermero, este previamente debe llamar a su par de pabellón, para hacer entrega y presentación de los antecedentes relevantes del paciente y su hubiera algún hecho pendiente relacionado con él.

Se realiza una valoración céfalo caudal sistemática. Entre los aspectos más relevantes hay que destacar:

La última comida ingerida. Con la finalidad de conocer si cuenta con ayuno previo a cirugía y disminuir al mínimo posible el riesgo de aspiración de contenido gástrico a la vía aérea. Los pacientes de urgencia pueden operarse independientemente de las horas de ayuno, pero el hecho debe quedar registrado.

Higiene bucal. La cavidad oral mal aseada es un factor predisponente a posible migración de bacterias a la vía aérea baja, especialmente si el paciente será sometido a una anestesia general. Esta inspección busca además el retiro de posibles prótesis dentales removibles o piezas dentales sueltas, que suponen un riesgo de aspiración en el momento de la inducción anestésica.

Higiene corporal. El paciente no ambulatorio ni de urgencia debería recibir un baño con antiséptico (clorhexidina 2-4%), para lo que existe evidencia impacto en el riesgo de infección de herida operatoria. No es una práctica habitual.

Uñas pintadas. El esmalte azul o morado altera la correcta lectura de la saturometría por la frecuencia de onda de estos colores.

Ausencia de anillos, aros, pulseras o cadenas. La importancia de esto radica principalmente en que estos elementos pueden actuar como puente al momento del uso de cortecoadagulador electrocoagulación, pudiendo resultar en una quemadura por desviación de la energía al lugar donde se encuentra el artefacto.

Brazaletes de identificación. Medida costo efectiva que busca resguardar la identidad del usuario, dar seguridad en el actuar (disminuyendo posibles errores de identificación). Debe contener nombre, dos apellidos, RUT o número de ficha. De tratarse de un paciente transgénero, debe utilizarse su nombre social.

Ausencia de lentes de contacto. Estos sugieren un riesgo al no ser retirados (aparición de úlceras corneales).

Exámenes prequirúrgicos. Los cuales buscan asegurar parámetros que permitan un óptimo manejo (ex. hematológicos, pruebas de coagulación, química, función renal, electrocardiograma, si es que lo requiere, etc.). En muchas ocasiones no son necesarios (cirugía o procedimiento de bajo riesgo, paciente joven, por lo demás sano), pero si han sido solicitados y tomados, sus resultados deben estar disponibles.

Evaluación de ficha clínica. Es importante verificar en la hoja de enfermería: control de signos vitales, hemoglucotest en pacientes diabéticos o resistentes a insulina y medicamentos administrados. El consentimiento informado, el cual debe haber sido llenado por el cirujano y anestesiólogo (no médico en formación), en caso de existir consentimiento informado aparte para el acto anestésico; es una condición que deba estar completo para que el paciente sea ingresado a pabellón. Si el paciente no está en condiciones de firmar el documento, este debe ser llenado por el tutor legal designado o por los profesionales en caso de urgencia. Debe incluir la intervención a realizar, fecha, nombre completo y firma del paciente, nombre y firma de medico responsable.

Accesos venosos. Si hay vías venosas instaladas, estas deben estar permeables y seguras, vale decir que se encuentren sin signos de flebitis, bien adheridos a la piel, sin restos de sangre ni medicamentos en el circuito. Si va pasando alguna infusión con medicamentos, debe ir debidamente rotulada.

Preparación del pabellón para situaciones especiales

Alergia al látex

- Cirugía a primera hora, brazaletes de identificación.
- Informar al personal.
- Retirar todos los insumos que contengan látex y dejar los equipos necesarios al interior.
- Puerta del quirófano identificada “libre de látex”.
- Ventilación adecuada.

Hipertermia maligna

- Programar cirugía a primera hora.
- Máquina de anestesia: retirar vaporizadores.
- Dejar flujo de 10 litros por minuto de oxígeno durante 20 minutos (depende del modelo de la máquina).
- Insumos de rutina: los correspondientes a anestesia endovenosa total (TIVA).
- Insumos especiales: dantroleno, agua bidestilada, manitol.
- Puerta del quirófano identificada para restringir acceso.

Ingreso del paciente al quirófano

En general, una vez que el paciente ingresa a pabellón debe ser trasladado a la mesa quirúrgica. Pero hay excepciones, por ejemplo pacientes que se inducen en la misma cama para después pronarlos (posición boca abajo) o pacientes quemados que presentan dolor intenso al ser movilizados. Por esto siempre se debe preguntar al anestesista antes de trasladar al paciente.

Una vez en la mesa quirúrgica hay que monitorizar al paciente, instalar una manta calefactora y efectuar las fijaciones que sean necesarias. Si el paciente viene sin una infusión endovenosa o esta no corresponde a las necesidades de la cirugía, debe prepararse una bajada de suero (en general con suero Ringer lactato, pero hay excepciones). La punción puede ser realizada por la enfermera, el anestesista o un alumno en formación, según la costumbre de cada institución.

Pausa de seguridad quirúrgica

Es una herramienta utilizada antes del inicio de la inducción de la anestesia, que se ha demostrado reduce los eventos adversos evitables que ocurren antes, durante y después del acto quirúrgico, incluida la mortalidad general. El instrumento tiene por objetivo principal asegurar que el proceso quirúrgico al cual será sometido el paciente sea seguro, minimizando los riesgos inherentes a este.

Se realiza ante la presencia de todo el equipo quirúrgico: primer cirujano, anestesista, instrumentista, pabellonero, técnico de anestesia, además del enfermero a cargo del pabellón.

Cada institución tiene un esquema propio de *check list*. En algunas es integral a todo el equipo y en otras está separado el cirujano, el anestesista y el instrumentista. En términos generales en casi todos ellos se considera verificar los siguientes parámetros:

- Paciente es el correcto.
- Nombre del procedimiento a realizar.
- Administración de profilaxis antibiótica según lo requiera.
- La lateralidad de la cirugía es la correcta (si procede).
- El o la anestesista cuenta con todo lo necesario para realizar un procedimiento seguro.
- El o la cirujana tiene todo lo necesario para realizar la cirugía.
- El o la instrumentista ha hecho el recuento de instrumental, compresas y gasas.
- Tiempo quirúrgico programado.
- Sangrado aproximado.
- Pasos críticos de la cirugía.

La pausa de seguridad quirúrgica usada en el Hospital de Urgencias Asistencia Pública es la correspondiente a la **Figura 15.1.** y a la Organización mundial de la salud en la **Figura 15.2.**

Pausa de Seguridad Quirúrgica

ANTES DE LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA	ANTES DE LA INCISIÓN EN LA PIEL	ANTES DEL CIERRE DE HERIDA OPERATORIA
<p>1) Enfermero(a) pregunta al paciente:</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Cuál es su nombre?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿En qué lugar de su cuerpo será intervenido?</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Qué procedimiento le será efectuado?</p> <p><input type="checkbox"/> Verifica en ficha existencia de Consentimiento Informado completo según norma.</p> <p>Verifica prevención de enfermedad tromboembólica</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A</p> <p>2) Enfermero(a) pregunta a anestesiólogo para que confirme verbalmente:</p> <p><input type="checkbox"/> Oxímetro de pulso instalado y funcionando?</p> <p>(¿Se encuentra disponible el instrumental con antiseptivos 15 a 30 minutos antes de la incisión quirúrgica?)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A</p> <p>(¿Existen las condiciones para que el paciente reciba una anestesia segura?)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>3) Enfermero(a) pregunta al cirujano para que confirme verbalmente:</p> <p>(¿Se encuentra disponible el instrumental y los insumos necesarios para la cirugía?)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>4) Enfermero(a) pregunta a la arsenalera para que confirme verbalmente:</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Cajas empaques indemnes?</p> <p>(¿Están los indicadores que verifican la esterilización del material y equipos a utilizar?)</p> <p><input type="checkbox"/> Externo <input type="checkbox"/> Interno</p> <p>(¿Están control de priones en cajas de columna, neuroquirúrgicas, maxilofacial y oftalmológicas?)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A</p> <p>Hora: : hrs.</p>	<p>1) Enfermero(a) pregunta al cirujano para que confirme verbalmente:</p> <p>¿Qué procedimiento se efectuará?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>¿Qué lado será intervenido?</p> <p>Der Izq N/A</p> <p>¿Cuánto estima que durará la intervención?</p> <p>_____</p> <p>¿En cuánto estima las pérdidas hemáticas?</p> <p>_____ CC.</p> <p>(¿Hay algún paso crítico a considerar desde su punto de vista?)</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2) Enfermero(a) solicita a arsenalera control de material a utilizar:</p> <p>Antes de cirugía, indicar cantidad o N/A</p> <p>Nº de compresas <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de gasas <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de cortopunzantes <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de Instrumental <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Hora: : hrs.</p>	<p>1) Enfermero(a) confirma con equipo:</p> <p>Nombre del procedimiento realizado</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Control de material utilizado después de cirugía, indicar cantidad o N/A</p> <p>Nº de compresas <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de gasas <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de cortopunzantes <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nº de Instrumental <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Cultivo <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>Biopsia <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>2) Enfermero(a) pregunta a cirujano y anestesiólogo:</p> <p>Destino del Paciente:</p> <p><input type="checkbox"/> Recuperación <input type="checkbox"/> UPCI <input type="checkbox"/> Sala</p> <p>Nombre y Apellido del Paciente</p> <p>_____</p> <p>Nº Ficha <input style="width: 50px;" type="text"/> Fecha <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Nombre y firma del cirujano</p> <p>_____</p> <p>Nombre y Apellido responsable aplicación</p> <p>_____</p> <p>Hora: : hrs.</p>
<p>Por norma, el Consentimiento Informado debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Procedimiento o cirugía a realizar, sin abreviaturas Identificación del Paciente y Profesional responsable (Nombre y Apellido de ambos) Firma del Paciente y Profesional responsable además del RUT. Identificación y firma del Representante Legal cuando corresponda. Fecha de la obtención del consentimiento. 		
<p>Se entiende que las condiciones están dadas para una Anestesia Segura cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> La máquina de anestesia ha sido revisada y se encuentra operativa Existen los elementos para manejo de la vía aérea y los elementos de aspiración son apropiados y de encuentran probados. Los hemoderivados han sido reservados y/o solicitados y se encuentran confirmados. La cama de UPCI solicitada está confirmada. 		
<p>Unidad de Calidad y Seguridad del Paciente e IAAS Hospital de Urgencias Asistencia Pública</p>		

Figura 15.1. Pausa de seguridad del HUAP.



Figura 15.2. Pausa de seguridad de la OMS.

Tiempos anestésicos / quirúrgicos

Inducción anestésica / prequirúrgico (antes de la incisión)

- Antibiótico profiláctico 30 minutos antes de la incisión quirúrgica.
- Máquina de anestesia revisada.
- Aspiración funcionando.
- Respetar circulación interna.

Mantención / acto quirúrgico

- Mantener al paciente monitorizado (presión arterial, ECG, saturación de oxígeno, capnografía, temperatura).
- Vigilar la asepsia de la vía venosa periférica y/o central.
- Proteger la dignidad del paciente (evitar posiciones inadecuadas y cuidar exposición innecesaria de partes íntimas).
- Mantener al paciente normotérmico: evitar pérdidas de calor durante la cirugía.
- Administración de sueros y hemoderivados tibios.
- Mantener los estándares de seguridad y calidad que cada institución según los protocolos de cada institución.

Despertar / fin del acto quirúrgico

- Tener los insumos necesarios para la extubación (y eventual reintubación): jeringa para desinflar *cuff*, aspiración conectada, máscara facial.
- Mantenerse cerca del paciente (riesgo de caídas).
- La cama debe estar lista (sábanas limpias, ideal calefaccionada) para el paso del paciente desde la mesa de operaciones.
- Para traslado de la mesa quirúrgica a la cama, se debe contar con 4 personas por la seguridad del paciente y evitar lesiones osteomusculares del personal.
- El anestesiista decide, con cuenta de uno a tres, el momento del traslado, cuidando de no desconectar las vías venosas, líneas arteriales, vía aérea, etc.

Entrega del paciente a unidad de recuperación de anestesia

El traslado debe ser seguro acompañado por anestesiista, enfermero y TENS de anestesia. Al entregar al paciente, debe especificarse:

- Nombre y edad
- Antecedentes mórbidos y quirúrgicos
- Alergias
- Origen de paciente (sala, uci, urgencia, etc.)
- Estado de conciencia previo
- Tipo de procedimiento quirúrgico
- Tipo de anestesia y nombre del anestesiólogo
- Complicaciones
- Antibioticoprofilaxis preoperatorio
- Medicamentos administrados (incluido reversión de bloqueo neuromuscular)
- Analgesia posoperatoria
- Dispositivos y drenajes
- Toma de biopsias
- Entrega de documentos
- Consideraciones especiales

Ejemplo:

Paciente masculino, de 30 años, con antecedentes de hipertensión arterial, usuario de losartan, sin cirugías previas, sin alergias, derivado del servicio de urgencia, vigil en Glasgow 15. Ingresa para realizarse una colecistectomía laparoscópica. Recibe anestesia general por anestesiista de turno, sin incidentes. Ingresa con antibióticos administrados de la urgencia, esquema de ceftriaxona y metronidazol. De los fármacos administrados destaca reversión del bloqueo neuromuscular con neostigmina. La analgesia posoperatoria será una infusión de metamizol más ketorolaco. Porta un vía periférica N°18 en el brazo izquierdo. Se envió la vesícula a biopsia.

Aseo del quirófano

Una vez terminado el acto quirúrgico, se inicia el aseo para preparar el pabellón para el próximo procedimiento. Para este propósito se requiere el uso de elementos de protección personal (pechera y guantes) y eliminar todo lo utilizado por el paciente. Como concepto general debe limpiarse de lo más sucio a lo más limpio, y en los siguientes 3 pasos.

- Jabón
- Agua
- Desinfectante según protocolo institucional: por ejemplo cloro.

Las funciones del personal son:

El técnico de anestesia debe limpiar:

- Carro de anestesia
- Bombas de infusión
- Porta sueros
- Hojas laringoscopia
- Máquina de anestesia

Para evitar el daño de las pantallas de los monitores y computadores, se debe utilizar amonio cuaternario.

El pabellonero debe limpiar:

- Mesones material estéril
- Monitores
- Lámparas
- Mesa quirúrgica (paciente)
- Mesa arsenalería
- Electrobisturí
- Monitores de laparoscopia, microscopio, entre otros

El auxiliar de servicio debe limpiar:

- Basureros y compreseros
- Accesorios de las mesas quirúrgicas
- Carro de aspiración
- Piso del quirófano

Sólo una vez que está TODO limpio, será posible recibir al siguiente paciente.

Recomendaciones prácticas

Al llegar a turno:

- Revisar que la máquina de anestesia esté conectada a corriente eléctrica y red de gases.
- Revisar si hay suficiente O₂ en el balón auxiliar.
- Preparar bandeja básica de anestesia.
- Verificar la integridad de cables de monitorización.
- Tener dos porta sueros.
- Contar con una mesa de Mayo.
- Revisar si hay recetas pendientes y si la caja de estupefacientes está completa.
- Comprobar el nivel de vaporizadores.
- Comprobar la existencia y el funcionamiento de hojas y mangos de laringoscopio.
- Tubos endotraqueales de diferentes números y conductor.

Al estar con el paciente:

- Supervisión activa del funcionamiento del monitor.
- Mantener vía venosa permeable: avisar si se detecta algún problema.
- Dar aviso oportuno ante alguna situación imprevista.
- Mantener normotermia del paciente.
- Revisar nivel de vaporizadores.

Lecturas recomendadas:

C. Lara. Importancia de la pausa de seguridad quirúrgica. *Revista Actualizaciones Clínica MEDS*, vol. 2, núm. 2, julio-diciembre, 2018.

OMS | 10 datos sobre seguridad del paciente. WHO [Internet]. 2018 [cited 2018 Sep 17]. http://www.who.int/features/factfiles/patient_safety/es/

Capítulo 16

Unidad de cuidados postanestésicos (UCPA)

Dr. Matías Reyes Sepúlveda

Introducción

La recuperación de anestesia corresponde al período de tiempo transcurrido entre el final del procedimiento quirúrgico o diagnóstico, realizado bajo anestesia o sedación, y el recobro total de todas las capacidades psicomotoras, perceptivas e intelectuales del paciente.

Esta etapa ocurre en un área diseñada para el cuidado de pacientes cuyo nivel de complejidad no requiere unidad de cuidados intensivos (UCI), pero que requieren monitorización y vigilancia para asegurar su correcta evolución. Esto debido a la vulnerabilidad y probabilidad de complicaciones, las cuales deben ser evidenciadas y tratadas oportunamente.

Todo paciente que ingresa a la unidad debe ser entregado a la enfermera o enfermero a cargo de la cama. El enfermero o enfermera que recibe al paciente en la unidad debe realizar la primera evaluación del paciente. También es responsabilidad de enfermería notificar al anesitólogo de posibles complicaciones, tomar muestras para exámenes, mantener en buenas condiciones la planta física, el equipamiento y junto con lo anterior, supervisar el trabajo del personal a su cargo.

El técnico paramédico debe permanecer en todo momento en la UCPA mientras algún paciente permanezca en la unidad. Deben atender las necesidades de los pacientes (presencia de secreciones, vómitos, diuresis, frío, etc.), administrar tratamientos indicados, avisar a la enfermera la existencia de complicaciones, completar la hoja de evaluación posoperatoria, medir y registrar signos vitales (presión arterial, pulso, frecuencia respiratoria, diuresis, EVA).

Admisión del paciente

Una vez que ingresa el paciente a la unidad el anesitólogo debe entregar un informe detallado del paciente al equipo de la unidad. En paralelo hay ciertas acciones que deben llevarse a cabo (descritas en orden de prioridad):

Oxigenación del paciente

Administrar oxigenoterapia con 3 L/min por naricera, o bien mascarilla Campbell al 35% de FiO_2 (fracción inspirada de oxígeno) o 9 L/min, a menos que de acuerdo a las cifras de saturación de oxígeno el paciente al ingreso no requiera oxígeno suplementario, ya sea porque no recibió oxígeno suplementario durante el intraoperatorio o porque el procedimiento realizado fue bajo vigilancia anestésica monitorizada, anestesia regional sin sedación o sedación muy liviana. Siempre administrar después de una anestesia general.

Vía aérea

Verificar la permeabilidad de esta, la movilización de tórax con la respiración (y ritmicidad de la misma) y descartar presencia de cianosis. Mantener un alto nivel de alerta con los pacientes que tengan factores de riesgo de depresión respiratoria (obesidad, síndrome de apnea e hipoapnea obstructiva del sueño, edad avanzada, falla hepática).

Monitorización

Conexión del paciente a monitores por simple que haya sido la intervención. Tomar pulso, presión arterial, frecuencia respiratoria, temperatura y alguna forma de evaluación de dolor. La escala más usada en adultos es la escala visual análoga del dolor (EVA). Evaluar coloración de la piel. Evaluación de conciencia (si responde, si obedece órdenes, si dice su nombre, orientación, etc.).

Posicionamiento

Levantar cabecera de la cama (45°) si no se ha hecho durante el traslado para facilitar respiración (si el tipo de cirugía lo permite). Inmovilizar al paciente si es necesario (por ejemplo, si presenta agitación psicomotora).

Verificar

Permeabilidad y fijación de perfusiones. Instalar nueva vía venosa periférica de ser necesario. Buscar signos de flebitis. Instalación de material anexo: drenajes, colectores de orina, SNG, trampas de agua, etc.

Registro

Datos del paciente, antecedentes, presencia de alergias, profilaxis antibiótica recibida, tipo de anestesia, fármacos de importancia (opioides, reversión de bloqueo neuromuscular). Puntaje de evaluación posoperatoria al ingreso. El registro es importante, pero nunca más importante que la clínica del paciente. Durante la estadía en la UCPA se debe realizar registro periódico de los siguientes parámetros:

- Cada 15 min: pulso, PA, FR, coloración de la piel.
- Cada 30 min: temperatura.
- Cada 30 min: puntaje de evaluación posoperatoria.
- Cada 60 min: PVC, diuresis, drenajes.

Durante los controles se debe indagar sobre molestias, evaluar orientación tiempo-espacial y contenerlo emocionalmente de ser necesario. Esto permitirá determinar el nivel de alerta del paciente, si hay efectos anestésicos residuales o signos de lesión cerebral (por ejemplo, secundaria a hipoxia).

Frente a cualquier anomalía se debe avisar a la enfermera, quien debe asumir la responsabilidad de avisar al médico si lo considera necesario.

Complicaciones

Es importante el conocimiento de las principales complicaciones que pueden ocurrir en el posoperatorio inmediato, que deben ser puestas en conocimiento de la enfermera a cargo quién avisará al anesthesiólogo.

Cardiovasculares

- Hipertensión: presión sistólica > de 180 o diastólica > de 100 mmHg.
- Hipotensión: presión sistólica < de 90 mmHg o presión arterial media < de 60mmHg.
- Taquicardia: frecuencia cardiaca > de 100 latidos por minuto.
- Bradicardia: frecuencia cardiaca < de 60 latidos por minuto.
- Angor: dolor precordial o sospecha de infarto.
- Paro: cardiaco y/o respiratorio (avisar con urgencia).

Respiratorias

- Depresión respiratoria: frecuencia respiratoria < de 10 respiraciones por minuto.
- Desaturación: saturación de oxígeno menor a 93%.
- Polipnea: frecuencia respiratoria > de 30 respiraciones por minuto.
- Cianosis: central y/o periférica.

- Dificultad respiratoria: edema pulmonar, espasmo laríngeo, tiraje, mala mecánica ventilatoria.
- Aspiración pulmonar: se debe sospechar frente a dificultad respiratoria después de vómitos, polipnea, cianosis, etc.

Neurológicas

- Convulsiones.
- Delirio.
- Compromiso de conciencia: no despertar después de una hora de terminada la anestesia, o paciente que estando despierto tiende al coma.

Renales

- Oligoanuria: diuresis menor a 0,5 ml/kg/h.
- Globo vesical.
- Hematuria.

Digestivas

- Hemorragia digestiva.
- Diarrea.
- Náuseas/vómitos (en especial cuando ellos son con contenido gástrico).

Metabólicas y generales

- Alergia: aparición de máculas (ronchas), pápulas o hipotensión brusca después de la administración de drogas o sangre.
- Hipoglicemia: glicemia menor de 70 mg/dL.
- Hiperglicemia: glicemia mayor de 180 mg/dL.
- Hipokalemia: potasio plasmático menor de 3,5 mEq/L.
- Hiperkalemia: potasio plasmático mayor de 4,5 mEq/L.
- Hipocalcemia: calcio plasmático inferior a 6 mEq/L y calcio iónico bajo a 1.0 mEq/L.
- Hipotermia: temperatura rectal inferior de 34°C.
- Hipertermia: temperatura rectal mayor de 38°C.
- Temblores o escalofríos.
- Anemia: hemoglobina menor a 13 g/dL en hombre, 12 g/dL en mujer u 11g/dL en mujer embarazada. Bajo un valor de 7 g/dL se debe transfundir, este valor puede aumentar dependiendo de la condición del paciente.

Complicaciones quirúrgicas generales

- Sangramiento activo (por drenaje, herida operatoria).
- Evisceración.
- Enfisema súbito (pacientes que están con drenaje de tórax).
- Retiro accidental de vía: vías venosas centrales, periféricas, sonda T, drenajes, tubo endotraqueal o de traqueotomía.
- Suspensión inadvertida de medicamentos o administración de medicamentos erróneos.
- Caídas de la cama.

Criterios de alta

Para el alta de los pacientes desde la UCPA deben valorarse varios criterios que aseguren una reserva suficiente para tolerar algún mínimo deterioro posterior al alta. Para esto existe la escala de Aldrete, lo cual cuantifica el estado físico y umbrales de signos vitales.

Tabla 16.1. Criterios de egreso de la UCPA		
		Puntaje
Movilidad extremidades	Cuatro extremidades	2
	Dos extremidades	1
	Sin movimiento	0
Respiración	FR >12 o <28 X´	2
	FR >28 o <12 X´	1
	FR <8 o >35 X´	0
Presión arterial	PAS > 100 mm Hg	2
	PAS >80 y <100 mm Hg	1
	PAS <80 mm Hg	0
Nivel de conciencia	Dice su nombre, espacio y tiempo	2
	Sólo dice su nombre	1
	No responde	0
Coloración piel	Piel rosada	2
	Gris pálida	1
	Cianosis	0

Para ser dados de alta, los pacientes deben cumplir con un puntaje igual o mayor a 9. El alta debe ser dada por equipo de anestesiología con hora del alta e indicación del lugar de destino. En resumen, los criterios a tener en consideración para el alta son:

- Los pacientes deben estar despiertos y orientados o el estado mental debe regresar a los valores iniciales.
- No se requiere una estancia mínima obligatoria.
- Los signos vitales deben permanecer estables y dentro de límites aceptables.
- El alta debe ocurrir después de que los pacientes hayan cumplido los criterios especificados. El uso de sistemas de puntuación puede ayudar a documentar la aptitud para el alta.
- La obligatoriedad de orinar antes del alta y de beber y retener líquidos claros no debe formar parte de un protocolo sistemático de alta, aunque estos requisitos pueden ser adecuados para pacientes seleccionados.
- Los pacientes ambulatorios deben ser dados de alta a cargo de un adulto responsable que los acompañe a casa, tolerar líquidos vía oral y poder deambular sin perder el equilibrio.
- Los pacientes ambulatorios deben recibir instrucciones por escrito sobre la dieta, los medicamentos, las actividades posteriores a la intervención y un número de teléfono para llamar en caso de emergencia.

Lecturas recomendadas:

J. Escobar, M. González & V. Varas. *Anestesiología clínica*. 4ª ed. Mediterráneo, 2018.

P.G. Barash, M. K. Cahalan, B. F. Cullen, M. C. Stock, R. K. Stoelting, R. Ortega et al. *Anestesia clínica*. 8a ed. la Ciudad Condal, España: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

R.D. Miller, L.I. Eriksson, L.A. Fleisher, J.P. Wiener-Kronish & N.H. Cohen NH (Editores). Miller. *Anestesia* 9a ed. Elsevier, 2019.

Capítulo 17

Seguridad en pabellón

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Introducción

El principal objetivo de la seguridad es disminuir la diferencia entre la práctica ideal y la que realmente recibe el paciente. Los pacientes esperan una alta calidad y completa seguridad por parte del equipo de anestesia. Sus principales aprehensiones son: el temor a experimentar dolor, el despertar intraoperatorio, la ocurrencia de complicaciones menos complejas y rutinarias como las náuseas y vómitos posoperatorias y, la posibilidad de complicaciones graves, incluida la muerte. La habilidad de empatizar es un principio fundamental del cuidado centrado en el paciente.

Históricamente la anestesia ha sido considerada más riesgosa que la cirugía: la supresión de la respiración conduce a la hipoxia, mientras que las maniobras para manejar la vía aérea pueden producir lesiones. El riesgo de aspiración (paso de contenido gástrico a la vía aérea inferior) está siempre presente en los pacientes que reciben sedación o anestesia. Hipo e hipertensión, depresión miocárdica, reacciones medicamentosas son siempre problemas que pueden terminar con la vida del paciente. Además de los conocimientos, habilidades prácticas y continua vigilancia del paciente, se requiere un sistema diseñado para garantizar la seguridad de nuestro trabajo, monitorizar el desempeño de todo el proceso (tanto resultados objetivos como satisfacción del paciente). Identificar problemas de seguridad y calidad e implementar correcciones.

Riesgo

El riesgo es la probabilidad de que ocurra un evento en una población durante un período específico de tiempo. El riesgo anestésico puede llevar a lesiones o muerte. Aunque el riesgo es una parte natural de la vida, no es incontrolable, puede ser disminuido por conocimiento, actitudes, y comportamientos. Normalmente el riesgo es influenciado por una variedad de “factores de riesgo”, incluyendo el comportamiento humano, el trabajo en grupo, el equipamiento, la fatiga, el contexto y la experiencia.

El sistema de cuidado

Aunque la anestesia podría ser vista como un único “proveedor” administrando drogas a un único paciente, esta perspectiva tan estrecha no representa la complejidad de este proceso. Consiste más bien en componentes, que al juntarse forman “el sistema de cuidado anestésico”. Clásicamente el acto anestésico quirúrgico se ha dividido en tres fases: planificación y preparación preanestésica, el acto anestésico y el cuidado postanestésico. Dentro de cada fase el equipo de anestesia realiza una serie de tareas programadas con la intención de asegurar la calidad y seguridad del paciente. Actualmente la ASA (Sociedad Americana de Anestesiología) ha ampliado la visión de las tres fases, incluyendo la preadmisión y el período posterior a la unidad de cuidados postanestésicos.

En general los modelos de prevención de errores están basados en otras áreas (áreas de alto riesgo como plantas nucleares, químico farmacéuticas, incluso la aviación). Los conceptos básicos son de hecho bastantes simples. Los accidentes no son unidimensionales, sino que resultan de la interacción de muchos elementos; cada accidente es de alguna manera único en la forma en que los elementos se combinan para resultar en una injuria. Esto es representado en lo que se conoce hoy en día como el modelo del queso suizo (Figura 17.1.). Este modelo ilustra que los accidentes son típicamente el resultado de una serie de eventos que incluyen precursores, los cuales gatillan o permiten la cadena de acontecimientos que resulta en el evento adverso final, por lo cual se llaman errores latentes. Los errores latentes rara vez llevan a un accidente inmediato, sino que al darse las circunstancias que se combinarán para producir el accidente, en situaciones que a veces pueden parecer inusuales o que incluso a veces se les refiere como “impredecibles”. Para evitar esto, se requiere amplias defensas para mitigar la evolución de tales errores, resultando en la alineación de los “hoyos del queso”. Parte de estas defensas constituyen los reportes de incidentes que evitan los errores a futuro.

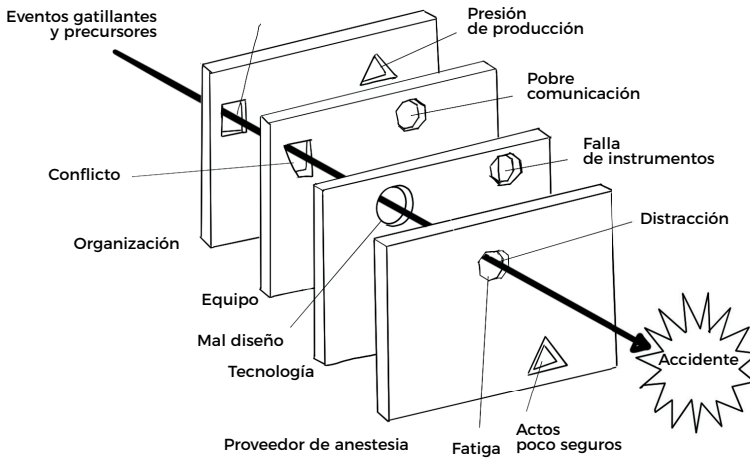


Figura 17.1. Modelo del “queso suizo”.

Modelos de accidentes

La mayoría de las personas, dentro y fuera del área de la salud, tienden a culpar a individuos por errores específicos asociados con un evento adverso. Sin embargo, la evidencia demuestra que los peores accidentes son complejos eventos en los que no hay una sola causa o causante. El objetivo de una anestesia libre de eventos adversos puede ser sólo alcanzado con un amplio espectro de estrategias y creando resiliencia a través de todo el sistema de cuidado anestésico, enfocados en la seguridad del paciente más que en buscar culpables, para que los participantes se sientan seguros de reportar sus errores.

Modelos de error humano

El error es definido como la falla de un plan de acción para llegar a un objetivo determinado sin la mediación de un evento impredecible. Mientras que en el fracaso, el plan es adecuado pero hay una falla al ejecutarlo. Y están también las transgresiones que son una forma deliberada de desviarse de las prácticas que garantizan una anestesia segura, por ejecutar algún procedimiento de forma más rápida o no tener un respaldo de conocimiento detrás de esa práctica. Por ejemplo, cuando un vehículo supera el límite establecido de velocidad en la carretera no es suficiente para producir un accidente de tráfico, pero sí aumenta el riesgo de que ocurra, y más aún, si el conductor no ha rendido su examen de conducir.

La vigilancia durante la anestesia es un aspecto fundamental de la prevención de errores. La vigilancia es una forma de atención mantenida que se divide en tres componentes: la alerta, la selección de información y el procesamiento consciente de esta. Por ejemplo, al momento de monitorizar un paciente, esto no es sólo el acto de conectarlo a unos electrodos, colocarle un manguito de presión y un saturómetro. El monitorizar incluye estar atento a que se hayan instalado correctamente estos dispositivos, que estén funcionando adecuadamente, saber qué información están dando y cómo interpretarla para cada paciente. Los factores que influyen sobre la vigilancia y el desempeño son la fatiga, la privación de sueño, influencias del ambiente, presión de producción y mal trabajo en equipo. Esto último es de vital importancia, ya que no se trabaja solo, sino que todo el equipo quirúrgico-anestésico debe estar en constante comunicación. Se ha reportado que la falta de comunicación efectiva lleva a ineficacia, demoras innecesarias, tensión y errores en los procedimientos.

Consideraciones prácticas

Los errores de administración de fármacos están dentro de los errores más frecuentes en anestesia. La similitud de nombre de drogas, ampollas y colores de etiquetas contribuye a que ocurran estos errores, que pueden aumentar en las situaciones de estrés (pacientes graves, paro cardio respiratorio, etc.). Otro factor contundente son las letras muy pequeñas u oscuras, y la falla al organizar los carros de anestesia.

Errores de dosificación también son comunes y están relacionados a la frecuente necesidad de cálculos numéricos cuando se preparan los fármacos. Elegir la formulación equivocada (ejemplo insulina NPH versus cristalina), empujar con suero por un catéter con una solución que contiene una droga potente, y confusión en la programación de bombas de infusión (ej. programar $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ cuando hay que programar $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) son formas en las que el paciente puede salir perjudicado.

Una medida de prevención de errores de administración es leer las etiquetas con cuidado y, leerlas en más de una ocasión; por ejemplo leerlas al sacar la ampolla, antes de cargar y, luego, al rotular la jeringa; finalmente al tomar la jeringa cuando sea necesario, justo antes de administrar el fármaco, e incluso después de haberlo administrado, ya que este es el último momento en que se puede detectar el error y tomar medidas para remediarlo.

Otra forma de disminuir los errores es etiquetar las drogas por color, separándolas por tipo de droga, aunque esto tiene sus detractores, ya que hoy se postula que esto igual podría llevar a confusión. Desgraciadamente no ha habido concenso en usar los mismos colores para cada droga en los distintos centros hospitalarios. Hay incluso lugares donde se usa tecnología con código de barras pero esto no es de uso generalizado en Chile.

Lecturas recomendadas:

Best practice and safety in anesthesia: British Journal of Anaesthesia 110 (5): 671-673 (2013).

E. David. Chapter 3: Safety and Quality: Guiding principles of patient centered care. Longnecker (Ed.). *Anesthesiology*, third edition.

Capítulo 18

Bioética

Dr. Víctor Hanna Ruz

Introducción

Según la definición de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), la anestesiología es la práctica de la medicina dedicada al alivio del dolor y al cuidado total del paciente quirúrgico, antes, durante y después del acto quirúrgico.

El conocimiento de las normas éticas y profesionales en la atención al paciente es esencial en la especialidad de anestesiología, que es más que la sola entrega de un servicio técnico para los pacientes. Los anestesiólogos pueden encontrarse con que los valores aceptados en la práctica ética en ocasiones están en conflicto con valores y metas personales. Este es un reto frecuente, pero las decisiones éticas no pueden confiarse a los valores individuales, y debe prevalecer la adhesión a los principios de la deontología médica, que se refiere a la parte de la ética que trata de los deberes y principios que afectan a la profesión médica.

Se entiende por ética (del griego *ethos*, que significa comportamiento o modelo de conducta), la “tendencia natural en los seres humanos, de escoger entre las opciones de hacer algo, aquellas que tengan en cuenta el bien que de ese hacer obtendrán ellos y los demás” (Prof. Armando Roa, en *Ética y Bioética*, 1998). La ética médica es el conjunto de principios y normas morales que regulan la asistencia médica y que tienen como fundamento ineludible las relaciones interpersonales entre un médico y su paciente.

Bioética

La ética aplicada a los procesos biológicos y procedimientos biomédicos es lo que conocemos como bioética. El término “bioética” fue utilizado por primera vez en 1927 por el teólogo alemán Fritz Jahr quien lo interpretó como la manera (*bio-ethiks*) que deben tener los seres humanos para relacionarse con los animales y plantas. Es el oncólogo norteamericano, Van Rensselaer Potter, quien da a conocer de manera generalizada el término bioética en su libro *Bioética; Puente al Futuro* definiéndola como una “disciplina que combina el conocimiento biológico con los valores humanos”.

El desarrollo de la bioética la ha llevado a posicionarse como la disciplina que da respuesta a los cuestionamientos éticos generados por el avance de la ciencia y la tecnología y su aplicación en la medicina. Es así como, en el ejercicio de la bioética,

independiente del ámbito, se identifican los conflictos, se proponen principios racionales y razonables y se especifican reglas a casos concretos. En 1979, Tom Beauchamps y James Childress, en el libro *Principios de ética Biomédica*, desarrollan en forma amplia los llamados cuatro principios bioéticos:

Beneficencia o benevolencia: hacer el bien, velar por la salud de las personas.

No maleficencia: evitar el mal, el sufrimiento, los perjuicios innecesarios y los riesgos excesivos.

Justicia: tomar decisiones ecuánimes y actuar con equidad.

Autonomía: respetar los intereses, las preferencias y la capacidad de decisión de cada individuo.

Bioética aplicada a la anestesiología

Principio de beneficencia

Beneficioso es aquello que una persona considera como tal, de acuerdo a sus propios valores o sistema de vida. La anestesia en sí misma no es beneficiosa, sino que lo es en la medida que permite que el paciente sea intervenido en las mejores condiciones posibles. El arma más importante del anestesiólogo para ejercer la beneficencia es la evaluación preanestésica, ya sea en sala, policlínico o en su llegada a quirófano. El objetivo es preparar al paciente para que llegue en las mejores condiciones a la cirugía, con lo cual, también, cumplen con el principio de no maleficencia (ver más adelante).

Las tareas del equipo de anestesiología son:

- Elegir la técnica anestésica más inocua.
- Asegurar monitorización adecuada.
- Reaccionar ante imprevistos o accidentes: ser capaz de reanimar correcta y prontamente al paciente.
- Pedir ayuda cuando corresponda.
- Prever y coordinar el posoperatorio.
- Reporte escrito de los eventos (incluyendo eventos adversos).

Principio de no maleficencia

Es, fundamentalmente, el hecho de no producir daño. Y si este es inevitable por razones de la enfermedad o complicación, debe evaluarse el mal menor.

Ningún procedimiento médico-quirúrgico puede iniciarse sin antes haber realizado la “pausa de seguridad”, considerada como parte del principio de no maleficencia de momento que ha logrado disminuir varios eventos no deseados como infecciones del

sitio quirúrgico, reingresos no planificados a pabellón, complicaciones y, lo que es más importante, disminución de la mortalidad.

Principio de justicia

El principio de justicia comprende el uso racional de recursos disponibles que permita el ejercicio pleno del derecho a la salud. Se pueden distinguir:

- Justicia conmutativa, consiste en el intercambio de bienes en condiciones de igualdad, entre dos o más personas
- Justicia distributiva es dar a cada uno lo suyo, según sus méritos
- En principio, todos los pacientes tienen el mismo derecho de acceso a la salud, aunque esto varía según el tipo de sociedad en que estemos insertos:

En la salud pública: el equipo de anestesia no se ve confrontado al dilema de tener que decidir: la selección se produce antes que el paciente le llegue.

En la salud privada: la selección la hace el mercado.

No se debe discriminar un paciente; ni por razones sociales, económicas, raciales, políticas, religiosas, culturales ni personales. El anestesista puede eso sí, como cualquier otro médico, ejercer su derecho a manifestar su objeción de conciencia.

Existen algunas situaciones que pueden ser consideradas como un atentado al principio de justicia:

- Dar anestesia a dos pabellones no es ético.
- Abandonar el paciente antes de entregarlo en sala de recuperación (UCI-UTI) tampoco es ético.
- Administrar recursos en forma incontrolada a pacientes irrecuperables, yendo en desmedro de otros pacientes recuperables tampoco se considera ético.

Principio de autonomía

Un paciente no puede ser sometido a la fuerza a ningún acto ni procedimiento no deseado, ni siquiera invocando su bienestar o el riesgo vital que implicaría el no efectuar el procedimiento. Todo paciente, en posesión de sus facultades y que va a ser sometido a una intervención anestésico/quirúrgica, debe firmar un consentimiento informado previo al procedimiento mismo.

Confidencialidad

Es también un principio muy importante, mediante el cual, todo miembro de un equipo médico (anestésico, quirúrgico, etc.), garantiza a sus pacientes el derecho a no divulgar ni la totalidad ni parte de sus antecedentes médico-clínicos, a no ser, a petición expresa, por escrito, del propio paciente en posesión de todas sus facultades físicas, mentales y legales.

Conducta ética del anestesiólogo

Decálogo del anestesiólogo

Parece importante conocerlo a fin de sentar las bases del trabajo en equipo en este sentido. Y porque, además, aplican perfectamente al personal que asiste en el trabajo del anestesiólogo.

El anestesiólogo debe basar su conducta ética en dos pilares de acción: obligaciones y responsabilidades.

Tabla 18.1. Obligaciones del anestesiólogo	
Con el paciente	El paciente es lo primero. Pensar que se está ante una persona lesionada física y psíquicamente. Ponerse en el lugar del paciente (empatía).
Consigno mismo	Querer lo que uno hace. Cuidar su salud. Perfeccionarse profesionalmente en forma permanente.
Con el equipo anestésico	Estar consciente que se trata de un equipo del cual se forma parte. Dar lo mejor de sí para integrarse al equipo. Cultivar el respeto mutuo. Tratar de entender el porqué de las decisiones tomadas (sino preguntar).
Con sus pares:	Ser respetuoso. Ser solidario. Hacer por los demás lo que nos gustaría que hicieran por nosotros.
Con la Institución:	Cultivar una relación que sea positiva para ambas partes. Aportar siempre lo máximo en forma leal. No discutir problemas administrativos, personales ni gremiales en pabellón. Conocer las NORMAS y respetarlas.

Tabla 18.2. Responsabilidades del anesestesiólogo	
Humanas	No olvidar nunca que los pacientes son seres humanos y no números (u órganos). No divulgar ni comentar diagnósticos ni tratamientos (confidencialidad). Estar consciente que una palabra amable es casi siempre el mejor tratamiento.
Profesionales	Ser profesional significa saber lo que se está haciendo y hacerlo bien. No ir más allá de lo que uno sabe que es capaz (pedir ayuda). Asumir la responsabilidad de sus actos. Entregar ayuda cuando esta les sea solicitada. Llevar cuidadoso registro de todas las acciones. Es decir, principios de ética profesional.
Laborales	Mantener un alto rendimiento y estar orgulloso de ello. Sustentar el rendimiento en el autoconvencimiento y no el temor o la obligación. Apoyarse en tres pilares de la ética: Constancia - Justicia - Discreción.
Personales	Basarse en la premisa: "estoy aquí porque esto es lo mío". Las dificultades y tropiezos sólo me darán más fuerzas para seguir adelante. Mantener los problemas privados fuera del trabajo (o pedir ayuda para resolverlos).
Éticas	Respetar y cumplir los principios de la ética. Respetar la posible diferente cultura del paciente. Respetar y cumplir el decálogo del anesestesiólogo.

Lecturas recomendadas:

- A.B. Hayness, T.G. Weiser, W.R. Berry et al. A Surgical Safety Checklist to Reduce Morbidity and Mortality in a Global Population. *N Engl J Med* 2009; 360:491-499.
- T. Beauchamps & J. F. Childress. *Principios de Ética Biomédica*. Ed. Masson, 1999.
- Van Rensselaer Potter. 1998. Bioética puente, bioética global y bioética profunda. *Cuadernos del Programa Regional de Bioética*. N° 7. Organización Panamericana de la Salud. Editorial Kimpres. Bogotá.

PARTE IV
MANEJO ANESTÉSICO BÁSICO

Capítulo 19

Anestesia general

Dr. Víctor Hanna Ruz

Introducción

La anestesiología es una especialidad versátil y respetada, cuyo campo de acción se ha extendido más allá del quirófano. De hecho, es la única especialidad que ha podido disminuir significativamente la mortalidad de los pacientes, de 1:5.000 a 1:250.000.

Anestesia general

Se define como la pérdida del estado de conciencia de un paciente, secundaria a la administración de drogas por vía inhalatoria, intravenosa o intramuscular, con fines quirúrgicos, terapéuticos y/o diagnósticos.

La anestesia general es una combinación de medicamentos (gases inhalados y agentes intravenosos) que provocan un estado de inconsciencia, similar al sueño, antes de una cirugía u otro procedimiento médico. Existen cuatro objetivos fundamentales:

Anestesia. Corresponde a la pérdida de conciencia del paciente. Se obtiene con los agentes anestésicos tanto inhalatorios como intravenosos. Se espera que esta anestesia conlleve amnesia del evento quirúrgico.

Analgesia. El paciente no sólo debe estar dormido, sino que, además, debe estar analgesiado, es decir, el acto quirúrgico no debe provocarle estímulos dolorosos (o ser estos lo menos intensos posibles). Esto se consigue con los agentes anestésicos halogenados, el óxido nitroso, la adición de drogas analgésicas (opioides) o, habitualmente, con la combinación de todos ellos (anestesia balanceada). En ciertas ocasiones, si la cirugía y el paciente lo permiten, la analgesia se efectuará a través de un bloqueo regional, central o periférico concomitante.

Relajación muscular. Ciertos tipos de cirugía no la necesitan, pero para otras es imprescindible (cirugía del abdomen, neurocirugía, cirugía ocular, etc.). Además, facilitan la intubación y en ocasiones la ventilación mecánica (porque si no se requiere relajación por razones quirúrgicas, la adecuada profundidad anestésica puede bastar para

sincronizar al paciente con los ventiladores que traen las máquinas de anestesia más modernas).

Protección neurovegetativa. Consiste en la abolición o la disminución a niveles no peligrosos de la respuesta del organismo al estrés: producción de catecolaminas, respuesta endocrina (suprarrenales, páncreas, eje hipotálamo/hipófisis). Se obtiene con una anestesia con profundidad adecuada, analgesia adecuada y puede facilitarse con la adición de drogas protectoras.

Indicaciones de la anestesia general

La anestesia general debe realizarse en la mayoría de las intervenciones quirúrgicas importantes en los adultos (cirugía digestiva, cardiocirugía, neurocirugía, etc.) y en casi todas las intervenciones quirúrgicas y de pruebas diagnósticas molestas en niños, dado que permite que el niño se encuentre inmóvil y no sienta dolor durante el procedimiento. En algunas circunstancias, especialmente en adultos, existen alternativas a la anestesia general: anestesia local, anestesia local más sedación, anestesia regional neuroaxial (peridural o raquídea), anestesia regional de plexo (braquial, lumbar, etc.) o de nervio periférico (femoral, poplíteo, radial, cubital, mediano, etc.).

Etapas de la anestesia general

Inducción

Se considera inducción el instante que va desde que el paciente estaba despierto hasta que se duerme completamente y está estabilizado desde el punto de vista anestésico y de sus signos vitales (salvo en urgencias graves). Se describen dos tipos de inducción:

Inducción normal. Es la que se realiza en un paciente que ingresa a pabellón para una cirugía electiva o programada. Este paciente normalmente ha sido visto en un policlínico de anestesia o ha recibido una visita preanestésica con la debida antelación. Ingresará con su debido ayuno, premedicado con sedantes, analgésicos, antieméticos, neutralizadores del pH gástrico (antiácidos, omeprazol, etc.). Ingresará estable hemodinámicamente, así como de su patología concomitante (cardiovascular, respiratoria, renal, neurológica, etc.). Se ha realizado su debido estudio y con todos sus exámenes de laboratorio y de imagenología considerados necesarios, disponibles. Su técnica consiste en:

- Vía venosa periférica permeable con Suero Ringer Lactato (vía central optativa) o fisiológico según el caso.
- Monitorización de rutina: presión arterial no invasiva (PNI), electrocardioscopio (ECG), oxímetro de pulso, capnógrafo, estimulador de nervio periférico (ENP), índice biespectral (BIS) u otro monitor de profundidad anestésica (si se dispone).

- Monitoreo invasivo (catéter arterial, ecógrafo transtorácico o tranesofágico, sólo en situaciones especiales).
- Profilaxis: antibiótica (según protocolo local), náuseas y vómitos (dexametasona, ondansetrón, droperidol), gástrica (famotidina, omeprazol).
- Preoxigenación con oxígeno 100% por 3- 5 minutos.
- Inductor endovenoso: propofol (1,5- 2 mg/kg), etomidato (0,1- 0,3 mg/kg) o ketamina (1- 2 mg/kg).
- Analgésico opiáceo endovenoso: fentanil (1-4 mg/kg) –metadona o morfina 0,1 mg/kg – remifentanil en perfusión (0,4-1 mcg/kg/min).
- Relajante muscular no despolarizante: atracurio – cisatracurio – vecuronio – rocuronio – pancuronio – mivacurio.
- Ventilar al paciente, una vez dormido, durante el tiempo de inicio de relajante muscular elegido para luego intubar.
- Controlar la buena posición del tubo endotraqueal (TET) por la auscultación y la curva de EtCO₂. Si se cambia la posición del paciente, volver a controlar.
- Conectar el paciente al ventilador y fijar los parámetros de ventilación.
- Controlar los parámetros vitales del paciente: presión arterial (ciclar PANI cada un minuto hasta que esté estable), pulso, saturación de oxígeno (SaO₂), presión parcial de dióxido de carbono durante la espiración (EtCO₂).
- Abrir el vaporizador del agente inhalatorio a usar (isoflurano, sevoflurano o desflurano) o regular la dosis de agentes endovenosos en anestesia endovenosa total (TIVA) (propofol y remifentanilo).
- Vigilar que el paciente esté en buena posición para la cirugía y no tenga partes del cuerpo expuestas a daño, malposición o quemaduras (brazos, piernas, tórax); protección ocular y de puntos de apoyo.

Inducción de secuencia rápida (o “Inducción Crash”). Es la que se realiza en el paciente de urgencia (que no puede esperar más de 24 horas) o en el paciente con estómago lleno real (falta de ayuno, obstrucción intestinal) o virtual (embarazo, gastropatía diabética, reflujo gastroesofágico, etc.). El paciente no tiene estudio previo, no está premedicado. En general es un paciente inestable: trauma, *shock*, hemorragia, agitación, deshidratación, etc. O que da poco tiempo para compensarlo y en quienes los procedimientos son habitualmente más difíciles de realizar. Su técnica consiste en:

- Vía venosa periférica: 1-2 o más catéteres de teflón gruesas, #16 o #14G (considerando que suele tratarse de pacientes de urgencia, muchas veces con reanimación en curso).
- Vía venosa central: según la gravedad del caso, las necesidades de la cirugía y la patología agregada del paciente.
- Monitorización de rutina: como en la inducción normal.
- Monitorización adicional según necesidad: SNG, presión arterial invasiva, ecografía transtorácico o tranesofágico, sonda Foley.
- Drogas protectoras: ranitidina – famotidina – omeprazol (si hay tiempo) – proquinético (metoclopramida) si no está contraindicado (ej.: obstrucción intestinal).
- Antibioterapia preventiva.

- Se sugiere usar precurarización si se escoge succinilconia como bloqueador neuromuscular (no siempre se hace): dosis de cebado (*priming*) de un relajante muscular no despolarizante (1/10 dosis de intubación).
- Preoxigenación: O₂ puro durante 3- 5 minutos o 4 respiraciones profundas con O₂ a alto flujo (10 – 15 L) en caso de urgencia extrema (sufrimiento fetal).
- Se sugiere Lidocaína endovenosa 1 mg/kg (o menos según decisión médica).
- Inductor endovenoso: propofol, etomidato o ketamina.
- Maniobra de Sellick (presión del cartílago cricoides).
- Relajante muscular despolarizante: succinilcolina 1-1,5 mg/kg iv o relajante muscular no despolarizante de acción rápida: rocuronio (Esmeron ®) 0,9 a 1,2 mg/kg de peso.
- No ventilar al paciente e intubarlo después de 1 minuto con succinilcolina y a los 90 segundos después de inyectado el rocuronio.
- Controlar la buena posición del TET (auscultación – curva EtCO₂) y sólo en ese momento soltar la maniobra de Sellick (la orden la debe dar el anestesta responsable de la intubación); fijar el tubo endotraqueal.
- Controlar parámetros: similar a inducción normal.
- No abrir el vaporizador con el agente inhalatorio y mantenerse con O₂ puro hasta comprobar la estabilidad del paciente.
- Vigilar la posición del paciente y controlar todo de nuevo si hay cambios en la posición: TET, catéteres, electrodos, sondas, protecciones.

Mantención

Es la etapa que va desde el final de la inducción hasta el fin de la cirugía.

Sus objetivos son:

- Anestesia y analgesia balanceadas.
- Estabilidad hemodinámica.
- Normoventilación.
- Relajación muscular adecuada.
- Ausencia de reflejos anómalos.
- Evitar el “awareness” (despertar durante la cirugía).

Técnicas de mantención:

- Vía aérea: mascarilla, máscara laríngea o TET.
- Gases: mezcla de oxígeno/óxido nitroso u oxígeno/aire.
- Agentes inhalatorios: isoflurano, sevoflurano o desflurano.
- Analgésicos: fentanilo, morfina y/o, metadona, AINES, paracetamol, metamizol.
- Relajantes musculares: atracurio, cisatracurio, vecuronio, rocuronio.
- Monitorización durante todo el procedimiento quirúrgico, en general la presión no invasiva se programa para ciclar cada 2,5 a 5 minutos dependiendo del paciente.

Despertar

Etapa que va desde el fin de la cirugía hasta el alta en Sala de Recuperación Anestésica (UCPA); por lo tanto, todas las medidas que se tomarán en el pabellón deben hacerse pensando en su repercusión posterior.

Sus objetivos son:

- Despertar al paciente de la forma más fisiológica posible.
- Sacarlo de pabellón en las condiciones de máxima seguridad.

Técnica del despertar:

- Dejar de administrar todas las drogas anestésicas, inhalatorias e intravenosas.
- Aumentar el flujo de O₂ (4 a 8 l/min.)
- Descurarizar: revertir el efecto del relajante muscular utilizado, ya sea con sugammadex, neostigmina o simplemente dejarlo que se metabolice solo. Controlar con estimulador de nervio periférico.
- Constatar una buena respiración y ventilación: EtCO₂ <45, frecuencia respiratoria > 8-10/min y < 30/min.
- Estabilidad hemodinámica.
- Recuperación de reflejos: corneal, tos y deglución.
- Recuperación de conciencia: abrir los ojos, levantar la cabeza, obedecer órdenes simples (no siempre se logra, dependiendo del tiempo de duración de la cirugía y agentes administrados).
- Aspirar cavidad bucal.
- Eventualmente (en fumadores y asmáticos), administrar lidocaína 1 mg/kg IV.
- Soltar fijación del TET (o máscara laríngea).
- Desinflar *cuff* del TET y retirarlo.
- Aspirar la cavidad bucal y administrar O₂ con mascarilla (sin ventilar activamente) durante 3-5 minutos, asegurando una buena SaO₂ durante el traslado.

Traslado a UCPA

Se caracteriza por:

- Pedir la cama o camilla con antelación.
- Realizar últimos controles de presión arterial, pulso y SaO₂.
- Retirar electrodos y monitores.
- Pasar el paciente a la cama (o camilla) con todas las precauciones del caso: vigilar zonas operatorias, vías venosas, sondas, sueros, catéteres, drenajes.
- Instalar al paciente en una cama idealmente tibia, en posición semisentado (a menos que la cirugía efectuada requiera otra posición).
- El paciente debe ser trasladado a la UCPA a lo menos por dos personas.
- En la UCPA debe ser entregado a la enfermera de turno.
- El traslado debe ser realizado lo más rápidamente posible, pues es uno de los momentos en que se producen accidentes y/o complicaciones.

Funciones del técnico de anestesia durante la anestesia general

No todas estas funciones son obligatorias para los técnicos de anestesia, pero sí, ellos deben conocerlas, ayudar a realizarlas. El médico anestesiólogo es el responsable de la anestesia en todo instante, pero el técnico de anestesia debe ser su brazo derecho.

Antes y después de la llegada del paciente:

- Estar informado de la tabla operatoria y preparación acorde.
- Tener preparada o lista para preparar una bandeja estándar, con medicamentos que varían según el lugar o el pabellón.
- Preparar el opioide, inductor y relajante muscular que el médico anestesiólogo solicite.
- Tener lista la máquina de anestesia:
 - Que esté limpia, con cal sodada en buen estado.
 - Conectarla a las redes eléctrica y de gases.
 - Colocar mangueras nuevas y mascarilla limpia.
 - Controlar que los vaporizadores tengan suficiente anestésico volátil.
 - La revisión final es de responsabilidad del anestesista.
 - Tener listos los monitores con sus respectivos electrodos.
- Preparar el material para la vía venosa:
 - Perfusión de S. Ringer Lactato 500 ml (u otra que el anestesista indique); llave de tres pasos con conector y alargador en caso necesario, para instalar una vía endovenosa.
 - Ligadura.
 - Tórula con desinfectante.
 - Catéter endovenoso de teflón y material de fijación estéril.
- Preparar el material para la vía aérea:
 - Laringoscopio/Video laringoscopio funcionando, con hoja desinfectada.
 - TET (ML) estéril con *cuff* controlado (hombre: # 8.0 - #8.5 - # 9.0; mujer: #7.0 - #7.5).
 - En algunos casos pueden necesitarse tubos especiales: preformados (nasal u oral), reforzados, de doble lumen.
 - Cánula orofaríngea.
 - Conductor y pinza Magill a mano.
 - Material para fijar el tubo (tela o gasa).
 - Tener lista la aspiración endotraqueal.
 - Tener un estetoscopio a mano.
 - Una vez llegado el paciente, ayudar a pasarlo a la mesa de operaciones, instalarle los monitores y tomar la presión arterial de ingreso.
 - Ayudar a instalar la vía venosa.
 - Ayudar a movilizar el paciente (posiciones laterales, decúbito prono, semisentado).

Durante la inducción:

- Inyectar drogas a solicitud del médico anesthesiólogo.
- Efectuar maniobra de Sellick (si es necesario).
- Ayudar a la intubación:
 - Presentar laringoscopio o videolaringoscopio.
 - Presentar TET.
 - Pasar material de fijación del TET.
 - Preparación del sello ocular y lubricación de la córnea.

Durante la mantención:

- Aportar y preparar las drogas que se necesiten durante la mantención (opioides, relajantes musculares, drogas vasoactivas (efedrina, fenilefrina, adrenalina, noradrenalina) u otras.
- Ayudar a la vigilancia del paciente (monitores, posición, zonas de apoyo).
- Preparar y ayudar a la instalación de vías venosas suplementarias o catéteres.
- Preparar la analgesia posoperatoria de acuerdo a las necesidades de cada paciente.

Al despertar:

- Preparar drogas necesarias para revertir la relajación muscular (descurarización): sugammadex, neostigmina, atropina; inyectarlas a solicitud del anesthesiólogo.
- Ayudar a la aspiración y extubación del paciente.
- Ayudar a sujetar al paciente.
- Preocuparse del material contaminado.

Durante el traslado:

- Ayudar a pasar el paciente a su cama.
- Estar atento a cualquier evento no deseable:
 - Pérdida de vía venosa.
 - Vómitos.
 - Agitación del paciente.
 - Acompañar al paciente a la UCPA, UTI o UCI.

Conclusiones

Resulta un desafío para el anesthesiólogo la combinación de la eficiencia en la atención perioperatoria (en especial dentro del quirófano) con la seguridad y con la mejor calidad posible. Para lograr estos objetivos es imprescindible contar con un equipo anestésico bien afiatado y coordinado, formado en los mejores conceptos de la anestesiología moderna.

Lecturas recomendadas:

American Society of Anesthesiology (ASA). *Standards for Basic Anesthetic Monitoring. Developed By: Committee on Standards and Practice Parameters (CSPP)*. Last Affirmed: December 13, 2020 (last amended October 20, 2010) (original approval: October 21, 1986).

Brian J. Pollard. Elective Surgery. *Handbook of Clinical Anaesthesia* 3ª Ed. University Department of Anaesthesia, Manchester Royal Infirmary, Manchester, UK, 2011.

Lars I. Eriksson, Jeanine P. Wiener-Kronish, Neal H. Cohen, Lee A. Fleisher, Ronald D. Miller. Capítulo 1: Ámbito de la práctica anestésica moderna. *Anestesia* 8ª Ed. Español, 2015.

Manju N. Gandhi, Kanchan R. Rupwate, Kamlesh G. Gotiwale, Manish B. Kotwani. Chapter 01: General Principles for Emergency Anesthesia. *A Practical Approach to Anesthesia for Emergency Surgery*. Jaypee Brothers Medical Publishers, 2011.

Solmaz Poorsattar Manuel & May Pian-Smith. *Safety in Anesthesia. Clinical Anaesthesia Procedures of the Massachusetts General Hospital* 9th Ed. 2016.

Capítulo 20

Anestesia total intravenosa

Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

La anestesia total intravenosa (TIVA, por su nombre en inglés *Total IntraVenous Anesthesia*) es una técnica de anestesia general que utiliza sólo fármacos intravenosos, para la inducción y la mantención de la anestesia. Se compone de fármacos hipnóticos (para mantener al paciente dormido) y analgésicos (para aliviar el dolor) y en algunos casos se puede agregar coadyuvantes (ketamina, dexmedetomidina, etc.). No se utilizan gases anestésicos halogenados (sevoflurano, isoflurano, etc.) ni óxido nitroso (N_2O).

El desarrollo de la TIVA permite anular o disminuir los efectos deletéreos de los gases anestésicos tales como:

- Una inducción anestésica inhalatoria irritante (desflurano, isoflurano).
- Potencial toxicidad hepática y renal.
- Aumento del flujo sanguíneo cerebral (halogenados con una concentración alveolar mínima mayor a 1) y consecuentemente, aumento de la presión intracraneana.
- Gatillar hipertermia maligna (condición hereditaria que afecta al músculo esquelético de alta mortalidad, que es desencadenada por gases anestésicos halogenados y succinilcolina).
- Contaminar el ambiente (pueden potencialmente afectar a los sujetos expuestos como anestesiistas, técnicos de anestesia y otros miembros del equipo de pabellón).
- Inducir náuseas y vómitos en el posoperatorio.

La TIVA se ha desarrollado debido a la disponibilidad de drogas:

- Con un efecto predecible.
- Con un inicio (latencia) y término de acción rápidos.
- Que no se acumulan, incluso con períodos largos de infusión.
- Cuyo metabolismo no depende de un órgano, como el hígado o riñón.
- El desarrollo de los monitores de profundidad anestésica.

La TIVA tiene como ventajas:

- Permitir una inducción suave y controlada.
- Rápida profundización o superficialización de la anestesia (muy útil cuando el estímulo de la cirugía varía en intensidad a lo largo del procedimiento).

- Menos náuseas y vómitos posoperatorios (que un paciente puede percibir tanto o más molestos que el dolor, por ende muy importantes de prevenir).
- Mejor estabilidad hemodinámica (cuando se aplica adecuadamente).
- Protección cerebral, particularmente el efecto anticonvulsivante del propofol.
- Útil en cirugías o procedimientos realizados sobre la vía aérea (donde puede no haber un tubo endotraqueal a través del cual administrar gases anestésicos).
- No altera la monitorización de potenciales evocados (cirugía mayor de columna).
- Uso de fármacos no tóxicos y que no contaminan el ambiente.
- Desaparición total del efecto al cortar la infusión, recuperando funciones cognitivas y motoras rápidamente, permitiendo un alta precoz.
- Sin evidencia de hipertermia maligna en pacientes susceptibles.

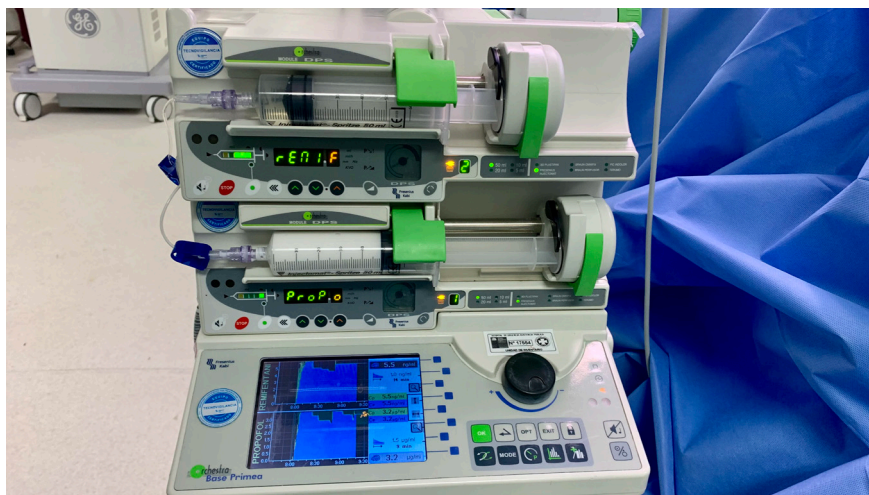


Figura 20.1. Base primea para administración de TIVA.

El riesgo de despertar intraoperatorio (*awareness*), uno de los aspectos mas temidos de la TIVA, ha disminuido gracias a la introducción de monitores de profundidad anestésica (BIS, espectrograma, etc.) y al adiestramiento del equipo de trabajo que emplea la técnica.

Cualquier técnica que use exclusivamente fármacos intravenosos para la inducción de la anestesia es por definición TIVA, pasando desde bolos repetidos usando una jeringa, hasta la aparición de las bombas de infusión que permitieron la administración de drogas a dosis fija (ej. propofol a 100 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$), también conocido como TIVA manual.

La evolución de la farmacología y computación han permitido el desarrollo de bombas infusión “inteligentes” donde se pueden programar los niveles plasmáticos (en la sangre) o en el sitio efecto (cerebro) deseados (también conocidos como *target* o *dianas*), realizando este equipo los cálculos y ajustes de dosis de medicamentos a entregar

para lograr dicho objetivo. Esta técnica de TIVA es conocida como TCI (*Target-Controlled Infusion*).

Estos cálculos se basan en modelos farmacológicos (estudios en distintas poblaciones) que incluyen parámetros como edad, sexo, estatura y peso. Es importante tener en cuenta que los modelos no se ajustan 100% a todos los pacientes ya que no consideran la variabilidad interindividual y otros factores como unión a proteínas, pérdidas sanguíneas, hemodilución, etc.

Los modelos estudiados e incluidos en las bombas de infusión son Marsh y Schnider para propofol, y Minto para remifentanil. Estos modelos se pueden usar en pacientes de 15 a 100 años y con índice de masa corporal (IMC) menor de 35 en mujeres y 42 en hombres. La obesidad (IMC sobre 30) conlleva importantes cambios en la distribución de los fármacos, por ello sobre cierto nivel no aplica el uso de los modelos estándar mencionados previamente.

Tabla 20.1. Modelos farmacológicos usados en TIVA		
Modelo	Fármaco	Uso más frecuente
Marsh	Propofol	Paciente joven y sano (la mayoría).
Schnider	Propofol	Paciente añoso o con patologías importantes (desnutrición, inestabilidad hemodinámica).
Minto	Remifentanilo	Todos los pacientes. En los pacientes frágiles empezar con dianas bajas e incrementar según respuesta y tolerancia.

Todos estos modelos buscan describir de mejor forma determinadas poblaciones. Para niños existen los modelos de propofol Kataria y Paedfusor. De particular interés son poblaciones consideradas “especiales”, tales como:

- **Niños:** gran variabilidad, particularmente los menores de 2 años. En general los neonatos son más sensibles y los niños entre 3-11 años requerirían mayores dosis.
- **Ancianos:** son más sensibles al efecto de las drogas, por tanto requieren dianas menores (y tardan más tiempo en llegar al equilibrio: en lograr las concentraciones diana en plasma y luego que estas se equilibren en cerebro).
- **Obesos:** existe un modelo especialmente diseñado para ellos, el de Cortínez. En su ausencia, se recomienda usar el de Marsh, con peso ajustado en caso de IMC mayor a 35 en mujeres y 42 en hombres.

$$\text{PESO AJUSTADO} = \text{PESO IDEAL} + 40\% \text{ EXCESO (PESO REAL - PESO IDEAL)}$$

Ejemplo:

Paciente masculino que mide 1.74 metros y pesa 110 kilos, su peso ideal sería 67 kilos (hay tablas con rangos de pesos y varían dependiendo si es hombre o mujer)

Entonces:

110 kg (peso real) - 67 kg (peso ideal) = 43 kg (exceso)

Y el 40% de 43kg es 17,2 kg

Peso ajustado= 67 kg (peso ideal) + 17,2 kg = 84,2 kg

Fármacos ocupados frecuentemente en la TIVA

Los fármacos habitualmente utilizados son el propofol y el remifentanil. El objetivo principal es una combinación óptima de ambos para lograr profundidad anestésica y no retardar el despertar. Las siguientes son las características de cada uno de ellos:

Propofol

Es un hipnótico. Tiene entre sus componentes aceite de soya, lecitina de huevo (sin embargo prácticamente no existe alergia cruzada en el caso de pacientes alérgicos a la soya o el huevo), ácido oleico, glicerol e hidróxido de sodio. El estar compuesto por lípidos le da aspecto blanquecino y lo hace aportar calorías, que en el caso de uso en infusión en unidades de intensivo se debe descontar al momento del cálculo del aporte nutricional.

Debido a su alta concentración de lípidos y ausencia de antimicrobianos, existe riesgo de crecimiento bacteriano, por lo que debe manipularse cuidadosamente (técnica aséptica) y no reutilizar en otros pacientes o almacenar por más de 6 horas una vez abierto. Sin embargo, no requiere refrigerar, sino sólo conservar en un ambiente fresco.

Debido a su alta tasa de metabolismo y eliminación puede utilizarse con seguridad en pacientes con daño renal o hepático (no se altera la eliminación significativamente).

Su efecto se inicia rápidamente (30-40 segundos) y en ancianos la eliminación es más lenta y requieren menos dosis.

Algunos de sus efectos adversos son disminución de la presión arterial especialmente en la inducción de pacientes añosos, hipovolémicos y/o inestables; dolor a la inyección por lo que suele administrarse lidocaína endovenosa y/o opiodes previamente, disminuye la presión intraocular y produce depresión respiratoria, pudiendo llegar a la apnea.

También produce protección cerebral; su acción no altera la autorregulación cerebral (la relación entre la presión arterial sistémica y el flujo sanguíneo cerebral), y disminuye la presión intracraneana. Muy raramente puede producir reacción alérgica cutánea.

Se presenta en ampollas de 20 ml al 1% (más adecuadas para inducción anestésica) y en frascos de 50 y 100 ml al 1 y 2% (más adecuados para TIVA).

Debe almacenarse entre 4 y 25 grados y es compatible con solución fisiológica y glucosa al 5%, pero en general no se diluye.

Remifentanil

Es un analgésico opioide potente de acción corta que en general se usa en infusión, debido a que es metabolizado por enzimas inespecíficas del plasma sanguíneo llamadas esterases, y al detener la infusión el efecto desaparece prácticamente por completo entre tres y cinco minutos, independiente de la duración de la cirugía y la cantidad (dosis) de fármaco usado.

Es indispensable programar anticipadamente la analgesia posoperatoria, ya que al cortar la infusión desaparece el efecto analgésico completamente (usar un opioide de larga duración o un bloqueo de nervio periférico).

Su administración en bolo puede producir bradicardia (disminución de la frecuencia cardíaca), hipotensión y tórax leñoso (entidad donde el tórax se pone rígido imposibilitando ventilar al paciente).

Al terminar de infundir es recomendable lavar la vía venosa para evitar la administración inadvertida de remifentanil.

Viene en frascos en forma de polvo liofilizado para diluir de 1, 2 y 5 mg, y se diluye con suero fisiológico dando una mezcla incolora. Se recomienda no usar la droga muy concentrada, idealmente, no más de 50 µg/ml (1 mg de remifentanilo por cada 20 ml de disolvente).

Otros

Hay modelos para fentanilo, pero no están normalmente disponibles en las máquinas disponibles para uso clínico. Sin embargo, se puede “simular” en un programa *ad hoc* (por ej. TIVA trainer) las dosis requeridas (bolo e infusión) para alcanzar determinadas concentraciones en el paciente en cuestión.

También se puede adicionar el uso de fármacos COADYUVANTES como ketamina (Ketalar®) o dexmedetomidina (Precedex®). Son fármacos usados para mejorar la eficacia (analgesia, hipnosis, sedación) de los actores principales (propofol y remifentanil). Existen máquinas de TIVA que contienen un sinnúmero de programas, incluidos los usados para coadyuvantes.

Manejo de la TIVA

Pacientes:

- Idealmente deben venir pesados y medidos, pues las estimaciones pueden inducir a error.
- Monitorización de profundidad anestésica.
- Vía venosa: preferentemente a la vista ya que en caso de perder la vía el paciente se despertará.
- Colocar al menos 2 llaves de tres pasos, una para propofol y remifentanil y, otra, para inyectar otros fármacos en bolo. Las llaves de la TIVA deben estar lo más cerca del paciente posible para reducir el espacio muerto (**Figura 20.2.**).

- Colocar alargador sólo cuando no se tiene acceso al punto de inyección.
- En caso de cirugías donde se requiere reponer volumen, de preferencia instalar dos vías venosas, una para pasar volumen y otra para la TIVA, si bien la TIVA debe ir junto con un goteo de suero que “empuje” la droga, pero la velocidad de este debe ser más bien constante (algunos incluso infunden este suero en una bomba de infusión continua), incluso los cambios de matraz se ha descrito que alteran la velocidad de aporte de las drogas.

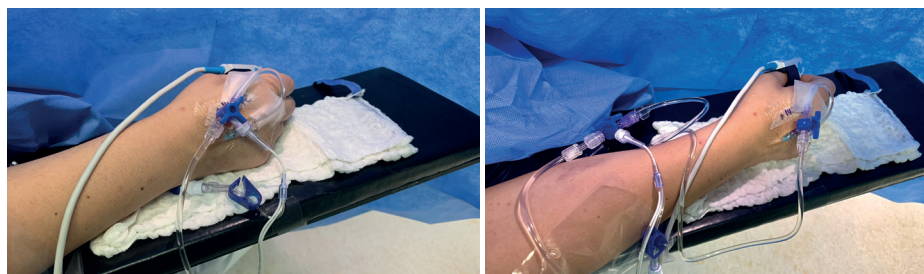


Figura 20.2. A izquierda la forma adecuada de administrar las drogas específicas de la TIVA (a una llave de 3 pasos cercana a la vía venosa periférica). A la derecha la forma incorrecta con la TIVA conectada lejos de la vía venosa periférica.

Bombas:

- Pedir adiestramiento en el modelo existente en la institución.
- Debe ser colocada con antelación en un sitio seguro, conectado a la corriente y a mano del anestesista para realizar cualquier cambio.

Diluciones:

- Las diluciones de las jeringas deben ser estándar (siempre la misma), conocida por todo el personal, deben ser preparadas con calma y bien identificadas.

Bajadas:

- Se recomienda usar las bajadas aportadas por los distribuidores de la bomba de infusión, que sean de bajo volumen (volumen de cebado) y con sistema de clampeo y válvulas antireflujo.
- Se recomienda usar conexiones Luer-Lock (sistema de cierre en que el extremo macho tiene una rosca giratoria), para evitar desconexiones y fugas (expone al riesgo de un nivel inadecuado de anestesia), particularmente de remifentanilo, que al ser incoloro es más difícil de identificar en caso de fuga.
- Evitar oclusiones producto de posición inadecuada de llaves de 3 pasos, clampeo, trayecto retorcido, etc., lo cual aumentará la presión del sistema e impedirá la llegada de la droga a destino y, cuando la oclusión se resuelva, dará lugar a un bolo no programado y de magnitud no controlada, con consecuencias hemodinámicas potencialmente graves, particularmente si las drogas se encuentran muy concentradas.

- Otro aspecto importante es el cebado de las bajadas, puesto que la presencia de aire en el trayecto también afecta la precisión de la dosis de droga anestésica aportada.
- La infusión no debe ser interrumpida por el inflado del manguito de presión o de isquemia.

Bandeja:

- Preparada con antelación, diluciones estándar bien identificadas y también en tamaños estandarizados de jeringas.
- Recambiar con anticipación, antes de que se acabe una jeringa (para disminuir los tiempos sin infusión de la droga, si bien el sistema TCI compensa por esas pausas con un nuevo minibolo tras cada cambio de jeringa).
- Tener siempre lidocaína, efedrina, y atropina como mínimo.

Analgesia posoperatoria

Debe estar lista y ser administrada antes de parar equipo TCI ya que al cortar la TIVA el paciente quedara en minutos sin analgesia. Esta debe estar programada y puesta antes que despierte el paciente (AINES, bloqueos nerviosos periféricos, opioides como morfina o metadona etc.).

Lecturas recomendadas:

E. Garrido A. & J. Nava. Capítulo 1: Sistemas de perfusión y conceptos básicos de anestesia total intravenosa. *Anestesia total intravenosa*.

Luis A. Tafur & E. Lema. Anestesia total intravenosa: de la farmacéutica a la farmacocinética *Rev. Col. Anest.* 2010, 38(2): 215-231.

Capítulo 21

Anestesia neuroaxial

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Introducción

La anestesia neuroaxial abarca todos bloqueos nerviosos realizados a nivel del neuroeje: la anestesia espinal (también conocida como raquídea, subaracnoidea o intratecal), la anestesia epidural (también conocida como peridural) y la anestesia caudal. Entre ellos existen diferencias significativas de técnica, fisiología y farmacología, sin embargo, todas producen una combinación de bloqueo simpático, sensitivo o motor en función de la dosis, la concentración o el volumen del anestésico local administrado.

La anestesia espinal y epidural es ampliamente utilizada en cirugía, obstetricia, manejo del dolor crónico y dolor posoperatorio, mientras que los bloqueos caudales son generalmente usados para anestesia quirúrgica y analgesia en paciente pediátrico. La anestesia neuroaxial puede reducir la morbilidad pulmonar y posiblemente la morbilidad cardíaca, en comparación con anestesia general.

Anatomía

Hay 7 vértebras cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares y un hueso sacro. La apófisis espinosa de las vértebras torácicas está angulada caudalmente (hacia abajo), comparada con las vértebras lumbares que son más horizontales.

La médula espinal es un continuo del tronco del encéfalo y termina distalmente en el cono medular como *filum* terminal (extensión fibrosa) y la cauda equina (extensión nerviosa). La terminación distal de la médula espinal varía entre L3 (la tercera vértebra lumbar) en los niños, hasta el borde inferior de L1 (la primera vértebra lumbar) en los adultos. La médula está protegida por los huesos de la columna vertebral y a la vez rodeada por las meninges: tres membranas llamadas de adentro hacia fuera, piamadre, aracnoides y duramadre. Entre la aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio subaracnoideo, ocupado por el líquido céfalo-raquídeo (LCR), un líquido incoloro que baña el encéfalo, el tronco encefálico y la médula espinal, y que sirve como amortiguador, para proteger el sistema nervioso central. La piamadre es muy vascularizada y recubre íntimamente la médula y el cerebro. La aracnoides, una membrana delicada, no vascularizada, que constituye la principal barrera a la entrada y salida de fármacos del líquido cefalorraquídeo. La duramadre es una dura membrana fibroelástica. Entre la duramadre

y la aracnoides se encuentra el espacio epidural, ocupado por tejido conectivo, grasa y plexos venosos.

Hay 31 pares de nervios espinales (8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo). Los nervios pasan a través del foramen intervertebral, un espacio dejado entre la articulación de dos vértebras.

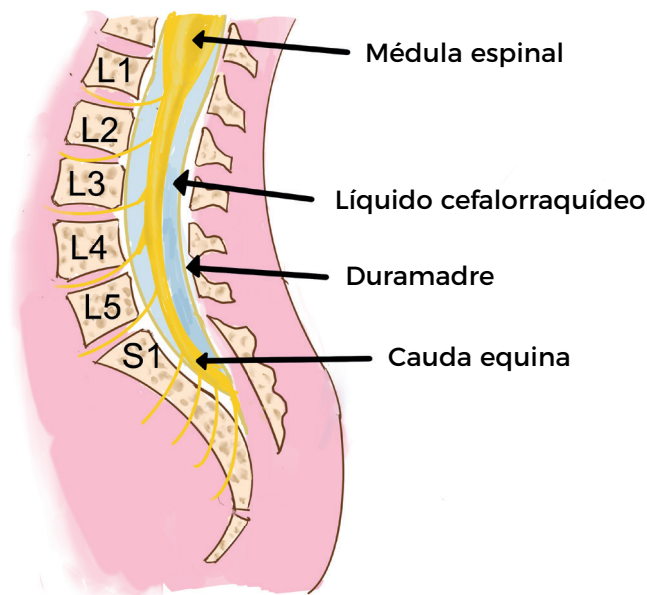


Figura 21.1. Representación de la columna vertebral y la médula espinal en un corte sagital.

Dermatomas

Se define como el área cutánea inervada por una sola raíz espinal. El término “nivel espinal” se refiere al dermatoma más cefálico anestesiado. Con fines prácticos, el ligamento inguinal corresponde a T12 (duodécimo nervio espinal torácico), la cicatriz umbilical a T10, la apófisis xifoides a T7, la línea intermamilar a T4 y el 5to dedo de la mano (ulnar) a C8 (octavo nervio espinal cervical).

Mecanismos de acción

Los anestésicos locales (AL) interrumpen la transmisión nerviosa, el sitio diana correspondiendo a la médula espinal y las raíces nerviosas. Las raíces de los nervios espinales y ganglios de la raíz dorsal son los más importantes.

El orden de anestesia es el siguiente: fibras simpáticas preganglionares (fibras B), sensación de temperatura fría (fibras C), propiocepción (fibras A-delta), sensación táctil (A-beta) y fibras motoras (A-alfa). El regreso de la anestesia es en sentido inverso.

Indicaciones

La anestesia neuroaxial está indicada en pacientes que necesitan anestesia para intervenciones de duración conocida, cuando es necesario que el paciente esté consciente, en sujetos con ciertas comorbilidades, por ejemplo, patología respiratoria grave y paciente con vía aérea difícil.

Debe tratarse de cirugías que sean compatibles con el bloqueo motor de dermatomas que permitan una adecuada ventilación espontánea, es decir una altura no mayor a T4. Esto permite cirugía de extremidades inferiores (traumatológica, vascular periférica, genital, etc.) y abdomen bajo (cesáreas, apendicetomías, histerectomías, etc.). Puede asociarse a catéter epidural (anestesia combinada espinal-epidural) para extender la anestesia o a una subaracnoidea o espinal continua cuando el catéter epidural es de difícil instalación o en contexto de cardiopatía grave.

Tabla 21.1. Contraindicaciones de anestesia neuroaxial	
Absolutas	
Negativa del paciente Sepsis localizada (infección de la piel en el sitio de punción) Alergia a algún medicamento a administrar Coagulopatía no corregida Incapacidad del paciente de estar quieto (psicopatía, Parkinson, etc.)	
Relativas	
Neurológicas: Mielopatía o neuropatía periférica Estenosis espinal Cirugía de columna Esclerosis múltiple: duración prolongada por sensibilidad a AL Espina bífida: mayor riesgo de lesión medular y difusión variable Déficit neurológico de una o ambas extremidades Cardiacas: Estenosis aórtica o gasto cardíaco fijo Hipovolemia Hematológicas: Trombo profilaxis Coagulopatía hereditaria	

Características

La anestesia raquídea produce anestesia de la zona bloqueada que permite que el paciente se pueda operar, demora aproximadamente 5 minutos en fijarse (llegar a su nivel definitivo) con lidocaína hiperbara (un tipo de lidocaína que es más “pesada” que el LCR) y hasta 20 minutos con bupivacaína hiperbara; en ese tiempo la altura alcanzada es dependiente de la gravedad. Por ejemplo, se deja sentado al paciente durante este tiempo, se lograría lo que se denomina anestesia en silla de montar (zona que es inervada por los segmentos más distales de la médula espinal), que es usado para procedimientos obstétricos, urológicos y anorectales, pero no lograría la anestesia requerida para una cirugía más alta (por ejemplo, cirugía de cadera). Su duración es variable a la dosis administrada, pero en general no superara 1,5 horas con lidocaína o 2,5-3 horas con bupivacaína.

La anestesia epidural, según dosis apropiadas o procedimientos elegidos, puede usarse como anestesia, pero especialmente como analgesia. Por ejemplo, un trabajo de parto llevado con analgesia peridural, puede terminar perfectamente en una cesárea con la misma anestesia. Si embargo su uso es principalmente como analgesia, ya sea como analgesia posoperatoria en cirugía torácica o abdominal alta (peridural torácica) o en analgesia de parto o posoperatoria de cirugía abdominal baja. El uso de catéteres permite una analgesia continua por varias horas durante el trabajo de parto o por días después de una operación. Demora aproximadamente 20 min para alcanzar su efecto máximo, y dura más que la anestesia espinal; en promedio un bolo dura 4 horas. Se usa habitualmente en infusión continua o con bolos intermitentes.

Dosis

Para la anestesia espinal se usan entre 50 y 100 mg de lidocaína y entre 5 y 15 mg de bupivacaína. Puede asociarse a agente coadyuvantes que potencian su analgesia y duración, como 10-20 µg de fentanilo o 0,1-0,2 mg de epinefrina. Mientras que en la epidural en general se usa en infusión continua por PCA (analgesia controlada por el paciente), previo a la administración de un bolo de carga de 20-30 mg en peridural torácica o 50-100 mg en peridural lumbar. En infusión, lo más común es usar una dilución al 0,1% de bupivacaína o levobupivacaína (Chirocaina®) con o sin fentanilo 2 µg/ml. Para obtener esta dilución se prepara de la siguiente manera:

**S. Fisiológico 190 ml (retirar 60 ml a un suero de 250 ml)
+ 5 ampollas de bupivacaína 0,5% (250 mg)
+ 1 ampolla de fentanilo 0,5 mg (500 gammas)**

Posición para la punción

Las tres posiciones principales de los pacientes son el decúbito lateral (izquierdo o derecho), la posición de sentado y el decúbito prono. El consenso actual es que los bloqueos neuroaxiales deben llevarse a cabo con el paciente despierto. La anestesia general o la

sedación profunda pueden impedir que un paciente reconozca los signos de alarma como dolor o parestesias. La posición prona se utiliza muy poco, pero se puede seleccionar cuando el paciente necesita mantenerse en esa posición, aunque normalmente se punciona con el paciente sentado o en decúbito lateral y se deja en posición supina hasta que se fija el nivel y luego se prona.

Técnica

Espinal

Una vez que ha sido seleccionado el espacio apropiado, generalmente en L3-L4 (espacio entre la 3ra y 4ta vértebra lumbar, a nivel de la línea que atraviesa ambas crestas ilíaca), se inyecta anestesia local a la piel, se inserta el introductor en un ángulo ligeramente cefálico (hacia arriba) de 10-15°, y se avanza hasta que se sienta firme, para lo cual se pasa a través de varias capas: tejido subcutáneo, ligamento supraespinoso, ligamento interespinoso. El objetivo del conductor es permitir el paso del trócar, que se avanza lentamente, percibiendo los planos y evitando su desviación, que puede causar punción de las raíces nerviosas, y una sensación de parestesia (descarga eléctrica), muy desagradable para el paciente. Al atravesar los planos con el trócar, se puede apreciar el cambio característico de la resistencia cuando la aguja pasa a través del ligamento amarillo y la duramadre. Después se retira el estilete y debe aparecer LCR en la base de la aguja.

Epidural

La zona de inserción de la aguja depende del lugar de la cirugía (habitualmente lumbar y torácico). De forma controlada, la aguja debe avanzar con el estilete en su lugar a través del ligamento supraespinoso y del ligamento interespinoso, momento en que el estilete puede ser retirado y la jeringa unida. Se usa una jeringa de baja resistencia, que es muy sensible a los cambios de presión, esta se llena de aire o suero fisiológico y se va avanzando milimétricamente aplicando una presión en el embolo, hasta que se “pierde resistencia”, y se observa como el embolo avanza más fácil que en las pruebas anteriores. Una vez encontrado el espacio, la jeringa se retira y se enhebra suavemente un catéter, habitualmente hacia cefálico (arriba), hasta aproximadamente la marca de 15-18 cm para asegurar que una longitud suficiente ha entrado en el espacio epidural. La aguja puede retirarse cuidadosamente, y el catéter se retira hasta dejar 4-6 cm en el espacio.

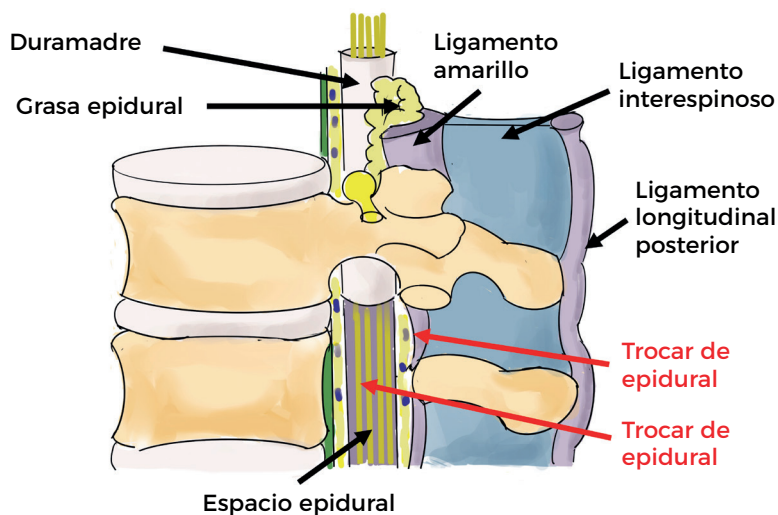


Figura 21.2. Representación de plano sagital de vértebras, ligamentos y lugar de inserción de trocarsepidual.

Consideraciones

Antes del procedimiento se debe tener al paciente monitorizado, y revisar que la vía venosa esté permeable. Durante el procedimiento se tiene que estar atento a complicaciones; a veces los pacientes jóvenes hacen reacciones vagales en reacción al dolor de la punción, con bradicardia extrema y pueden perder la conciencia o incluso convulsionar durante el procedimiento. Esto hace que la posición en decúbito lateral, aunque más incómoda para algunos operadores, sea más segura para el paciente. Después del procedimiento se debe dejar la presión no invasiva programada para tomar la presión cada 1 minuto por algunos minutos, por el riesgo de hipotensión.

Recomendaciones prácticas

Para ambas técnicas necesitara tener preparado:

- 2 paños estériles, uno para armar la mesa y otro para el paciente
- Compresas (para asear la zona a puncionar previo al pincelado con antiséptico, para palpar la cresta ilíaca)
- Guantes estériles
- Lidocaína 2%
- Clorhexidina líquida
- Aguja N° 19-21 para aspirar el anestésico local de la ampolla y aguja N°25-27 para pápula de la piel
- Elemento para pincelar.

Para anestesia espinal se necesita:

- Bupivacaina 0,75% (puede usarse también al 0,5%), hiperbara o isobara o lidocaína 5% hiperbara, según necesidad
- Fentanilo: ampolla de 0,1 mg
- Conductor y trocar de raquídea (25 o 27G)
- Jeringa de 5 y 3 ml.

En la anestesia epidural se necesita:

- Trocar Touhy N°16 o 18G
- Catéter de epidural más filtro
- Jeringa de baja resistencia
- Jeringa de 20 ml
- Suero fisiológico
- Bupicaína 0,5%
- Fentanilo ampolla de 0,5 mg
- Elementos para fijar el catéter.

Lecturas recomendadas:

R.D.Miller (Ed). Spinal, epidural and caudal anesthesia. *Miller's Anesthesia*, 9th edition. Elsevier, 2019.

Guay J CPSSea. Neuraxial anesthesia for the prevention of postoperative mortality and major morbidity: an overview of Cochrane Systematic Reviews. *Anesth Analg.* 2014;(119): p. 716-725.

Capítulo 22

Bloqueos regionales en anestesia

Dra. Francisca Vega Pinochet

Introducción

Los bloqueos regionales son una técnica anestésica que consiste en depositar anestésicos locales (AL) en la vecindad de los nervios periféricos, en diferentes segmentos del cuerpo, con la finalidad de proveer analgesia operatoria o anestesia propiamente tal para el procedimiento quirúrgico. La técnica regional en ocasiones se debe complementar además, con una anestesia general.

El AL debe ser depositado lo más próximo al nervio a bloquear, garantizando su eficacia sin producir daño al puncionar directamente el nervio.

Se trata de una técnica segura, de gran utilidad para el manejo del dolor posoperatorio, principalmente en cirugías traumatológicas.

Antiguamente los bloqueos periféricos se realizaban por reparos anatómicos o con estimulador de nervio periférico, esta técnica es cada vez más obsoleta. Actualmente el uso de ecografía para localizar y realizar el bloqueo se considera el estándar de oro, ya que esta técnica permite disminuir el riesgo de lesión del nervio y por otro lado disminuir el riesgo de intoxicación sistémica por AL (ISAL).

La técnica de anestesia regional puede realizarse en una sola oportunidad, ya sea al inicio o término de la cirugía, denominado *one shot* o *single shot* (del inglés “una sola punción”), o bien en infusión continua a través de una bomba elastomérica, especialmente diseñada para este tipo de uso clínico. Este dispositivo permite infundir un volumen estandarizado y no requiere de una fuente de energía externa para su funcionamiento, de modo que puede ser manejada de forma ambulatoria. En el paciente hospitalizado se puede usar una bomba corriente o bomba PCA (sigla en inglés que significa analgesia controlada por el paciente).

Preparación

Como cualquier procedimiento en anestesia, es importante recordar que a todo paciente al que se le realice un bloqueo de nervio periférico (BNP) debe contar con un acceso venoso permeable y monitorización estándar durante el procedimiento. Debe estar disponible el suministro de oxígeno y aspiración central, junto con dispositivos de manejo de vía aérea y drogas de emergencia. La esterilidad de procedimiento debe

ser garantizada; el uso de gorro, mascarilla y guantes estériles después de un lavado clínico es suficiente. Pueden ser requeridos niveles superficiales de sedación durante el procedimiento.

Es importante conocer el lugar donde se almacenan los lípidos al 20%, terapia de elección en el manejo de ISAL ya que generalmente estos no están disponibles en el carro de anestesia junto con el resto de las drogas que más frecuentemente se utilizan, pero si se encuentran en el área de pabellón.

Equipamiento

Ecógrafo: se debe asegurar que se encuentre con batería de reserva, de lo contrario manejar enchufado (**Figura 22.1.**).



Figura 22.1. Ecógrafo portátil.

Transductores ecográficos (Figuras 22.2. y 22.3.). El transductor lineal es el que con mayor frecuencia se utiliza. Cabe mencionar que existen transductores más pequeños para la población pediátrica.



Figura 22.2. Transductor lineal.



Figura 22.3. Transductor convexo.

Aguja de plexo: específica para realizar BNP, es de un material que permite la visualización ecográfica de la aguja. Posee una conexión para el neuroestimulador y una línea de extensión para la administración de AL. Existen de diferentes longitudes 50, 80 y 100 mm (**Figura 24.4.**). Además, existen disponibles agujas de plexo a través de las cuales se puede introducir un de catéter para bloqueos continuos, el cual se conecta a una bomba elastomérica.

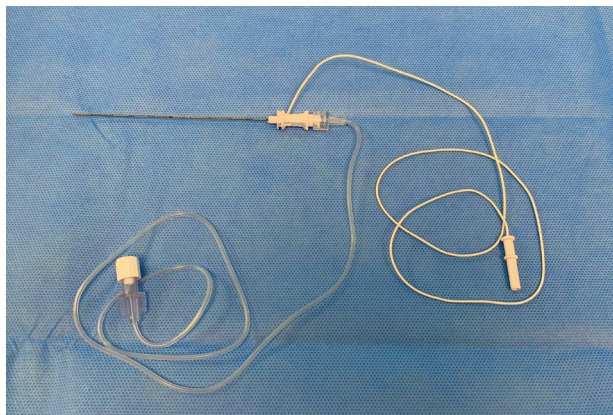


Figura 22.4. Aguja plexo 100 mm.

Anestésicos locales (lidocaína, bupivacaína o chirocaina): estos generalmente se utilizan en distintas concentraciones y puede ser que se utilice más de un tipo de AL por jeringa. Como ejemplo, una dilución clásica: 10 ml de bupivacaína isobara al 0,5% mezclada con 10 ml de lidocaína al 2%, quedando una concentración final de bupivacaína 0,25% + lidocaína 1 %.

Estimulador de nervio periférico: en caso de ser solicitado por el operador, ya que como se describió anteriormente, su uso cada vez es menos frecuente. Sin embargo, puede agregarse al uso de ecografía como un sistema adicional de seguridad. Otros: tórula, clorhexidina, campos estériles, guantes estériles, jeringas de 20 ml y 5 ml.

Bloqueos del miembro superior

Los bloqueos regionales pueden ser utilizados para cirugías que van desde el hombro hasta la mano. Es importante conocer el sitio quirúrgico y en base a esto la anatomía e inervación de la extremidad, la cual está dada por el plexo braquial.

Para cirugía de hombro, escapula, clavícula y humero proximal se debe realizar un bloqueo interescalénico, donde se bloquean raíces o troncos nerviosos a nivel proximal.

Para cirugía de humero medio-distal hasta la mano existe la opción realizar un bloqueo supraclavicular, infraclavicular, axilar o el bloqueo selectivo de nervios terminales como el nervio radial, mediano o cubital en caso de cirugía de mano.

A continuación serán descritos los bloqueos de miembro superior más frecuentemente realizados en la práctica clínica.

Bloqueo interescalénico

Indicaciones: cirugía de hombro, clavícula, escápula y humero proximal.

Este bloqueo se realiza a nivel del cuello aproximadamente en el tercio medio.

Posición: el paciente se debe colocar en decúbito supino con la cabeza ligeramente rotada hacia el lado contralateral a bloquear (**Figura 22.5**). El anestesiólogo se dispone por detrás del paciente con el ecógrafo de frente.

Aguja: 50 mm.

Volumen: 15-20 ml.

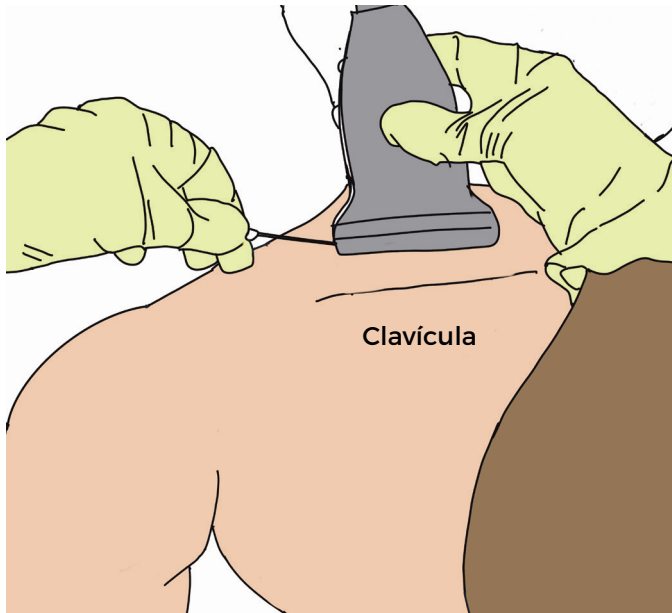


Figura 22.5. Acceso al bloqueo de plexo braquial interescalénico.

Bloqueo Supraclavicular

Indicaciones: cirugía de humero distal, antebrazo y/o mano.

Posición: paciente en decúbito supino, brazo pegado al cuerpo (**Figura 22.6**). El anestesiólogo se ubica por delante o atrás de la cabeza del paciente con el ecógrafo de frente.

Aguja: 50 mm

Volumen: 20-25 ml.

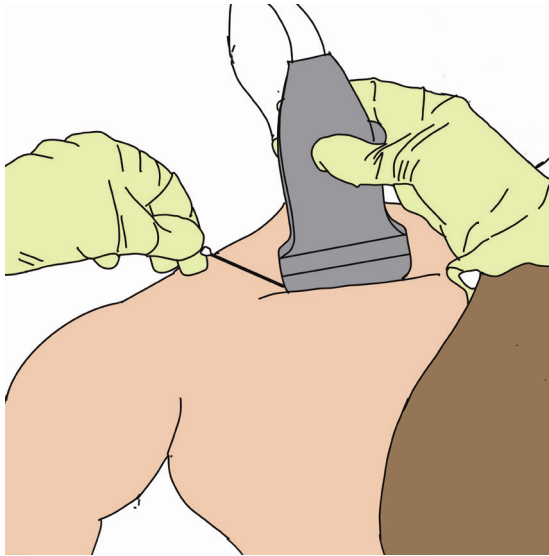


Figura 22.6. Acceso al bloqueo de plexo braquial supraclavicular.

Bloqueo axilar

Indicaciones: cirugía de antebrazo y mano.

Posición: paciente en decúbito supino con la extremidad a bloquear abducida en 90° y el codo flexionado (Figura 22.7.).

Aguja: 50 mm

Volumen: 20-30 ml.

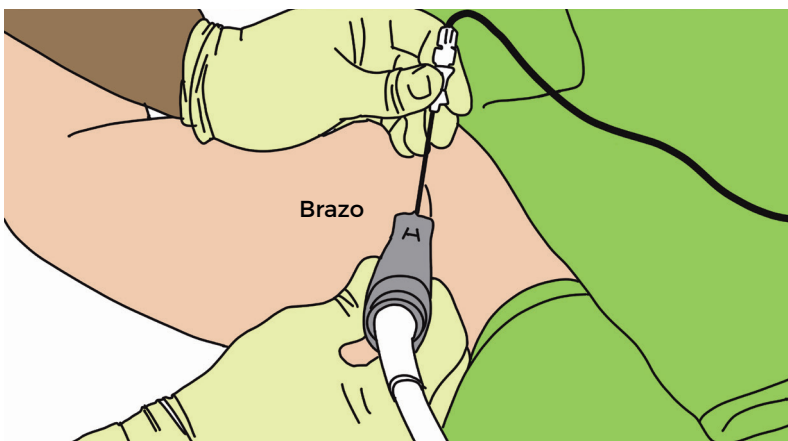


Figura 22.7. Acceso al bloqueo de plexo braquial axilar.

Bloqueos de miembro inferior

La extremidad inferior se encuentra inervada por 2 plexos; lumbar y sacro, los que a diferencia del miembro superior, se encuentran automáticamente separados y no pueden ser bloqueados de manera conjunta en un único bloqueo. Es por esto que los bloqueos miembro inferior se realizan con menos frecuencia con un objetivo anestésico.

Para cirugía de cadera y fémur proximal se puede realizar el bloqueo del plexo lumbar o bloqueo del plexo sacro a nivel parasacro o transglúteos. Para cirugía de fémur medio-distal es útil el bloqueo del nervio femoral, nervio obturador o bloqueos proximales del nervio ciático. Para cirugía de rodilla se puede utilizar bloqueo de nervio femoral desde la región inguinal hasta el canal aductor y para cirugía de pierna y tobillo bloqueo del nervio ciático-poplíteo.

A continuación, se describirán los bloqueos más frecuentes realizados en la práctica clínica.

Bloqueo del nervio femoral:

Indicación: es uno de los nervios de la extremidad inferior. El más importantes a bloquear para analgesia en cirugías por debajo de la cadera.

Posición: paciente en decúbito supino con la extremidad extendida (**Figura 22.8.**). El anestesiólogo se posiciona cerca de la extremidad a bloquear, con el ecógrafo de frente.

Aguja: 50 mm

Volumen: 15-20 ml

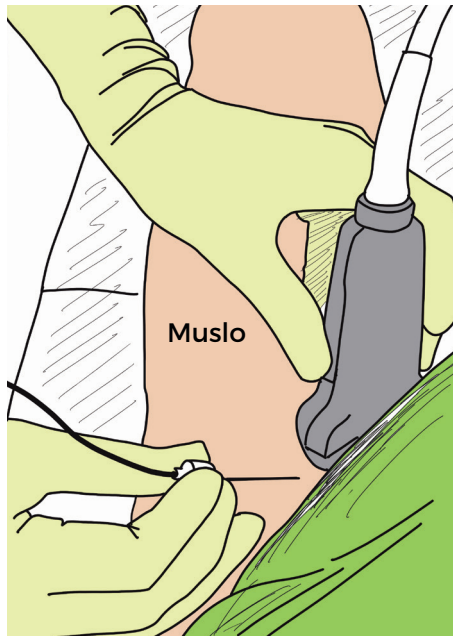


Figura 22.8. Acceso al bloque del nervio femoral.

Bloqueo del canal de los aductores:

Indicaciones: complementar la analgesia en cirugía de pierna o tobillo que implique un abordaje quirúrgico por medial; cirugía de rodilla.

Posición: paciente en decúbito supino, con la pierna en ligera rotación externa. El transductor se coloca de manera perpendicular a la extremidad, más o menos 8 cm sobre la rodilla, la punción se realiza de lateral a medial. El ecógrafo se coloca de frente a la pierna a bloquear.

Aguja: 50-100 mm.

Volumen: 10-15 ml.

Bloqueo del nervio ciático-poplíteo:

Indicación: cirugía de tobillo y pie

Posición: se puede realizar con el paciente en decúbito supino con la pierna flectada (Figura 22.9.) o también en decúbito prono. El anestesiólogo se coloca en la proximidad de la extremidad a bloquear con el ecógrafo de frente en la extremidad contralateral.

Aguja: 100 mm.

Volumen: 15-25 ml.



Figura 22.9. Acceso al nervio ciático-poplíteo en decúbito supino con la pierna flectada.

Recomendaciones prácticas

Una vez reunido los materiales, con el paciente debidamente monitorizado y un acceso venoso permeable, se realizará el bloqueo con la ayuda del técnico en anestesia. Cabe destacar el rol fundamental que tiene en el momento de asistir al procedimiento, ya que es el técnico en anestesia el que aspira y administrara el anestésico según indicación del anesthesiólogo.

Es de suma importancia tener los siguientes puntos a considerar al momento de la ejecución del bloqueo, los cuales se enmarcan en prácticas rutinarias para disminuir el riesgo de ISAL y por otro lado disminuir el riesgo de daño del nervio periférico.

Previo a la administración de AL siempre se debe aspirar la jeringa y comprobar que no refluya sangre a través la aguja de plexo. Se debe observar el inicio de la línea de extensión por la que se administran los fármacos y no sólo la jeringa. En caso de que refluya sangre se debe informar al anesthesiólogo y nunca administrar AL.

La administración de AL debe realizarse en volúmenes pequeños y siempre aspirando cada 3-5 ml.

La presión al momento de administrar el AL es otro punto para considerar, se debe evitar un exceso de presión, ya que esto indica que puede estar en el interior de una estructura nerviosa o no se está en el lugar correcto para depositar el AL. Se debe informar al operador que realiza el bloqueo de esta sensación de sobrepresión para que corrija la posición de la aguja.

Lecturas recomendadas:

D. Bravo et al. Bloqueos de extremidad inferior. *Rev Chil Anest* 2020; 49: 28-46.

J. Aliste, D. Bravo y D. Fernández. *Manual de anestesia regional periférica para residentes de anestesiología Universidad de Chile*. 2018.

Capítulo 23

Monitorización en anestesia

Dr. Rodrigo Rimassa Chaparro
Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

Monitorizar se refiere al control de las funciones vitales mediante la observación y/o medición de diferentes variables fisiológicas, ya sea de forma intermitente o continua.

Se define monitor como aquel dispositivo electrónico, que facilita datos para vigilar el funcionamiento de un sistema o actividad. Sin embargo, monitorizar implica tanto vigilancia clínica, como de los hallazgos en los monitores obtenidos por medios electrónicos. Los resultados obtenidos deben ser interpretados y tomar una conducta al respecto.

Los objetivos de la monitorización en anestesia son:

- Otorgar el máximo de seguridad al paciente.
- Disminuir el riesgo quirúrgico y anestésico, minimizando los posibles errores humanos.
- Diagnosticar y manejar precozmente alteraciones ocurridas en el perioperatorio.

¿Qué se entiende por monitorización estándar?

Desde el año 1986 hasta la fecha, la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) ha establecido algunas normas mínimas de monitorización de los pacientes en pabellón.

El estándar 1: menciona que tiene que haber personal calificado presente durante cualquier procedimiento anestésico, listo para reaccionar frente a cualquier eventualidad.

El estándar 2: menciona que durante todo procedimiento anestésico se deben evaluar continuamente: la oxigenación, la ventilación, la circulación y la temperatura del paciente. Esto significa que en todo tipo de anestesia, ya sea general, regional o local más sedación, se debe evaluar dichos parámetros. Esto a modo de establecer un estándar mínimo de calidad en la atención del paciente, para lograr los objetivos mencionados previamente. Es importante señalar que el hecho de monitorizar adecuadamente estas variables, no garantiza un resultado (*outcome*) exitoso en el posoperatorio, ya que los valores entregados por los monitores serán sólo números; lo importante es saber interpretarlos de manera adecuada y tomar las decisiones pertinentes precozmente.

Tipos de monitorización

Se pueden clasificar según:

Temporalidad: determinado por el tiempo que hay entre cada obtención de valores.

Continua: Ej.: electrocardiografía (ECG).

Discontinua: Ej.: presión arterial no invasiva (con manguito) (PANI), exámenes de laboratorio, diuresis, etc.

Nivel de invasividad: depende si se rompen barreras naturales del cuerpo, como la piel.

Invasiva. Ej.: presión arterial mediante cánula arterial (PAI), presión venosa central (PVC).

No invasiva. Ej.: PANI, oximetría de pulso (SPO₂).

Por los sistemas que evalúan:

Sistema cardiovascular. Ej.: ECG, PANI, PAI, PCV, ecocardiograma transtorácico, transesofágico.

Sistema respiratorio. Ej.: frecuencia respiratoria, CO₂ al final de la espiración (EtCO₂), SpO₂, compliance pulmonar.

Sistema renal. Ej.: diuresis, creatinina/nitrógeno ureico, electrolitos plasmáticos.

Sistema muscular. Ej.: estimulador de nervio periférico: tren de cuatro (TOF), estimulación en doble ráfaga (DBS), conteo postetánico (CPT).

Sistema hematológico. Ej.: hematocrito.

Sistema nervioso. Ej.: presión intracraneana (PIC), índice biespectral (BIS), espectrograma.

Monitorización estándar intraoperatoria

En relación a los estándares mínimos exigidos por la ASA, existen cuatro variables a considerar en el estándar 2:

Oxigenación

Clínica: lo más importante son las condiciones clínicas preoperatorias del paciente, que incluyen la anamnesis y el examen físico. Ej.: presencia de cianosis o disnea.

Gas inspirado (FiO₂): fracción o porcentaje de oxígeno que se entrega al paciente a través del ventilador. Habitualmente se obtiene de la pantalla del ventilador y/o en el casillero de análisis de concentración de gases. Al inicio de una anestesia general, habitualmente se administra FiO₂ altas, en torno al 1, pero posteriormente se disminuyen, ya que el aportar oxígeno en altas concentraciones por períodos de tiempo prolongados, puede generar daño.

Oximetría de pulso: corresponde a un método no invasivo y continuo de monitorización, que permite evaluar la saturación de la hemoglobina por el oxígeno, a través de la absorción de un haz de luz en sangre arterial. Es un método ampliamente usado en la práctica clínica, ya que es rápido de instalar y es totalmente inocuo. Su limitación es la imposibilidad de colocar el sensor en un dedo (ante lo cual se tiene como alternativa el lóbulo de la oreja) y la baja temperatura de la piel, que impide la medición. Gracias a la información que entrega, se utiliza como signo precoz de alarma frente a la hipoxemia (disminución anormal del oxígeno en la sangre arterial). Los valores de saturación normal son variables, según los distintos escenarios, pero habitualmente con saturaciones menores a 95% hay que poner mayor atención.

¿En qué hay que pensar ante la presencia una caída de la saturación? El sensor puede estar mal acoplado en el dedo del paciente (o la región anatómica donde se instaló: ortejo, lóbulo de la oreja, comisura labial, etc.), puede haber alguna alteración en la perfusión local, movimientos del paciente que afecte la medición, presencia de algún artefacto (**Tabla 23.1.**), o que sea una desaturación verdadera, frente a lo cual tendremos que tomar una conducta al respecto.

Tabla 23.1. Artefactos en la medición de la saturación

<p>La disminución de la perfusión local (paciente frío, con drogas vasoactivas, con manguito de PANI en misma extremidad del saturómetro, síndrome compartimental, etc.).</p> <p>El movimiento.</p> <p>La luz ambiental (en equipos más antiguos, por lo tanto hay que tratar de cubrir la mano o zona involucrada).</p> <p>Alteraciones tóxicas de la hemoglobina (por ej. intoxicación por monóxido de carbono en caso de incendios, etc.).</p> <p>El uso de algunos colorantes utilizados en ciertas cirugías (por ej. azul de metileno, azul patente, índigo de carmín, etc.).</p> <p>El uso de esmalte de uñas (sobre todo el azul).</p>

Ventilación

Clínica: evaluar expansión torácica, signos de obstrucción bronquial (por ej. retracciones costales, uso de musculatura accesoria, etc.), entre otros.

Capnografía: el dióxido de carbono (CO_2) es uno de los productos del metabolismo celular, que se relaciona con la presencia de O_2 ; la mayoría de las veces una caída en sus niveles es sinónimo de hipoxia tisular (caída de O_2 en los tejidos). El CO_2 es eliminado hacia el ambiente por los pulmones, momento en el cual puede ser medido de manera no invasiva a través de la capnometría y, graficar el perfil de salida con capnografía, obteniendo un valor y una curva en el monitor, respectivamente. El capnógrafo efectúa 4 funciones básicas: saca una muestra del gas respiratorio, extrae el exceso de humedad de la muestra (en la trampa de agua), mide el CO_2 contenido en dicha muestra y entrega la medición al operador.

El valor de la capnometría es la cifra que el monitor reporta al final de la espiración (EtCO₂). La curva normal de la capnografía consta de distintas fases, las cuales transcurren durante la inspiración y espiración del paciente. Existen distintas curvas posibles en distintas situaciones clínicas (**Figura 23.1.**).

En la práctica es estándar para verificar la intubación endotraqueal (que el tubo endotraqueal esté en la vía aérea y no el esófago). Además, permite detectar precozmente la desconexión del circuito de anestesia (desaparece la capnografía) y detectar reinhalación de CO₂.

Existen distintas causas que pueden provocar aumento o disminución en el CO₂ espirado, dependiendo si tiene que ver con la producción de este, con la perfusión o ventilación a nivel pulmonar o con problemas técnicos. Ejemplos clásicos son en aumento importante del CO₂ espirado en la hipertermia maligna y su baja inexplicable en una anafilaxia; en ambas circunstancias los dos cuadros se pueden pesquisar precozmente gracias a la capnografía, antes de la aparición de los signos y síntomas propios de la patología (hipertermia y *shock* anafiláctico respectivamente).

Alarmas del ventilador: alerta, sobre alteraciones en el volumen de aire que entrega al paciente, elevaciones en la presión de vía aérea, etc.

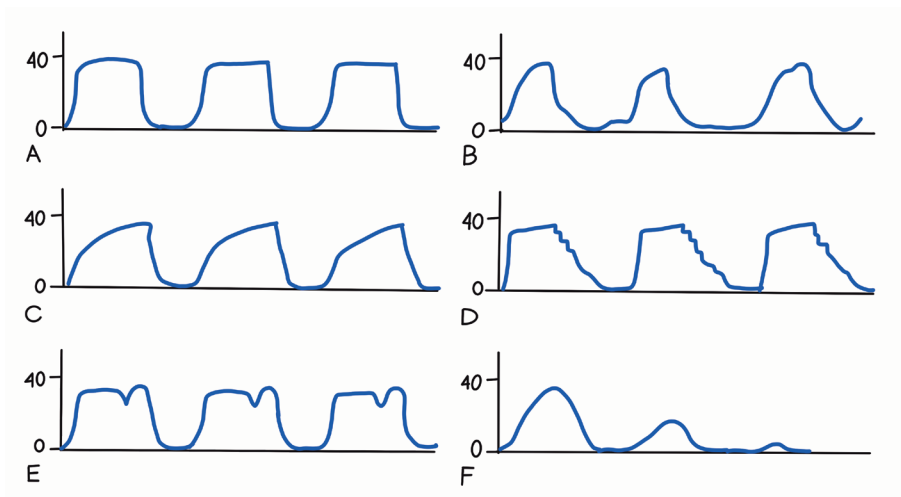


Figura 23.1. Tipos de curvas de capnografía. **Curva A:** normal en ventilación mecánica. **Curva B:** normal en ventilación espontánea. **Curva C:** alterada con patrón obstructivo (ya sea del paciente o del sistema). **Curva D:** alterada con oscilaciones cardiogénicas. **Curva E:** muescas en la meseta por esfuerzo ventilatorio espontáneo durante la ventilación mecánica. **Curva F:** disminución progresiva del CO₂ que puede estar dada por múltiples causas. Ej.: intubación esofágica, paro cardiorrespiratorio, etc.

Circulación

Electrocardiografía: corresponde al registro de la actividad eléctrica generada por las células del corazón, que alcanza la superficie corporal. Lo más importante es que al monitorizarlo de forma continua, entrega información sobre la frecuencia cardíaca y el ritmo cardíaco; lo normal es el ritmo sinusal, en casos patológicos se observa arritmias, bloqueos, asistolía, etc. También ayuda en la detección de isquemia miocárdica (ej.: infarto).

¿Cómo se monitoriza al paciente en pabellón? Habitualmente con 3 electrodos (**Figura 23.2.**), ubicando los electrodos del brazo derecho e izquierdo en las fosas infraclaviculares correspondientes y el tercer electrodo debajo de la parrilla costal izquierda.

Ante el antecedente de isquemia miocárdica en el perioperatorio, se debe realizar una monitorización con 5 electrodos, para aumentar la probabilidad de pesquisa de esta. Para ello colocamos los tres electrodos mencionados previamente en sus ubicaciones correspondientes, un cuarto electrodo bajo la parrilla costal derecha y un quinto electrodo en una ubicación precordial.

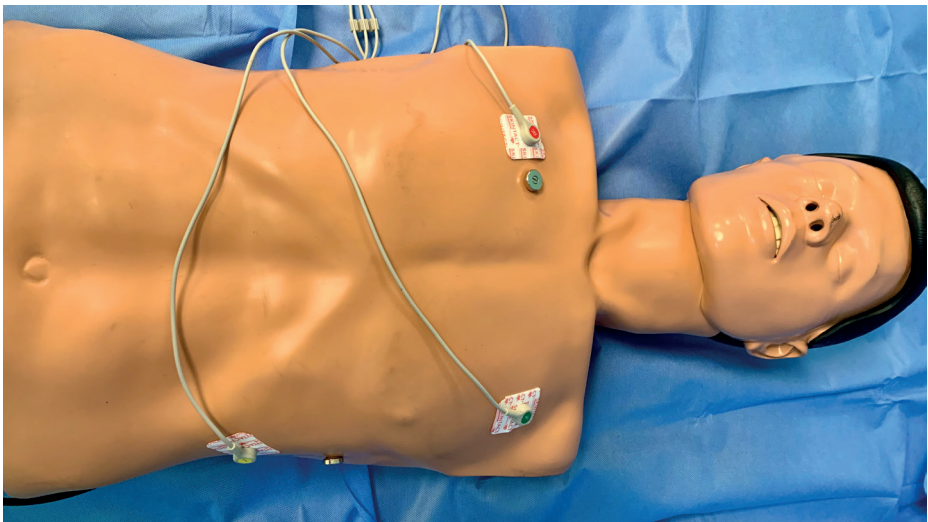


Figura 23.2. Monitorización electrocardiográfica con 3 electrodos.

Presión arterial: existen 2 formas de medirla, a través de métodos indirectos o no invasivos (PANI) y de métodos directos o invasivos (PAI).

La PANI se mide de forma automática, utilizando un método oscilométrico, en el cual el manguito va a censar la oscilación de la presión durante el desinflado, producto de las pulsaciones arteriales.

El valor más fiable obtenido es la presión arterial media (PAM), en el punto de máxima amplitud de las oscilaciones. La presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD) se obtienen matemáticamente a partir de la PAM, por lo que

van a ser menos fiables. Se recomienda ciclar al menos cada 3 a 5 minutos durante la mantención anestésica, pero en períodos críticos como la inducción, cada 1 minuto es lo habitual.

La PAI se mide de manera directa, a través de un catéter introducido dentro de una arteria y conectado a un transductor, el cual va a transformar una señal mecánica en una señal eléctrica, visible en la pantalla del monitor. El sitio más comúnmente utilizado es la arteria radial, pero también se usa con frecuencia la arteria braquial, femoral o pedia. Para poder realizar la canulación de la arteria, se utiliza un catéter de teflón (habitualmente 20G en adultos y 22-24G en niños) o un catéter monolumen, tipo Arteriofix®, destinado para tal propósito. Una vez cateterizada la arteria y conectada al sistema, se obtiene una curva con distintas características, que entrega información importante del funcionamiento del sistema cardiovascular del paciente. En la **Tabla 23.2.** se resumen las indicaciones más frecuentes de monitorización invasiva de PA, algunas contraindicaciones (relativas o absolutas) y posibles complicaciones. Es importante señalar, que las quemaduras son contraindicaciones relativas, si bien muchas veces es inevitable invadirlos en zonas de piel dañada. Salvo las fístulas arteriovenosas, todas las otras contraindicaciones son relativas.

Tabla 23.2. Indicaciones, contraindicaciones y complicaciones de la línea arterial		
Indicaciones	Contraindicaciones	Complicaciones
Inestabilidad hemodinámica	Infección local	Dolor e inflamación
Toma de exámenes frecuentes	Quemaduras	Trombosis y embolía
Imposibilidad de medir PANI	Enfermedad vascular	Hematoma, hemorragia
Infusión de suero hipertónico >3%	Fístula arteriovenosa (FAV)	Isquemia
	Coagulopatías	Infección
	Punción previa	Pseudoaneurisma
	Cirugía vascular previa	

Temperatura

Se debe monitorizar idealmente en todo paciente, especialmente si se espera variaciones significativas de su temperatura corporal (grandes quemados, grandes superficies quirúrgicas expuestas, etc.). Se considera hipotermia una temperatura inferior a 36°C; los fármacos anestésicos interfieren en la regulación normal de la temperatura, disminuyéndola desde los primeros 30 a 60 minutos de una anestesia general en aproximadamente 1 a 2 °C, lo que puede llevar a una mayor morbimortalidad. La hipotermia afecta los distintos sistemas del organismo: altera la coagulación, aumenta el riesgo de infecciones, provoca alteraciones cardiovasculares que pueden incluso llevar a paro cardiaco, etc. Por lo tanto, su prevención, pesquisa precoz y/o tratamiento, va a ser fundamental

para tener un buen resultado posoperatorio. La monitorización puede ser en distintos sitios, siendo los más fiables los más cercanos a los grandes vasos del cuerpo (faríngea, esofágica, timpánica, etc.).

Otros sistemas de monitorización

Junto con los sistemas de monitorización mínimamente exigidos por la ASA existen otros sistemas de monitorización usados en la práctica diaria. A continuación se describen algunos:

Diuresis: particularmente en pacientes sometidos a cirugías prolongadas, de alto riesgo cardiovascular o con algún grado de inestabilidad hemodinámica, y en cirugías en que se anticipe el uso de grandes cantidades de volumen o pérdidas hemáticas importantes. ¿En qué aporta su monitorización? Entregará información en términos generales, sobre la perfusión tisular global, principalmente a nivel renal.

Estimulador de nervio periférico: (monitorización de la función neuromuscular). Conocido tradicionalmente como “TOF” por su sigla en inglés *train of four* (tren de cuatro), permite evaluar la respuesta muscular frente a un estímulo eléctrico, entregando información sobre el grado de bloqueo neuromuscular presente en el paciente, luego del uso de un bloqueador neuromuscular .

Índice Biespectral (BIS): sistema de monitorización utilizado para evaluar la profundidad anestésica (grado de hipnosis) en los pacientes sometidos a anestesia general. Utiliza las variaciones de las ondas del electroencefalograma (EEG), para determinar el nivel de conciencia del paciente.

Espectrograma: es otro sistema de monitorización de la profundidad anestésica, pero que a diferencia del BIS, no corresponde a un índice poblacional, sino a la representación gráfica (asistido con colores) de las ondas cerebrales en respuesta a distintos anestésicos (se dice que cada fármaco tiene un sello distintivo) (**Figura 23.3.**).

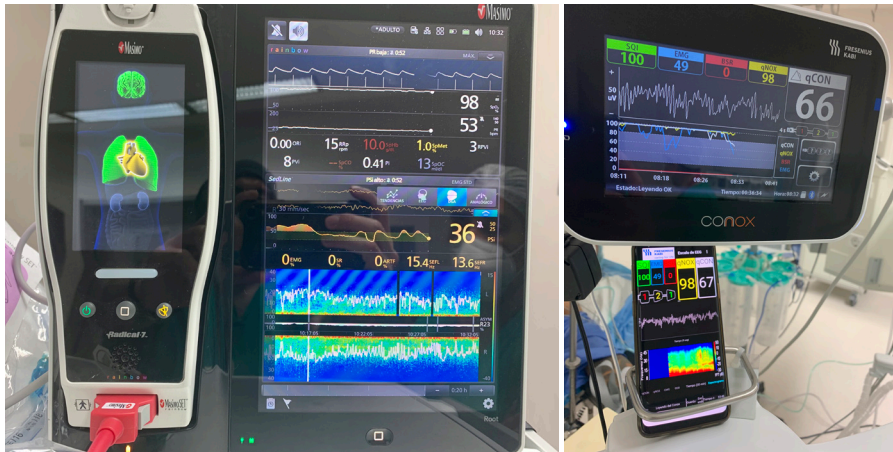


Figura 23.3. Dos monitores de profundidad anestésica.

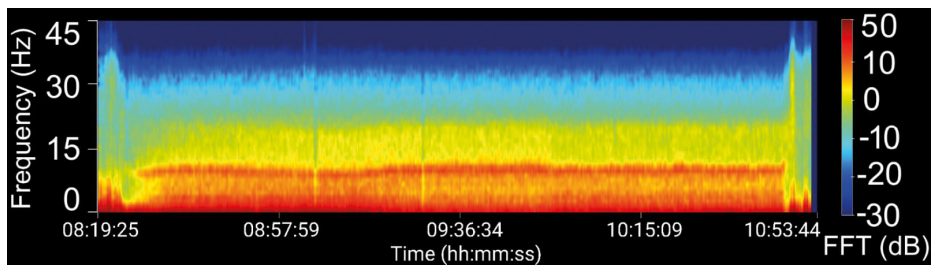


Figura 23.4. Espectrograma.

Conclusiones

La monitorización no es un fin, sino un medio. A pesar del avance tecnológico, no se debe olvidar la monitorización clínica (observar al paciente).

Tener siempre presente evaluar siempre los riesgos versus los beneficios de instalar determinada monitorización.

Los valores que se obtienen de los monitores son sólo números y, lo importante, es interpretarlos y actuar precozmente al respecto.

Es importante tener conocimiento de las normas o estándares mínimos requeridos por la ASA para la monitorización intraoperatoria.

Lecturas recomendadas:

Basem Abdelmalak & D. John Doyle. Chapter 11: Anesthesia Equipment and Monitors. *Anesthesia Student Survival Guide*. DOI 10.1007/978-0-387-09709-1.

Standards for basic anesthetic monitoring. Committee of Origin: Standards and Practice Parameters (Approved by the ASA House of Delegates on October 21, 1986, last amended on October 20, 2010, and last affirmed on October 28, 2015).

Capítulo 24

Manejo básico de la vía aérea

Dra. María del Rosario Errázuriz Larraín

Desobstrucción de la vía aérea

Si existe obstrucción de la vía aérea (VA), sin importar su causa, la primera prioridad es intentar permeabilizarla o desobstruirla. En la persona inconsciente, la obstrucción de la VA es el resultado de la pérdida de tonicidad de los músculos submandibulares, que mantienen en su posición normal a la lengua e indirectamente a la epiglotis. La caída de la lengua hacia atrás, ocluye la VA a nivel de faringe y el desplazamiento posterior de la epiglotis obstruye la VA a nivel de la laringe.

La maniobra principal para despejar la VA es la posición de olfateo (sólo en ausencia de lesión de la columna cervical). La posición correcta de olfateo consiste en la alineación del conducto auditivo externo con la escotadura esternal, para lo cual generalmente debe alzarse la cabeza con sábanas dobladas o una almohada, de modo que el cuello se flexione sobre el cuerpo y la cabeza se extienda sobre el cuello (**Figura 24.1.**).



Figura 24.1. Posición de olfateo (*sniffing position*).

También puede utilizarse si es necesario la maniobra de tracción mandibular, que eleva la base de la lengua y la epiglotis, alejándolas de la pared faríngea posterior,

aumentando el espacio faríngeo y facilitando el paso del aire o de una eventual intubación endotraqueal (**Figura 24.2.**).



Figura 24.2. La maniobra de tracción mandibular es una técnica para abrir la vía aérea, colocando los dedos detrás del ángulo mandibular y elevando la mandíbula hacia arriba.

En caso de sospechar injuria de columna cervical, no debe alzarse la cabeza, ya que podría empeorar el pronóstico de dicha lesión, pero si es posible usar la tracción mandibular. Cada vez que exista traumatismo de cabeza y/o cuello debe evitarse al máximo su movilización, dado sospecha de lesión de columna cervical, para prevenir una profundización del daño neurológico en la médula espinal.

Estas maniobras deben intentarse antes de usar cualquier instrumento en la VA. Es posible que con sólo estos procedimientos el paciente retome su respiración espontánea y sólo requiera de monitorización y observación. En otras ocasiones serán necesarias usar cánulas orofaríngeas o nasofaríngeas para mantener permeable la VA.

Cánula orofaríngea (cánula de mayo o Guedel)

Es un dispositivo semicircular, generalmente de plástico, que al insertarse adecuadamente separa la lengua de la pared posterior de la faringe, asegurando un canal central (cánula de Mayo) o canales laterales (de Guedel) para el paso del aire. A la vez, facilita la aspiración de la faringe y previene la mordida y oclusión del tubo traqueal por parte del paciente.

Existen distintos tamaños de cánulas (**Figura 24.3.**). El tamaño se mide desde su base hasta la punta. Se puede seleccionar la cánula del tamaño apropiado para determinado paciente sobreponiéndola por el costado, desde la comisura labial hasta el ángulo de la mandíbula (**Figura 24.4.**). En general se recomiendan los siguientes tamaños:

Adulto	Alto y macizo	100 mm (Guedel 5)
Adulto	Mediano	90 mm (Guedel 4)
Adulto	Pequeño	80 mm (Guedel 3)

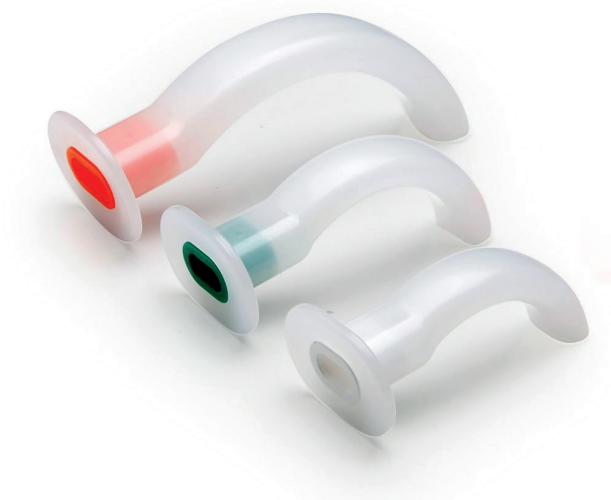


Figura 24.3. Distintos tamaños de cánulas orofaríngeas.



Figura 24.4. Elección del tamaño de cánula orofaríngea.

Técnica de inserción cánula orofaríngea

Para insertar la cánula se debe limpiar la boca y la faringe de secreciones, sangre y/o vómitos mediante una prolija aspiración previa. Luego, se abre la boca y se introduce la cánula con su concavidad hacia arriba (**Figura 24.5.**); una vez que ocupa toda la boca, se debe rotar para dejar en la posición adecuada. El sentir claramente la entrada y salida del aire a través de la cánula, los movimientos de una bolsa de ventilación o los sonidos respiratorios al auscultar el pulmón, son signos de que la cánula está ubicada correctamente.



Figura 24.5. Inserción de la cánula.

Complicaciones

- Una cánula demasiado larga puede presionar la epiglotis contra la entrada de la faringe produciendo obstrucción completa.
- Una cánula es demasiado corta puede comprimir la lengua hacia atrás y aumentar la obstrucción de la vía aérea.
- Si la cánula no se introduce adecuadamente puede empujar la lengua hacia atrás, agravando la obstrucción.
- La instalación puede ser traumática; para prevenir el daño de partes blandas, el operador debe asegurarse de que los labios y la lengua no permanezcan entre los dientes y la cánula.
- En el paciente despierto o con compromiso leve de conciencia puede estimular vómitos o laringoespasma, por lo que sólo debe utilizarse en el paciente inconsciente.

Cánula nasofaríngea

Es un dispositivo consistente en un tubo sin *cuff* hecho de goma flexible. Están indicados cuando la inserción de la cánula orofaríngea es técnicamente difícil o imposible, ej. trismus, trauma bucal, masa oral, etc., especialmente en personas con compromiso de conciencia. Tienen longitud y diámetros de diferentes tamaños (**Figura 24.6.**). Su tamaño está indicado por su diámetro interno en milímetros. Su longitud varía de acuerdo al diámetro interno. La forma de seleccionar el tamaño adecuado es medir desde la punta de la nariz hasta el ángulo de la mandíbula (**Figura 24.7.**).



Figura 24.6. Cánula nasofaríngea.



Figura 24.7. Elección tamaño cánula nasofaríngea.

Para adultos se recomiendan los siguientes tamaños:

Adulto	Alto	8 a 9 cm
Adulto	Mediano	7 a 8 cm
Adulto	Pequeño	6 a 7 cm

Técnica de inserción cánula nasofaríngea

La cánula debe ser previamente lubricada con una sustancia hidrosoluble, como por ejemplo lidocaína gel. Comprobar si el tabique nasal es recto, si no es así hay que introducir la cánula por el lado en el que los conductos nasales son más amplios. Se introduce por la nariz, hacia la faringe posterior con el extremo oblicuo dirigido hacia el tabique nasal. Si existe alguna resistencia, una ligera rotación puede facilitar su paso. El movimiento debe ser suave para no dañar la mucosa. Inmediatamente después de introducir la cánula, deben auscultarse ambos pulmones de modo de revisar la ventilación.

Complicaciones

- Si la cánula es muy larga puede producir distensión gástrica e hipoventilación (al quedar en hipofaringe o esófago).
- Es mejor tolerada en el paciente semiconsciente que la orofaríngea, pero también puede provocar vómitos y laringoespasmo.
- Su inserción puede dañar la mucosa nasal con sangramiento y posible aspiración de sangre y coágulos hacia la tráquea y pulmón. Es necesario tener aspiración funcionando por si ocurre esta complicación.
- Está contraindicada en pacientes con sospecha de fractura de la base del cráneo.

Administración de oxígeno

Si el paciente respira espontáneamente, el oxígeno será suministrado según su presión parcial en la sangre arterial o de acuerdo a la saturación de oxígeno. El sistema que suministra oxígeno consta de:

- Un cilindro de oxígeno o una red central.
- Válvula que abre el cilindro, con indicador de presión y flujómetro.
- Conector desde el cilindro a unidad de administración del paciente.
- Humidificador.

Se dispone de 4 instrumentos para administrar oxígeno suplementario:

- Cánula nasal o naricera: es un sistema de bajo flujo que no aporta el suficiente gas como para reemplazar todo el volumen inspirado, por lo tanto es mezclado con el aire ambiental. La concentración de oxígeno inspirada depende del flujo de oxígeno de la unidad y de la cantidad de aire inspirada por el paciente. Por cada 1 L/min de oxígeno administrado, la concentración de oxígeno inspirada aumenta en un 4%; así, si se administran 1 a 6 L/min la concentración de oxígeno inspirada varía entre 24% y 44%.
- Mascarilla facial con reservorio: en este sistema hay un flujo continuo de oxígeno hacia el reservorio, lo que permite aportar concentraciones superiores al 60%. Un flujo de 6 L/min da concentraciones de 60% y cada 1 L/min de incremento aumenta la concentración de oxígeno inspirado en aproximadamente 10%. Así 10 L/min determinan una concentración de casi 100% (**Figura 24.8.**).



Figura 24.8. Mascarilla facial con reservorio

- Máscara de Campbell (o mascarilla de Venturi): aporta altos flujos de oxígeno con concentraciones fijas del gas. Este pasa a través de un orificio estrecho, su concentración inspirada depende del tamaño del orificio y de los L/min aportados. Con este sistema se puede administrar concentraciones de 24, 28, 35, 40 y 50%. Habitualmente traen en el conector al oxígeno una pieza (verde o blanca) que gradúa el porcentaje de oxígeno entregado al paciente y tienen inscrita la cantidad de litros por minuto para cada porcentaje (**Figura 24.9.**).



Figura 24.9. Máscara de Campbell (o mascarilla de Venturi).

- Máscara facial con filtro: es un sistema bien tolerado por el paciente; generalmente se conecta a una bolsa con válvula (ambú) o bolsa de reservorio (máquina de anestesia). Es el instrumento que alcanza mayor porcentaje de oxígeno. Llegando cerca de 100% si se administra oxígeno puro (**Figura 24.10.**).



Figura 24.10. Máscara facial con filtro.

Ventilación con máscara facial

Luego de posicionar al paciente en posición de olfateo e introducción de alguna cánula, ya sea nasofaríngea u orofaríngea, existe la posibilidad de que el paciente, a pesar de tener la vía aérea permeable, no ventile de forma espontánea.

En esta situación es muy importante velar por la oxigenación adecuada del paciente para mantener su vitalidad. Dentro del manejo de la vía aérea este es quizás el punto más relevante, ya que implica la oxigenación y con ello la sobrevida del paciente. Mientras se pueda mantener la ventilación con máscara facial podemos trabajar con mayor tranquilidad en la intubación u otra forma de mantener permeable la vía aérea.

Para realizar esta maniobra se requiere mascarilla, ambú o bolsa de la máquina de anestesia y red de oxígeno abierta con su conexión. La técnica para ventilar al paciente con cualquiera de estas dos bolsas de reservorio de oxígeno se realiza usando las dos maniobras descritas a continuación:

1. Forma en C: se toma la máscara facial con la mano, realizando una C con el dedo índice y el pulgar sobre la máscara.
2. Forma en E: se toma la máscara facial con los dedos medio, anular y meñique que se posicionan bajo la rama mandibular del paciente. En ambos casos, se realiza la compresión de la bolsa con la mano hábil (**Figura 24.11.**).



Figura 24.11. Maniobra de ventilación con máscara facial.

Se debe tener la precaución de posicionar los dedos sobre estructuras óseas, de modo de evitar queden presionando las partes blandas, que podrían impedir la entrada del flujo de oxígeno a la laringe.

En algunas situaciones de vía aérea difícil o laringoespasma se requiere realizar esta maniobra con dos operadores: uno con ambas manos sobre la máscara facial y otro que apriete la bolsa o el ambú.

Bolsa con válvula (AMBU)

Del inglés *Airway Mask Bag Unit*, se ha castellanizado como ambú. Es un resucitador manual que consta de bolsa autoinflable y válvula unidireccional. Puede ser usada con una máscara, un tubo endotraqueal, un dispositivo supraglótico o una cánula de traqueostomía (**Figura 24.12.**).



Figura 24.12. Bolsa con válvula (ambú).

Debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Bolsa autoinflable, fácil de limpiar y esterilizar.
- Uniones *standard* de 15 y 22 mm, para fuente de oxígeno y tubo endotraqueal o máscara facial.
- Sistema que le permita aportar altas concentraciones de oxígeno (bolsa reservorio).
- Válvula unidireccional.
- Adecuada conservación bajo condiciones extremas de temperatura.
- Susceptibles de usar en muñecos de aprendizaje.
- Disponibles en tamaños para adultos y niños.

Esta técnica tiene varias ventajas. Permite sentir la *compliance* (distensibilidad) y la resistencia de la vía aérea. Es un método ideal de ventilación después de intubar a un paciente. Permite administrar oxígeno a altas concentraciones. Además, por tener una válvula de baja resistencia, puede usarse con respiración espontánea o asistida.

Esta técnica no está exenta de complicaciones como aportar inadecuados volúmenes corrientes que pueden determinar hipoventilación y, producir distensión gástrica, al aplicar una presión excesiva.

Instrumentos de aspiración

Siempre que se realiza manejo de la vía aérea, ya sea sólo permeabilidad, ventilación de forma activa o instrumentalización, se debe tener disponible y operativo algún sistema de aspiración. Este puede consistir en una conexión a red central o a algún motor de aspiración externo. Es fundamental tener este dispositivo listo como parte de los preparativos para la realización del manejo de la vía aérea. Se utiliza para aspirar secreciones, restos alimentarios, coágulos y otros cuerpos extraños en la cavidad oral, durante la laringoscopia. También se utiliza para limpiar la faringe y la vía aérea una vez que se tiene al paciente intubado.

Para la aspiración de secreciones, sangre, coágulos o material extraño de boca y faringe se usa el catéter rígido (cánula de Yankauer) y, para la aspiración de tráquea y bronquios, se necesita un catéter atraumático de punta redondeada y perforaciones laterales (sonda de aspiración), de longitud suficiente para atravesar punta del tubo traqueal. En el último caso es indispensable que la sonda de aspiración y la técnica sea realizada en forma estéril (**Figura 24.13.**).

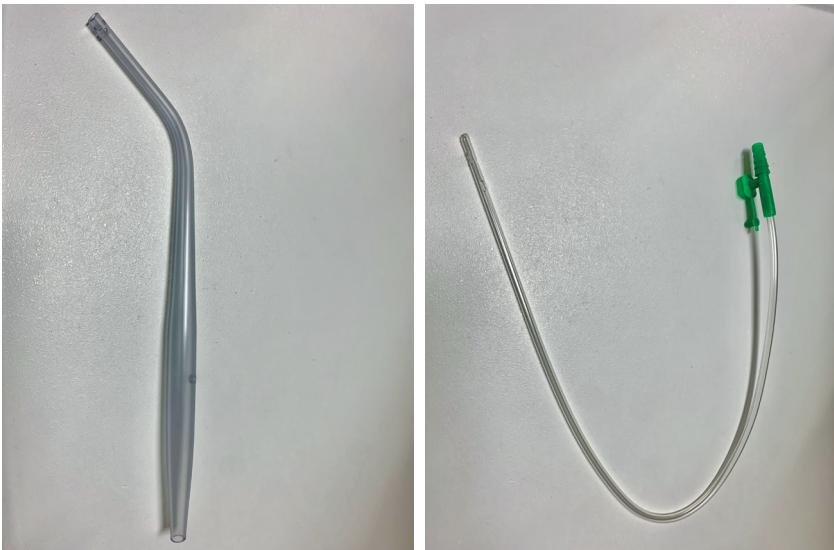


Figura 24.13. Cánula de Yankauer y sonda aspiración.

La técnica de aspiración traqueal consiste en:

- Preoxigenar con oxígeno al 100% durante cinco minutos.
- Chequear funcionamiento del equipo.
- Fijar la presión de aspiración entre -80 y -120 mm/Hg.
- Usar técnica estéril (aseo de manos y guantes).
- Introducir la sonda de aspiración dentro del tubo traqueal, con ayuda de otro operador que desconecte el tubo del ambú, ventilador o máquina de anestesia para no contaminar la punta de la sonda.
- Aplicar aspiración intermitentemente y retirar la sonda rotándola.
- No ejercer la aspiración por más de 10 segundos.
- Antes de repetir el procedimiento, el paciente debe ser ventilado con oxígeno al 100% durante 30 segundos.

Tampoco esta técnica está exenta de complicaciones, desde inevitables daños de la mucosa traqueal, hipertensión arterial, hipertensión endocraneana e hipoxemia, hasta arritmias severas y paro cardiorrespiratorio.

Lectura recomendada:

Adrian A. Matic. An Anesthesiologist's Perspective on the History of Basic Airway Management: The "Modern" Era, 1960 to Present. *Anesthesiology* 2019; 130: 686-711. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002646>

Capítulo 25

Instrumentalización de la vía aérea

Dra. María del Rosario Errázuriz Larraín

Intubación traqueal

Consiste en colocar un tubo directamente a la tráquea, pasando a través de la boca (oro-traqueal) o de la nariz (nasotraqueal). La técnica está reservada sólo a médicos y a personal de la salud debidamente entrenado en su ejecución.

Sus indicaciones son:

- Inhabilidad para ventilar a un paciente inconsciente con métodos convencionales.
- Inhabilidad del paciente para proteger su propia vía aérea (VA) (coma, arreflexia, paro cardiorrespiratorio (PCR), anestesia general).
- Necesidad de ventilación mecánica prolongada.

Ventajas para el control de la VA durante un paro cardiorrespiratorio:

- Aislamiento de la VA, previniendo aspiración de material extraño hacia los pulmones.
- Facilita ventilación y oxigenación.
- Facilita aspiración de tráquea y bronquios.
- Ruta de administración de drogas (NAVAL: naloxona, atropina, valium, adrenalina, lidocaína).
- Previene distensión gástrica.
- Permite frecuencia rápida de compresiones torácicas y la independización de ellas con respecto a la ventilación.

Debido a estas ventajas un paciente con PCR debe intubarse lo más pronto posible por el personal con mayor entrenamiento. Sin embargo, se debe ventilar y oxigenar adecuadamente al paciente antes de intentar intubarlo.

Instrumental requerido

Los elementos necesarios para realizar este procedimiento deben estar debidamente preparados y chequeados antes de iniciar la maniobra de intubación.

Laringoscopio

Se usa para exponer la glotis durante la intubación. Está compuesto de dos partes (**Figura 25.1.**): el mango, el cual contiene las pilas y la hoja, que tiene una ampolleta en su tercio distal. En la conexión entre estas 2 partes se realiza el contacto eléctrico. Si este no ocurre, la falla puede estar en la ampolleta o en las pilas. Es muy importante revisar que funcione antes de cualquier procedimiento de intubación.

El laringoscopio puede tener varios tipos de hojas; las dos más comunes son la recta o de Miller y la curva o de McIntosh. Es materia de preferencia personal cual usar. En adultos se utiliza habitualmente hoja curva.



Figura 25.1. Laringoscopio.

Tubo endotraqueal

Es un tubo de plástico abierto en ambos extremos (**Figura 25.2.**). La abertura proximal tiene un conector estándar de 15 mm que permite conectarlo con los aparatos que administran ventilación a presión positiva. Cerca de la abertura distal tiene un *cuff* que es inflado a través de una válvula unidireccional, diseñada para conectar una jeringa. Junto a la válvula, hay un balón que indica si el *cuff* está inflado. El *cuff* siempre debe inflarse para comprobar su integridad, antes de introducir el tubo en la glotis del paciente.

El número del tubo indica su diámetro interno en milímetros y va aumentando en 0,5 mm. Las marcas IT o Z-79 indican que el tubo cumple con normas internacionales.

La longitud del tubo desde su extremo distal está indicada por marcas cada 1 cm. Generalmente, en la comisura labial de un adulto de contextura regular debe quedar en el número 22, para que ventilen ambos pulmones. Sin embargo, esta cifra es aproximada, ya que depende de la anatomía de cada paciente, la posición debe verificarse con auscultación.

Siempre se debe tener disponible dos tubos más aparte del que se va a usar, uno medio número menor y otro medio número mayor que el estimado para el paciente. Es decir, si se elige un tubo 7,5, debe haber disponible, además, uno 7,0 y uno 8,0.

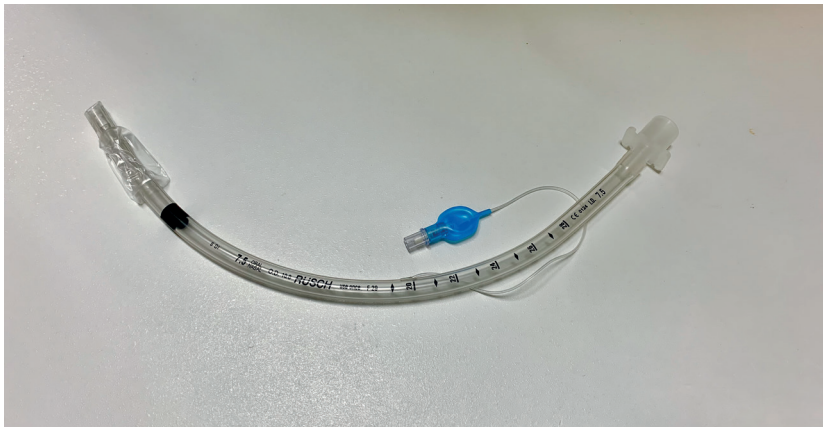


Figura 25.2. Tubo endotraqueal.

Conductor

Se trata de un estilete maleable, cubierto por material deslizante, que posee una punta roma (**Figura 25.3.**). Se utiliza para darle rigidez al tubo orotraqueal y también para dar forma al tubo en caso de requerirlo. Se inserta dentro del tubo orotraqueal.

La punta del conductor debe quedar por lo menos a 1,2 cm del término del tubo, para prevenir traumatismos traqueales. El conductor siempre debe estar presente dentro de los elementos de VA y debe ser lubricado antes de su introducción al tubo.



Figura 25.3. Conductor.

Otros elementos

- Jeringa de 10-20 ml para inflar *cuff*.
- Pinzas de Magill para retirar material extraño de la VA o para dirigir la punta del tubo hacia la laringe (particularmente en intubación nasal).
- Lubricante hidrosoluble.
- Unidad de aspiración funcionando.
- Cinta de género (de preferencia en paciente con barba) o tela adhesiva (lo más usado) para fijar el tubo endotraqueal.
- Capnógrafo para verificar la posición del tubo dentro de la tráquea.
- Fonendoscopio para verificar intubación traqueal simétrica (que ventila ambos pulmones).
- Almohada para posicionar cabeza del enfermo adecuadamente.

Técnica de intubación

1. Seleccionar un tubo adecuado; en general para mujer 7 a 8 y, para hombre, 8 a 9. En emergencias el 7,5 es adecuado para ambos. Existen fórmulas para elegir el tamaño del tubo en pacientes pediátricos.
2. Poner la cabeza del paciente en posición de olfateo y ubicar una pequeña almohada bajo el occipucio, para alinear los tres ejes, boca, faringe y tráquea (**Figura 25.4.**), lo que permite una visualización directa de la laringe.
3. Puede ser necesario aspirar la boca y la faringe antes de intubar.
Se abre boca del paciente con la mano derecha del operador, que debe tomar el laringoscopio con la mano izquierda.
4. El laringoscopio se introduce por el lado derecho de la boca del paciente desplazando la lengua hacia la izquierda; se moviliza suavemente la hoja hacia la línea media y se avanza hacia la base de la lengua.

5. Simultáneamente se separa el labio inferior de la hoja para evitar dañar labios y dientes.
6. Si se usa hoja curva, su punta debe avanzarse hasta la vallécula (espacio entre la base de la lengua y la superficie faríngea de la epiglotis). La hoja recta se introduce bajo la epiglotis.
7. En esta posición al levantar el laringoscopio se expone la laringe. En todo momento debe evitarse apoyar la hoja en los dientes, elevando la base de la lengua.
8. El tubo se avanza por el lado derecho de la boca y bajo visión directa se introduce a la tráquea a través de las cuerdas vocales (**Figura 25.4.**) ; si se ha usado conductor debe retirarse al enfrentar las cuerdas con el tubo (antes de ingresar con este a la tráquea). Por lo cual se requerirá un segundo operador para realizar este retiro.
9. El tubo debe quedar entre la carina (punto donde la tráquea se divide en 2 bronquios) y las cuerdas vocales, avanzado 1 a 2,5 cms más allá de cuerdas vocales. Lo importante es que el *cuff* quede distal a las cuerdas vocales.
10. Inflar *cuff* hasta sellar la vía aérea.
11. Auscultar sonidos respiratorios simétricos en ambos campos pulmonares, en línea medio axilar.
12. Auscultar epigastrio en busca de sonidos aéreos que estarán presentes si el tubo se encuentra en el esófago.
13. Si existe algún problema, sacar el tubo y ventilar al enfermo antes de realizar nuevos intentos de intubación.
14. Una vez ubicado el tubo correctamente, debe fijarse con tela adhesiva o con una cinta de género, para evitar desplazamientos que determinen extubación o intubación monobronquial.



Figura 25.4. Introducción de tubo orotraqueal.

Las complicaciones de esta técnica son:

- Intubación esofágica.
- Intubación monobronquial.
- Vómitos y aspiración.
- Hipertensión y arritmias.
- Traumatismo de dientes, labios, lengua, mucosas, cuerdas vocales, tráquea.

Para minimizar complicaciones se recomienda:

- En PCR, intubar al paciente lo más rápido posible, luego de ventilarlo y oxigenarlo.
- Hacer maniobra de Sellick o BURP cuando no hay seguridad de ayuno (ver más adelante).
- La intubación debe ser realizada por la persona más experimentada.
- No demorar más de 30 segundos.

Maniobras externas realizadas durante intubación

La compresión cricoidea o maniobra de Sellick (**Figura 25.5.**) se utiliza en casos de sospecha de estómago lleno. Consiste en ejercer compresión sobre el cartílago cricoides, para aplanar el esófago contra la columna cervical. El cartílago cricoides es una prominencia que se ubica bajo el cartílago tiroides (manzana de Adán). La compresión se suelta una vez lo indique el operador a cargo de la intubación, generalmente una vez inflado el *cuff* y certificada la posición adecuada del tubo.

La maniobra de Sellick disminuye la incidencia de distensión gástrica, vómitos y aspiración pulmonar durante la ventilación a presión positiva y la maniobra de intubación. Esta maniobra debe ser realizada por un ayudante entrenado.

Existen otras maniobras realizadas por un segundo operador destinadas a facilitar la visión de la glotis por parte del operador. De ellas la más conocida es la maniobra de BURP (*backward, upward, rightward pressure*). Consiste en realizar una presión hacia atrás, arriba y a la derecha de la región glótica para mejorar la visión. Todas las maniobras que el operador solicite a un ayudante (desplazamiento de la cabeza, abertura de comisuras labiales, lateralización del cuello, etc.) pueden ayudar a una mejor realización del procedimiento de intubación.



Figura 25.5. Maniobra de Sellick.

Cada vez que un enfermo es intubado o extubado, el auxiliar de enfermería a su cargo debe estar atento a cada uno de los pasos descritos en la técnica de intubación y colaborar activamente con el médico en estos dos momentos que son críticos para el paciente.

También debe encargarse de revisar que se encuentre disponible y en buen estado todo el material que se requiere para realizar este procedimiento exitosamente.

Dispositivos supraglóticos

Son dispositivos que se colocan por encima de la glotis y que permiten oxigenar y ventilar al paciente. La mascarilla laríngea fue el primer dispositivo utilizado y el que se usa más frecuentemente; hay una gran variedad de modelos que han tratado de modificar el mismo principio. Se trata de implementos de gran utilidad en lugares en que la intubación traqueal no es posible por no existir personal entrenado o ante una emergencia de vía aérea por intubación o imposibilidad de ventilación. También puede ser usado en procedimientos electivos de anestesia general, cuando un tubo endotraqueal no es imprescindible.

Mascarilla laríngea

Es un instrumento que permite mantener la vía aérea permeable, compuesto por un tubo que en su extremo proximal contiene un conector estándar de 15 mm, que acepta los instrumentos que aportan ventilación y oxígeno (ventilador mecánico, máquina de

anestesia, Ambú) y, en su extremo distal, tiene una mascarilla que se infla como un *cuff* y se adapta perfectamente a la faringe del paciente (**Figura 25.6.**).

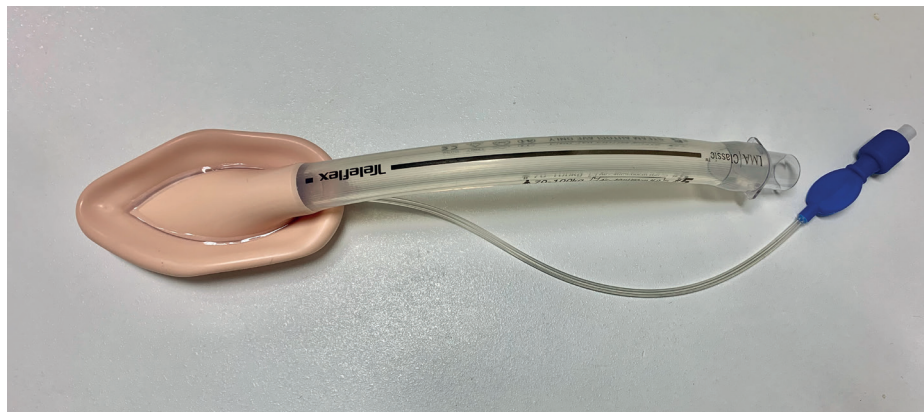


Figura 25.6. Máscara laríngea.

Este dispositivo no atraviesa las cuerdas vocales, es decir se apoya sobre la laringe, permitiendo la ventilación de un paciente (de allí la denominación de supraglótico). La gran desventaja es que no sella completamente la vía aérea y por lo tanto no hay protección de esta ante un eventual reflujo de contenido gástrico. Es ideal para cirugías cortas en decúbito supino (otras posiciones podrían producir su desplazamiento y conllevar hipoxia posteriormente) y sin estómago lleno. Sin embargo este dispositivo puede ser útil como medida de salvataje para un paciente en el que no se ha podido realizar una intubación convencional, logrando mantener la oxigenación. No se debe introducir flujos a presiones mayores a 20 cm de agua ya que hay riesgo de que el aire ingrese al estómago. Los tamaños adecuados dependen del peso del paciente y en la máscara laríngea está rotulado el peso recomendado para cada una .

Se lubrica con algún material hidrosoluble como gel de lidocaína (o suero) y se inserta en la boca dirigiéndola hacia la faringe a ciegas (sin laringoscopia), hasta sentir una resistencia. En ese momento se infla el *cuff* y se fija en el centro de la boca. El entrenamiento en esta técnica es más sencillo que el requerido para la intubación pues no son necesarios la laringoscopia ni la visualización de las cuerdas vocales.

Se trata de un método más seguro y cómodo para ventilar a los pacientes que la mascarilla facial que no protege la vía aérea de la aspiración de contenido gástrico como lo haría un tubo endotraqueal. Sin embargo, existe un grupo de máscaras laríngeas, llamadas de segunda generación, que tienen un canal gástrico que permite introducir una sonda de aspiración para aspirar el contenido gástrico, con lo que se disminuye, pero no se suprime completamente las posibilidades de aspiración de contenido gástrico.

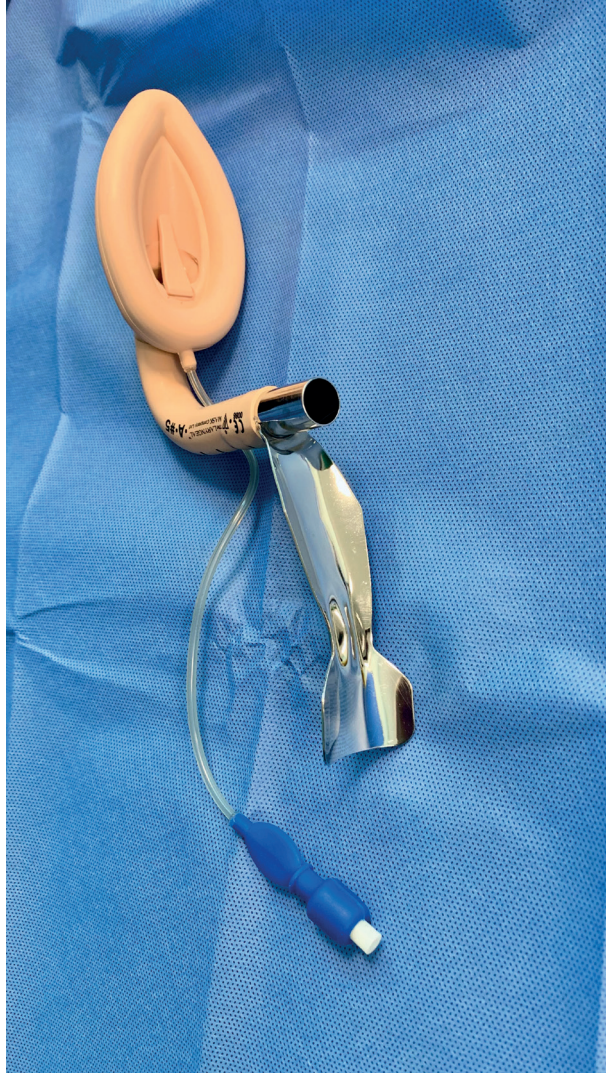


Figura 25.7. Máscara laríngea fastrach.

Existe una variante de este instrumento con pequeñas modificaciones que vale la pena señalar. Se trata de la mascarilla laríngea fastrach o de intubación: es de estructura muy similar a la anterior, pero permite a través de ella introducir un tubo de características especiales a la tráquea del paciente, permitiendo realizar una intubación que no pudo realizarse en forma convencional (Figura 25.7.). Es útil tenerla como alternativa en un carro de intubación difícil, especialmente en centros en que no hay disponibilidad de videolaringoscopio.

Otras técnicas

Existen varias técnicas que permiten oxigenar a los pacientes cuando no es posible hacerlo a través de los métodos convencionales mencionados anteriormente.

Estas son medidas de excepción que sólo deben usarse como último recurso, pues son más invasivas y se asocian a complicaciones que pueden ser muy graves sobre todo si el operador no tiene experiencia en su realización. Se trata de situaciones tan excepcionales que nadie tiene experiencia suficiente, por lo que deben ser practicadas en centros de simulación. Ejemplos son:

Ventilación a través de un catéter transtraqueal: consiste en puncionar la membrana cricotiroides con una cánula de teflón N°14 para administrar oxígeno a través de ella.

Cricotirotomía: consiste en practicar una incisión quirúrgica a distintos niveles de la vía aérea e insertar en ella una cánula especialmente diseñada, a través de la que se oxigenará y ventilará al paciente.

Traqueostomía (**Figura 25.8.**): es una técnica quirúrgica, que debe ser realizada por un cirujano, que crea una vía aérea a través del cuello con un cánula de traqueotomía. En un extremo, esta cánula tiene un conector estándar de 15 mm, que se adapta a un sistema de ventilación.



Figura 25.8. Set de traqueostomía.

Lectura recomendada:

Adrian A. Matic. An Anesthesiologist's Perspective on the History of Basic Airway Management: The "Modern" Era, 1960 to Present. *Anesthesiology* 2019; 130: 686-711. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002646>

Capítulo 26

Manejo de accesos vasculares

Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

Un acceso vascular consiste en la inserción de una aguja, catéter de teflón en una vena o una arteria, ya sea para la administración de fluidos o de un tratamiento intravenoso, en el caso una vena, o para la toma de muestra o monitorización de un paciente, en el caso de una arteria.

Las técnicas más simples incluyen la inserción de un catéter en una vena periférica, mientras que técnicas más complejas son: la inserción de un catéter venoso central, catéter de hemodiálisis o quimioterapia, catéter de Swan-Ganz, o cateterización arterial (instalación de una línea arterial).

Dado que estas técnicas son invasivas y hay contacto con fluidos de alto riesgo, siempre deben utilizarse medidas de precaución universal, además de tener un adecuado sitio de eliminación del material corto-punzante.

Técnica de Seldinger

La técnica de Seldinger descrita por primera vez en los años 50 puede ser utilizada para la instalación de accesos venosos y arteriales, y su objetivo es hacer más fácil y segura la inserción del teflón definitivo.

Básicamente consiste en (A) abordar la vena con un teflón o trocar de diámetro pequeño llamado “introduccion”; luego, (B) a través de él, pasar una guía metálica flexible que ingrese ampliamente al vaso para luego retirar el introduccion (C). Una vez avanzada la guía, (D) el catéter definitivo se hace avanzar alrededor de esta, la cual se retira posteriormente para quedar sólo el catéter en posición intravascular (ya sea vena o arteria).

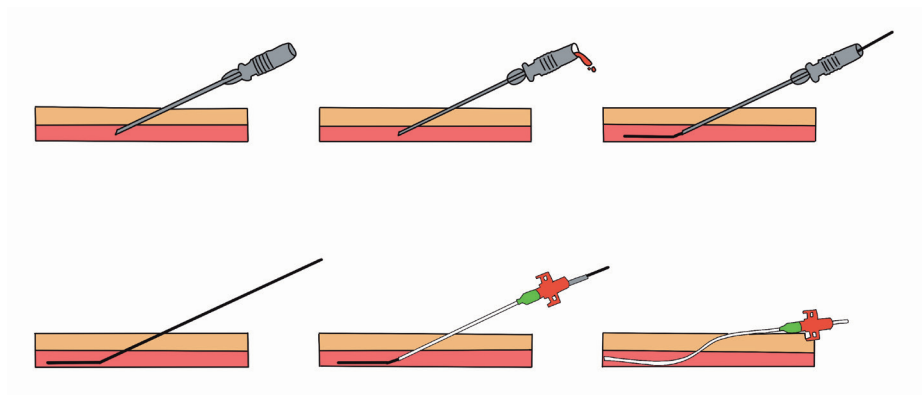


Figura 26.1. Descripción de la técnica de Seldinger.

Accesos venosos

Inserción de catéteres en venas periféricas

Se pueden utilizar todas las venas que son visibles o palpables en la periferia, pero las venas de las extremidades superiores son más accesibles y seguras que las de la cabeza, cuello y extremidades inferiores. Es evidente que no se deben escoger aquellas extremidades que estén lesionadas o del lado que va a ser intervenido. Es siempre deseable que la extremidad hábil del paciente quede libre.

Para una punción exitosa, se debe lograr llenar la vena de sangre a través de una ligadura proximal al sitio de punción y, para evitar la infección, se prepara la piel de la zona con una solución antiséptica.

Es necesario obtener la colaboración del paciente para que trate de no mover la extremidad y así evitar la movilización del catéter, la desconexión con sangramiento o embolía aérea (en el caso de una vena central).

La principal vena superficial del cuello es la yugular externa, que constituye una buena alternativa, pero que ofrece algunos problemas al paso de un catéter por su dirección angulada, y que además debe ser acuciosamente fijado, para evitar las complicaciones ya mencionadas. Generalmente limita el movimiento de la cabeza.

El promedio de mantención de un catéter periférico debería ser de tres días. Después de este tiempo puede ocurrir desplazamiento, ruptura o flebitis.

Es importante tener en consideración:

- Evitar el brazo dominante y en lo posible sitios de flexión.
- No rasurar.
- Comenzar de distal a la proximal.
- No intentar más de dos veces.

- Evitar las venas del brazo del lado de mastectomía, vaciamiento ganglionar, fístulas AV.
- No elegir venas esclerosadas, sensibles, o cercana a áreas de extravasación o flebitis.
- No elegir venas en zonas con trastornos de sensibilidad.

A través de las venas periféricas de la extremidad superior también se puede hacer avanzar un catéter largo para alcanzar la vena cava o subclavia. Estos se conocen como catéteres centrales de inserción periférica (PICC, del inglés *Peripherally Inserted Central Catheter*), que se insertan mediante técnica de Seldinger. Se trata de insertar previamente un conductor largo de metal flexible a través de un catéter periférico corto hacia una vena central y, utilizándolo como guía, introducir el catéter largo (ver más adelante). Se usan para administrar medicamentos irritantes, durante tratamientos prolongados o en aquellos casos en que es fundamental contar con un acceso venoso y no hay venas periféricas disponibles.

Inserción de catéter en venas centrales

Es la inserción de un catéter en una vena central mediante técnica de Seldinger. Se utilizan para administrar medicamentos irritantes, durante tratamientos prolongados o en aquellos casos en que es fundamental contar con un acceso venoso y no hay venas periféricas disponibles.

Si bien tradicionalmente se han utilizado referencias anatómicas para su instalación, en la actualidad es cada vez más frecuentemente hacerlo bajo visión ecográfica disminuyendo así notablemente el número de complicaciones y aumentando el éxito en primer intento.

El orden de preferencia de la vena a usar generalmente es:

- Vena yugular interna derecha (YID).
- Vena yugular interna izquierda.
- Vena subclavia derecha.
- Vena subclavia izquierda.
- Cualquiera de las venas femorales.

Generalmente se prefiere el acceso por la derecha, ya que tanto la yugular interna derecha como la subclavia derecha, presentan un trayecto más recto hacia la vena cava superior, facilitando así el pasaje del catéter.

Tanto para la vena subclavia como para la yugular, existen diferentes abordajes, cuya elección dependerá fundamentalmente de la experiencia del operador en cada uno de ellos.

El acceso por vía femoral, en general se evita por la proximidad de los genitales y zona perianal, que facilita la posibilidad de infección del catéter o del sitio de punción. Es útil, sin embargo, en situaciones de urgencia y en quemados, en que no hay otros territorios disponibles.

Todos los abordajes a cada una de las venas tienen eventuales complicaciones, algunas de ellas comunes a varios tipos de punción. De manera tal que la decisión final de cual punción realizar dependerá de la función que va a cumplir el catéter, de las condiciones locales de punción y, hecho no menos importante, de la comodidad del paciente.

En el abdomen, la elección del sitio está supeditado a la causa que lleva al paciente a quirófano. Ej.: si va a instalación de una derivación ventrículo peritoneal, no puede usarse la vena yugular interna derecha, pues quedaría en el trayecto de la válvula.

Abordajes centrales

Los principales abordajes son:

Acceso a vena subclavia:

- Abordaje infraclavicular
- Abordaje supraclavicular

Acceso a vena yugular interna:

- Abordaje medio, a través del triángulo del esternocleidomastoideo
- Abordaje posterior (1, 2, 3)
- Abordaje anterior

Acceso femoral:

- Único abordaje, por el lado medial de la arteria femoral

En caso de no ser posible cateterizar una de estas venas centrales o periféricas por punción percutánea, se puede realizar una denudación venosa, para lo cual se requiere utilizar una técnica quirúrgica. También se instalan de forma quirúrgica los catéteres con reservorio usados para quimioterapia. Ambas técnicas, de resorte del cirujano.

Las venas más frecuentemente elegidas para denudación son:

- Vena cefálica (extremidad superior)
- Vena basilica (extremidad superior)
- Vena safena interna (extremidad inferior)
- Vena yugular externa (región cervical)
- Vena femoral (región inguinal)

Complicaciones de los catéteres venosos centrales

Las complicaciones derivadas de la punción de los vasos venosos centrales, son infrecuentes, pero altamente dependientes del operador. El que no hace procedimientos, evidentemente no tiene complicaciones. En los servicios docentes son más frecuentes, por la curva de aprendizaje de los alumnos. Aunque en algunos centros son efectuadas por

enfermeras, pero en general se trata de un procedimiento médico. En muchos hospitales las realizan sólo anestelistas, emergenciólogos e intensivistas.

Complicaciones de punción de las venas subclavias y yugulares internas. El territorio que se punciona en la vena subclavia está más contenido por los tejidos que la rodean, por lo que en general las complicaciones hemorrágicas son menores, pero las complicaciones pulmonares tienen mayor incidencia. Todo ello siempre muy dependiente de la experiencia del operador:

- Punción de la arteria carotídea (en la punción yugular) y de la arteria subclavia (en la punción subclavia).
- Punción de la cúpula pleural (extremo superior de la pleura, sobre todo si el paciente está en ventilación mecánica, puede producir un neumotórax).
- Punción pulmonar.
- Neumotórax (aire entre las pleuras parietal y visceral que dependiendo del tamaño puede afectar la función respiratoria y hasta circulatoria).
- Hemotórax o hemomediastino (sangre en pulmón o mediastino).
- Punción del conducto linfático, linforragia.
- Quilomediastino o quilotórax (paso del contenido del conducto linfático a mediastino o tórax).
- Catéter en la cavidad pleural con infusión de fluidos en ella.
- Embolía aérea.
- Injuria de los vasos vertebrales con daño cerebral.

Complicaciones específicas de la punción de las venas subclavias:

- Daño del plexo braquial (inervación de la extremidad superior) directamente por la punción o por compresión de un hematoma.
- Daño del periostio clavicular o de la primera costilla, cartílago o ligamentos, y osteítis.

Complicaciones específicas de la punción de las yugulares internas:

- Daño del nervio vago, nervio frénico, ganglio estrellado y plexo cervical.
- Daño cerebral secundario a injuria carotídea.
- Daño traqueal o esofágico.
- Daño vertebral cervical.

Complicaciones comunes a todas las punciones venosas y catéteres mantenidos por largo tiempo:

- Punción arterial inadvertida, hematoma, pseudoaneurisma, fístula arteriovenosa.
- Perforación de la pared venosa por la punta del catéter y formación de hematoma.
- Punta del catéter contra el flujo sanguíneo.
- Trombosis.
- Embolía.
- Infección y sepsis.
- Embolía o perforación vascular por una guía de introducción (guía de Seldinger).

- Sangramiento.
- Remoción accidental del catéter (en los traslados, cambios de posición, etc.).

Contraindicaciones para la cateterización venosa central vía subclavia y yugular interna:

- Coagulopatía o tendencia al sangramiento (relativa).
- Obstrucción de la vena cava superior.
- Injurias de la vena cava superior.
- Atendiendo un paro cardiorrespiratorio o durante el enfrentamiento inicial de una urgencia.
- Infección, quemadura o nódulos cancerosos en el área de punción.
- Traqueostomía con secreción copiosa.
- Aneurisma arterial en relación al sitio de punción.
- Imposibilidad de realizar una técnica estéril.
- Falta de experiencia del operador.

Accesos arteriales

La colocación de un catéter intraarterial es menos tolerada que la de un catéter venoso, dado que la pared arterial está inervada y por lo tanto su punción es dolorosa, requiriendo infiltración local de anestésicos.

La canulación arterial permite la monitorización continua de presión arterial y la obtención menos traumática de muestras de sangre para exámenes de laboratorio, particularmente gasometrías seriadas.

La arteria generalmente elegida es la arteria radial (muñeca, del lado del pulgar). Antes de la inserción del catéter se debería realizar el “Test de Allen”, que aunque desacreditado últimamente como predictor de complicaciones, permite comprobar la competencia de la arteria cubital (muñeca, del lado del meñique) en caso que, secundario a la punción, la arteria radial se trombose asegurando así el flujo hacia la mano (en tal caso, la arteria cubital llevará flujo sanguíneo a toda la mano, a través del arco palmar).

Para la cateterización arterial, se deben extremar las medidas de asepsia, tanto del ejecutor como de la zona a puncionar y, en adulto, se debe usar un teflón número 20 o 22G o set *ad hoc* (Arteriofix). También es importante evitar el ingreso de burbujas o medicamentos a la línea arterial por el elevado riesgo de embolias o arteritis. Otras arterias pueden ser utilizadas aparte de la radial para realizar esta técnica, dentro de las cuales se incluyen: arteria humeral (brazo), arteria femoral (ingle), arteria pedía (anepie), arteria temporal (sien) y la arteria umbilical en el recién nacido.

En caso de dificultad para realizar la técnica percutánea, la cateterización arterial también puede realizarse con asistencia de ultrasonido o por denudación.

La punción arterial no está exenta de complicaciones. Entre ellas: sangrado, hematoma (comprimir ante una punción fracasada), trombosis, embolización, infección, formación de pseudoaneurismas (dilataciones anormales en ciertas zonas del trayecto) e inyección errónea de medicamentos que pueden ocasionar vasoconstricción o vasculitis.

Accesos vasculares guiados por ecografía

Descrito inicialmente en la década de los 80, ha demostrado ser beneficioso en la mayoría de los escenarios (pabellón, cuidados intensivos, quemados). En Chile su uso se ha masificado sólo en los últimos años.

Disminuye los intentos fallidos, la duración del procedimiento y complicaciones, aunque estos beneficios dependen del operador, el acceso a canular y el tipo de paciente. Son más evidentes en vena yugular interna derecha, en un operador inexperto y en pacientes adultos.

En algunos centros la instalación de catéteres yugulares es por norma ecoguiada; en el caso de la subclavia la ecografía es incómoda y no ha logrado disminuir complicaciones. Una buena alternativa es visibilizar la posición de la vena yugular primero con ecografía (que tiene variantes anatómicas), hacer una marcación y luego la punción sin ecógrafo.

Lectura recomendada:

Revista Chilena de Anestesia Vol. 50 Núm. 5 pp. 685-689. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv50-03-08>

Capítulo 27

Fluidoterapia perioperatoria

Dr. Rodrigo Figueroa Jaddour

Introducción

En el período perioperatorio se puede alterar la estabilidad fisiológica entre fluidos y electrolitos en el organismo. Tanto la deficiente como la excesiva reposición de los fluidos perdidos producen graves consecuencias en el paciente. Esta situación ha despertado un renovado interés en la optimización de la adecuada utilización de fluidos y/o derivados hemáticos en el ámbito quirúrgico.

El principal objetivo de la fluidoterapia perioperatoria es el mantenimiento de la perfusión tisular (de los tejidos) y del metabolismo oxidativo durante la cirugía, sin embargo estos dos hechos fisiológicos están influidos por una serie de factores: efectos vasodilatadores de anestésicos, el sangrado, la respuesta hormonal a la cirugía y las pérdidas insensibles debidas a la exposición del campo quirúrgico.

Ambos extremos, el escaso aporte de volumen y el exceso de este tienen consecuencias. El escaso aporte de volumen puede producir falla renal, *shock* e isquemia mesenterica. Mientras que el exceso de volumen puede producir síndrome compartimental abdominal, falla en la cicatrización, distrés respiratorio, y falla renal.

Homeostasis hidroelectrolítica en el individuo sano

El agua corporal total equivale al 60% del peso corporal, dos tercios corresponden al líquido intracelular (LIC), y un tercio al líquido extracelular (LEC) (**Figura 27.1.**). En este último aproximadamente un cuarto es líquido intravascular y tres cuartos líquido intersticial. El volumen sanguíneo estimado en el adulto es de 75 ml/kg.

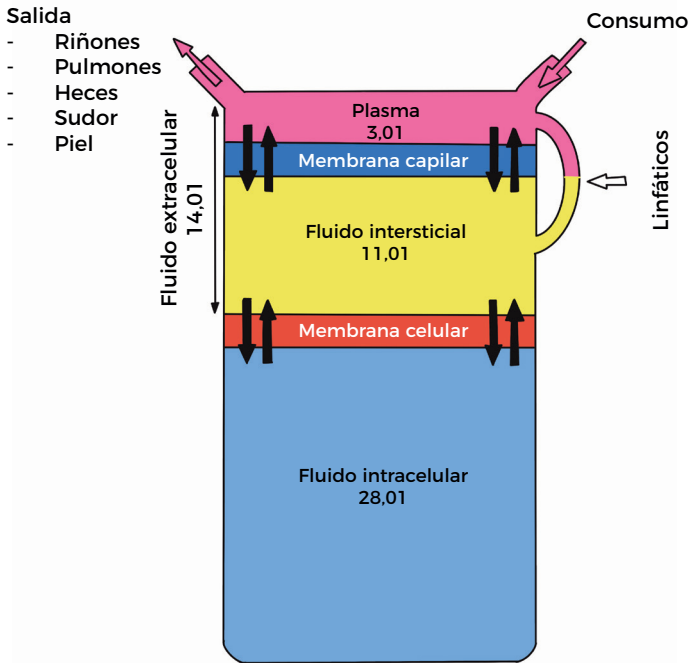


Figura 27.1. Distribución del agua corporal.

La distribución del agua en el organismo está dirigida por la concentración de electrolitos (principalmente sodio), por el balance entre la presión hidrostática (dada por los fluidos) y oncótica (dada por las proteínas), por la permeabilidad capilar y por la reabsorción linfática hacia el territorio venoso.

El agua libre va acompañando al sodio y es regulada por 2 mecanismos homeostáticos: por osmorreceptores a nivel hipotalámico (liberación de hormona antidiurética) y por barorreceptores carotídeos (estimulando la sensación de sed).

Pérdida de fluidos perioperatorios

Las pérdidas habituales de un ser humano son por orina, sudor, heces y pérdidas insensibles (que corresponde a pérdidas por aparato respiratorio y por difusión de la piel). En un adulto normal estas corresponden a 2.300 ml día pudiendo llegar en condiciones de ejercicio prolongado a 6.600 en 24 horas. En condiciones patológicas estas pérdidas de volumen pueden aumentar dramáticamente. Entre las muchas causas, las más frecuentes y graves en el quirófano son:

- Pérdidas sanguíneas por trauma grave.
- Pérdidas digestivas por obstrucción intestinal, vómitos o diarrea.
- Diuresis elevada por trauma cerebral, diabetes descompensada o secundaria a fármacos.
- Pérdidas insensibles aumentadas como en gran quemado o gran exposición visceral en cirugía abdominal prolongada.
- Preoperatorio con ayuno prolongado.

Efectos de la pérdida de volumen

En pabellón comúnmente se enfrenta dos situaciones. La primera es la pérdida aguda de volumen sanguíneo y la segunda es la pérdida de agua corporal total (deshidratación). La causa clínica de ingreso del paciente a pabellón orientará si el déficit es de volumen sanguíneo o agua corporal total. De ser grave, determinará un volumen de sangre insuficiente y con ello, una oxigenación inadecuada de las células, las que no podrán desarrollar un metabolismo normal. Esta situación se traduce en un *shock* de tipo hipovolémico. El manejo inicial va enfocado a normalizar el aporte de oxígeno tisular para lo cual es necesario recuperar rápidamente el volumen circulatorio normal (volemia). La recuperación de este déficit se realiza con cristaloides, coloides y con derivados sanguíneos.

Barrera vascular y el glicocáliz

Las fuerzas que gobiernan el movimiento de líquidos dentro de los compartimentos vascular, intersticial (entre células) y celular responden a múltiples componentes y efectos físicos dados por las presiones hidrostáticas, oncóticas, osmolaridad, permeabilidad de membrana y de cargas eléctricas de los electrolitos involucrados.

El endotelio vascular está cubierto por glicocáliz, una capa formada por proteoglicanos y glicoproteínas que constituyen una superficie fisiológicamente activa, cuya función es de barrera vascular. El glicocáliz endotelial parece actuar como un filtro molecular que retiene proteínas del plasma que por la fuerza hidrostática vascular saldrían al espacio intersticial. Esto aumenta la presión oncótica en el glicocáliz, que actuaría como verdadero limitante de la pérdida de fluido transcapilar. Sería un glicocáliz endotelial intacto el requisito más importante para la función de barrera vascular. Los mediadores inflamatorios liberados en el estrés quirúrgico, trauma, sepsis, y exceso de fluidos tienen la capacidad de degradar el glicocáliz endotelial.

Tipos de fluidos aportados

Los fluidos aportados, que no son derivados sanguíneos, pueden clasificarse en cristaloides y coloides.

Cristaloides

En términos generales, las soluciones cristaloides contienen electrolitos capaces de entrar a todos los compartimentos corporales (vascular, intersticial e intracelular). Son líquidos compuestos de agua y electrolitos que se clasifican en soluciones isotónicas, hipertónicas e hipotónicas. Se utilizan para reponer el volumen sanguíneo y para aportar agua y electrolitos. Las soluciones isotónicas se distribuyen en el LEC en la misma proporción de este, es decir 1 parte intravascular y 4 partes extravascular (en un adulto esto es 3 litros de plasma y 12 litros de volumen extravascular). Entonces cuando lo que se requiere es reponer una pérdida de volumen de sangre de litros será necesario aportar tres a cuatro veces este volumen en cristaloides para compensar la pérdida de sangre. Dentro de estos los de uso más habitual son Ringer lactato y suero fisiológico.

Ringer lactato: tiene un contenido de electrolitos similar al LEC, son hipotónicos respecto al sodio y usan como sistema tampón el lactato. La cantidad de otros electrolitos distintos del sodio no alcanzan para las necesidades diarias.

Suero fisiológico: es agua y NaCl al 0,9%, lo que lo hace isotónico e isoosmótico respecto al LEC, pero tiene más cloruro que el LEC por lo que su uso en grandes volúmenes causa hipercloremia y una acidosis metabólica. Se prefiere su uso en paciente con TEC, hiponatremia y alcalosis metabólica hipoclorémica y en pacientes con insuficiencia renal avanzada por no aportar K⁺ a diferencia del Ringer lactato.

Cristaloides hipertónicos: son soluciones que son preparadas con cloruro de sodio en concentraciones de 3 al 10 % (superior al 0,9% del suero fisiológico) y que actúan expandiendo la volemia retirando agua desde las células. Su uso en trauma no está aún protocolizado. Actualmente se usan en el manejo de la hiponatremia y de la hipertensión endocraneana.

Coloides

Es una mezcla de agua y moléculas complejas y grandes, que permanecen en el intravascular, con vidas medias en torrente circulatorio de 3 a 12 horas que varían entre los diferentes tipos de coloides. Los más utilizados son:

- Hidroxietil almidones (Voluven®).
- Gelatinas (Haemaccel, Hemogelión).
- Proteínas animales o humanas (albúmina).

Los coloides son superiores a los cristaloides porque más rápidamente y en forma más prolongada logran reponer la volemia (y con menor agua en el extravascular producto de la reanimación). Pero estas sustancias de mayor costo están asociadas a reacciones alérgicas y en algunas condiciones a falla renal y alteraciones de la coagulación.

La industria farmacéutica ha estado enfocada a mejorar su perfil clínico, de modo de elaborar un producto que permanezca en el espacio intravascular, que su uso prolongado no provoque acumulación (que tenga un metabolismo adecuado), que tenga menos reacciones alérgicas, que no altere la coagulación o la función renal y que pueda darse el máximo volumen posible.

Las gelatinas, que son derivados de hueso y piel de vacuno, son los primeros coloides sintéticos usados en medicina. Sin embargo, son las que reportan un mayor porcentaje de reacciones anafilácticas y mayor riesgo potencial de transmitir la enfermedad conocida como de las vacas locas.

Luego se desarrollaron los hidroxietil almidones, que se obtienen del maíz o la papa. Actualmente se logra un producto cuyas características permiten que hayan disminuido las tasa de reacciones adversas en general a valores cercanos a 0,05% (menos problemas renales, menos problemas de coagulación) y que se puedan administrar mayores volúmenes.

¿Cristaloides o coloides?

La pérdida de sangre es uno de los fenómenos más comunes en los pacientes traumatizados, sin embargo, la signología clínica grave como hipotensión y *shock* sólo es visible cuando la pérdida de sangre supera el 35% del volumen total normal.

Durante años se ha mantenido una polémica sobre la utilización de cristaloides o coloides para la reposición más adecuada de la volemia. La recomendación habitual es sustituir los primeros 1.000 ml de pérdida de sangre por 3 veces esa cantidad de soluciones cristaloides. Los cristaloides se distribuyen homogéneamente por el espacio extracelular, 80% en el espacio intersticial y únicamente 20% permanece en el espacio intravascular. Por tanto, la reposición de una pérdida de sangre con soluciones cristaloides no sólo es antifisiológica sino también perjudicial. La sustitución racional de volumen tras la hemorragia aguda debería realizarse con coloides isooncóticos.

La actitud es diferente en caso de pérdidas de líquido extracelular, libre de proteínas, ocasionadas por transpiración insensible y diuresis. En el individuo sano este volumen es aportado por el aparato gastrointestinal. En el ayuno preoperatorio no se dispone de este mecanismo de compensación, las soluciones cristaloides son administradas de acuerdo a un balance adecuado, las indicadas para mantener una apropiada hidratación sin producir alteraciones en el equilibrio ácido-base.

La carga de volumen antes de la inducción de la anestesia o en previsión de una hemorragia aguda debe evitarse al comprometer la barrera vascular. La vasodilatación causada por la anestesia general y/o neuroaxial debe tratarse con una combinación de medicación vasopresora y fluidoterapia, no solamente con la infusión de coloides o cristaloides.

En la actualidad la tendencia es entregar la fluidoterapia de manera no agresiva o liberal, ni tampoco buscar usar un manejo tan restrictivo, sino que buscar una terapia guiada por metas, y ajustada al tipo de cirugía y las características de cada paciente, considerando sus factores de riesgo.

Conclusiones

El control de la fluidoterapia perioperatoria es una medida fundamental en el conjunto de procedimientos terapéuticos que se proporcionan al paciente quirúrgico. Un adecuado manejo del balance hidroelectrolítico y de la elección de los fluidos para su reposición disminuyen la morbimortalidad y favorecen la recuperación del paciente operado.

El propósito de la fluidoterapia perioperatoria es mantener un adecuado flujo sanguíneo a todos los órganos, incluidos los tejidos dañados, no comprometiendo la cicatrización de las heridas, ni produciendo efectos secundarios a nivel general.

Teniendo en cuenta que las pérdidas por ayuno y evaporación se han sobrestimado, lo que ha tenido como consecuencia un exceso en la cantidad de fluidoterapia utilizada, existe una tendencia a la utilización de “regímenes restrictivos”, entendiéndose por ello el reemplazo de las pérdidas durante la cirugía y evitando la sobrecarga con cristaloides, con el objetivo de conseguir un balance de fluidos cero.

Lectura recomendada:

Paul S. Myles & Timothy E. Miller. Perioperative Fluid Therapy for Major Surgery. *Anesthesiology* 2019, 130: 825–832. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002603>

Capítulo 28

Conceptos básicos de transfusión

Dra. Vanessa Vásquez Stuardo

Introducción

La transfusión de componentes sanguíneos es una terapia médica y, como tal, tiene indicaciones específicas y complicaciones siendo su uso juicioso fundamental para prevenir estas últimas, disminuir los costos y mantener disponibilidad adecuada. Para su correcto uso es necesario conocer, además de las indicaciones, aspectos de seguridad tales como: compatibilidad de los hemoderivados, forma adecuada de mantenerlos y administrarlos y elementos que pueden hacer sospechar la presencia de alguna complicación. En este capítulo se revisarán los aspectos básicos del manejo de hemoderivados.

Definiciones

Al hablar de transfusión es importante conocer algunos conceptos, a continuación se definirán los más relevantes:

Hemoderivado: componentes específicos de la sangre que han sido almacenados por separado. Estos son glóbulos rojos, plaquetas, crioprecipitados, plasma fresco congelado.

Eritrocitos: sinónimo de glóbulos rojos.

Sangre alogénica: aquella obtenida de un donante distinto al receptor.

Sangre autóloga: aquella obtenida del mismo paciente receptor, es decir, se extrae sangre de la misma persona a la que luego se le transfundirá. Esto se realiza en situaciones clínicas muy específicas y mediante alguna “técnica de ahorro de sangre”. Entre estas técnicas están: (1) *Cell Saver* (recolección y lavado de glóbulos rojos que se han aspirado del campo quirúrgico, estéril), (2) donación autóloga previa (extracción de sangre previo a una intervención, dando un margen de tiempo para recuperación y posterior transfusión intra o posoperatoria de unidades al mismo paciente) y (3) hemodilución aguda normovolémica (posinducción anestésica y antes de iniciar la cirugía se extraen unidades de sangre del paciente reponiendo el volumen circulante con cristaloides; así,

se induce una anemia tolerable y se pierde sangre más diluida. Finalizada la pérdida, se repone la sangre extraída).

Terapia adyuvante: drogas o técnicas para reducir o prevenir pérdida hemática y necesidad de sangre alogénica. Ej.: ácido tranexámico.

Antígeno: molécula que al unirse a su anticuerpo específico, gatilla una respuesta inmunitaria. Los glóbulos rojos pueden tener antígenos en su superficie, en su membrana celular, y según qué antígeno de superficie presenten se clasifican en los distintos grupos sanguíneos.

Anticuerpo: proteína elaborada por los glóbulos blancos en respuesta a un antígeno. Cada anticuerpo se puede unir a un sólo antígeno específico. El fin de esta unión es ayudar o bien destruir directamente al antígeno. Se encuentran en el plasma.

Grupo sanguíneo: clasificación que agrupa a las personas según qué antígeno de superficie presente en sus glóbulos rojos. El sistema actual se refiere a los antígenos A, B, O (vocal, no número) y al antígeno Rh. El O indica la ausencia de antígeno A o B.

Grupos sanguíneos y pruebas de compatibilidad

Los hemoderivados que contienen glóbulos rojos (concentrados de glóbulos rojos) contienen antígenos: moléculas específicas presentes en sus membranas celulares, en tanto, los hemoderivados que contienen cantidad significativa de plasma (plasma fresco congelado) contienen anticuerpos, moléculas libres en el plasma que se unen a antígenos específicos. Cuando un anticuerpo se une a su antígeno específico en la membrana del glóbulo rojo se desencadenan reacciones que conducen a la destrucción de este, es decir, hemólisis. Así, si le transfunden glóbulos rojos con antígenos A a un paciente que en su plasma tiene anticuerpos Anti-A, los glóbulos rojos aportados serán destruidos por la unión antígeno/anticuerpo. En el caso de la transfusión de plasma, funciona a la inversa, ya que, al transfundirlo lo que se está aportando son anticuerpos que serán los que pueden reaccionar con los antígenos de la membrana celular de los glóbulos rojos del paciente.

Se ha definido distintos grupos sanguíneos en relación a los antígenos presentes en los glóbulos rojos. El sistema en uso actualmente se refiere a los antígenos A, B, O y al antígeno Rh. Las personas pueden tener o no estos antígenos y así se habla de un paciente con grupo A si tiene antígeno A en la superficie de sus glóbulos rojos, grupo B si tiene antígenos B, grupo AB si tiene ambos antígenos y grupo O si no tiene estos antígenos. Además, una persona puede ser grupo Rh positivo si presenta antígeno Rh en sus eritrocitos o Rh negativo si no lo tiene. La clasificación de una persona mezcla estos dos grupos: por ejemplo, grupo A Rh negativo, será una persona que tiene antígeno A en la superficie de sus glóbulos rojos y no posee antígeno Rh.

En general, los anticuerpos se producen tras una exposición a un antígeno desconocido, lo que nos podría parecer que sólo se crearían anticuerpos al transfundirse

un paciente con glóbulos rojos que tienen antígenos que no posee naturalmente. Esto es cierto para el grupo Rh: una persona Rh negativa sólo creará y poseerá anticuerpos anti-Rh al ser transfundido o expuesto a glóbulos rojos Rh positivo, por lo que, en una primera transfusión con glóbulos rojos Rh positivos no tendría anticuerpos anti-Rh en su plasma para generar hemólisis de los eritrocitos donados, pero, en una segunda transfusión sí, ya que, estaría “sensibilizada”. Sin embargo, para el grupo ABO esto no es así, pues se cuenta basalmente con anticuerpos anti-ABO aunque nunca hayan sido expuestos a sangre de otro grupo sanguíneo. En consecuencia, una persona que recibe glóbulos rojos conteniendo algún antígeno del grupo ABO que no posee naturalmente, reaccionará contra este antígeno extraño porque posee anticuerpos contra este, aunque sea su primera transfusión.

Tabla 28.1. Compatibilidad entre los diferentes grupos ABO	
Grupo ABO de Concentrado de Glóbulos Rojos donados	Grupo ABO paciente receptor
O (Donante universal)	A, B, AB, O
A	A, AB
B	B, AB
AB	AB
Cuando se evalúa compatibilidad del plasma fresco congelado, funciona a la inversa, en ese caso el donante universal sería el plasma del grupo AB	

Las reacciones mencionadas se deben a “incompatibilidad de grupo”, se denominan reacciones hemolíticas transfusionales. Para prevenir estas reacciones y realizar transfusiones seguras, se le realizan pruebas para definir grupo y compatibilidad. Estas no sólo se restringen a conocer el grupo ABO y Rh de pacientes y unidades a transfundir, sino que, también se buscan otros antígenos y anticuerpos menos frecuentes, distintos a los de ABO y Rh, pero, que igualmente de estar presentes podrían generar reacciones hemolíticas.

Las pruebas que generalmente se realizan son:

A la sangre del donante: tipo ABO y Rh(D), anticuerpos hemolíticos anti-A o anti-B y anticuerpos inesperados.

A la sangre del receptor: tipificación ABO-Rh y anticuerpos inesperados.

A ambas: prueba de compatibilidad de hemoderivado donado con la sangre del receptor, conocida como “prueba de compatibilidad cruzada”, que es básicamente una “transfusión de ensayo”.

Una prueba de compatibilidad cruzada demora en completarse entre 45 a 60 min y al realizarla se descarta reacciones hemolíticas, sin embargo, el riesgo de una reacción hemolítica por estos antígenos-anticuerpos irregulares, y menos frecuentes, es bajo.

De este modo, cada vez que se realice una solicitud de hemoderivados al banco de sangre se debe elegir el carácter de la transfusión. Se solicita una transfusión “inmediata”

cuando no se puede esperar el tiempo que demoran las pruebas de compatibilidad cruzada, asumiendo el riesgo que esto implica, en tanto, se solicita hemoderivados de forma “urgente” cuando se requieren con prontitud, pero, se puede esperar el estudio de las pruebas de compatibilidad cruzada, aumentando la seguridad para el paciente. También se puede pedir transfusión “no urgente” y de “reserva”, cuando se requiere o se prevé la necesidad de transfusión, sin urgencia actual, para que estén las unidades chequeadas y listas al momento de la solicitud.

En la situación de desconocimiento de grupo ABO Rh del paciente y requerimiento de transfusión inmediata se recurrirá a los glóbulos rojos más seguros, es decir, con menor contenido de anticuerpos, que corresponden a glóbulos rojos de tipo AB Rh negativo: el donante universal.

Obtención y almacenamiento

Los hemoderivados separados requieren distintas condiciones de conservación, lo que impacta en su disponibilidad inmediata, tiempo de duración, efectos en el organismo y riesgos asociados. En la **Tabla 28.2.** se resumen las características de los distintos hemoderivados.

Tabla 28.2. Características de almacenamiento de los hemoderivados		
Hemoderivado	Volumen promedio por bolsa	Condiciones de Almacenamiento
Concentrado de glóbulos Rojos	300 ml	1-6°C, 2-42 días
Plaquetas obtenidas de sangre total	50 ml	20 a 24 °C, por 5 días
Plaquetas obtenidas por aféresis	300 ml	20 a 24 °C, por 5 días
Plasma fresco congelado	250 ml	< 18 °C, por 1 año
Crioprecipitado	15 ml	< 18 °C, por 1 año

Tipos de hemoderivados y sus indicaciones

Concentrados de glóbulo rojos

La principal función de un glóbulo rojo es el transporte de oxígeno, que logra uniendo oxígeno a la hemoglobina contenida en su interior. El transporte de oxígeno no depende sólo de la cantidad de hemoglobina en la sangre, sino que también de su movimiento y esto depende del gasto cardiaco, por lo que, mejorando la función cardiaca y el volumen intravascular también es posible mejorar el transporte de oxígeno. Entendiendo lo anterior, y a pesar de que se debe optimizar la función cardiovascular cuando es debido, existen valores de hemoglobina bajos (anemia) y condiciones del paciente que ameritan una transfusión de glóbulos rojos. En términos generales, está indicado aportar glóbulos

rojos cuando la hemoglobina es menor 6 o 7 g/dl, y, rara vez, si su valor es mayor a 10 g/dl. La decisión de transfundir entre estos valores dependerá de la situación clínica.

En pacientes con hemorragia aguda y sobre todo cuando esta es de gran magnitud, es necesario valorar el estado clínico del paciente. Si la estabilidad hemodinámica permite obtener y esperar los niveles de hemoglobina, este puede ayudar a decidir la transfusión (aunque hay que considerar que estos valores no reflejan fielmente el grado de anemia en pacientes sangrando activamente y con rápida administración de cristaloides). Frente a un paciente inestable hemodinámicamente, con sangrado activo, muchas veces se solicitará transfusión de glóbulos rojos antes de obtener el resultado de exámenes y, si este sangrado es masivo, se seguirán directrices planteadas para la “transfusión masiva” que considera aspectos específicos de manejo de un paciente en *shock* hemorrágico, que a grandes rasgos incluyen principios de “reanimación de control de daños”.

En la práctica hay que considerar que una unidad de glóbulos rojos aumentará 1 g/dl el valor de hemoglobina y 3 puntos el hematocrito de un paciente adulto sin sangrado activo.

Plaquetas

Las plaquetas tienen un importante rol en la hemostasia del paciente, es decir, en evitar sangrado. Su transfusión está indicada cuando existen bajo nivel de recuento plaquetario o un número normal de plaquetas, pero, estas no funcionan bien (ej. uso de antiagregantes plaquetarios potentes como el clopidogrel). También constituyen un componente del manejo de la “transfusión masiva”.

Los valores a los que se decide transfundir plaquetas dependerán del contexto clínico. La **Tabla 28.3.** enumera los principales umbrales.

Tabla 28.3. Valores umbrales de transfusión de plaquetas	
Situación Clínica	Valor para indicar transfusión de plaquetas
Neurocirugía	< 100.000
Procedimiento invasivo en que se espera sangrado o cirugía	< 50.000
Asintomático y no se espera sangrado ni procedimiento	< 10.000

Habitualmente una unidad de plaquetas obtenidas de sangre total (50 ml) elevará el conteo de plaquetas entre 5.000 a 10.000 en un adulto sin sangrado activo. Una bolsa de plaquetas obtenidas de aféresis equivale al efecto de 5 a 6 unidades de plaquetas obtenidas de sangre total.

Plasma fresco congelado

El plasma contiene todos los factores de coagulación necesarios para la hemostasia. Está indicado: (1) para el tratamiento de coagulopatía dilucional como parte del manejo de la “transfusión masiva”, (2) frente a la deficiencia de factores específicos cuando no se dispone del factor aislado, (3) para revertir el efecto de la heparina y de la warfarina/ace-nocumarol como segunda opción, cuando no se dispone de protamina ni concentrado de complejo protrombínico respectivamente y (4) cuando hay hemorragia microvascu-lar excesiva asociada a INR > 2.

Crioprecipitado

El crioprecipitado se obtiene tras descongelar y centrifugar el plasma. Contiene con-centraciones considerables de factor VIII, factor XIII, fibrinógeno, factor de Von Wi-llebrand y fibronectina. Está indicado: (1) cuando se objetiva fibrinólisis, (2) cuando el nivel de fibrinógeno es menor a 80-100 mg/dl en una hemorragia, (3) en “transfusión masiva” cuando no se puede medir fibrinógeno, (4) en pacientes con déficit congénito de fibrinógeno y (5) en algunas coagulopatías específicas.

Complicaciones

Es muy importante entender que las transfusiones no están exentas de complicaciones y es necesario poder reconocerlas oportunamente si se presentan. Se expondrán breve-mente las más importantes:

Reacción transfusional hemolítica

Se produce por destrucción inmunomediada de glóbulos rojos (hemólisis). Puede ser aguda (dentro de las primeras 24 h de la transfusión) o tardía (días o semanas des-pués de transfusión) y la hemólisis puede ser intravascular o extravascular. En la forma aguda hay hemólisis intravascular rápida que puede conducir a falla renal, coagulación intravascular diseminada y colapso hemodinámico; se trata de una emergencia médi-ca. Los síntomas y hallazgos incluyen fiebre, escalofríos, dolor torácico o de espalda y hematuria. En pacientes bajo anestesia general a veces el único hallazgo puede ser el sangrado de los puntos de inserción de los catéteres venosos debido a coagulación intravascular diseminada. Esta reacción es más frecuentemente vista en el contexto de una transfusión con incompatibilidad de grupo ABO, debido a un error procedimental o administrativo.

Reacciones febriles no hemolíticas

Son las más comunes de todas las reacciones transfusionales. Ocurren en 0,1 al 1 % de todas las transfusiones. Son más frecuentes en niños que en adultos, especialmente debido a transfusión de plaquetas y concentrados de glóbulos rojos que a plasma fresco congelado. Se producirían por citoquinas (moléculas inflamatorias) producidas y acumuladas durante el almacenamiento y en este proceso estarían involucrados los leucocitos, motivo por el cual serían menos frecuentes en hemoderivados leucorreducidos. Se presenta entre 1 a 6 horas de iniciada la transfusión y los hallazgos incluyen fiebre (más de 1°C y menos de 2°C), escalofríos y disnea leve. En general es una patología benigna, pero, puede generar incomodidad para el paciente, por lo que su tratamiento consiste en detener la transfusión, administrar antipiréticos y buscar otras causas de fiebre.

Reacciones transfusionales anafilácticas

Son raras. Resultan de una liberación repentina de histamina y triptasa desde los mastocitos y basófilos en respuesta a reacción inmune mediada por anticuerpos IgE. Pueden ocurrir con cualquier hemoderivado, cuando este contiene una sustancia a la cual el receptor es alérgico o viceversa. Su presentación clínica es rápida, iniciándose a los pocos segundos o minutos de iniciada la transfusión. Los síntomas y signos son: urticaria y prurito, hipotensión, *shock*, angioedema, disnea y sibilancias. Su diagnóstico es clínico. El manejo debe ser el de un *shock* anafiláctico.

Reacciones transfusionales urticariales

Ocurren cuando una sustancia soluble en el plasma del hemoderivado (o la sangre del receptor) reacciona con anticuerpos IgE preexistentes en el receptor (o en el plasma del hemoderivado). Se deben a la liberación de histamina por mastocitos o basófilos. Un ejemplo es la alergia al maní del donante que produce urticaria en el receptor que ha consumido maní recientemente. Se presenta a través de macropápulas (habones) sin otros signos de alergia, al iniciar, durante o poco después de finalizada la transfusión. El manejo es detener momentáneamente la transfusión, descartar otros signos que sugieran reacción anafiláctica (disnea, hipotensión, angioedema, sibilancias) y administrar antihistamínico endovenoso; si la urticaria disminuye, se puede continuar transfusión.

Lesión pulmonar aguda relacionada con la transfusión (TRALI)

El TRALI (del inglés, *transfusión related acute lung injury*) es la principal causa de mortalidad relacionada con la transfusión. Se trata de un edema pulmonar no cardiogénico, en ausencia de volemia excesiva y de insuficiencia cardiaca. Se presenta desde una 1-2 h después de la transfusión y hasta las 6 h. Los hallazgos clínicos incluyen fiebre, disnea, líquido en tubo endotraqueal e hipoxia grave. Durante la anestesia, una manifestación

puede ser la disminución persistente de la saturación de O₂ de la sangre. En su génesis se implican como factores causantes a todos los hemoderivados, en especial el plasma fresco congelado. Su tratamiento consiste en suspender la transfusión e instituir medidas de sostén en cuidados intensivos.

Sobrecarga circulatoria asociada a transfusión (TACO)

El TACO (del inglés, *transfusión associated circulatory overload*) es una reacción transfusional común en la que se desarrolla edema pulmonar primario debido a exceso de volumen o sobrecarga circulatoria en pacientes que reciben grandes volúmenes de hemoderivados en un corto período de tiempo o en aquellos que tienen enfermedad cardíaca o renal subyacente. Sus principales manifestaciones son disnea, hipertensión, hipoxia, taquicardia, presión aumentada y yugulares ingurgitadas, las que se desarrollan hasta las 12 horas después de recibida la transfusión. El manejo es similar al del edema pulmonar cardiogénico e incluye aporte de oxígeno, diuréticos y ventilación mecánica no invasiva si es necesaria.

Transmisión de infecciones bacterianas relacionadas a transfusión

En esta complicación están involucrados distintos microorganismos tales como aquellos de la piel, gastrointestinales y del ambiente y puede ocurrir con cualquier hemoderivado, sin embargo, es más probable con transfusión de plaquetas ya que estas se mantienen a temperatura ambiente. Las manifestaciones clínicas son fiebre, taquicardia y caída o alza de presión arterial. El cuadro se presenta de 0 a 5 horas de terminada la transfusión. El tratamiento consiste en detener la transfusión, manejo de soporte, descartar otras causas de cuadro clínico, enviar a cultivo sangre de la extremidad superior contraria a la de la transfusión y realizar otros exámenes, chequear error administrativo en la transfusión, administrar antibióticos de amplio espectro, avisar a banco de sangre.

Transmisión de infecciones virales relacionadas a transfusión

Desde que los hemoderivados son estudiados mediante pruebas que identifican el ADN o ARN viral de los virus causantes de las principales infecciones transmisibles por sangre, el riesgo de transmisión viral residual de los hemoderivados ha disminuido considerablemente, sin embargo, aún existe, debido al “período de ventana” de estas infecciones, que corresponde al tiempo desde que el donante se infecta y la carga viral crece a niveles que puedan ser detectables por el *test* de laboratorio. Por lo tanto, el riesgo de transmisión de un virus por hemoderivados depende de su período de ventana. En la **Tabla 28.4**, se muestran los períodos de ventana y el riesgo residual de transmisión viral de los hemoderivados.

Tabla 28.4. Riesgo transmisión infecciones virales por hemoderivados		
Infección Viral	Riesgo residual	Período de ventana
Virus Inmunodeficiencia humana	1 en 2.300.000	7 a 10 días
Hepatitis C	1 en 1.800.000	7-10 días
Hepatitis B	1 en 280.000 - 1 en 352.000	38 días
Citomegalovirus	1-3%	3-12 semanas

Aspectos prácticos de la transfusión

- Chequear que la identificación de paciente y de la unidad a ser transfundida correspondan.
- Establecer adecuada vía venosa; se prefieren vías venosas periféricas gruesas por su mayor calibre y menor longitud, pero, pueden utilizarse en su ausencia catéteres venosos centrales.
- Utilizar vía venosa exclusiva. Esta sólo puede ser compartida con solución fisiológica (cloruro de sodio al 0,9%), hemoderivado compatible ABO o albúmina.
- Iniciar transfusión a 1-2 ml por minuto los primeros 15 minutos y luego tan rápido como se tolere.
- Completar la transfusión de hemoderivado en no más de 4 horas.
- Se pueden controlar niveles de hemoglobina tan pronto como a los 15 minutos de finalizada la transfusión si se desea.
- Entibiar los glóbulos rojos a temperatura ambiente o bien solicitarlos tibios desde el banco de sangre. No calentar a más de 40 °C.
- Siempre usar infusores específicos para administrar los componentes sanguíneos (con filtros de 170-200 micras), los que son aportados por el banco de sangre usualmente.
- Devolver al banco de sangre los hemoderivados que no se utilicen; nunca insistir en administrar un hemoderivado que no tiene indicación sólo para evitar su desecho.

Lecturas recomendadas:

Barash. Wolters Kluwer. *Fundamentos de Anestesia Clínica*. Editorial Wolters Luwer, Octava edición, 2017.

Estándares para obtención de componentes sanguíneos y gestión de inventario o stock. Minsal. 2013.

Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2017; 34: 332-395.

Jeffrey L. Carson & M.D. Steven Kleinman. *Indications and hemoglobin thresholds for red blood cell transfusion in the adult*. 2021. Up To date.

Practice Guidelines for Perioperative Blood Management. An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Management. *Anesthesiology*, V. 122 • No 2 1 February 2015.

Capítulo 29

Posiciones quirúrgicas y sus complicaciones

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Introducción

Posicionar a un paciente para una cirugía es un balance entre lo que el paciente anestesiado puede tolerar, estructural y fisiológicamente, y lo que el equipo quirúrgico requiere para acceder al sitio a operar.

Los objetivos de este capítulo son que el lector conozca las distintas opciones para posicionar un paciente, sus indicaciones, los cambios que producen en la fisiología, sus factores de riesgo y como disminuir el riesgo de lesiones.

Todas las posiciones pueden causar cambios cardiovasculares y pulmonares y, tanto la anestesia general como la neuroaxial, pueden abolir en cierta medida los mecanismos compensatorios que mantienen la estabilidad cardiovascular del paciente. Además, los cambios de posición pueden causar modificaciones de la relación ventilación perfusión (una relación entre el aire que llega a los alvéolos y la sangre que irriga a los mismos, para que el intercambio gaseoso sea óptimo), lo que puede resultar en hipoxemia (bajo nivel de oxígeno en la sangre).

Mantener al paciente en una sola posición por un tiempo prolongado trae consigo algunas consecuencias, como la compresión de algunos tejidos o estructuras vasculares y nerviosas que puede causar isquemia y neuropatía periférica. Se ha descrito varias formas de evitar estas injurias, tales como el correcto posicionamiento, usar elementos que suavicen los puntos de presión, etc. Pero a pesar de un adecuado manejo, las neuropatías y las lesiones por presión siguen ocurriendo. Esto se ha asociado a mecanismos inflamatorios y factores de riesgo como daño del sistema vascular por enfermedades crónicas u otras neuropatías previas.

Es responsabilidad de todo el equipo de anestesia tener un conocimiento básico de las posiciones quirúrgicas y sus complicaciones, para disminuir al máximo las complicaciones y favorecer la seguridad del paciente.

Posiciones

Supino o decúbito dorsal. Es la posición quirúrgica más usada. El paciente está sobre su espalda con algún grado de flexión de cuello. Los brazos al lado del tronco en

posición neutra (pulgar hacia arriba) y abducidos menos de 90 grados sobre los soportes (**Figura 29.1.**).

En general es una posición bien tolerada desde el punto de vista cardiovascular en adultos sanos. Puede haber un aumento del retorno venoso por la sangre que va de las extremidades inferiores al compartimiento central (tórax y abdomen), activando mecanismos compensatorios que mantendrán la presión arterial.

El movimiento del diafragma está limitado en comparación con un paciente de pie, lo que produce que se desplace en sentido céfalico (hacia la cabeza) disminuyendo la capacidad residual funcional (aire presente en el pulmón después de la espiración), aumentando el riesgo de atelectasias (colapso de una parte del pulmón). A ello se suma que la anestesia general y la ventilación a presión positiva producida por el ventilador mecánico alteran el equilibrio ventilación / perfusión y, por tanto, la oxigenación del paciente.

Las principales complicaciones secundarias al decúbito dorsal prolongado son la lumbalgia (dolor en la zona lumbar) por pérdida de la curvatura normal por reducción del tono muscular. Se puede usar algún elemento bajo las rodillas para evitarlo. Las úlceras por presión se pueden evitar usando elementos acolchados en los puntos de apoyos como el hueso occipital (en la región posterior de la cabeza), sacro, codos, muñecas, tobillos, etc.

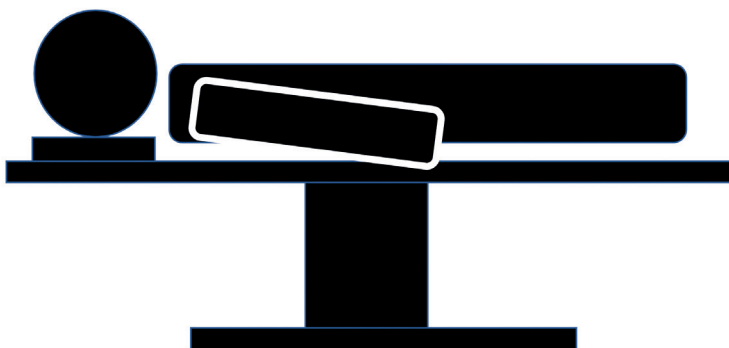


Figura 29.1. Decúbito supino o dorsal.

Posición de Litotomía. Usada en general para cirugía urológica, ginecológica y coloproctal. Las piernas son abducidas de la línea media, rodillas y caderas son flexionadas quedando las piernas paralelas al piso (**Figura 29.2.**). Durante el posicionamiento, ambas piernas deben ser movilizadas al mismo tiempo para evitar rotación excesiva en la columna lumbar.

Es una posición similar a la del paciente en supino, excepto por el mayor aumento del volumen en el compartimiento central (la sangre contenida en las extremidades se “vacía” hacia el tronco) y, mayor efecto deletéreo de la ventilación por las caderas

flexionadas, debido a la excursión diafragmática que puede verse más comprometida, especialmente en pacientes obesos. Además, los pacientes con factores predictores de reflujo aumentan su riesgo de aspiración (paso de contenido gástrico a la vía aérea baja).

Una de sus mayores complicaciones son el síndrome compartimental de las extremidades inferiores que ha sido asociado a cirugías de más de 5 horas. Hay que mantener siempre una alta sospecha en todos los pacientes, principalmente en los pacientes que reciben anestesia neuroaxial ya que no sentirán sus piernas incluso una vez terminado el acto quirúrgico.

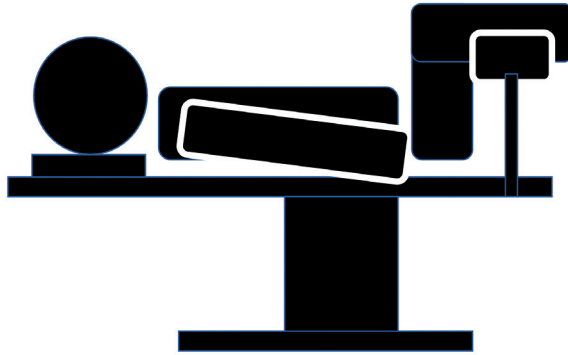


Figura 29.2. Posición de litotomía.

Posición sentado o silla de playa. El paciente se posiciona con el sitio quirúrgico a propósito sobre el corazón para disminuir el sangrado o mejorar las condiciones quirúrgicas, por ejemplo, en cirugías de hombro. Hay que tener especial cuidado de mantener un alineamiento normal (cabeza-cuello-tronco), proteger puntos de presión, evitar flexión excesiva del cuello y no forzar los rangos pasivos de movimiento (Figura 29.3.).

La fuerza de gravedad y los agentes anestésicos tienen efectos en el sistema cardiovascular, disminuyendo el gasto cardíaco y reduciendo la presión de perfusión cerebral. Al contrario, la función pulmonar mejora en comparación con otras posiciones al poder moverse libremente el diafragma.

La principal y más temida complicación es la isquemia cerebral. Al estar la cabeza sobre el corazón es más difícil mantener la presión de perfusión cerebral que mantiene al cerebro bien oxigenado. Como regla general por cada 1,33 cm disminuye 1 mmHg la presión hacia el cerebro, por lo cual el manguito de presión siempre debe ir en la extremidad superior, para poder estimar con la mayor seguridad la diferencia de presión que hay con el cerebro, y poder elegir una presión objetivo (una presión arterial mínima a tolerar) adecuada. Si se usa una línea arterial el transductor no irá al nivel del corazón sino que a nivel del conducto auditivo externo para medir la presión a nivel cerebral.



Figura 29.3. Posición silla de playa.

Posición de Trendelenburg o cabeza abajo. Esta es una variación de la posición supina, donde la mesa quirúrgica se posiciona con los pies más arriba que la cabeza (Figura 29.4.). Es una posición usada para cirugía urológica, cirugía colorectal y cirugía laparoscópica de abdomen (ej. apendicectomía).

El volumen de las extremidades inferiores pasa al compartimiento central en mayor medida que en supino. Este hecho, en vez de aumentar la presión de perfusión cerebral puede disminuirla, por aumento de presión venosa cerebral y presión del líquido cefalorraquídeo. Hay una disminución de la compliance pulmonar (distensibilidad) y la capacidad residual funcional (por desplazamiento del diafragma y el peso del contenido abdominal). Esto explica la mayor incidencia de hipoxemia y de atelectasias. Hay que tener consideración que en procedimientos laparoscópicos el aumento de la presión intraabdominal por la insuflación de CO_2 empeora los cambios fisiopatológicos.

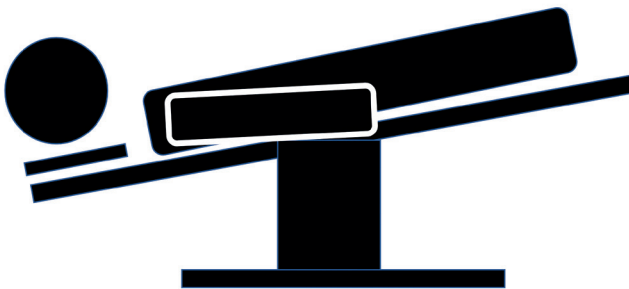


Figura 29.4. Posición de Trendelenburg.

Posición de Fowler o cabeza arriba. Esta también es una variación de la posición supina, también usada para procedimientos de cirugía laparoscópica (ej. colecistectomía).

En general los cambios fisiopatológicos son los contrarios de la posición de Trendelenburg, o sea mejor ventilación y no hay traspaso de volumen de las extremidades inferiores al compartimiento central; ello produce disminución del retorno venoso de sangre desde las extremidades al corazón y podría producir hipotensión, especialmente en pacientes hipovolémicos.

Prono o decúbito ventral. El paciente se posiciona boca abajo, con piernas extendidas y brazos extendidos sobre la cabeza o juntos al lado del torso (**Figura 29.5.**). Se debe evitar el estiramiento excesivo de estructuras neurovasculares; hombros y antebrazos deben estar ventrales al torso. Hay que tener cuidado con puntos de presión (pezones y genitales). El tórax debe ser soportado para evitar compresión abdominal, esto se logra con elementos (ya sea sábanas enrolladas o cojines especialmente diseñados). Esto se realiza para evitar efectos deletéreos en la ventilación y retorno venoso. Muy importante es revisar la cara del paciente, en especial ojos, nariz y boca que son zonas muy sensibles, ninguna de estas debería quedar tocando la mesa quirúrgica por el riesgo de lesiones por presión.

Puede haber aumento de presión intraabdominal, disminución del retorno venoso al corazón y aumento de la resistencia vascular sistémica. El volumen sistólico e índice cardíaco disminuyen. La oxigenación podría mejorar por mejor perfusión en pulmones, y mejor ventilación en zonas dependientes (las que quedan hacia abajo) e incluso zonas atelectasiadas podrían abrirse.



Figura 29.5. Posición prono.

Sus principales complicaciones son lesiones de los ojos, edema ocular, ceguera, úlceras por presión facial, síndrome compartimental, embolía aérea, edema de vía aérea e injuria de genitales. Para reducir los riesgos causados por una incorrecta postura que se traduzca en la compresión de las estructuras de la cara, especialmente los ojos, se ha diseñado dispositivos especiales, como el “prono face”, que permite la posición neutra

de la cabeza del cuello, el apoyo de la cara en elementos óseos, protegiendo los ojos y la lengua, y una salida lateral especial para el tubo orotraqueal. Algunos tienen incluso un espejo, que permite la visión directa de la cara del paciente (**Figura 29.6**).

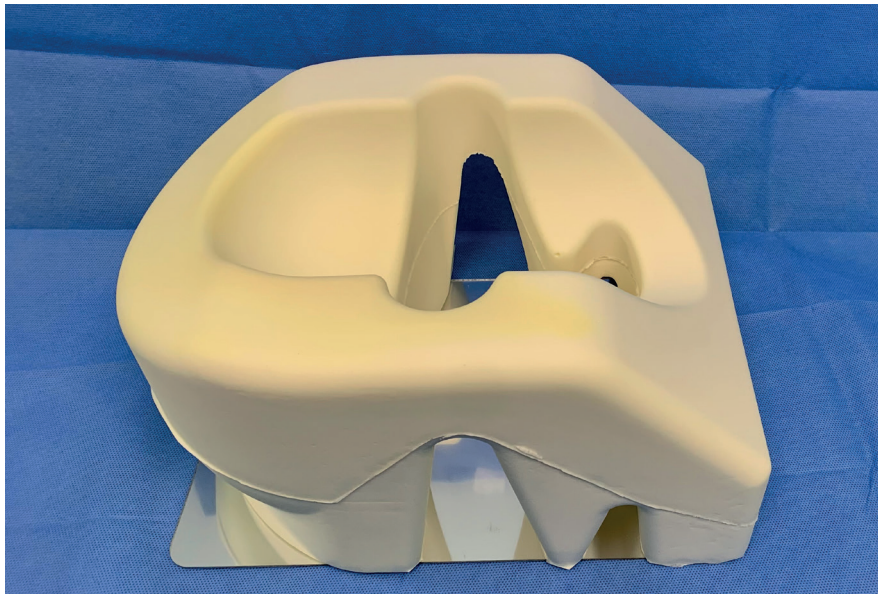


Figura 29.6. Posicionador de cabeza con su respectivo espejo.

También debe tenerse en consideración que tanto al pronar como al supinar el paciente, es un momento de alto riesgo de retiro de elementos invasivos (vía venosa, tubo orotraqueal, etc). Siempre es mejor desconectar todos estos elementos antes de efectuar la maniobra.

Posición decúbito lateral. Puede ser derecho o izquierdo, se denomina según el lado dependiente (el de abajo). La espalda debe quedar perpendicular a la mesa, y la columna cervical alineada. Se coloca un “rollo axilar”, mal denominado así, porque debe quedar un espacio entre el rollo y la axila para no comprimir los nervios y vasos que pasan por ella. La extremidad inferior, dependiente, debe ir flexionada y la no dependiente estirada; se debe colocar una protección entre ambas piernas para disminuir la presión sobre las prominencias óseas.

Puede disminuir el retorno venoso y gasto cardiaco en pacientes hipovolémicos (sangrado, deshidratación, etc). El decúbito lateral derecho es más propenso a compresión de la cava. Hay alteración de la ventilación perfusión del pulmón.

Las complicaciones más frecuentes son lesiones de presión isquémicas, lesiones musculares, lesión tipo latigazo cervical y complicaciones oculares.



Figura 29.7. Posición decúbito lateral derecho.

Lesiones nerviosas

La compresión o estiramiento de zonas por donde pasan nervios o plexos nerviosos puede producir lesiones nerviosas, especialmente de tipo neuropraxia (lesión leve, en la que los axones y el tejido conectivo permanecen estructuralmente intactos, que produce déficit neurológico transitorio). Las lesiones se pueden producir a muchos niveles.

Neuropatía ulnar o cubital. Es la lesión más común; el nervio se comprime por la aponeurosis del músculo ulnar del carpo al flexionar el codo o, por fuerzas externa distal al epicóndilo medio donde el nervio está asociado a la arteria y están más superficiales en su trayecto. Cuando alguien se golpea el y codo siente una “corriente” ya conoce la ubicación del nervio cubital.

Neuropatía radial. El nervio radial, pasa dorsolateral alrededor de la porción media e inferior del humero en el surco intertubercular. En la parte lateral del brazo, el nervio puede ser comprimido contra el hueso (ej. manguito de presión, decúbito lateral).

Neuropatía Plexo braquial. Segunda lesión más frecuente. Se produce por un limitado espacio entre la primera costilla y la clavícula, existiendo riesgo de lesión por compresión o estiramiento. Hay que tener cuidado en supino con la abducción mayor a 90° (extremidades superiores respecto del tronco), los soportes cervicales en posición cabeza abajo, el desbalance de brazos en prono y el decúbito lateral (usar “rollo axilar”).

Neuropatía de extremidades inferiores. Hay un 1,5% de neuropatía en posición de litotomía. El riesgo aumenta con cirugía mayor de 2 horas. La parestesia (corriente) es el síntoma más común. El nervio obturador es habitualmente el nervio más afectado; le siguen el nervio cutáneo femoral lateral, el nervio ciático y el nervio peroneo.

Lesiones visuales

Abarca todo un grupo de lesiones, desde la pérdida temporal de la visión hasta ceguera permanente. La úlcera corneal es la lesión más frecuente. Tienen más riesgo de ocurrir en la posición lateral, prono y Trendelenburg.

La presión venosa en el ojo aumenta por presión directa, edema o éstasis que aumentan el riesgo de neuropatía óptica isquémica (no llega oxígeno al bajar el flujo sanguíneo). Otros factores de riesgo son operaciones de larga duración en la columna, grandes pérdidas de volumen (sangrado), disminución del hematocrito e hipotensión intraoperatoria.

Consideraciones prácticas

Como concepto general para todas las posiciones, el paciente debe estar lo más alineado posible dentro de la mesa quirúrgica, evitar desviaciones muy marcadas del cuello, para optimizar el retorno venoso y permitir el flujo de las carótidas, que una vez alterado puede llevar incluso a lesiones isquémicas cerebrales.

Cada hospital cuenta con elementos distintos de posicionamiento. Hay que conocer las ventajas y desventajas de cada elemento, ya que su mal uso aumenta el riesgo de lesiones nerviosas y úlceras por presión.

Al momento de posicionar un paciente, se debe mantener un alto nivel de vigilancia y prever cambios hemodinámicos. Además, se debe tener suficiente personal en pabellón para poder posicionar al paciente; por ejemplo, para pronar a un paciente, se necesitará a alguien que se ocupe de la cabeza, una persona a cada lado, una a los pies, e idealmente alguien adicional que tome las bajadas de suero. Esto debería aumentar a dos personas por lado si el paciente es obeso grado 2 o 3.

Los movimientos deben ser controlados y, siempre la maniobra debe ser dirigida por una sola persona, que en general es el anestesista que se encuentra a la cabeza del paciente. El hecho de recibir órdenes distintas de distintos operadores es una causa común de errores y debe ser evitada.

Siempre revisar los elementos invasivos al mover a un paciente, ya sean líneas arteriales, vías venosas periféricas, pleurostomías, tubos endotraqueales, etc. Los peores escenarios que se pueden encontrar en estas situaciones es el retiro accidental de un catéter venoso central en un paciente que esté recibiendo drogas vasoactivas en dosis altas, ya que su presión arterial se desplomará en cuestión de segundos y puede llevar incluso al paro cardiorrespiratorio. O si se extuba un paciente con una vía aérea difícil y no se logre reintubar a tiempo. Finalmente, puede retirarse una sonda de drenaje y tener que reposicionarla nuevamente bajo anestesia.

Lecturas recomendadas:

David E. Longnecker (Ed.). Chapter 3: Safety and Quality: The Guiding Principles of Patient-Centered Care. David E. Longnecker (Ed). *Anesthesiology*, third edition, 2018.

Mary E. Warner & Rebecca L. Johnson. Chapter 29: Patient Positioning and Potential Injuries. Paul G. Barash (Ed.). *Clinical Anesthesia*. Eight edition, 2017.

PARTE V
ANESTESIA PARA SITUACIONES ESPECIALES

Capítulo 30

Anestesia en paciente quemado

Dra. Marcela Ávila Ávila

Introducción

La piel es el órgano más grande del cuerpo. En un adulto de unos 70 kg, la piel pesa 4.200 gramos. La piel cumple importantes funciones:

Barrera protectora: la piel intacta es impermeable a la penetración de gérmenes, tanto en el sudor como en el sebo existen sustancias que impiden el desarrollo de bacterias y hongos.

Homeostasis térmica: es un eficiente regulador en la estabilidad de la temperatura corporal, mediante el mecanismo de contraer o dilatar su red de vasos sanguíneos (vasoconstricción y vasodilatación) y mediante la sudoración.

Balance hidroelectrolítico: se regula la composición de agua y electrolitos en el plasma mediante la sudoración.

Síntesis de vitamina D: a través de un proceso bioquímico con la luz solar.

Sentido: la piel concentra gran cantidad de corpúsculos sensoriales que lo convierten en un eficiente órgano sensorial que nos relaciona con el medio ambiente (tacto, temperatura, dolor, presión, etc.).

Órgano excretor: a través del cual podemos eliminar agua, electrolitos, urea, albúmina, etc.

Filtro protector: contra los rayos UV de la luz solar.

La quemadura es la destrucción parcial o total de la cubierta cutánea por la acción de diversos agentes (calor, frío, sustancias químicas, radiaciones, etc.), generalmente conlleva la formación de una escara, esto es, una capa de piel muerta que genera una gran cantidad de sustancias tóxicas y puede desencadenar graves infecciones (sepsis) y estados inflamatorios muy severos. Cuando la quemadura afecta cierta cantidad de

superficie corporal, pone en serio riesgo la vida del paciente, por las numerosas complicaciones que pueden surgir.

Tabla 30.1. Clasificación de las quemaduras según profundidad	
Superficial (Tipo A o grado 1)	Afecta sólo la epidermis.
Intermedia (Tipo AB o grado 2)	Compromete epidermis y dermis.
Profunda (Tipo B o grado 3)	Todas las capas de la piel son lesionadas.

Las funciones de la piel son alteradas en forma proporcional a la gravedad de la quemadura, lo cual se relaciona con la superficie corporal quemada (SCQ) y su profundidad, la edad (más grave en los extremos de la vida) y la presencia de quemadura de la vía aérea (injuria de la vía aérea y el sistema respiratorio por quemadura y humo). La localización (cara, manos, pliegues articulares) también puede otorgarle mayor gravedad a la quemadura.

El “gran quemado” es uno de los pacientes más graves que puede recibir un centro de salud. Poseen una elevada mortalidad. Suelen quedar con graves secuelas físicas y psicológicas y demandan un elevado gasto en recursos e insumos. Se define como gran quemado a:

- Quemaduras AB, en 25% o más de SCQ.
- Quemaduras B, en un 10% más de SCQ.
- Quemaduras de la vía aérea.
- Quemaduras eléctricas.

Principales alteraciones del paciente quemado grave

Este tipo de paciente dependiendo de la extensión de la quemadura y su estado previo, pueden presentar numerosas alteraciones, las cuales se describen a continuación:

Daño pulmonar: falla y/o distrés respiratorio, injuria inhalatoria, infecciones.

Anemia: destrucción de glóbulos rojos, depresión de la médula ósea, repetidas cirugías (generalmente con mucho sangrado).

Vía aérea difícil: por edema, cicatrices retráctiles y la presencia de escaras en cara, cuello y zona alta de tórax.

Insuficiencia renal: por *shock*, sepsis, etc.

Inmunodeficiencia: propensión a las infecciones por falta de la barrera protectora (piel), uso frecuente de monitoreo invasivo, desnutrición y síndrome de inflamación sistémica.

Coagulopatías: déficit de factores de la coagulación y disminución de las plaquetas (por sangrado o sepsis), microtrombosis difusas (formación de coágulos en los tejidos).

Hipoalbuminemia (niveles bajos de albúmina en la sangre): dificulta la cicatrización, aumenta el edema, y eventualmente altera la farmacología de algunas drogas (que viajan unidas a albumina).

Edemas: por la inflamación generada por la quemadura, reanimación excesiva e hipoalbuminemia.

Hipercatabolismo: la reacción del organismo frente a la inflamación generalizada producida por la quemadura consume las reservas de grasa y proteínas del paciente, perdiendo gran parte de la masa muscular.

Alteración de la termorregulación: hay tendencia a la hipotermia (descenso de la temperatura), particularmente durante las cirugías por la gran exposición de la superficie corporal al ambiente del quirófano (generalmente frío).

Agotamiento del capital venoso: los accesos venosos son necesarios para la administración de fluidos (particularmente en las primeras 48 horas), transfusiones, administración de antibióticos, etc. Muchas veces las extremidades están comprometidas y se hace necesario instalar accesos venosos centrales, pero al estar comprometida la inmunidad son más susceptibles a la infección. Son por tanto, pacientes multipuncionados, en quienes cada punción es un desafío técnico cada vez mayor (**Figura 30.1**).

Comorbilidad asociada: si bien hay excepciones, el paciente gran quemado suele asociarse a alcoholismo, drogadicción, epilepsia mal manejada, alteraciones psiquiátricas descompensadas, pobreza y malas redes de apoyo.



Figura 30.1. Catéter venoso central instalado en zona quemada luego de previo aseo quirúrgico del área. La recomendación es puncionar en zona no quemada, pero en la medida que se agotan los sitios de punción, se instalan en áreas quemadas.

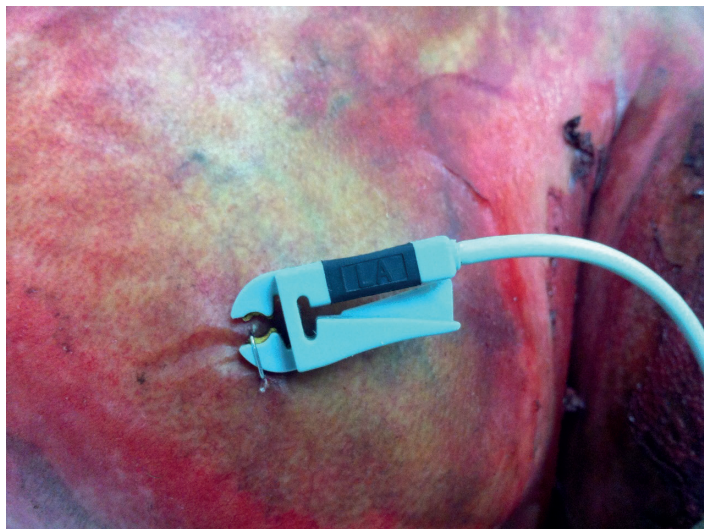


Figura 30.2. Cable de ECG conectado a un corchete en piel frente a la imposibilidad de instalar electrodos estándar.

La mayoría de los grandes quemados suelen ser sometidos a anestésicos a repetición por el gran número de eventos quirúrgicos requeridos: escarotomías (abrir la escara), escarectomías (retirar la escara), heteroinjertos (colocación de piel de animal), homoinjertos (injerto de donante humano) autoinjertos (injerto de piel sana del mismo paciente), aseos quirúrgicos, traqueostomía, reparaciones plásticas varias: colgajos, blefaroplastías, etc. Habitualmente comprometen grandes superficies, requieren de frecuentes cambios de posición y producen sangrados moderados a severos.

Muchos de estos pacientes tienen altos requerimientos calóricos. Buscando suplir estos altos requerimientos, se considera estándar de manejo la instalación de una sonda nasoyeyunal para alimentación enteral precoz (se prefiere esta modalidad por sobre la parenteral). Si esta se encuentra *in situ* (más allá del píloro) se puede acortar los tiempos de ayuno preoperatorio (en pacientes sin vía aérea protegida), e incluso mantener la administración de la papilla durante la cirugía (en el caso de pacientes intubados). Todo lo cual debe ser debidamente protocolizado en cada institución de salud.

Debido al sangrado intraoperatorio ya mencionado, es muy importante confirmar la disponibilidad de hemoderivados (glóbulos rojos, plasma fresco, plaquetas) previo al inicio de la cirugía.

Durante la cirugía, la instalación de monitores puede tornarse un gran desafío. Al ser un porcentaje importante de la superficie corporal parte del campo quirúrgico, con frecuencia no es posible instalar en los lugares habituales: manguitos de presión arterial, sensores de oximetría, electrodos de ECG, etc. En ocasiones se prescinde de ellos por períodos acotados de tiempo (acordado entre el equipo de cirugía y anestesia) o se buscan formas o lugares alternativos de instalación (**Figura 30.2.** y **30.3.**).



Figura 30.3. Se observa el oxímetro de pulso instalado en la mejilla (a la izquierda), y en el ala de la nariz (a la derecha).

Variaciones en la respuesta farmacológica

Parte de los cambios farmacológicos están dados por la patología concomitante con la quemadura. Como ya se mencionó, entre los pacientes más expuestos a quemarse existe polifarmacia (antiepilépticos, antipsicóticos, etc.) y policonsumo (alcohol y drogas), lo que puede producir “inducción enzimática” (aumenta el metabolismo hepático y por tanto la concentración y duración de la droga anestésica se acorta).

En cuanto a la condición aguda, el edema producto de la reanimación, de la inflamación y la hypoalbuminemia aumenta el agua corporal en donde se distribuyen la mayoría de los fármacos anestésicos, y eso disminuye su concentración y retarda su eliminación (excreción). A ello se agrega la falla de muchos sistemas, entre ellos del renal encargado de la eliminación de drogas del organismo.

No siempre se puede medir el grado de cambio de estos fenómenos descritos, por tanto el ajuste de dosis no es tan simple y se “titula” el aporte de drogas (se ajusta según respuesta).

Debido al reiterado uso de opiodes (fentanilo, morfina, metadona, etc.), es frecuente observar tolerancia a sus efectos analgésicos (se va requiriendo cada vez más dosis para lograr calmar el dolor). En cuanto a los hipnóticos, depende de la fase: al principio durante el *shock* inicial del quemado, suelen bajar los requerimientos, pero a lo largo de su evolución (en lo que se conoce como fase hiperdinámica) los requerimientos suelen aumentar.

Sin duda el grupo de fármacos en los que hay una mayor descripción de los cambios observados en el paciente quemado es en los bloqueadores o relajantes musculares. Ante el uso de relajantes musculares despolarizantes (succinilcolina) se produce una brusca liberación de potasio (respuesta hiperkalémica) que en ocasiones puede ser de tal envergadura que puede producir arritmias y/o paro cardíaco. Por esta razón, no se usa en quemados después de las primeras 24 horas de ocurrida la quemadura (lo que significa

que sí se podría usar cuando el paciente recién se presenta en el servicio de urgencia). La duración de este fenómeno se ha descrito hasta un año después de la quemadura. Ante los relajantes musculares no despolarizantes (rocuronio, atracurio, mivacurio, cisatracurio) el paciente quemado presenta una notable resistencia, requiriéndose hasta 2 y 3 veces las dosis habituales. Ambos fenómenos aparecen en pacientes con quemaduras sobre el 15-20% de SCQ, pueden ocurrir antes de cumplirse una semana del evento y durar semanas o incluso meses.

Intubación traqueal

Pacientes con quemaduras en cara, cuello y tórax, plantean serias dificultades para la colocación de un tubo en la tráquea, ya que las escaras existentes no permiten una adecuada apertura bucal, o una extensión de cuello. Si el paciente tiene quemaduras en la vía aérea (boca, laringe, tráquea), el problema es aún mayor (**Figura 30.4**).

Ante tal escenario se sugiere seguir el algoritmo de manejo de vía aérea difícil disponible en este manual. En la medida de lo posible se recomienda usar un tubo endotraqueal (TET) grueso para permitir la aspiración de secreciones abundantes y espesas producidas durante la injuria inhalatoria u otras complicaciones pulmonares y para eventualmente permitir el paso de un fibrobroncoscopio (toma de muestra, *toilette* pulmonar, etc.). Además de la intubación, la fijación del TET también puede ser difícil de efectuar (**Figura 30.5**).



Figura 30.4. Paciente con quemadura extensa del cuello y parte alta del tórax que dificulta la posición del olfateo sugerida para la laringoscopia.



Figura 30.5. Se observa la fijación del TET con sutura gruesa a un diente (de preferencia el del medio) entre 3 dientes (izquierda). En el caso de paciente edentado se puede pasar un punto de sutura a la arcada dentaria. En caso de usarse intubación nasotraqueal se puede usar un amarre septal (derecha). Fotografía gentileza Dr. Woodson (Shriners Burn Hospital en Galveston, Texas).

Cambios de posición

Son bastante comunes durante las cirugías del gran quemado, y buscan exponer todas las zonas quemadas. Con frecuencia hipotensan al paciente y pueden arrancar monitores, accesos vasculares y hasta el TET, por tanto es muy importante el trabajo en equipo y una comunicación expedita durante el proceso.

Requisitos del recinto pabellón

Por las especiales condiciones del paciente, de la cirugía y de la anestesia, el pabellón en el que se realicen las intervenciones quirúrgicas de los pacientes quemados, debe cumplir ciertos requisitos mínimos:

- Recinto amplio. Circulación restringida. Flujo laminar de aire.
- Temperatura ambiental alrededor de 25 °C (en algunos centros la misma temperatura del paciente).
- Contacto expedito con el Banco de Sangre.
- Contar con calentadores de suero y sangre.
- Métodos de infusión E.V. rápidos (apuradores de suero y sangre).
- Posibilidades de medir hematocrito y pruebas de coagulación en forma expedita.
- Equipamiento anestésico quirúrgico usuario de aislamiento protector (dada la inmunodepresión descrita del paciente quemado, el equipo siempre debe portar

gorro, mascarilla, pechera y guante, incluso durante la evaluación fuera de pabellón quirúrgico).

Técnica anestésica

En el gran quemado usualmente se requiere anestesia general, pudiendo ser inducción endovenosa o inhalatoria (según la edad) y mantención con gases o agentes endovenosos (TIVA). Ninguna ha demostrado ventaja por sobre la otra en este grupo.

La anestesia regional en todas sus formas (bloqueo de nervio periférico, neuroaxial, etc.), cuando se puede utilizar, es bastante conveniente para los pacientes quemados, pues además aporta muy buena analgesia posoperatoria. Se debe tomar en cuenta las siguientes precauciones: asepsia estricta de la piel en la zona de punción y la condición hemodinámica del paciente. Con frecuencia la anestesia regional neuroaxial puede hipotensar al paciente en grado variable, esto es importante si el paciente no ha logrado estabilizarse desde el punto de vista hemodinámico.

Prevención de la hipotermia

Normalmente el acto quirúrgico anestésico se asocia a hipotermia (entre otros por la abolición que los anestésicos causan de los mecanismos que regulan la termorregulación), en los quemados este fenómeno se exagera. Las consecuencias pueden ser nefastas: se altera la coagulación con lo que aumenta el sangrado, aumentan las arritmias y las infecciones. Los escalofríos que desencadena pueden aumentar el consumo de O₂ entre 3 y 4 veces por el trabajo muscular (lo que podría producir incluso un infarto miocárdico en grupos de riesgo).

Se debe tomar en cuenta que el quemado ha perdido parte de su cubierta cutánea y que se le ha infundido suero y/o sangre fríos, por lo que tiende a perder calor. La prevención de la hipotermia debe comenzar antes del traslado a pabellón, usando mantas térmicas con calor por convección previo al traslado al pabellón (30- 60 minutos a la temperatura del paciente). En el pabellón debe usarse mantas térmicas, temperatura ambiental no menor a 25 °C y calentamiento de los sueros y/o la sangre que se infunde. La sala de recuperación debe contar con las mismas condiciones.

Dolor y analgesia

El dolor asociado a una quemadura es habitualmente severo en intensidad. Se suele enseñar que las quemaduras profundas no duelen porque también se destruyen los receptores periféricos que transmiten dolor, sin embargo en una lesión, la profundidad es heterogénea, y suelen existir zonas donde estos se encuentran intactos. Se describe un dolor basal, que está siempre presente independiente de lo que el paciente haga y un dolor llamado procedimental, asociado a curaciones, cambios de posición, kinesiterapia y cirugías.

Como en cualquier otra lesión aguda, el enfrentamiento del manejo del dolor es con una estrategia multimodal, concepto abordado en detalle en el capítulo de dolor y analgésicos no opiodes de este manual. Infusiones continuas de opiodes y metamizol junto con paracetamol horario se usan para el dolor basal, con analgésicos de rescates para la movilización.

Las cirugías y curaciones más cruentas se realizan en pabellón con anestesia general o sedación profunda. Cuando se sospecha cronicidad (o existen factores de riesgo que lo predicen: alteraciones emocionales, dolor moderado a severo subtratado, cirugías prolongadas, etc.), se recomienda agregar coadyuvantes que bloqueen el receptor NMDA (su activación se vincula con la sensibilización al dolor periférica y central) tales como la ketamina y el sulfato de magnesio. La ketamina también puede ser usada como inductor (en dosis más altas que las usadas en analgesia) pero posee efectos psicomiméticos, tales como excitación y alucinaciones que puede poner en riesgo la instalación de injertos, puede hacer sangrar la zona quirúrgica, aumentar el consumo de O₂, etc. Una mezcla bastante popular en el último tiempo es el ketodex, una asociación de ketamina con dexmedetomidina, esta última es capaz de atenuar dichos efectos psicomiméticos. Al poseer ambos efectos analgésicos y preservar la ventilación espontánea se han transformado en una muy buena alternativa de manejo para procedimientos fuera de pabellón.

Lecturas recomendadas:

Clara Luxoro V. Evaluación preanestésica del paciente gran quemado agudo adulto. *Rev. Chil* 2015. 44 (1): 6-30.

Marcela Ávila Á. & Carlos Margarit B. Desafíos del intraoperatorio. *Rev Chil Anest* 2015, 44(1): 49-61.

Renato Chacón A. & Ricardo Bustamante B. Consideraciones farmacológicas en el manejo anestésico del paciente quemado. *Rev. Chil* 2015. 44 (1): 31-48.

Subsecretaría de Salud Pública División de Prevención y Control de Enfermedades. *Guías Clínicas AUGÉ Gran Quemado*. Departamento AUGÉ y de Coordinación Evidencial y Metodológica, 2016.

Capítulo 31

Anestesia pediátrica

Dr. Matías Arancibia Molina

Introducción

No es poco común el ver reflejado a los propios hijos en los pacientes pediátricos y enternecerse o emocionarse con la condición de salud que los afecta, no obstante, la imparcialidad hacia la patología por la que consultan resulta determinante en el poder lograr justamente lo que ellos necesitan: recuperar o lograr una mejora en su salud. Por otro lado, el paciente pediátrico constituye, en todas sus ramas, un desafío permanente, esto aún es más marcado si se piensa que la mayor parte de los operadores involucrados en la atención de salud tienen contacto nulo o parcial con la población pediátrica. Diferencias de madurez de sistemas, proporciones (tamaño-talla) y, secundariamente, dosis y volúmenes a infundir son en parte lo que justifica este desafío, pero, sin duda, lo que marca la diferencia esencial entre la anestesia pediátrica y la anestesia para adultos es el riesgo.

¿Qué se entiende por riesgo? Riesgo es el potencial de que una acción o inacción se asocie a una complicación. Desde la punción venosa hasta la colocación de un manguito de presión pueden estar asociadas a dichas complicaciones, sin embargo, es tarea del equipo de salud disminuir la probabilidad de su presentación. Ahora, evitar un riesgo significa conocerlo, es entonces cuando hay que preguntarse: ¿cuál es el riesgo del paciente pediátrico de desarrollar una complicación asociada a un procedimiento anestésico? En adelante, al hablar de riesgos, se hará referencia a riesgos mayores, específicamente: respiratorios, cardiovasculares, inmunológicos y del sistema nervioso central.

Según recientes investigaciones, la probabilidad de presentar una complicación en la población pediátrica es de un 5,2%, siendo transversal este valor a procedimientos de urgencia, pacientes ASA III o portadores de malformaciones congénitas. Este valor supera ostensiblemente a la probabilidad de presentar complicaciones en a población adulta y, aún más, el mismo estudio estimó que la probabilidad de que un paciente pediátrico presente una complicación es mayor cuando el acto anestésico es desarrollado por un profesional que realiza anestesia pediátrica intermitente u ocasionalmente versus un anestesista pediátrico de tiempo dedicado. Todo lo anterior respalda aún más el concepto de que la atención pediátrica anestésica debe ser entregada con el respaldo teórico y práctico necesarios. Según registros anteriores a esta década y de población norteamericana la probabilidad de una complicación mayor en la población pediátrica era menor que la descrita en el estudio citado y los eventos cardiovasculares menos

frecuentes de lo que se creía, sin embargo, la gravedad y mortalidad de dichos eventos se mantiene constante. De los eventos asociados a drogas, el error de dosis de medicamentos es el más frecuente. Las complicaciones del sistema nervioso central y asociadas a reacciones alérgicas mediadas inmunológicamente presentaron una probabilidad menor al 1%.

Anestesia pediátrica: de la teoría a la práctica

Tal como se dijo anteriormente, la población pediátrica es distinta a la adulta por varias razones. Más allá de la evidente diferencia de tamaños, volúmenes y pesos, la mayor parte de los sistemas biológicos del niño están todavía inmaduros, en mayor medida a menor edad. De este modo, “el niño no es un adulto pequeño”, sino un ser en crecimiento y maduración. A esto hay que agregar la amplia variedad de patologías congénitas y síndromes genéticos, que deben corregirse durante la infancia. Son menos frecuentes, pero existe un grupo que no alcanzará la adultez. Y finalmente y, no menos importante, hay que considerar a los padres, que a diferencia de un familiar adulto, ven en sus hijos potenciadas las aprehensiones que normalmente se tienen en el período perioperatorio.

A continuación, se describirá las características especiales de la anestesia pediátrica a partir del desarrollo de la diferencia entre niños y adultos, por sistemas biológicos.

Sistema respiratorio

Al igual que el resto de los sistemas fisiológicos, el sistema respiratorio es inmaduro. Dentro de las características que destacan está el desarrollo alveolar. Tanto en número como en tamaño los alvéolos en el niño pequeño son menores y no es hasta los 8 años que alcanzan el número y tamaño del adulto (hay que considerar que los alvéolos son la unidad funcional mínima del sistema respiratorio y es donde se realiza el intercambio gaseoso de oxígeno [O₂] por dióxido de carbono [CO₂]; a menor número de alvéolos menor oxigenación y mayor retención de CO₂). El crecimiento continuo que define el período pediátrico resulta en un mayor consumo de O₂ y energía.

Por otro lado, la compliance (o distensibilidad) torácica se encuentra reducida (capacidad de variación de un volumen a una presión determinada-algo así como una esponja frente a la presión de una mano) y la pulmonar reducidas. La interacción de ambas compliance resulta en una menor capacidad de expansión pulmonar en la caja torácica y menor intercambio de gases. La capacidad residual funcional se encuentra reducida por definición en los niños (volumen pulmonar que permanece en la caja torácica luego de una espiración forzada) e incluso el volumen de cierre (volumen pulmonar al cual la vía aérea pequeña se colapsa) puede ser tan alto como el volumen corriente (volumen que se mueve en cada ventilación), colapsándose el árbol traque-bronquial con facilidad. A lo anterior hay que destacar que la vía aérea pediátrica tiene un menor calibre y es más reactiva que la vía aérea del adulto lo que favorece su colapso. Es más, frente a una infección respiratoria baja (tráquea y pulmón), el tiempo de hiperreactividad bronquial es prolongado y se requiere el recambio del epitelio (capa celular superficial de la vía

respiratoria) para, de esa forma, evitar al máximo las complicaciones respiratorias (laringoespasma, broncoespasma). De este modo, el tiempo de suspensión recomendado en promedio para toda cirugía electiva, después de infección respiratoria baja, es de 4 a 8 semanas.

En definitiva, la suma de lo descrito anteriormente determina una mayor fragilidad del sistema respiratorio, con una rápida cianosis/desaturación (en ocasiones la cianosis precede incluso a la desaturación en los monitores promedio) la que de no corregirse determinará colapso cardiovascular.

En relación con el manejo de la vía aérea, todo paciente pediátrico debe ser considerado como vía aérea difícil por varias características especiales de su anatomía. Dentro de ellas están: boca pequeña, epiglotis en omega (dificulta la visualización de las cuerdas vocales), tráquea corta, occipucio prominente, cuerdas vocales de inserción anterior, cabeza y lenguas grandes, etc. Todo lo anterior en el contexto de que el tiempo de apnea es corto y entrega menos tiempo para realizar el procedimiento. Además de estas características propias del niño sano, existe un sinnúmero de patologías genéticas o congénitas que determinan dificultades en el acceso de la vía aérea, llegando en algunas ocasiones a ser imposible, por lo que el acceso puede requerir ser quirúrgico.

Otra de las características propias del paciente pediátrico es la alta ventilación minuto (en base a frecuencia respiratoria) y la inmadurez del sistema nervioso central. Eso explica que los niños puedan inducirse en forma rápida y segura a través de la vía inhalatoria, lográndose planos anestésicos suficientes como para permitir la instalación de una vía venosa periférica sin dolor y con adecuada amnesia.

Con respecto a los dispositivos de vía aérea, en general para los procedimientos anestésicos pediátricos se utilizan: mascarillas faciales, máscaras laríngeas o tubos orotraqueales. Las dos últimas tienen distintas presentaciones de tamaño, pues la adecuada en cada caso, depende del peso del paciente.

En el caso de las máscaras laríngeas, los números a utilizar, de acuerdo al peso del paciente, son los siguientes (**Tabla 31.1.**):

Número de máscara laríngea	Peso paciente
1	< 5 kg
1,5	5-10 kg
2	10-20 kg
2,5	20-30 kg
3	30-50 kg
4	50-70 kg

En el caso de los tubos orotraqueales, la forma de determinar el tamaño a utilizar tiene relación con la edad del paciente en años y si el tubo orotraqueal tiene o no *cuff*. A continuación, se detalla el como elegir el tubo orotraqueal según edad en años (**Tabla 31.2.**):

Tabla 31.2. Numeración de tubo orotraqueal según edad	
Sin cuff	
Prematuro 1000 g	2,5
1000-2500 g	3
Neonato-6meses	3-3,5
6 meses-1 año	3,5-4
1-2 años	4-4,5
>2 años	(edad/4) +4
Con cuff	
Neonato <3 kg a lactante <1 año:	3 -4
1-2 años:	3,5 - 4,5
>2 años:	(edad/4) +3-3,5

En los niños mayores de 2 años, la fórmula $(\text{edad}/4) + 4$ es de gran exactitud. Por ejemplo, si el paciente tiene 4 años 6 meses y se opta por un tubo con *cuff*, el tubo a utilizar es $4/4 + 3,5$, es decir un 4,5. Si el paciente tiene 2 años 4 meses y se prefiere un tubo sin *cuff*, el tubo a utilizar es $2/4 + 4$, es decir, un 4,5. Si bien estos valores son muy coincidentes, debe disponerse como en toda bandeja básica de vía aérea, de tubos de distintos tamaños, pero en relación con el valor calculado y descrito.

Por tanto y, en suma, el manejo anestésico de la vía respiratorio requiere de múltiples herramientas y alternativas, desde la mascarilla facial, máscara laríngea, tubo orotraqueal, hasta el fibrobroncoscopio y videolaringoscopio. Es decir, el carro de vía aérea difícil. Plan A, B y C de vía aérea.

Sistema cardiovascular

Al igual que el sistema respiratorio, el sistema cardiovascular es inmaduro, y más aún en niños pequeños o de pretérmino. En niños menores, en particular menores de 2 años, la contracción muscular es altamente dependiente de calcio extracelular, dado que el retículo sarcoplásmico (organelo celular encargado del depósito del calcio intracelular), es inmaduro y no tiene la capacidad de reserva ni de respuesta necesarias que requiere la fibra muscular. En pacientes más graves, por ejemplo, la depleción de calcio intracelular se encuentra asociada a una menor capacidad contráctil del músculo cardíaco, lo que en la práctica se grafica en que con dosis habituales inductoras la presión arterial cae de forma brusca, lo que se debe ser previsto.

El corazón funciona como una bomba con dos sistemas en serie: el corazón derecho y el izquierdo, siendo el sistema izquierdo siempre más desarrollado por el ser la bomba que expulsa el gasto cardíaco al sistema. Sin embargo, en el recién nacido el corazón izquierdo y derecho son prácticamente del mismo grosor y dimensiones, siendo entonces la capacidad de bomba menor que lo que se esperaría de un corazón completamente desarrollado. También es cierto que el volumen plasmático efectivo (o volemia = cantidad de sangre total del paciente) tiene directa relación con el ayuno, lo que se traduce en que

un ayuno excesivo (ejemplo del día previo para una cirugía de las tarde del día siguiente) estará asociado, más que seguro, a una hipotensión más marcada que en el paciente normal sano y con ayuno adecuado. Esto es más claro si consideramos que el 80 a 90% del peso de un recién nacido de pretérmino y 70% en lactantes es agua.

Además, los receptores simpáticos beta (ver más adelante en sistema nervioso autónomo) tienen menor desarrollo en número y en función, lo que se traduce en que la respuesta al estrés no se acompaña de una adecuada respuesta de aumento de presión arterial que es lo que se espera por el estímulo de dichos receptores, pero que para el paciente pediátrico son inmaduros y escasos. Esto explica que drogas como la efedrina o noradrenalina, que basan parte de sus efecto farmacológico en el estímulo de estos receptores, vean atenuada su capacidad de respuesta frente a situaciones de hipotensión. El gasto cardiaco (volumen de sangre eyectado por minuto) es altamente dependiente de la frecuencia cardiaca, una disminución de esta se verá reflejada clínicamente en bajas presiones arteriales y, fisiológicamente, en una disminución de la sangre que llega a los tejidos periféricos y, por lo tanto, de la oxigenación. Es decir, una frecuencia normal es igual a una presión normal, de modo que la droga de elección a tener en la bandeja básica de anestesia pediátrica es la atropina (que actúa sobre la frecuencia cardiaca) y no agentes vasoactivos (que actúan sobre la musculatura lisa de los vasos periféricos).

A continuación, se adjuntan dos tablas con valores normales de presión (**Tabla 31.3.**) y frecuencia (**Tabla 31.4.**) y una fórmula útil para estimar los valores según el grupo de edad.

Tabla 31.3. Presión arterial sistólica normal (PAS) y límite inferior según edad		
Edad	PAS normal	PAS límite inferior
<30 días	>60	50
1- 12 meses	>80	70
1- 10 años	$90 + (2 \times \text{edad})$	$70 + (2 \times \text{edad})$
> 10 años	120	90

Tabla 31.4. Rangos normales de frecuencia cardiaca según edad	
Edad	Rangos normales
2 años	85- 125 latidos/minuto
4 años	75- 115 latidos/minuto
6 años	65- 100 latidos/minuto
>6 años	60- 100 latidos/minuto

Sistema renal

El sistema renal se diferencia en el paciente pediátrico respecto al adulto por distintas aristas. Entre ellas destaca el que si bien tiene un número de nefronas igual al número del adulto (aproximadamente 1 millón por riñón) su función es menor en todas sus

acciones: filtran menos, reabsorben menos, secretan menos. Por esta razón, tienen una mucho menor capacidad de concentrar la orina cuando es necesario aumentar la excreción de sodio (sal) y también una menor competencia para producir orina, por lo que su manejo del agua será más dificultoso. Es importante ser cuidadosos con el sodio y con el agua, sobre todo en pacientes más pequeños. En general cuando el paciente es menor de dos años y la cirugía requerirá reposición de volumen por su duración o sus características, es recomendable el uso de un dispositivo de medición de volumen a infundir como el Volutrol®, ya que, gracias a que limita a 100 ml el volumen a rellenar y administrar, su uso criterioso se asocia a una limitación significativa de la administración de volumen en el intraoperatorio.

Una adecuada forma de poder estimar el volumen a administrar en el intraoperatorio de una cirugía promedio es el uso de la siguiente fórmula:

APORTE DE VOLUMEN: REQUERIMIENTOS BASALES + DÉFICITS

Requerimientos basales

- Hasta 10 kg: 4 ml/kg
- 10-20 Kg: 40 ml + 2 ml/kg por sobre los 10 kg
- > 20Kg: 60 ml + 1 ml/kg por sobre los 20 kg

Déficits

- Pérdidas insensibles
- Según exposición de zona operatoria: 2- 10ml/kg/h
- Pérdidas anormales (sangrado)

Se detallan los valores de volumen dependientes de las pérdidas y del aporte basal para la producción de energía. Si se lleva a la práctica, el hecho de que la función de filtrado del niño sea inmadura hace que la capacidad de eliminación de fármacos sea menor, lo que aumenta la vida media (el tiempo necesario para eliminar 50% del fármaco del organismo) de algunos de ellos más dependientes de la eliminación renal que otros. Debe considerarse este parámetro en el cálculo y la elección de fármacos. Ejemplo: la morfina se metaboliza en el hígado y de sus metabolitos el 10% tiene acción semejante a la morfina, los que se eliminan por vía renal, por lo que el uso de este opiáceo en niños pequeños determinará una prolongación de su vida media, por esta insuficiencia renal relativa o inmadurez del sistema, apareciendo con mayor posibilidad los efectos secundarios asociados de a los opioides depresión respiratoria, náusea o vómitos).

Sistema nervioso

En general la sinaptogénesis (capacidad de crear sinapsis o puntos de comunicación entre neuronas) es incompleta, al igual que la mielinización (proceso de cubierta con lípidos del tejido nervioso, lo que disminuye el tiempo de transmisión nerviosa). Además, la barrera hematoencefálica (limitante física y biológica del paso de sustancias desde el vascular al sistema nervioso central) no cumple a cabalidad su función de barrera,

siendo por tanto el sistema nervioso central más permeable y susceptible al paso de todo tipo de drogas anestésicas, aún más, las liposolubles y sin carga iónica. En lo que respecta al sistema respiratorio, como ya se señaló, existe una evidente inmadurez del centro respiratorio del tronco encefálico, lo que se traduce en una mayor susceptibilidad a la apnea o depresión respiratoria frente a situaciones adversas (CO_2 , opioides, barbitúricos), y en una mayor susceptibilidad a drogas hipnóticas. También, la tasa de crecimiento del tejido nervioso es alta durante los primeros meses y años, por lo que el consumo de oxígeno y energía es alto, definiendo al tejido nervioso como de alto riesgo hipóxico-isquémico. Es más, 50% del gasto cardiaco es destinado al sistema nervioso central.

El sistema nervioso autónomo se encuentra a cargo del balance entre la respuesta al estrés y el *confort*. Frente a un estímulo potencialmente nocivo, la capacidad de respuesta se activa por medio del sistema nervioso simpático (taquicardia, presión normal alta, broncodilatación), mientras que en reposo el sistema que predomina es el parasimpático (bradicardia, broncoconstricción, presión arterial normal baja). Existe un desbalance entre las funciones de ambos sistemas con un predominio del sistema parasimpático y, por tanto, escasa respuesta defensiva frente a la agresión, logrando equilibrio completo recién entre los 8 y 12 años. Los receptores adrenérgicos en general están menos desarrollados, tanto en número como en función, lo que hace más patente aún esta disminución de la respuesta simpática frente al estímulo.

Temperatura

La temperatura debe ser en el niño un signo vital más, así como frecuencia cardiaca, presión arterial y saturación de oxígeno, sobre todo cuando el paciente es pequeño (<2 años), la cirugía es prolongada o se prevén amplios cambios de temperatura durante el intraoperatorio. Al existir una mayor relación superficie corporal/peso, los pacientes pediátricos tienden a una fácil pérdida de temperatura. Tienen un menor porcentaje de grasa subcutánea, una alta vascularización de la cabeza, por la que puede perder calor más fácilmente. Los menores de 3 meses no han adquirido los mecanismos defensivos de escalofríos ni sudoración frente a los cambios de temperatura. En general, las zonas de termoneutralidad es de 32-34°C, varios puntos de grados centígrados sobre el valor del adulto.

Dolor

La presentación del dolor en pediatría es variada. Hay pacientes capaces de responder frente a la consulta de la intensidad del dolor y otros en quienes la percepción de dolor se guía por signos hemodinámicos, intranquilidad o incluso rechazo alimentario. La probabilidad de complicaciones asociada al dolor son muchas, entre las que se cuentan: complicaciones respiratorias, cardiovasculares, asociadas al estrés, disminución de la respuesta inmune, retardo en la rehabilitación o incluso, el siempre temido, dolor

crónico. En la **Tabla 31.5.** se describen algunas de las escalas que se utilizan en la población pediátrica dependiendo de la edad.

Tabla 31. 5. Escalas de dolor que se utilizan en los diferentes grupos etarios de pacientes pediátricos		
Escala	Tipo	Grupo etario
PIPP	Heteroevaluación	Prematuros
CRIS	Heteroevaluación	< 1 año
CHEOPS	Heteroevaluación	Posopearatorio 1- 7 años
FLACC	Heteroevaluación	< 3 años o que no puede autoevaluarse
Caras	Autoevaluación	3- 12 años
VAS	Autoevaluación	> 7 años

Circunstancias especiales

Dentro del acto anestésico existen distintos momentos críticos, la inducción y la emergencia anestésica son los más críticos y en los que más complicaciones se presentan. Es por eso que durante estos dos períodos de la anestesia los estímulos dolorosos deben ser mínimos o incluso no existir (vía venosa colocada en adecuado plano de profundidad anestésica, retiro de la placa del electrobisturí, limpieza de la clorhexidina de la piel con agua tibia y no fría, etc.), evitando de esa forma las complicaciones asociadas, que en general son respiratorias.

Con respecto al ayuno, los tiempos necesarios dependerán del tipo de ingesta, siendo los tiempos aceptados de 8 horas para sólidos, 6 horas para leche de fórmula, 4 horas para leche materna y 2 horas para líquidos claros.

Una consideración no menor en los pacientes pediátricos es el manejo de los padres. La contención y la adecuada acogida por parte de quienes formamos parte del equipo anestésico resulta fundamental para lograr una adecuada relación con ellos. Esto resultará útil especialmente cuando los resultados no sean óptimos.

Y por último y, no de menor importancia, hay que considerar que los pacientes pediátricos con malformaciones congénitas, en particular las de vía urinaria y del canal medular, tendrán reiteradas intervenciones correctivas a lo largo de su vida, lo que implicará numerosas exposiciones a agentes externos, como el látex en cavidades en particular. Cada exposición representa una eventual reacción alérgica, presente o futura, siendo posible incluso una reacción alérgica mayor como una anafilaxia en el contexto del *shock*, por lo que es importante la consideración de contar con pabellones libres de látex desde la primera intervención. En países desarrollados como el Reino Unido, las reacciones adversas a látex han dejado de estar dentro de las primeras causas de reacciones alérgicas en pabellón. Actualmente las primeras cuatro causas de anafilaxia intraoperatoria son los relajantes musculares, los antibióticos, los colorantes azules (azul patente y azul de metileno) y sólo en cuarto lugar el látex. Todo esto gracias a medidas de salud pública como el uso de pabellones libres de látex que se han implementado en los últimos años.

Conclusiones

Resulta difícil intentar abarcar todos los conceptos relacionados con la anestesia pediátrica en un sólo capítulo. Sin embargo, es necesario fijar algunos conceptos. Los pacientes pediátricos son, en esencia: distintos, complejos y frágiles. Es necesario estar bien preparados en lo teórico y en lo práctico para atenderlos. El concepto de inmadurez es el de mayor cuidado en este grupo poblacional, sin tener claridad al respecto es muy difícil lograr una adecuada práctica anestésica. Un adecuado conocimiento desde la diferencia, permite entender su funcionamiento y el cómo puede este afectar la práctica habitual. Los pacientes pediátricos necesitan capacidades técnicas de quienes le prestan atención de salud, sin embargo, la acogida y el respeto son tan importantes como los aspectos técnicos.

Lectura recomendada:

Stephanie A. Black, Lynne G. Maxwell, Lena S. Sun y Marianna Crowley. *General anesthesia in neonates and children: Agents and techniques*. Uptodate. Literature review current through: Jul 2021.

Capítulo 32

Anestesia para paciente COVID-19

Dra. Karoll Concha

Introducción

De acuerdo a una investigación basada en datos gubernamentales de China, el primer caso de contagio de COVID-19, la enfermedad causada por el coronavirus SARS-CoV-2 (por sus siglas en inglés severe respiratory acute syndrome 2) ocurrió el 17 de noviembre de 2019 en Wuhan, capital de la provincia de Hubei, China. Desde entonces se notificaron miles de casos con una diseminación global, por lo que el 11 de marzo de 2020 la OMS lo declaró como pandemia. Las infecciones en humanos provocan un amplio espectro clínico que va desde infección leve del tracto respiratorio superior, hasta síndrome de distrés respiratorio agudo (insuficiencia respiratoria aguda secundaria a un edema pulmonar inflamatorio) grave y sepsis.

La transmisión de patógenos puede ocurrir entre seres humanos mediante la inhalación de gotitas respiratorias infectadas, en particular si el contacto es muy cercano (2 metros) o si las personas están en un ambiente relativamente cerrado con exposición continua a altas concentraciones de aerosol. La transmisión también puede ocurrir por contacto cercano, ya sea directo o indirecto, con mucosas (es decir, los ojos, la nariz y la boca) y a través del tubo digestivo. En la actualidad, hay pruebas que indican que la transmisión puede ocurrir por el contacto directo o indirecto con superficies contaminadas (fómites), lo que puede derivar en la posterior autoinoculación o transmisión. Al igual que otros coronavirus, el SARS-CoV-2 puede sobrevivir fuera del cuerpo durante aproximadamente 12 horas en superficies de tela o cartón, y hasta 72 horas en superficies de plástico o metal.

Del personal en pabellón, el anestesiólogo y el técnico en anestesia son quienes tienen una mayor posibilidad de contagiarse debido al estrecho contacto con la vía aérea y las gotas en aerosol del paciente infectado, a partir de procedimientos como la ventilación manual, la intubación traqueal, la succión de la vía aérea, etc. Por lo tanto, los cuidados en el manejo de estos pacientes deben ser exhaustivos. Debido a esto, el enfoque está orientado a la prevención mediante correcto uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) y a la preparación adecuada para el manejo de este tipo de pacientes.

Consideraciones perioperatorias

El paciente debe ingresar preferiblemente en una habitación de aislamiento con presión negativa que cumpla con los estándares establecidos. Se debe limitar el número de personas que atienden al paciente al mínimo imprescindible, así como el tiempo de permanencia en la habitación.

La protección del personal sanitario es prioritaria. Este debe disponer de los EPP adecuados, y del entrenamiento necesario para su correcta colocación y retirada (Figura 32.1.). Los EPP disponibles deben proteger al profesional de la inhalación y el contacto con aerosoles y gotas que pueden generarse durante los procedimientos terapéuticos. Debe de estar compuesto por: mascarilla N95, protección ocular ajustada de montura integral o facial completa, bata impermeable, doble guante, gorro y calzas impermeables. La higiene de manos debe ser realizada por el personal antes y después de todo contacto con el paciente, particularmente antes de ponerse y después de quitarse los EPP.

INSTALACIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Para trabajadores de la salud

- 1. LAVADO DE MANOS**
Siempre, antes de la instalación de las medidas de EPP se debe realizar lavado de manos clínico con agua y jabón.
- 2. INSTALACIÓN DE PECHERA**
Instalar pechera con mangas de forma individual.
- 3. INSTALACIÓN DE MASCARILLA**
Instalar mascarilla quirúrgica. Instalar mascarilla N95 para procedimientos que generen aerosoles.
- 4. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN OCULAR**
Instalar protección ocular: Gafas de seguridad tipo antiparras. Visor, con protección facial.
- 5. INSTALACIÓN DE GANTES**
Instalación guantes de procedimiento (por encima de los puños de la pechera).

COLEGIO MÉDICO DE CHILE

RETIRO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Para trabajadores de la salud

- 1. RETIRO DE GANTES Y PECHERA**
Retirar guantes y pechera con mangas:
-Retirar guantes y pechera y enrollarlos de adentro hacia afuera.
-Deseche los guantes y pechera en forma segura.
- 2. LAVADO DE MANOS**
Lavado de manos clínico después del retiro de guantes y pechera, con agua y jabón, y salir de la habitación del paciente.
- 3. RETIRO DE PROTECCIÓN OCULAR**
Retirar protección ocular de posterior hacia anterior. Evitar poner en contacto las manos con la cara. Disponer los protectores en un contenedor.
- 4. LAVADO DE MANOS**
Higiene de manos con agua y jabón, o con alcohol gel.
- 5. RETIRO DE MASCARILLAS**
Retirar mascarilla desde atrás y desechar en forma segura.
- 6. LAVADO DE MANOS**
Lavado de manos clínico con agua y jabón.

COLEGIO MÉDICO DE CHILE

Figura 32.1. Instalación de elementos de protección personal. Figura extraída de: <https://www.colegiomedico.cl/recomendaciones-para-el-uso-de-epp/>

Se deben minimizar los procesos que generen aerosoles y en el caso de ser necesarios usar siempre las medidas de protección recomendadas. En el caso de requerirse intubación traqueal se recomienda que sea realizada por el profesional más experimentado disponible, realizar una inducción de secuencia rápida, evitar la ventilación manual a presión positiva, usar videolaringoscopia y preferiblemente tubo endotraqueal con aspiración subglótica.

Iniciar de forma precoz el tratamiento de soporte a los pacientes con compromiso respiratorio (taquipnea, hipoxemia) o *shock séptico*. El uso de naricera de alto flujo o ventilación mecánica no invasiva debe ser evitado en la medida de lo posible y reservado para pacientes muy concretos, puesto que son dispositivos que generan aerosoles. La administración de antibióticos no está recomendada inicialmente, tan sólo si existe sospecha de sepsis asociada o sobreinfección bacteriana.

Los pacientes que sean casos sospechosos o confirmados de infección por COVID-19: NO deben ser trasladados a la sala de espera ni a la UCPA (Unidad de Cuidados Postanestésicos). Deben tratarse en un quirófano designado con carteles colocados en las puertas para minimizar la exposición del personal o deben recuperarse en el quirófano o ser trasladados a la UCI en una habitación de presión negativa.

Elementos de protección personal

El uso adecuado de las precauciones y EPP resulta fundamental para prevenir la propagación y contagio del personal.

Precauciones de contacto. Considera la higiene de manos, el uso de pechera de manga larga y guantes de procedimientos.

Precauciones por gotitas y aerosoles. Incluye la higiene de manos, antiparra (o mascarilla con visor), mascarilla quirúrgica (atención general) o mascarilla N95 (procedimientos de riesgo generadores de aerosoles: broncoscopia, reanimación cardiopulmonar, ventilación no invasiva, cirugía, intubación orotraqueal, ventilación manual, inducción del esputo, nebulizaciones, aspiración de secreciones y necropsias).

Manejo de vía aérea en pabellón

Hay varios momentos de riesgo de aerosolización en el intraoperatorio, estos son principalmente la inducción anestésica, cuando se maneja la vía aérea y la extubación. Es responsabilidad de todo el equipo de anestesia disminuir este riesgo al mínimo, para esto se recomienda:

Previo al procedimiento

- Designar al operador más experto para realizar los procedimientos.
- Asegurarse de estar usando protección adecuada.
- Se hace indispensable identificar a aquellos pacientes con predictores de vía aérea difícil y preparar una estrategia de manejo de vía aérea de modo que el primer intento sea el mejor intento.
- Colocar un filtro HME entre la pieza en Y del circuito de respiración y la máscara del paciente, el tubo endotraqueal o la máscara laríngea (**Figura 32.2.**). Alternativamente, para pacientes pediátricos u otros pacientes en los que el espacio muerto adicional o el peso del filtro pueden ser problemáticos, el filtro HME debe colocarse en el extremo espiratorio del circuito de respiración corrugado antes de que el gas espirado ingrese a la máquina de anestesia. La toma de muestreo de gases también debe estar protegida por un filtro HME, y los gases que salen del analizador de gases. Idealmente deben ser eliminados y no se debe permitir que regresen al aire de la habitación.
- De ser posible, conectar la máquina de anestesia a la red de eliminación de gases de desecho, de no tener disponibilidad, utilizar flujos de gases bajos.

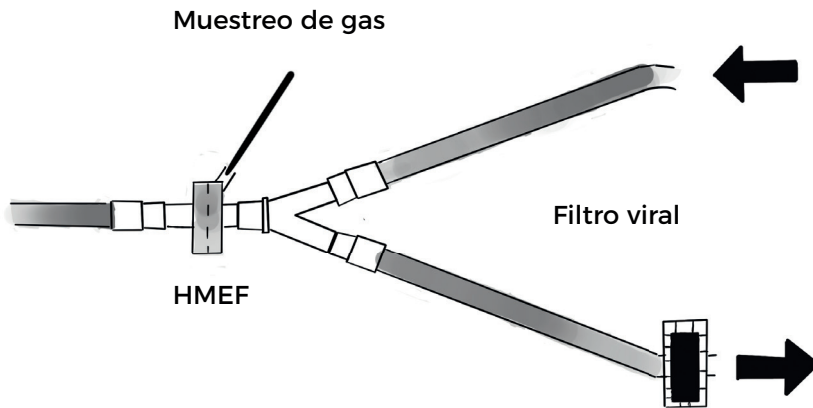


Figura 32.2. Posición del filtro viral en relación al circuito anestésico.

Durante el procedimiento

- Utilizar doble guante ya que esto permite cubrir fácilmente, con el primer par de guantes, la hoja del laringoscopio una vez realizada la intubación y fijación del tubo.
- Preoxigenar al paciente por 5 minutos a $\text{FiO}_2 = 100\%$ y prepararse para una intubación en secuencia rápida (ISR). De ser posible utilizar dosis altas de bloqueador neuromuscular para prevenir que el paciente tosa durante el procedimiento.

- De ser posible, evitar intubaciones con fibrobroncoscopio ya que tienen más riesgo de producir aerosoles.
- Preferir el uso de videolaringoscopio y tubo con conductor para minimizar los intentos de intubación y aumentar la distancia entre el paciente y el operador.
- Se debe minimizar las intervenciones que favorecen la liberación de partículas aerosolizadas, ventilación con máscara facial o máscara laríngea.
- Realizar una ISR. Si a pesar de una preoxigenación adecuada la ventilación manual es indispensable, aplique volúmenes corrientes bajos.
- Es recomendable utilizar tubos orotraqueales (con *cuff*) y limitar los dispositivos supraglóticos sólo para situaciones de rescate de vía aérea.

Posterior al procedimiento

- Si está disponible, usar un sistema de aspiración cerrado durante la aspiración de la vía aérea.
- Las gasas al interior y alrededor de la boca del paciente tiene por objetivo contener secreciones. Deben ser retiradas previa extubación y descartadas adecuadamente.
- Sellar TODOS los equipos de vía aérea usados en una bolsa de plástico.
- Considerar desechar la trampa de agua (*defend*) una vez terminado el procedimiento.
- El paciente debe recuperarse en la sala de operaciones o transferirse a una sala de aislamiento de infecciones transmitidas por el aire.
- Después del caso, limpiar y desinfectar las superficies de alto contacto en la máquina de anestesia y el área de trabajo de anestesia con un desinfectante hospitalario adecuado.

Conducta para anestesia regional

Se recomienda:

- Mantener la mascarilla quirúrgica en pacientes que se sometan a anestesia regional.
- Disponer siempre de todo el material necesario para seguir la recomendación para inducción de anestesia general y control de vía aérea acorde a paciente COVID-19. Todo paciente que va a ser sometido a una técnica regional como anestesia única tiene el riesgo potencial de requerir una conversión a anestesia general.
- Se desaconseja la administración de oxígeno suplementario en alto flujo (ej. mascarilla Venturi, cánula nasal de alto flujo, CPAP, etc.). Si el paciente lo requiere, se sugiere el uso de naricera bajo la mascarilla quirúrgica con flujos bajos.
- Si se utilizan dispositivos como el ultrasonido: Se debe usar una cubierta plástica larga para la unidad de ultrasonido y el cable para minimizar la contaminación del equipo. Las partes no esenciales del carro de ultrasonido pueden cubrirse para minimizar la exposición a las gotitas.

- Minimizar entrada de personal a pieza de paciente utilizando métodos automáticos de analgesia de estar disponibles y debidamente protocolizados en orden de minimizar los contactos con la paciente.

Manejo posterior al pabellón


Una vez terminado el procedimiento quirúrgico se recomienda:





- Los guantes deben quitarse inmediatamente y realizar una desinfección de manos por fricción hidro-alcohólica ANTES de desvestirse.
- Después de desvestirse, el personal debe evitar el contacto de sus manos con su cabeza o cuerpo antes de realizar un segundo lavado de manos.
- La eliminación de los EPP al final del procedimiento debe ser realizada evitando tocar las zonas contaminadas.
- El material anestésico se debe limpiar con productos detergentes descontaminantes adecuados. Esto debe ser realizado por personal clínico, no de aseo habitual. Para la limpieza de superficies se recomienda alcohol al 70%, o hipoclorito de sodio al 0,1%, o distintas soluciones específicas derivadas de amonio cuaternario o peróxido de hidrógeno.
- Avisar al servicio de destino que se procederá al traslado del paciente e iniciarlo cuando el servicio al cual será llevado confirme que está en condiciones de recibirlo.
- Coordinar con el sistema de seguridad del centro hospitalario el traslado de modo de lograr la máxima fluidez posible (uso de ascensores, evitar pasillos de riesgo, etc.).
- En caso de decidir extubar el paciente, este debe hacer el período de postanestesia en pabellón y ser trasladado a su sala con una mascarilla quirúrgica y según el protocolo establecido en puntos anteriores.
- La eliminación de los EPP debe realizarse una vez entregado el paciente y según el protocolo de retiro de EPP.
- El monitoreo de traslado de los pacientes se debe realizar según las necesidades que estime el anestesiólogo tratante y realizar la protección, limpieza o desecho de lo utilizado según los protocolos establecidos.
- Avisar al personal de aseo para realizar la limpieza del pabellón y material anestésico según el protocolo institucional de infecciones intrahospitalarias asociadas a la atención en salud (IAAS).
- El tiempo estimado entre casos es de una hora, lo que permite, traslado, aseo y preparación de próximo caso.

Es fundamental la preparación previa adecuada, para evitar retrasos innecesarios y la exposición del resto del personal y de los profesionales que llevan a cabo el procedimiento. Por último se presenta un resumen todo lo expuesto previamente (**Figura 32.3.**).

Anestesia para pacientes con infección por Covid19







Pacientes Covid19 (+)



-  No llevar a unidad preoperatoria o postoperatoria
-  Utilizar un quirófano dedicado, con señalética clara para evitar contagio del personal
-  Recuperación en el mismo quirófano o UCI o habitación con aislamiento
-  Conocer y seguir las recomendaciones universales y locales

PRIORIDADES:

- 1) PROTECCIÓN PERSONAL
- 2) SEGURIDAD DE LOS PACIENTES
- 3) PROTECCIÓN DE LA COMUNIDAD

- 
Personal
 - Lavado de manos
 - Equipo de protección personal (EPP):
 - aislamiento de contacto y gotitas
 - doble guante
 - mascarilla N95 o FFP2 (o equivalente)
 - protección ocular
- 
Monitorización
 - Estándar ASA
- 
Preparación
 - Evitar intubación vigíl y uso de fibra óptica
 - Preoxigenar con O2 100% por 5 min
 - Mantener mascarilla quirúrgica o con máscara facial bien sellada previo a intubación y post extubación traqueal
- 
Inducción anestésica
 - No ventilar
 - Usar intubación de secuencia rápida
 - Intubación traqueal (no supraglótica)
 - Procedimiento por el(la) más experto(a)
 - Considerar uso de videolaringoscopio
- 
Utilice
 - Filtro HME en circuito y línea de capnografía
- 
Eliminación
 - Todo el equipo y material: eliminar en doble bolsa para descontaminación y esterilización

covid19@sachile.cl

Comité Científico
Sociedad de Anestesiología de Chile
WWW.SACHILE.CL




Figura 32.3. Resumen de consideraciones.

Lectura recomendada:

Sociedad de Anestesiología de Chile. <https://www.sachile.cl/noticias/repositorio-covid-19.html>

Capítulo 33

Anestesia obstétrica

Dra. Francisca Ruz Olguín

Introducción

La anestesia obstétrica es una rama de la anestesiología dedicada a la atención anestesiológica integral de la paciente embarazada, conjuntamente con la obstetricia y la neonatología. Su labor principal es el manejo del dolor durante el trabajo de parto y la operación cesárea. Esto incluye el manejo antes, durante y después del trabajo de parto y/o cesárea de las pacientes y de las complicaciones secundarias de ambos.

Etapas del parto

El trabajo de parto tiene tres etapas: desde el inicio de las contracciones hasta la dilatación completa; desde la dilatación completa hasta la expulsión del feto; y finalmente desde la expulsión de feto hasta la salida de la placenta (alumbramiento).

En cualquiera de estas etapas la paciente puede requerir anestesia, con cualquiera de las técnicas que se describirán más adelante en este capítulo.

Cambios fisiológicos en el embarazo

Durante el embarazo ocurre una serie de adaptaciones anatómicas y fisiológicas que constituyen la base del manejo anestésico. Las más precoces están relacionadas especialmente con cambios hormonales, mientras que las más tardías, a los efectos mecánicos derivados del aumento del tamaño del útero, al aumento de las demandas metabólicas por parte del feto y a la baja resistencia de la circulación placentaria. Estos cambios ocurren en los distintos sistemas del organismo y los más evidentes son:

Sistema cardiovascular: aumenta el flujo sanguíneo, especialmente al útero, disminuye la presión arterial, sobre todo en decúbito dorsal, por la compresión del útero sobre la arteria aorta y la vena cava. Esta compresión debe ser un motivo de preocupación permanente para el anestesiólogo. El llamado síndrome de hipotensión en decúbito dorsal o síndrome de hipotensión supina ocurre en alrededor de 10% de las mujeres a término, porque en esta posición se produce disminución del calibre de la aorta y prácticamente

oclusión de la vena cava inferior. El desplazamiento del útero hacia la izquierda o la inclinación de la cama en 30 grados ayuda a corregir el problema.

Sistema respiratorio: consumen más oxígeno. El diafragma sube y el volumen de los pulmones disminuye. Hay inflamación de la vía aérea. La saturación puede disminuir rápidamente.

Sistema nervioso: son más sensibles al efecto de las drogas, sobre todo opioides y sedantes.

Sistema hematológico: aumenta el volumen sanguíneo, mayormente glóbulos rojos y blancos, pero en proporciones distintas, por lo que se produce una anemia “relativa”. También hay un alza en los factores de coagulación, lo que aumenta el riesgo de trombosis.

Sistema gastrointestinal: aumenta la presión dentro del estómago y con ello el riesgo de vómitos y regurgitación.

Tipos de anestesia

Existen diversas alternativas al momento de dar anestesia en el trabajo de parto, aunque en la actualidad, lejos las más usadas son las técnicas regionales:

Técnicas regionales

Se realiza el bloqueo de las sensaciones a distintos niveles a lo largo de la medula espinal y los nervios:

Peridural/epidural: se realiza inyectando el anestésico en el espacio epidural. Provoca analgesia o anestesia del territorio bloqueado, dependiendo de las concentraciones y el volumen de anestésico utilizado. Generalmente se deja inserto un catéter para administrar dosis posteriores. Existe riesgo de provocar una cefalea post punción dural, cuando se perfora la duramadre con esta técnica.

Raquídea/espinal: se realiza inyectando el anestésico dentro del espacio subaracnoideo. Esto provoca anestesia y bloqueo motor proporcional a la dosis de anestésico utilizado y otra serie de factores. Tiene la ventaja de que la paciente está despierta al momento del parto.

Combinada: es una mezcla de las dos técnicas anteriores, donde, tras realizarse una técnica peridural, se introduce una aguja espinal larga para realizar una punción raquídea, generando una anestesia raquídea/espinal y a la vez se instala un catéter en el espacio epidural para futuras dosis.

Otras técnicas

Anestesia general: a través de fármacos endovenosos o inhalados, se logra un estado generalizado de inconsciencia, analgesia, inmovilidad y amnesia. En obstetricia generalmente sólo se utiliza en casos de emergencia, cuando no hay tiempo suficiente para realizar otras técnicas.

Analgesia endovenosa: cuando la embarazada no puede recibir anestesia regional para su parto, la alternativa es dar analgesia endovenosa con algún fármaco opioide, generalmente remifentanil.

Drogas utilizadas

Existe una variedad de drogas y vías de administración que habitualmente se usan en la anestesia obstetricia. En este caso, es especialmente importante tener en cuenta el paso placentario de drogas. El principal mecanismo por el que muchas drogas atraviesan la placenta es la difusión simple, que se produce con bajos gradientes de concentración y sin gasto de energía. Como ocurre con el oxígeno, dióxido de carbono, sedantes, narcóticos, anestésicos generales y locales. En el caso de los gases anestésicos, se habla de gradientes de presión.

A continuación, se describen las más frecuentes:

Anestésicos locales: son drogas que provocan un bloqueo de la transmisión nerviosa del dolor, cuando se inyectan cercanos a un nervio. Se administran por vía EV, raquídea y peridural, así como también perineurales para los bloqueos con ecografía. Los requerimientos disminuyen a partir del primer trimestre, y tienen mayor riesgo de intoxicación por anestésicos locales. En anestesia obstétrica es importante el bloqueo diferencial, es decir producir analgesia sin bloqueo motor, lo que se logra mejor con bupivacaína a concentraciones de 0,125 a 0,25%.

Vasoactivos: son drogas endovenosas que se utilizan para manejar la hemodinamia del paciente. La efedrina debe evitarse en embarazadas, puesto que puede provocar alteración en el feto. Pueden requerir mayor dosis de estos fármacos debido a que hay una disminución de sus receptores en el embarazo.

Uterotónicos: son fármacos que se usan para generar contracciones uterinas, ya sea para iniciar el trabajo de parto o para evitar el sangrado posterior a la salida de la placenta. Los más usados son oxitocina, metergin y duratocin.

Halogenados: son gases que se administran mediante el circuito anestésico, que provocan compromiso de conciencia, mantenido durante todo el acto quirúrgico. La concentración alveolar mínima está disminuida aproximadamente un 40% en embarazadas de término. Tienen el efecto de relajar la musculatura uterina, por lo que se usan en dosis altas en casos de placenta retenida.

Ketamina: es un fármaco especial, que se utiliza para sedación o analgesia, según la dosis, y puede también provocar alucinaciones. A dosis altas puede generar aumento de la presión arterial y frecuencia cardíaca, por lo que a veces se usan como inductor en pacientes obstétricas de urgencia para mantener la hemodinamia.

Nitroglicerina: fármaco vasodilatador, de rápido inicio y vida media corta, que en el contexto obstétrico sirve para relajar la musculatura uterina en urgencias como en casos de placenta retenida o inversión uterina.

Acido tranexámico: es una droga antifibrinolítica, es decir, evita que los coágulos sanguíneos se destruyan. En general se ocupa en pacientes con sangrado importante tras el parto o un trauma. A dosis altas se han descrito convulsiones.

Omeprazol: se usa como neutralizantes de la acidez gástrica. Pertenece a una clase de medicamentos llamados inhibidores de la bomba de protones. Se usa para disminuir la acidez del contenido gástrico en caso de haber estómago lleno y riesgo de aspiración. La embarazada tiene un vaciamiento gástrico lento y debe considerarse virtualmente con estómago lleno.

Ranitidina y famotidina: protectores gástricos, similares al omeprazol, pero que actúan bloqueando receptores de histamina a nivel de la pared del estómago.

Complicaciones durante el parto

La **Tabla 33.1.** enumera las complicaciones más importantes que pueden ocurrir en el transcurso del parto, así como sus causas y tratamiento.

Tabla 33.1. Complicaciones más importantes durante el parto		
Complicación	Causas	Manejo
Desaceleraciones de los latidos fetales	Por alteración de la placenta, rotura uterina, y otras causas de sufrimiento fetal.	Dar aviso a médico o matrona, lateralizar el útero hacia la izquierda, tomar signos vitales.
Hipertensión	Por HTA previa, preeclampsia, eclampsia, dolor, ansiedad.	Repetir la toma de presión, con brazo estirado, esperar que pase la contracción.
Hemorragia	Por desprendimiento de la placenta, desgarro en canal del parto, atonía tras salida de la placenta.	Ringer o suero fisiológico en bolo por vía endovenosa, controlar presión arterial, bajar cabecera de la cama, y drogas vasoactivas.
Hipotensión	Por sangrado severo, compresión de la cava o aorta, tócolisis.	Ringer o suero fisiológico en bolo por vía endovenosa, controlar presión arterial, bajar cabecera de la cama y drogas vasoactivas.

Vómitos	Por hipotensión, el embarazo mismo, dolor, anestesia.	Descartar hipotensión.
---------	---	------------------------

La **Tabla 33.2.** enumera las complicaciones más importantes que pueden ocurrir durante o después de la anestesia, así como sus causas y tratamiento.

Tabla 33.2. Complicaciones más importantes provocadas por la anestesia.		
Complicación	Definición y causas	Manejo
Hipotensión	Por bloqueo de los nervios que regulan los vasos sanguíneos.	Ringer o suero fisiológico en bolo por vía endovenosa, controlar presión arterial y administrar vasoactivos según indicación médica.
Cefalea pospunción dural	Por punción de la duramadre con un trocar de peridural (muy ocasionalmente con el de raquídea). Se vuelve más intensa al sentarse y se calma al acostarse.	El tratamiento definitivo es el parche de sangre. También sirve la analgesia endovenosa, hidratación, cafeína.
Hematoma espinal	Se puede producir al puncionar una paciente con coagulación alterada. Si no se resuelve puede provocar parálisis irreversible.	Si se presenta con síntomas, avisar rápidamente a médico o matrona para solicitar RNM de columna e interconsulta a neurocirugía.

Cirugías y procedimientos frecuentes

En ginecología y obstetricia hay varios procedimientos y cirugías frecuentes, en las cuales se utilizan los equipos y técnicas descritos previamente. A continuación, se describen los más típicos y los aspectos básicos a considerar en cada una de ellas:

Analgesia del parto: ya sea raquídea o peridural, la analgesia regional para el parto se realiza con la paciente monitorizada, con una vía venosa permeable. Se debe asepticar la zona previamente con alcohol o clorhexidina, usando guantes y campos estériles.

Cesárea: similar a lo descrito para una analgesia del parto, pero en el pabellón quirúrgico. Se debe tener a mano y preparado drogas vasoactivas como efedrina o fenilefrina, por el alto riesgo de hipotensión. Siempre tener disponible el equipo de anestesia general, en caso de que se requiera cambiar de técnica ante una urgencia.

Intubación orotraqueal: previo a una anestesia general se debe asegurar la vía aérea con un tubo endotraqueal. Por el edema (inflamación) ya descrito de la vía aérea, se suelen usar tubos más pequeños (6,5). La incidencia de falla en la intubación traqueal en la población obstétrica es de 1 entre cada 300 pacientes, 8 veces más frecuente que en la población quirúrgica general.

Cerclaje: se realiza en pacientes embarazadas, pero con un cuello uterino corto, lo que se asocia a riesgo de parto prematuro. Es un procedimiento corto, pero molesto, por lo que por lo general se realiza con anestesia raquídea. Hay que evitar sedación endovenosa por el paso al feto a través de la placenta. Siempre esperar unos minutos para posicionar a la paciente en las pierneras tras la anestesia.

AMEU (Aspiración Manual Endouterina): procedimiento relativamente nuevo, que reemplazó a los legrados en casos de abortos. Por lo general puede realizarse con sedación solamente, pero en ciertos casos el cirujano solicita anestesia, en cuyo caso se opta por la técnica raquídea.

Cirugía no obstétrica en embarazada: la mujer embarazada puede requerir cirugía en casos agudos, como trauma, apendicitis, colecistitis, entre otras. Siempre en estos casos considerar los cambios fisiológicos en el embarazo, ya sea para anestesia general o regional.

Histerectomía: consiste en extraer el útero mediante cirugía, ya sea por vía vaginal o abdominal. Para ambas por lo general se opta por la anestesia raquídea asociada a morfina intratecal, lo que aporta excelente analgesia posoperatoria. En algunos casos se puede requerir anestesia general, por ejemplo, si la cirugía es de larga duración o se realiza por vía laparoscópica.

Parche de sangre: es el tratamiento definitivo de la cefalea post punción dural. La técnica es similar a la de peridural, pero en vez de anestésico se administran 20 cc de sangre extraídos en forma estéril del mismo paciente. Se trata de formar un coágulo que impida la filtración de líquido cefalorraquídeo persistente que ocurre tras la punción de la duramadre.

Reanimación cardiopulmonar: en términos generales, es administrar oxigenación y compresiones torácicas cuando se comprueba que el paciente no respira, no responde y no tiene pulso. En la embarazada es bastante similar, pero con desplazamiento uterino y, si no se logra un retorno de la circulación en 3-5 minutos, se debe realizar una cesárea de urgencia para intentar salvar al feto.

Conclusiones

Los agentes anestésicos como: inductores, agentes inhalatorios e intravenosos, relajantes neuromusculares, anestésicos locales, benzodiacepinas y opioides usados bajo condiciones clínicas normales, han demostrado ser seguros en anestesia obstétrica. Es así como, en la medida de que se mantenga la oxigenación materna y el flujo uteroplacentario, no existe evidencia de una técnica anestésica óptima que pueda ser recomendada sobre otra.

En el caso del trabajo de parto, la técnica de elección es la peridural, que permite una analgesia satisfactoria, por períodos prolongados, manteniendo una adecuada función motora, de modo que la paciente puede caminar con su bloqueo instalado.

En el caso de la cesárea o de otras intervenciones que sean necesarias durante el embarazo, cualquiera sea la técnica elegida, lo importante es evitar la hipoxemia y la acidosis, mantener la normocarbia y la normotermia, y tratar de manera agresiva la hipotensión arterial con volumen o medicamentos vasoactivos que no alteren el flujo placentario. Sin embargo, en términos generales, cuando es posible, se prefiere una técnica regional debido a la consideración de la vía aérea materna (riesgo de dificultad de intubación traqueal y aspiración de contenido gástrico) y la limitación de la exposición fetal a cualquier fármaco potencialmente depresor respiratorio del feto al nacer.

Lecturas recomendadas:

- M. Kocarev, F. Khalid, F. Khatoon & R. Fernando. Neuraxial labor analgesia: A focused narrative review of the 2017 literature. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2018 (Vol. 31, Issue 3, pp. 251-257). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000595>
- S. Gupta & S. Partani. Neuraxial techniques of labour analgesia. *Indian Journal of Anaesthesia* 2018 (Vol. 62, Issue 9, pp. 658-666). Indian Society of Anaesthetists. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_445_18

Capítulo 34

Anestesia fuera de pabellón

Dra. Macarena Muñoz Villagra

Introducción

Debido al desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas que necesitan una infraestructura que no tiene el pabellón, el anestesiólogo ha debido salir de su entorno natural, pero con la obligación moral de mantener las mismas condiciones de seguridad para el paciente. Dondequiera que se administre anestesia, los estándares de seguridad deben ser idénticos a los del pabellón central. La seguridad no se transa.

Los procedimientos que se realizan fuera de pabellón que requieren la presencia de un anestesiólogo, sean diagnósticos o terapéuticos, se han hecho cada vez más variados y complejos. Entre los procedimientos más frecuentes se encuentran los gastroenterológicos, urológicos, cardiológicos intervencionales, radiológicos intervencionales, ginecológicos y dentales.

Los pacientes sometidos a estas técnicas son cada vez más frágiles y complejos. Las condiciones de trabajo fuera de pabellón implican un aumento del riesgo al que se expone el paciente.

Se considera anestesia fuera de pabellón a todo acto anestésico realizado fuera de un quirófano. Entre ellos concurren casos electivos y de urgencia: niños, adultos, ancianos y embarazadas.

Dependiendo del procedimiento se pueden realizar los siguientes actos anestésicos:

Cuidado anestésico monitorizado: el paciente es sometido a un procedimiento generalmente bajo anestesia local administrada por el mismo operador, o definitivamente sin ningún tipo de anestesia. El anestesiólogo sólo monitoriza las funciones vitales y, eventualmente, administra algún tipo de sedación, trata problemas médicos asociados o maneja las complicaciones derivadas del procedimiento. Requiere el mismo nivel de vigilancia que el resto de los procedimientos anestésicos porque puede derivar en intervenciones más complejas, de acuerdo con la evolución de cada caso. Los “cuidados anestésicos monitorizados” no se refieren a ningún tipo de sedación en particular.

Sedación: el paciente es sometido a un procedimiento que requiere ser bajo anestesia local más algún grado de ansiólisis o administración de analgesia endovenosa. Además, en algunos procedimientos se requiere sólo una sedación para ser realizados, el caso más frecuente es la endoscopia digestiva alta (EDA). La Sociedad Americana de

Anestesiología (ASA) define la “sedación” como el estado de conciencia que permite a los pacientes tolerar procedimientos poco placenteros mientras que se mantiene una adecuada función cardiopulmonar y la habilidad de responder de forma adecuada a órdenes verbales y/o estímulos táctiles. En cuanto a la profundidad una sedación puede fluctuar en distintos niveles en forma muy dinámica, estos niveles, se muestran en la **Tabla 34.1.**

Tabla 34.1. Grados de sedación según ASA				
Tipo sedación	Mínima (ansiólisis)	Moderada (consciente)	Profunda	Anestesia general
Respuesta	Normal, responde a estímulo verbal	Responde a estimulación verbal y táctil	Responde después de múltiples estimulaciones (doloroso)	Paciente no responde a estímulos incluso dolorosos
Vía aérea	No afectada	No requiere intervención	Podría requerir asistencia	Se requiere asistencia
Ventilación espontánea	No afectada	Adecuada	Podría ser inadecuada	Frecuentemente afectada
Función cardiovascular	No afectada	Usualmente mantenida	Podría ser inadecuada	Frecuentemente inadecuada

Anestesia general: es un estado de inconsciencia inducido por agentes inhalatorios y/o endovenosos, durante el cual los pacientes no responden a estímulos dolorosos intensos; además de hipnosis (pérdida de conciencia) la anestesia general debe producir amnesia (ausencia de recuerdos). En este estado, la capacidad ventilatoria está habitualmente deteriorada, por efecto de los agentes utilizados o por el uso concomitante de relajantes musculares, por lo que los pacientes requieren asistencia respiratoria con ventilación mecánica a presión positiva y una vía aérea superior perfectamente permeable, proporcionada por mascarilla facial o algún dispositivo (máscara laríngea, tubo endotraqueal)

Además, hay condiciones propias del paciente o del procedimiento, donde se recomienda la presencia del anestesiólogo por el riesgo adicional que estos implican, como lo serían:

- Embarazadas.
- Pacientes pediátricos.
- Paciente ASA III o más.
- Pacientes con compromiso hemodinámico secundario a la causa que indica el procedimiento u otra.
- Paciente con comorbilidad múltiple.
- Obesos mórbidos.
- Desórdenes neurológicos o neuromusculares.
- Paciente comprometido de conciencia o delirioso.
- Paciente con historia de sedación previa fracasada o dificultosa.
- Paciente con vía aérea difícil comprobada o sospechada.

- Pacientes que requieran EDA de urgencia por sangrado con compromiso hemodinámico.
- Procedimientos endoscópicos gastrointestinales: colangiopancreatografía endoscópica retrógrada, instalación de *stent* del tracto gastrointestinal, endoscopia, drenajes de pseudoquiste por vía endoscópica.
- Procedimientos intervencionales que requieran un nivel analgésico alto.
- Procedimientos neurointervencionales.
- Procedimientos intervencionales o de otro tipo que contemplen una larga duración o posiciones incómodas.

Medidas preventivas

Para la realización de anestesia fuera de pabellón, se deben llevar a cabo una serie de medidas destinadas a la prevención de eventos adversos asociados al uso de sedación y/o anestesia. Entre estos se incluyen la evaluación preanestésica (historia clínica, examen físico, alergias, uso de fármacos, etc.), consentimiento informado que verifique el procedimiento a realizar con la autorización del paciente o tutor responsable, ayuno, equipamiento y personal capacitado, entre otros.

Existen condiciones inherentes que conllevan un mayor riesgo para la realización de una sedación, dentro de estas se incluyen:

- Pacientes con historia de apnea del sueño, apneas frecuentes
- Cuello corto o estrecho
- Apertura bucal disminuida
- Malformaciones orofaciales
- Antecedentes de intubación difícil
- Dificultad para el vaciamiento gástrico o riesgo aumentado de broncoaspiración
- Compromiso de conciencia

Equipamiento

Para garantizar la seguridad del paciente, toda sala de procedimiento debe contar con:

Fuente de oxígeno: red central y un balón de oxígeno auxiliar con manómetro que permita estimar su contenido. Este debe ser continuamente revisado y llenado antes de que esté completamente vacío. Como recordatorio para calcular los litros que le quedan a un balón de oxígeno, se debe convertir la presión de este en atmósferas, a volumen en litros, usando la fórmula: presión del cilindro en PSI / 14,7 x volumen del cilindro. Como ejemplo un cilindro de 5 litros que marca 2.940 PSI, aplicando la fórmula anterior, estas 2.940 representan 200 atmósferas (2940/14,7) las que multiplicadas por el volumen del cilindro, en este caso 5 litros, arroja que el balón de oxígeno contiene aproximadamente 1.000 litros, lo que brinda unos 250 minutos de suministro de oxígeno a un flujo de 4 L/minuto.

Fuente de aspiración central o, en su defecto, una máquina de aspiración portátil.

Sistema de extracción de gases si se administra anestesia general en base a halogenados, deben existir al menos 15 cambios por hora del volumen de aire del área de trabajo, cuando esta está en uso, con un 100% de aire exterior.

Disponibilidad de drogas, además de insumos y equipos necesarios según la sedación y/o anestesia planificada.

Carro de paro equipado con los elementos necesarios para manejo de colapsos cardiovasculares, vía aérea difícil y que cuente con un desfibrilador.

Fuente eléctrica compatible y suficiente para permitir una instalación cómoda y funcional de la máquina de anestesia, monitores y eventuales equipos de infusión de drogas.

Iluminación: contar con equipos auxiliares en caso de ser requerido.

Espacio físico adecuado para la instalación de los equipos y del personal.

Equipamiento anestésico

Equipos de monitorización: que cumplan con los estándares recomendados por la Sociedad de Anestesiología de Chile para los procedimientos como si fuese un quirófano normal. Monitores para vigilancia continua de la ventilación, oxigenación, circulación y temperatura del paciente, así como la vigilancia del nivel de conciencia cuando corresponda. El uso de capnógrafo es mandatorio en una anestesia general y especialmente relevante como instrumento de detección precoz de apnea. La capnografía es un aporte al permitir la monitorización continua de la ventilación espontánea de pacientes sedados, ya que permite diagnosticar precozmente cambios en la ventilación, antes de que se produzca hipoxemia.

Máquina de anestesia: toda sala de procedimiento debería contar con una máquina de anestesia que cumpla con las recomendaciones de la Sociedad de Anestesiología de Chile. Dichas recomendaciones fueron redactadas para la práctica de la anestesia en forma segura.

Equipo de reanimación: esto implica un carro de paro completamente equipado (desfibrilador, elementos para asegurar vía aérea como: laringoscopio, tubos orotraqueales, máscaras laríngeas, bolsa autoinflable (tipo Ambú®) y drogas de primera línea en el manejo del paro cardiorrespiratorio). Este carro debe ser periódicamente revisado por personal capacitado.

Fármacos: para la realización de cualquier sedación y/o anestesia se recomienda fuertemente el uso de aquellos fármacos que han demostrado tener un perfil más seguro

y menos eventos respiratorios adversos. Uso de pequeñas dosis de benzodiazepinas y opioides de acción breve (evitando la acumulación de masas de drogas que se pueden asociar a períodos de hipoxia). Infusiones de propofol o remifentanilo en dosis que sean las mínimas posibles para conseguir el efecto deseado minimizando sus eventuales efectos adversos. Se recomienda optar por la anestesia general, con vía aérea asegurada, cuando la sedación no parece una alternativa segura. Además de la utilización de agentes anestésicos de rápida entrada y salida, puesto que muchos pacientes se realizan bajo la modalidad de atención ambulatoria. La mantención se puede hacer con gases anestésicos o con anestesia intravenosa. Es recomendable el uso de antieméticos, sobre todo en caso de existir factores de riesgo de náuseas y vómitos en el posoperatorio.

Lugares habituales de la anestesia fuera de pabellón

Sedación en imagenología: la sedación o anestesia del paciente para la realización de un examen imagenológico puede efectuarse tanto en la sala de tomografía (TAC) como en el servicio clínico, dependiendo de la necesidad. Un médico anestesiólogo evaluará cada paciente e indicará la sedación y/o anestesia general, según las condiciones propias del paciente y características del procedimiento. Aquellos pacientes que durante la evaluación inicial se considere el uso de anestesia general, esta deberá realizarse en pabellón o sala de TAC.

Sedación en endoscopia: las características de los procedimientos de la endoscopia digestiva requieren una sedación que consiga buena capacidad hipnótica, ansiolítica y analgesia moderada. Los sedantes para la endoscopia digestiva deben ser seguros, de acción y eliminación rápida, potentes y de uso fácil. Esto debe ser realizado por un anestesiólogo.

Recuperación postanestésica

Los pacientes sometidos a un procedimiento fuera de pabellón deben contar con un área de monitorización y control después del procedimiento que conste de:

- Personal entrenado en cuidados postanestésicos, especialmente en el diagnóstico precoz y tratamiento de eventos críticos relacionados con la vía aérea, ventilación y circulación. Idealmente enfermera clínica y uno o dos TENS, dependiendo del número y complejidad de los pacientes.
- Fuente de oxígeno central y cilindros auxiliares, periódicamente revisados.
- Sistema de aspiración funcional y accesible.
- Carro de paro completamente equipado en la unidad de recuperación o al menos que esté inmediatamente disponible.
- Disponibilidad de asistencia anestesiológica oportuna ante la eventualidad de un evento crítico que lo amerite.

En caso de no contar con un espacio físico que cumpla estas características, el paciente debe ser trasladado a la unidad de recuperación postanestésica de pabellón, de manera de poder cumplir con su recuperación y posterior alta.

Conclusiones

El acto anestésico fuera de pabellón requiere los mismos cuidados y estándares de seguridad y calidad que se establecen para los procedimientos que se realizan en pabellón. Si las condiciones no están dadas para realizar este acto médico no debería realizarse.

Lecturas recomendadas:

Anestesia Fuera de Pabellón. Recomendaciones de la Sociedad de Anestesiología de Chile. Junio del 2011.

Position on monitored anesthesia care. ASA, Committee of Origin: Economics (Approved by the House of Delegates on October 25, 2005, and last amended on October 16, 2013). Distinguishing monitored anesthesia care (“MAC”) from moderate.

Sedation/analgesia (conscious sedation) Committee of Origin: Economics (Approved by the ASA House of Delegates on October 27, 2004, last amended on October 21, 2009, and reaffirmed on October 16, 2013).

PARTE VI
SITUACIONES CRÍTICAS

Capítulo 35

Paro cardiorrespiratorio

Dr. Diego González Herrera

Introducción

El paro cardíaco es el cese de la actividad mecánica cardíaca, confirmado por la ausencia de pulso detectable, inconciencia y apnea (o respiración agónica, entrecortada). Se debe sospechar un paro cardíaco en cualquier persona que no responda a estímulos y no respire o presente una respiración anormal, incluyendo la respiración agónica. Pueden producirse movimientos convulsivos breves al inicio del paro cardíaco.

Cuando ocurre un paro respiratorio primario, el corazón y el pulmón continúan oxigenando la sangre por varios minutos, por lo que estos pacientes inicialmente demuestran signos de circulación (pulso). Establecer una vía aérea permeable y entregar respiraciones de rescate pueden prevenir el paro cardíaco ya que se mantiene la oxigenación de los órganos vitales.

Las principales causas de paro cardíaco son de origen médico y, dentro de estas, las más importantes son las de origen cardíaco: infarto agudo al miocardio y arritmias. Existen además otras causas de origen no médico tales como trauma, sobredosis de drogas, asfixia por inmersión, electrocución y asfixia.

La reanimación cardiopulmonar (RCP) es un procedimiento que permite salvar la vida de una víctima en paro cardiorrespiratorio (PCR). La RCP de alta calidad con interrupciones mínimas y la desfibrilación temprana son las acciones que más se relacionan con la obtención de buenos resultados en la reanimación. Realizar una RCP de alta calidad inmediatamente después de que comienza el PCR, en conjunto con la desfibrilación temprana, puede duplicar o triplicar las posibilidades de supervivencia.

Los componentes del ABC de la RCP son:

- Vía aérea (*airway*)
- Ventilación (*breathing*)
- Circulación (*circulation*)

Secuencia de soporte vital básico en el adulto

Los pasos del soporte vital básico (SVB) consisten en una serie de evaluaciones y acciones secuenciales presentadas en forma concisa y lógica (algoritmo), de forma que

su contenido sea sencillo de leer, aprender y ejecutar para todo tipo de reanimador. Comprende habilidades de evaluación, y de soporte o intervención. Sin embargo, se espera que los equipos de trabajo, altamente afiatados y entrenados en reanimación, sean capaces de aplicar estos pasos simultáneamente, más que en forma secuencial, en un esfuerzo por disminuir el tiempo en aplicar la primera compresión torácica haciendo así más eficiente la reanimación.

Las fases de evaluación del SVB son cruciales. Ninguna víctima debería recibir procedimientos más invasivos hasta que su necesidad haya sido establecida por una evaluación adecuada. La evaluación también incluye la observación constante de la víctima y su respuesta al tratamiento de rescate. Cada componente del ABC de la RCP comienza con una fase de evaluación: evaluar respuesta, respiración y signos de circulación.

Dentro de los aspectos fundamentales del SVB están incluidos:

- Reconocimiento inmediato de un PCR súbito y activación de sistema de respuesta a emergencias.
- RCP precoz.
- Desfibrilación rápidamente con DEA (Desfibrilador Externo Automático).
- Reconocimiento inicial y respuesta a infarto agudo al miocardio (IAM).
- Reconocimiento inicial y respuesta a accidente cerebro vascular (ACV).

El Sistema de Emergencias Médicas (SEM) debe activarse tan pronto como se haya establecido la necesidad de atención de urgencia. En ambiente extrahospitalario en Chile debe llamarse al 131 y, en ambiente intrahospitalario, debe activarse el código de emergencia local, específico para cada institución.

Actualmente la secuencia RCP en adultos ya no es A-B-C si no C-A-B, porque en adultos el PCR tiene causa principalmente cardíaca.

Algoritmo de SVB en adultos para profesionales de la salud

El siguiente algoritmo describe los pasos que uno o varios reanimadores deben llevar a cabo en un adulto que no responde. Aplica para víctimas de 8 o más años, a quienes consideraremos “adultos”.

Paso 1: confirmar la seguridad de la escena. Asegurar de que la escena sea segura para el reanimador y para la víctima.

Paso 2: comprobar si la víctima responde. Golpear suavemente sus hombros, y preguntarle “¿Se encuentra bien?” en voz alta. Si la víctima no responde, activar el SEM, y obtener el desfibrilador externo automático (DEA) o enviar a alguien a buscarlo (**Figura 35.1.**).

Paso 3: evaluar la ventilación y el pulso al mismo tiempo. No debería tardar más de 10 segundos.

Pasos 3a y 3b: determinar las siguientes acciones en función de si la ventilación es normal y si se detecta pulso:

- Si la víctima ventila con normalidad y tiene pulso, vigilarla prolijamente.
- Si la víctima no ventila con normalidad, pero sí se detecta pulso:
 - Proporcionar ventilación de rescate a un ritmo de 1 ventilación cada 6 segundos (equivalente a 10 ventilaciones por minuto).
 - Comprobar el pulso aproximadamente cada 2 minutos. Si no se detecta pulso, realizar una RCP de alta calidad.
- Si la víctima no ventila con normalidad o sólo jadea o boquea y no tiene pulso, iniciar la RCP de alta calidad (paso 4).

Paso 4: iniciar la RCP de alta calidad, con 30 compresiones torácicas seguidas de 2 ventilaciones. Utilizar un DEA tan pronto como esté disponible.

Pasos 5 y 6: utilizar el DEA tan pronto como esté disponible. Seguir las instrucciones del DEA para comprobar el ritmo.

Paso 7: si el DEA detecta que el ritmo es desfibrilable, administrar una descarga. Reanudar la RCP inmediatamente hasta que el DEA lo indique para permitir la comprobación del ritmo, aproximadamente cada 2 minutos. Continuar realizando la RCP y utilizando el DEA hasta que los proveedores de soporte vital avanzado se encarguen o la víctima comience a ventilar, moverse o reaccionar de alguna forma.

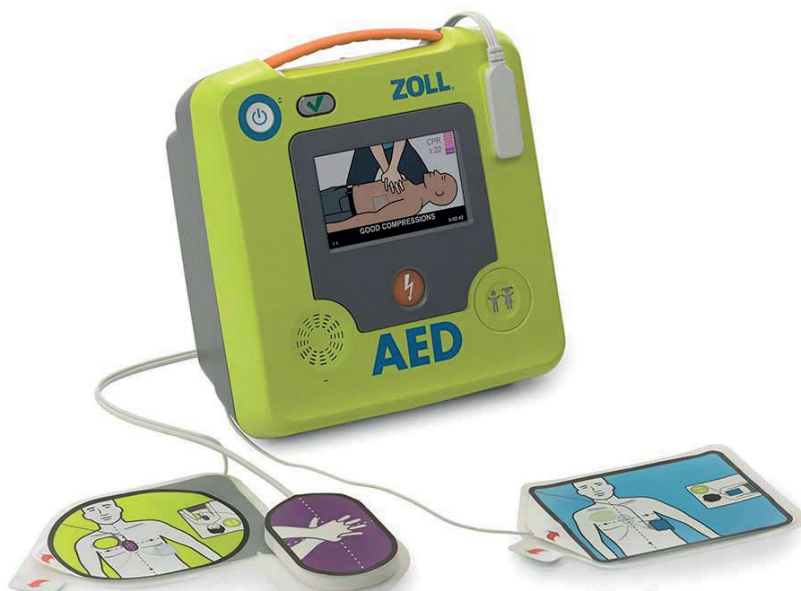


Figura 35.1. Desfibrilador externo automático y parches autoadhesivos o electrodos.

Paso 8: si el DEA detecta que el ritmo no es desfibrilable, reanudar la RCP de alta calidad hasta que el DEA lo indique para permitir la comprobación del ritmo, aproximadamente cada 2 minutos. Continuar realizando la RCP y utilizando el DEA hasta que los proveedores de soporte vital avanzado se encarguen o la víctima comience a ventilar, moverse o reaccionar de alguna forma.

La **Figura 35.2.** muestra el Algoritmo de Soporte Vital Básico en adultos para profesionales de la salud.

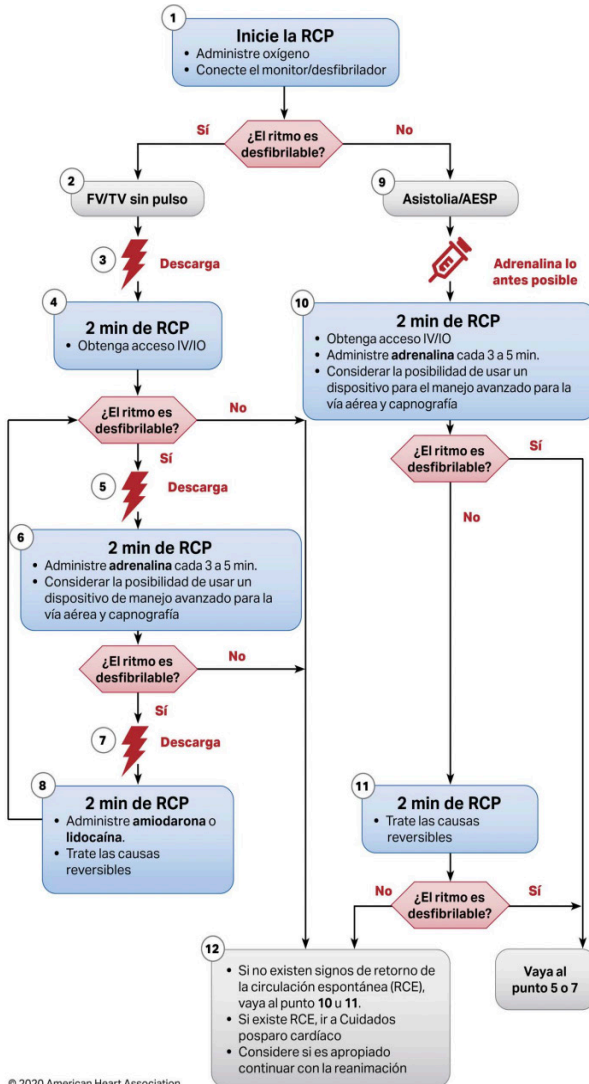


Figura 35.2. Algoritmo de Soporte Vital Básico en adultos para profesionales de la salud.

Secuencias de la RCP

Evaluación de la ventilación y el pulso

Evaluar si la víctima ventila con normalidad y si presenta pulso carotídeo (**Figura 35.3.**). Para minimizar la demora del inicio de la RCP, debe evaluar ambos componentes al mismo tiempo, durante 5 segundos como mínimo y 10 segundos como máximo.

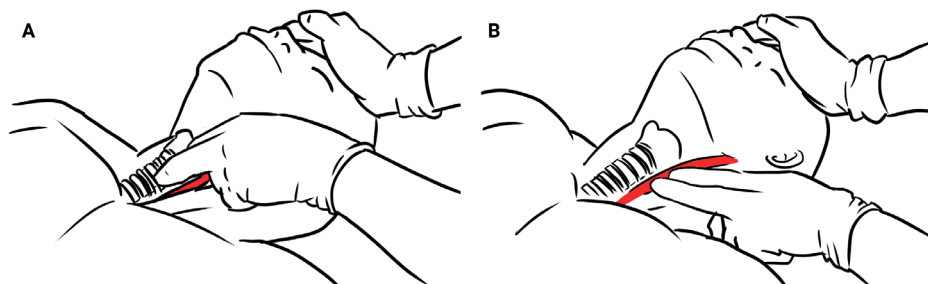


Figura 35.3. Comprobación del pulso carotídeo. A, con 2 o 3 dedos, localice la tráquea. B, busque sentir el pulso en surco ubicado entre la tráquea y los músculos de la parte lateral del cuello.

Observar si el tórax de la víctima se eleva y descende. La víctima podría no respirar o presentar una respiración anormal, por ejemplo, una respiración agónica, también conocida como jadeo o boqueo. Esta no es una forma de ventilación normal, sino un signo de paro cardíaco, pudiendo presentarse en los primeros minutos posteriores a este.

¿Cómo reconocer las respiraciones agónicas? Cuando una persona jadea o boquea, suele tomar aire muy rápido. Puede que la boca esté abierta, y la mandíbula, la cabeza o el cuello se muevan con las respiraciones. Pueden parecer forzadas o débiles y suelen presentarse con un ritmo lento e irregular. Los jadeos o boqueos pueden sonar como un resoplido, ronquido o gemido.

Circulación

La base de una RCP de alta calidad son las compresiones torácicas. Comprimir el pecho durante la RCP bombea sangre desde el corazón hacia el cerebro y el resto del cuerpo. Cada vez que detienen las compresiones torácicas, el flujo sanguíneo disminuye de forma considerable y, tras su reanudación, deben transcurrir varios ciclos antes de que el flujo sanguíneo retorne a los niveles previos a la interrupción. Mientras más a menudo y por más tiempo se interrumpen las compresiones torácicas, menor será el suministro sanguíneo al cerebro y a los otros órganos vitales. La proporción de tiempo durante el cual los reanimadores llevan a cabo las compresiones torácicas en la RCP se denomina fracción de las compresiones torácicas (FCT). Una FCT de al menos un 60% aumenta la probabilidad de la retorno de la circulación espontánea (RCE), el éxito de las descargas

y la supervivencia tras el alta del hospital. Si la reanimación es en equipo el FCT objetivo debe ser de un 80% o más. Para lograr compresiones torácicas de alta calidad se recomienda (**Figura 35.4.**):

- Utilizar una relación entre compresiones y ventilaciones de 30:2.
- Comprimir con una frecuencia de 100 a 120 compresiones por minuto.
- Hundir el tórax al menos 5 cm con cada compresión (pero no más de 6 cm).
- Permitir una reexpansión completa del tórax al final de cada compresión, sin perder el contacto entre las manos del operador y el esternón.
- Reducir al mínimo las interrupciones de las compresiones torácicas (menos de 10 segundos).

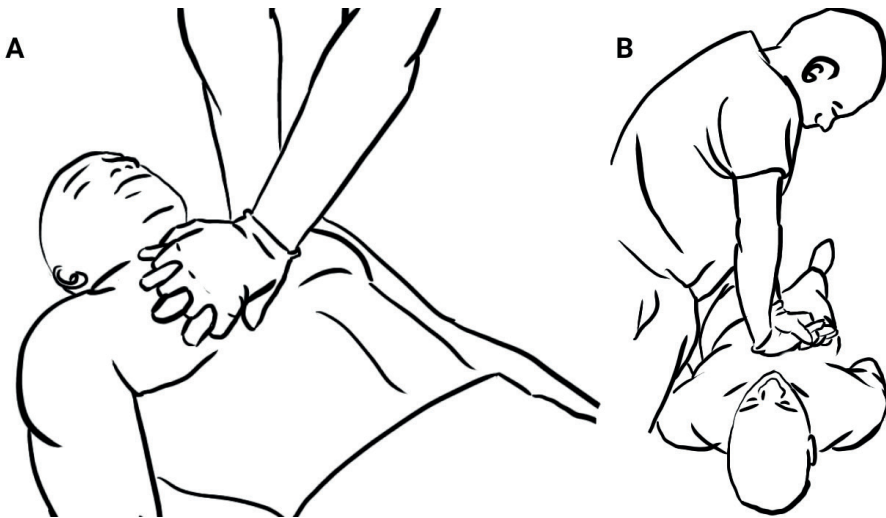


Figura 35.4. Técnica de compresión torácica en el adulto. A, posición de las manos. Ponga el talón de una mano sobre el centro del pecho de la víctima, en la mitad inferior del esternón, y coloque el talón de la otra mano encima de la primera. B, posición del reanimador. Ponga los brazos firmes y coloque los hombros directamente sobre las manos.

Vía aérea

Para que las ventilaciones sean efectivas, la vía aérea de la víctima debe estar permeable (**Figura 35.5A.**). Existen dos métodos para permeabilizar la vía aérea en un paciente inconsciente:

- Maniobra de extensión de la cabeza y elevación del mentón (**Figura 35.5B.**).
- Tracción mandibular (**Figura 35.5C.**).



Figura 35.5. Apertura de la vía aérea. **A**, obstrucción de la vía aérea por lengua y epiglotis. Cuando una víctima está inconsciente, estas estructuras pueden bloquear la vía aérea superior. **B**, maniobra de extensión de la cabeza y elevación del mentón. Esta maniobra levanta la lengua y la epiglotis abriendo la vía aérea. **C**, tracción mandibular. La mandíbula se levanta sin extender la cabeza. Es la maniobra de elección en una víctima con sospecha de lesión de columna cervical.

Si se sospecha que la víctima puede tener una lesión de la columna cervical, utilizar la maniobra de tracción mandibular para limitar el movimiento del cuello y la columna. Si no lo consigue con esta maniobra, utilice la extensión de la cabeza y elevación del mentón.

En estos dos métodos debe evitarse cerrar la boca completamente. Además, cuando se realice la maniobra de extensión de la cabeza y elevación del mentón, evitar presionar con fuerza el tejido blando situado debajo del mentón. Ambos errores pueden obstruir la vía aérea, volviendo inefectivas estas maniobras.

Ventilación

Durante la RCP se debe proporcionar ventilaciones mientras se abre la vía aérea. Estas pueden administrarse con aire exhalado de boca a boca (**Figura 35.6A.**), idealmente utilizando un dispositivo de defensa como una barrera facial (**Figura 35.6B.**) o mascarilla de bolsillo (**Figura 35.6C.**), o con presión positiva a través de un dispositivo bolsa-mascarilla (**Figura 35.6D.**). Tanto las mascarillas de bolsillo para RCP como los dispositivos bolsa-mascarilla poseen válvulas unidireccionales, que desvían del reanimador el aire exhalado, la sangre o los fluidos orgánicos de la víctima.

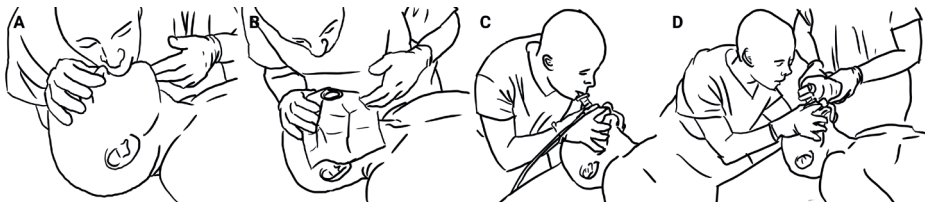


Figura 35.6. Ventilaciones de rescate. **A**, respiración boca a boca. **B**, respiración boca a mascarilla con barrera facial. **C**, respiración boca a mascarilla de bolsillo. **D**, ventilación con presión positiva a través de dispositivo bolsa-mascarilla.

Cabe recordar que el aire inspirado del ambiente contiene alrededor de un 21% de O₂, y el aire exhalado tiene alrededor de un 17% de O₂, concentración suficiente para suplir los requerimientos de la víctima. Si el dispositivo bolsa-mascarilla está conectado a oxígeno, puede entregar una mayor fracción inspirada de O₂.

Cuando se interrumpa las compresiones torácicas para proporcionar las 2 ventilaciones, realice las siguientes acciones:

- Ventilar durante 1 segundo.
- Fijarse en que se produzca una elevación torácica visible con cada ventilación.
- Reanudar las compresiones torácicas en menos de 10 segundos.

Durante la RCP, el gasto cardiaco es un ≈25% a un 33% del normal, por lo que la captación de O₂ desde el pulmón y la entrega de CO₂ a los pulmones también están reducidos. Como resultado, un volumen minuto bajo puede mantener efectivamente la oxigenación y ventilación. Por ese motivo volúmenes corrientes de 500 a 600 ml. (6 a 7 ml/kg) son suficientes. Estos volúmenes son los que producen una expansión torácica visible.

Tabla 35.1. Relación compresión/ventilación durante la RCP con y sin un dispositivo avanzado para la vía aérea		
Técnica de ventilación	Relación entre compresiones y ventilaciones (adultos)	Relación entre compresiones y ventilaciones (lactantes y niños)
Sin dispositivo avanzado para la vía aérea (por ej. boca a boca, bolsa-mascarilla, mascarilla de bolsillo)	- Frecuencia de compresiones de 100 a 120 cpm - 30 compresiones y 2 ventilaciones	- Frecuencia de compresiones de 100 a 120 cpm - 30 compresiones y 2 ventilaciones (1 reanimador) - 15 compresiones y 2 ventilaciones (2 reanimadores)
Con dispositivo avanzado para la vía aérea (por ej. dispositivos supraglóticos como máscara laríngea, tubo endotraqueal)	- Frecuencia de compresiones de 100 a 120 cpm - Compresiones continuas sin pausa para las ventilaciones - Ventilación: Adultos: 1 ventilación cada 6 segundos Lactantes y niños: 1 ventilación cada 2-3 segundos	

Si se está asistiendo a proveedores de soporte vital avanzado, debe conocerse las modificaciones de compresiones y ventilaciones una vez se coloque un dispositivo avanzado para la vía aérea (**Tabla 35.1.**).

Si la víctima posee un estoma o un tubo de traqueotomía, se debe colocar la mascarilla (de preferencia de tamaño pediátrica) sobre el estoma o el tubo y no sobre la boca. Si el pecho no se eleva, se puede conectar el dispositivo bolsa mascarilla directamente al tubo de traqueotomía. Es posible que se tenga que cerrar la boca de la víctima mientras realiza ventilaciones para que estas sean efectivas.

Se debe tener precaución de no administrar ventilaciones con demasiada rapidez o con una fuerza excesiva, pues es probable que el aire entre más en el estómago que en los pulmones, causando distensión gástrica. Esta puede dar lugar a complicaciones serias, entre ellas, la regurgitación y aspiración del contenido gástrico y el atrapamiento de aire dentro del tórax, aumentando la presión intratorácica, disminuyendo del retorno venoso al corazón y, en consecuencia, el gasto cardiaco y la sobrevida.

Desfibrilación con Desfibrilador Externo Automático

La desfibrilación es la interrupción de un ritmo cardiaco anormal mediante el empleo de descargas eléctricas controladas, permitiendo el restablecimiento del sistema eléctrico del corazón para que pueda volver a su ritmo normal.

Un desfibrilador externo automático (DEA) es un equipo ligero, portátil y computarizado que puede identificar un ritmo cardiaco anormal que precisa desfibrilación, tras lo que es capaz de administrar una descarga.

Debe destacarse que la desfibrilación temprana aumenta las probabilidades de supervivencia tras un paro cardiaco causado por una arritmia. Dos arritmias desfibrilables potencialmente mortales que causan paro cardiaco son la taquicardia ventricular sin pulso (TV sin pulso) y la fibrilación ventricular (FV).

El DEA debe colocarse a un lado de la víctima, cerca del reanimador que va a manejarlo. Abrir el DEA y, si es necesario, encenderlo. Durante el intento de reanimación seguir las indicaciones del DEA. Pueden ser indicaciones de voz electrónica o indicaciones en la pantalla digital.

- Evitar colocar los parches sobre ropa, parches de medicamento o dispositivos implantados. Elegir los parches de adultos para las víctimas de 8 años en adelante. Esto debe hacerse mientras un segundo reanimador continúa con la RCP, en la siguiente secuencia:
 - Retirar la lámina de los parches del DEA.
 - Colocar los parches adhesivos del DEA sobre el tórax desnudo de la víctima en los lugares señalados en la **Figura 35.7**.
 - Conectar los cables de conexión al dispositivo DEA (algunos DEA tienen cables preconectados).
- Alejarse de la víctima y permitir que el DEA analice el ritmo.
 - Cuando el DEA lo indique, hacer que todos los presentes se aparten de la víctima durante el análisis. Asegurarse de que ninguna persona esté tocando a la víctima, ni siquiera el reanimador encargado de administrar las ventilaciones, para evitar interferencias.
 - Algunos DEA indicarán pulsar un botón para que el equipo pueda comenzar el análisis del ritmo cardiaco; otros lo harán automáticamente.
 - A continuación, el DEA indicará si la víctima necesita una descarga.
- Si el DEA aconseja una descarga, indicará alejarse de la víctima.
 - Antes de administrar la descarga, indicar a los presentes que se aparten de la víctima. Asegurarse de que nadie toque a la víctima, para evitar transmitir la descarga.

- Pulsar el botón de descarga. Esto provocará una contracción súbita de los músculos de la víctima.
- Si el DEA indica que no se aconseja administrar una descarga o, después de aplicar una, reanudar inmediatamente la RCP, comenzando con las compresiones torácicas.

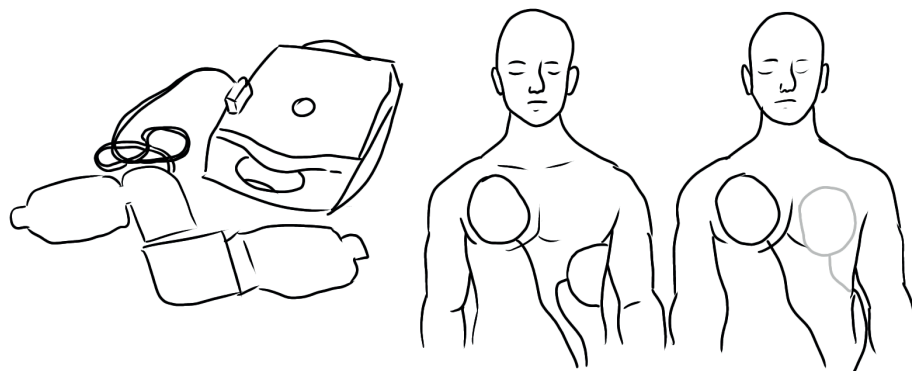


Figura 35.7. A, desfibrilador externo automático con sus parches. B, posiciones anterolateral y anteroposterior de los parches del DEA.

Al cabo de unos 5 ciclos o 2 minutos de RCP de alta calidad, el DEA indicará repetir los pasos 3 y 4. Proseguir hasta que los profesionales de soporte vital avanzado tomen el relevo o la víctima comience a ventilar, moverse o reaccionar de alguna forma.

Retorno de la circulación espontánea

Si reaparece la circulación efectiva, el músculo cardíaco de la víctima puede volver a bombear sangre, lo que ocasionará un latido que produce un pulso palpable. Entre los signos de RCE están: la ventilación, la tos, el movimiento y el pulso palpable o la presión arterial medible.

Paro cardíaco traumático

Mención especial merece el paro cardíaco traumático, porque al tener un origen diferente al paro cardíaco de origen médico, tiene fisiopatología distinta y por lo tanto un manejo diferente.

El ritmo inicial para la mayoría de los pacientes que sobreviven un paro cardíaco traumático es la pseudoactividad eléctrica sin pulso (seudo AESP), en la que hay actividad eléctrica y (a diferencia de la AESP verdadera) el corazón late, sin embargo, no hay pulso palpable. Estos pacientes podrían presentar otros signos de vida, incluyendo

esfuerzo respiratorio débil, pupilas reactivas, o movimientos espontáneos ocasionales. Este es un estado de gasto cardiaco muy bajo, a diferencia del paro cardiaco de origen médico con FV o AESP, en que el gasto cardiaco es inexistente.

El rol del SVB en estos casos no está tan claro como en el paro cardiaco no traumático. Hasta el día de hoy la secuencia de manejo del trauma sigue siendo A-B-C, y no C-A-B, como lo es en el paro cardiaco de origen médico. Los proveedores deben estabilizar la columna durante todas las maniobras. Debe preferirse la tracción mandibular sobre la maniobra de extensión de la cabeza y elevación del mentón para la apertura de la vía aérea, salvo que esta sea ineficiente, como se mencionó previamente. La ventilación debe buscar una normocapnia baja, con volúmenes corrientes de 6 ml/kg entregados en 2 segundos para minimizar su efecto sobre el retorno venoso y la precarga.

La circulación incluye el control de la hemorragia con compresión externa, gasas hemostáticas, torniquetes e inmovilizador pélvico, procedimientos que no se revisarán en este texto. Las compresiones torácicas en este escenario no son tan efectivas como lo son en el paro cardiaco no traumático, y pueden incluso reducir el gasto cardiaco espontáneo residual, por lo que toman una prioridad más baja en la reanimación.

Lecturas recomendadas:

European Resuscitation Council. *Soporte Vital Básico Paso a Paso*. 2021.

R. A. Berg, R. Hemphill, B.S. Abella et al. Part 5: Adult basic life support. *Circulation* 2010; 122(18_suppl_3). doi:10.1161/circulationaha.110.970939

Soporte Vital Básico Libro Del Proveedor Versión Electrónica. Dallas, Texas: American Heart Association, 2020.

Capítulo 36

Hipertermia maligna

Dra. Isabelle Hanna Fassin

Introducción

La Hipertermia Maligna (HM) es la única enfermedad que se asocia específicamente a la administración de anestesia y tiene mal pronóstico cuando se diagnostica tardíamente y su tratamiento no es oportuno.

La incidencia exacta no se conoce. La tasa de ocurrencia depende de quien la reporte, algunos han estimado que es tan frecuente como 1/5.000 anestésias generales y otros la reportan como una rareza (1/100.000 anestésias generales).

Definición

La HM es una miopatía metabólica subclínica, cuyos portadores tienen una respuesta diferente a la población general ante la presencia de un agente desencadenante. Desde el punto de vista clínico, es un síndrome hipermetabólico que ocurre en pacientes genéticamente susceptibles tras la exposición a un agente desencadenante: anestésicos halogenados y relajantes musculares despolarizantes. Se trata de una enfermedad hereditaria, de tipo autosómica dominante (muy alta probabilidad de heredar la enfermedad), que afecta al músculo esquelético y desencadena una liberación anormalmente alta de calcio del retículo sarcoplásmico (sitio donde almacena el calcio en el músculo).

El estado hipermetabólico de la crisis de HM genera calor y a un rápido aumento de la temperatura corporal, que puede llevar a un desenlace fatal si no se diagnostica y se trata a tiempo.

Entre los agentes gatillantes se han reportado todos los agentes inhalatorios halogenados: halotano, isofluorano, enflurano, sevofluorano y desflurano, y el único bloqueador despolarizante en uso en la actualidad: succinilcolina. También se ha descrito como gatillantes el calor y el ejercicio vigoroso.

Fisiopatología

La HM se debe a un desorden en la regulación del calcio intracelular en el músculo esquelético. Esto se manifiesta al ser sometidas las células a stress, como el inducido

por algunos agentes anestésicos ya mencionados. Cuando los niveles de calcio intracelular se elevan, aumenta la tasa metabólica, la producción de calor, el contenido ácido intracelular, aparece rigidez muscular y se produce rhabdomiólisis (ruptura de células musculares). Esto lleva a altos niveles de potasio (hiperkalemia) y mioglobina (proteína del músculo esquelético) en el plasma. Si no son tratados, estos cambios pueden causar arritmias, paro cardíaco, falla renal, coagulación intravascular diseminada (trastorno que afecta la capacidad de coagulación de la sangre para detener el sangrado), hemorragia interna, daño cerebral, falla hepática y por lo mismo pueden ser fatales.

La liberación anormal de calcio suele estar relacionada con la presencia de un receptor anormal de rianodina, ubicado en el retículo sarcoplásmico de las células musculares estriadas. También se han detectado alteraciones del receptor de dihidropiridina (DHP) sensible a voltaje, ubicado en los túbulos rectos de la membrana sarcoplásmica.

Afecta a todas las etnias. Son más proclives los hombres y la población pediátrica. Más del 70% de las crisis se han diagnosticado en pacientes ingresados de urgencia.

Manifestaciones clínicas

En los pacientes susceptibles se puede desencadenar el cuadro clásico caracterizado por taquicardia de causa no aparente, taquipnea (aumento de la frecuencia respiratoria), arritmias, rigidez muscular con alteraciones en los exámenes de laboratorio que incluyen acidosis, hipercapnia (elevación del dióxido de carbono o CO_2 sanguíneo), elevación del CO_2 al final de la espiración y rhabdomiólisis.

Aunque los síntomas clínicos de la HM son muy variables, desde leves o moderados hasta crisis fulminantes con hipermetabolismo muscular severo y rhabdomiólisis, el indicador más sensible de una potencial HM en pabellón quirúrgico es el aumento inesperado (al doble o al triple) de los valores de CO_2 espirado cuando la ventilación minuto (número de inspiraciones y espiraciones por minuto) se ha mantenido constante. Este aumento del CO_2 puede aparecer rápidamente o puede desarrollarse en forma más arrastrada en períodos de tiempo más prolongados (minutos a horas). La EtCO_2 puede llegar en unos pocos minutos a sobrepasar los 80 mmHg y los gases en sangre arterial revelan una acidosis respiratoria.

La aparición inesperada de taquicardia, taquipnea y rigidez mandibular (espasmo del masetero) son signos frecuentes de HM, que aparecen después del incremento del CO_2 . En la HM fulminante aparece también acidosis respiratoria y metabólica.

Un signo específico de HM es la rigidez corporal (por ejemplo, de las extremidades, abdomen y tórax). Cuando se sospecha se debe intentar determinar la presencia de rigidez muscular periférica. La elevación de la temperatura es a menudo un signo tardío de HM. Sitios fidedignos para controlar la temperatura son el esófago distal, membrana timpánica y nasofaringe.

Es siempre importante hacer el diagnóstico diferencial con otras causas de taquicardia, aumento del CO_2 espirado y elevación de la temperatura intraoperatoria como: crisis tirotóxica (hipertiroidismo en extremo severo), sepsis, alteración en el funcionamiento de la máquina anestésica por reinhalación de CO_2 (cal sodada saturada), efecto de drogas y feocromocitoma, entre otras.

Diagnóstico

Los criterios clínicos para el diagnóstico de HM se resumen en la **Tabla 36.1**. Las manifestaciones se refieren a los signos que ocurren durante o poco después de iniciada la anestesia general en la persona no tratada. Mientras más criterios un individuo cumple, es más probable que se trate de una crisis de HM. Por lo tanto, con la sola elevación de la temperatura durante la anestesia, es poco probable que se trate de una HM, o es un signo muy tardío.

Tabla 36.1. Criterios clínicos para el diagnóstico de Hipertermia Maligna	
Acidosis respiratoria	EtCO ₂ >55 mmHg, PaCO ₂ >60 mmHg con ventilación adecuada. Signo precoz.
Manifestaciones cardíacas	Taquicardia sinusal, taquicardia ventricular o fibrilación ventricular sin otra causa.
Acidosis metabólica	Déficit de base > -8 mEq/L, pH <7,25
Manifestaciones cutáneas	Hiperhidrosis. Color de piel irregular y desigual (piel moteada).
Rigidez muscular	Rigidez muscular generalizada (signo tardío), espasmo del músculo masetero (signo precoz).
Destrucción muscular	CK > 10.000 unidades/L, coluria, exceso de mioglobina en la orina o el suero, potasio > 6 mEq/L
Elevación de la temperatura	Elevación rápida de la temperatura, T° > 38,8 °C. Signo tardío.
Otros signos	Reversión rápida de la crisis con dantroleno, concentración sérica de CK elevada en reposo.
Historia familiar	Consistencia con herencia autosómica dominante.

Tratamiento

El tratamiento de la crisis de HM debe ser preciso, acucioso, intensivo y continuado por varias horas luego del comienzo de un episodio. Los puntos esenciales del manejo de la HM son:

- Discontinuar inmediatamente los agentes gatillantes.
- Cambiar la máquina de anestesia o al menos el circuito y los absorbentes de CO₂ (cal sodada).
- Hiperventilación con O₂ al 100%.
- Enfriamiento por todos los medios posibles (lavados fríos por sonda nasogástrica, hielo sobre arterias y en superficie corporal).
- Manejo de la hiperkalemia.
- Instalar monitorización invasiva (línea arterial, sonda Foley).

El tratamiento etiológico (de la causa) debe instalarse precozmente. Se basa en el uso de dantrolene en dosis de 2,5 mg/kg en bolo inicial rápido. De ser necesario, se repetirá la dosis cada 15 minutos hasta controlar la crisis. Obtenida la remisión, el paciente deberá ser vigilado en la unidad de cuidado intensivo por 72 horas, continuar con dantrolene 6 a 12 mg/kg por 1 a 2 días y prevenir la posible falla renal por mioglobiuria.

El dantrolene sódico es un medicamento específico para manejar la crisis de HM. Es un relajante muscular que actúa directamente sobre el músculo afectando la respuesta contráctil después de la unión mioneuronal, disminuyendo la liberación de calcio desde sus sitios de almacenamiento en el retículo sarcoplásmico al acoplarse al canal de calcio. Con el uso de dantrolene la mortalidad por HM ha disminuido de un 80-100% a menos del 10%.

Resulta necesario, por la gravedad, urgencia y tipo de tratamiento requerido, tener un plan de acción previamente establecido en cada centro para desarrollar en caso de sospecharse o confirmarse una HM. A continuación se presenta un resumen del plan de acción propuesto por la Sociedad de Anestesiología de Chile:

Tabla 36.2. Manejo de hipertermia maligna

1. Pedir ayuda y solicitar dantrolene en pabellón.
2. Descontinuar todos los anestésicos volátiles inhalatorios y la succinilcolina. Hiperventilar con oxígeno 100 % con flujos altos, de por lo menos 10 L/min. No es necesario cambiar el sistema circular y el absorbente de CO₂ (excepto en máquinas de anestesia antiguas; considerar el tipo de máquina de anestesia de su centro).
3. Avisar al cirujano y finalizar procedimiento quirúrgico lo antes posible. Buscar una técnica anestésica alternativa en caso de que la cirugía siga en curso.
4. Administrar dantrolene sódico 2.5 mg/kg en bolo inicial rápido, idealmente a través de una vía venosa gruesa. La preparación del dantrolene consume tiempo, por lo que se sugiere destinar 2 personas a su preparación. El dantrolene se presenta como polvo de color naranja en frascos que contienen 20 mg de dantrolene y 3 gramos de manitol. El contenido debe disolverse en 60 ml de agua bidestilada estéril TIBIA (de lo contrario será muy difícil disolver). Se requiere mezclar y batir vigorosamente muy bien el polvo con el agua bidestilada. Usar jeringa de 60 ml con aguja gruesa 19G.
5. Si los síntomas no se controlan (taquicardia, rigidez, aumento del EtCO₂ y temperatura) repetir dantrolene 2.5 mg/kg en bolo cada 5-10 minutos. Se puede necesitar una dosis total mayor de 10 mg/kg (hasta 30 mg/kg), aunque se recomienda no superar los 400 mg/día.
6. Administrar bicarbonato para corregir la acidosis metabólica guiado por el análisis de los gases sanguíneos. En ausencia de análisis de gases sanguíneos administrar 1-2 mEq/kg intravenoso.
7. Enfriar activamente el paciente hipertérmico: lavado de cavidades como estómago, vejiga, recto con solución salina helada. Usar solución salina fría IV (no use solución Ringer lactato). Enfriamiento superficial con hielo y sábana hipotérmica. Monitorizar cuidadosamente la temperatura central (esofágica) o rectal con sensor y en forma continua. No se recomienda el uso de termómetro de mercurio. Detener enfriamiento si temperatura < 38° C.
8. Las arritmias responden al tratamiento de la acidosis y la hiperkalemia.
9. Tratar hiperkalemia con soluciones glucosadas e insulina.
10. Determinar y monitorizar el EtCO₂, temperatura central, gases sanguíneos, CK, potasio sérico, calcio, pruebas de coagulación y diuresis. Instalar sonda Foley y línea arterial.

Prevención

La mejor manera de prevenir la HM es la detección precoz de los pacientes susceptibles antes de someterse a anestesia general. El anestesista que evalúa al paciente en el preoperatorio debe preguntar por antecedentes familiares o personales de HM.

Dentro de las medidas para el manejo anestésico del paciente susceptible o con antecedentes de HM se encuentran:

- Programar la cirugía, de preferencia a primera hora de la mañana.
- La enfermera o enfermero de pabellón debe coordinar con el laboratorio la toma de exámenes el día de la cirugía y asegurar la disponibilidad de las drogas e insumos necesarios para realizar en forma segura la cirugía. Al mismo tiempo que distribuye rol del personal asegurando las competencias del personal de apoyo que colabora con el anesthesiólogo.
- El anesthesiólogo solicitará apoyo de UCI para el posoperatorio.
- El pabellón que atiende al paciente susceptible debe contar al menos con la primera dosis de dantrolene y debe verificar si las otras dosis de dantrolene están disponibles. La recomendación actual es contar con un *stock* de 36 frascos, dosis necesaria para tratar a dosis máximas, una crisis de HM en un paciente de 70 kg de peso.
- Se sugiere disponer de un algoritmo del tratamiento de la crisis de HM, tipo póster y de un monitor desfibrilador en pabellón.
- Preparar la máquina de anestesia: remover los vaporizadores de la máquina y si esto no es posible, vaciarlos y dejarlos en la “posición cerrado”. Algunos especialistas recomiendan cambiar el absorbedor absorbente de CO₂. Limpiar el circuito con un flujo de 10 L/min de O₂ por lo menos por 20 minutos. Si la manguera de gas fresco se reemplaza, entonces 10 minutos es adecuado. Durante este tiempo una bolsa de anestesia se debe colocar en la Y del sistema circular y se instala el ventilador para que infle la bolsa periódicamente.
- Usar un analizador de gases espirados para confirmar la ausencia de gas anestésico, debido a que algunas máquinas nuevas no se limpian tan fácilmente.
- Se sugiere controlar con creatinquinasa preoperatoria (es necesario conocer el nivel previo de la CK, particularmente en pacientes con miopatías).
- Colocar una sábana enfriadora en la mesa de cirugía, si está disponible.
- De ser posible, utilizar una técnica anestésica regional o TIVA (anestesia total endovenosa).

Lecturas recomendadas:

Hospital Instituto de Salud del Trabajador. Normas para el manejo de la Hipertermia Maligna. Unidad de Anestesiología y Reanimación. Febrero 2014.

Jaime Escobar. Hipertermia Maligna. *Revista Médica Clínica Las Condes* [REV. MED. CLIN. CONDES - 2011; 22: 310-315.

Javiera Valeria Gallegos & Cindy Raddatz. Hipertermia Maligna. *Revista Chilena de Anestesia* 2021; 50: 79-89.

Olga Herrera, Jimena Rodríguez & Ana María Espinoza. Capítulo 31. *Anestesiología Clínica*. Tercera Edición. 2008.

Capítulo 37

Anafilaxia perioperatoria

Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Generalidades

La anafilaxia es una reacción de hipersensibilidad grave, generalizada o sistémica que pone en riesgo la vida, secundaria a la administración de un fármaco o al contacto con una sustancia. La mayoría de las drogas usadas en anestesia pueden producir anafilaxia.

Se define anafilaxia perioperatoria como aquella que se produce en pacientes que se someten a un procedimiento que requiere anestesia general, regional, sedación o monitoreo con anestesia, bajo la atención de un anestesista, entre el período de la primera administración de un medicamento (incluida la medicación previa), el posprocedimiento y el traslado a la sala de recuperación o de cuidado crítico.

Se dice que la anafilaxia es “alérgica” cuando la reacción es mediada por un mecanismo inmunológico (generalmente por inmunoglobulinas del tipo E) y es “no alérgica” cuando es derivada de cualquier otra causa que no sea inmunológica. El cuadro clínico de una anafilaxia alérgica y no alérgica es indistinguible, aunque la forma alérgica tiende a ser más intensas y las anafilaxias provocadas por los bloqueadores neuromusculares (BNM) y antibióticos tienden a ser más graves que las provocadas por el látex. Ambas resultan de la liberación de mediadores químicos a partir de glóbulos blancos formados en la médula ósea: los basófilos y los mastocitos. Estos mediadores son la histamina y otros que ya existen (preformados) o que se producen en el momento de la reacción (neoformados) (**Figura 37.1.**).

La anafilaxia “no alérgica” es un fenómeno común que se produce tras la administración de muchos fármacos utilizados en anestesia (especialmente atracurio, mivacurio y propofol), y no está relacionada con alergia (reacción antígeno-anticuerpo). Generalmente la piel se pone roja en el sitio de la administración o en algunas zonas del cuerpo y la presión baja proporcionalmente a la dosis y la velocidad de administración. Por eso estos fármacos deben ser lentamente administrados.

Se estima una incidencia de anafilaxia mediada inmunológicamente (alérgica) de 1 en 10.060 anestias (1 en 5.540 en mujeres y 1 en 15.490 en hombres). La incidencia de anafilaxia mediada inmunológicamente (“alérgica”) corresponde al 70% de las reacciones y la no alérgica al 30%. Sin embargo, la incidencia en Chile es desconocida ya que no se cuenta con estadística y no se tiene un buen registro ni seguimiento de estos eventos. La mortalidad por anafilaxia es de un 3 a 9% y el 2% queda con daño neurológico significativo.

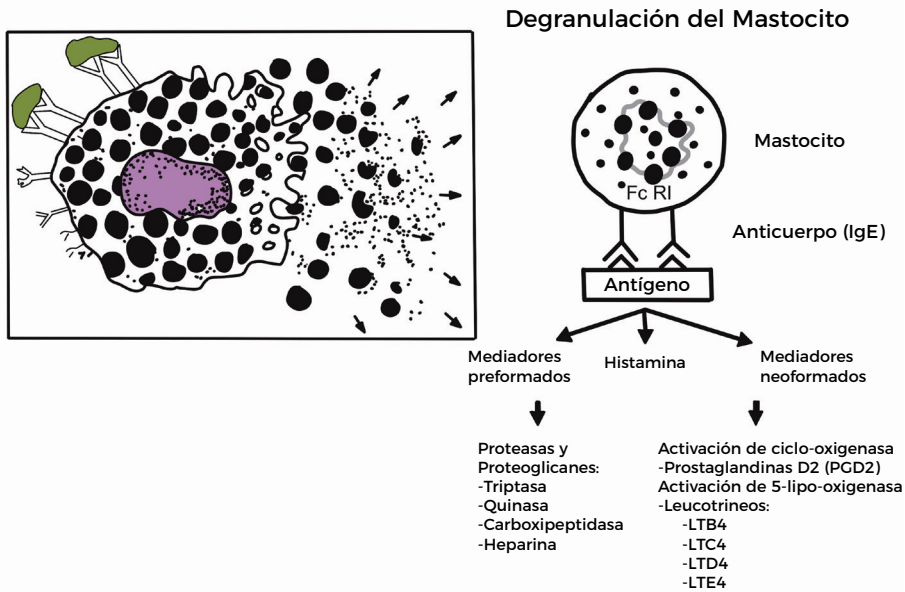


Figura 37.1. La activación inmunológica de los mastocitos y basófilos induce liberación de histamina, mediadores preformados y mediadores neoformados.

Cuadro clínico

El diagnóstico de anafilaxia se basa en la historia y manifestaciones clínicas. El cuadro clínico se puede categorizar según la severidad de su presentación en:

Grado I: signos en piel y mucosas generalizados; eritema, urticaria con o sin edema angioneurótico.

Grado II: daño multivisceral moderado, con signos en piel y mucosas, hipotensión y taquicardia moderada, hiperactividad bronquial (tos, disnea).

Grado III: daño multivisceral grave, con riesgo vital, que requiere una terapia específica agresiva (colapso cardiovascular, taquicardia o bradicardia, arritmias, broncoespasmo). Los signos cutáneos pueden estar ausentes, o aparecer sólo después de la recuperación de la presión arterial.

Grado IV: colapso cardiocirculatorio. Paro cardiorrespiratorio.

Las manifestaciones clínicas de una anafilaxia pueden ocurrir en cualquier momento durante la anestesia, pero lo más común es que sea dentro de los primeros minutos después de la inducción. El 77% sobrevienen al comienzo de la anestesia (relacionadas generalmente con los agentes endovenosos usados durante la preinducción e inducción), el 16% en el transcurso de la anestesia y el 6,5% al final del procedimiento

(relacionadas generalmente, aunque no siempre, con el látex, la clorhexidina y el azul patente).

Los signos clínicos iniciales reportados más frecuentemente son la ausencia de pulso, signos cutáneos, dificultad en la ventilación, desaturación y baja inexplicable de la EtCO₂. Puede ser más difícil el diagnóstico cuando está presente un sólo signo: la mayoría de las veces *shock* o signos cutáneos (eritema, urticaria). Los síntomas tienden a ser más graves en las anafilaxias alérgicas (Grados II, III) y más leves en las no alérgicas (Grados I y II). En el 91% de los casos se trata de una anestesia general y sólo en el 9% de una anestesia regional. En el 3% de los casos la anestesia fue realizada en condiciones de urgencia.

Sustancias responsables

En la vida diaria, los principales agentes causantes de anafilaxia son los alimentos, las picaduras de abejas y avispas, los fármacos y otros agentes. En relación con los alimentos, destacan a nivel mundial el maní y otros frutos secos, mariscos, pescados, leche, huevo y sésamo. En anestesiología, todas las drogas y sustancias usadas durante la anestesia y la cirugía, tal vez con la única excepción de los agentes inhalatorios y los cristaloides (sueros), han sido reportadas como potenciales causantes de anafilaxia alérgica.

Con el transcurso de los años, la incidencia relativa de los fármacos más reportados como responsables de anafilaxia intraoperatoria ha ido cambiando en relación con la práctica anestesiológica, el mayor o menor uso de algunas drogas, la aparición u obsolescencia de otras y el reflejo de participación en el mercado, por lo que debe ser permanentemente monitorizada. Sin embargo, los BNM siguen siendo la mayor causa de anafilaxia alérgica en Francia. El segundo y tercer lugar ha ido cambiando, pero siempre han estado presente los antibióticos, el látex y las tinturas azules (especialmente el azul patente).

Los BNM son los agentes más implicados en la producción de anafilaxia perioperatoria, con una incidencia relativa de 60,6%, seguidos por los antibióticos (18,2%) y las tinturas azules (5,4%), en tanto el látex ha quedado relegado al cuarto lugar con un 5,2%. La causa de la disminución de la anafilaxia al látex se ha debido probablemente a la mejor prevención y conocimiento del manejo de la alergia al látex (incluyendo que la gran mayoría de los insumos son ahora libres del producto). La incidencia relativa de anafilaxia alérgica a las tinturas azules subió de 0,6% a 5,4% en los últimos años, probablemente por el mayor uso de azul patente como marcador de ganglios centinelas en diferentes patologías oncológicas.

Las sustancias responsables de *shock* anafiláctico perioperatorio en niños son similares a las usadas en adultos, aunque el látex es el alérgeno más común, particularmente en aquellos que han sido sometidos a cirugía con frecuencia (por ejemplo, pacientes con espina bífida o malformaciones urogenitales).

En resumen, las sustancias más implicadas son:

1. Bloqueadores neuromusculares: son la primera causa de anafilaxia perioperatoria; son responsables del 60,6% de incidencia relativa entre las distintas sustancias usadas en anestesia.

Riesgo elevado: succinilcolina y rocuronio.

Riesgo intermedio: vecuronio y pancuronio.

Riesgo bajo: atracurio, cisatracurio.

2. Antibióticos: son la segunda causa de anafilaxia perioperatoria y corresponde a una incidencia relativa de 18,2%.

- La mayoría de los pacientes que dice ser alérgico a la penicilina NO LO SON, pero deben ser considerados como tales si un examen específico no lo demuestra.
- La reacción cruzada de la penicilina y las cefalosporinas es de 1-2%.

3. Tinturas azules: son la tercera causa de anafilaxia perioperatoria y corresponde a una incidencia relativa de 5,4%.

- Las dos tinturas más usadas para marcar los ganglios son el azul patente y el azul isosulfán, que comparten una estructura química común (triarilmetano).
- El azul de metileno tiene una estructura diferente, pero también se ha asociado con anafilaxia.

4. Látex: es la cuarta causa de anafilaxia perioperatoria y corresponde a una incidencia relativa de 5,2%.

- Trabajadores área salud: 2,9 – 17%.
- Pacientes con espina bífida: 30 – 70%.
- Síndrome látex-fruta: 21 – 58% pacientes sensibilizados al látex.

Otras drogas usadas, como los inductores, tienen una incidencia relativa de un 2,2%; los opioides un 1,4%; los expansores plasmáticos un 0,6%; los anestésicos locales a pesar del gran número de anestésias locales y regionales que se realizan tienen una incidencia relativa de sólo un 0,4%; muchas veces se confunde anafilaxia con toxicidad (sobredosis). Desde el uso de la clorhexidina, su incidencia ha aumentado levemente (0,78 por 100.000 exposiciones).

La **Figura 37.2.** resume la frecuencia relativa de los fármacos y sustancias responsables de la anafilaxia en anestesia. La **Figura 37.3.** resume la frecuencia relativa de los diferentes BNM en anestesia, que son los agentes mayormente responsables.

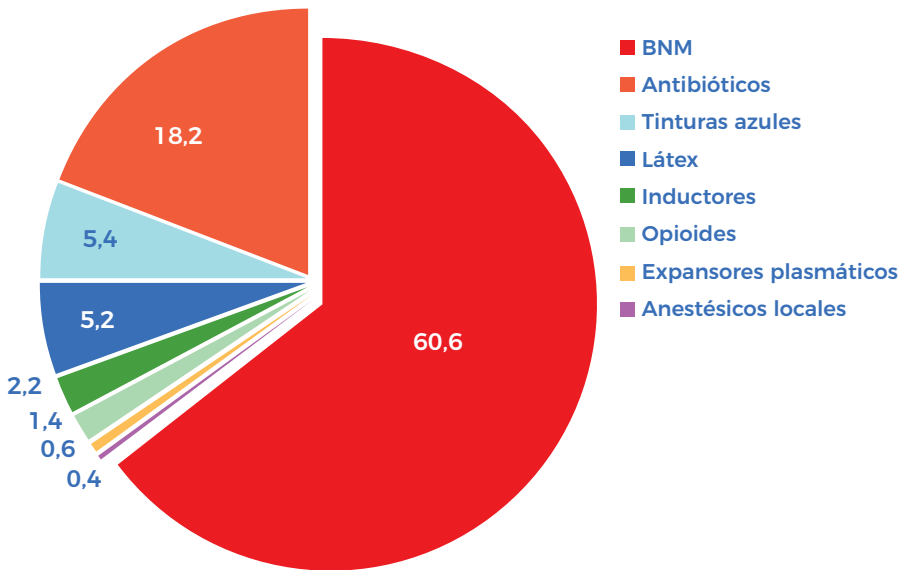


Figura 37.2. Frecuencia relativa de los fármacos y sustancias responsables de la anafilaxia en anestesia. Donde BNM es bloqueadores neuromusculares.

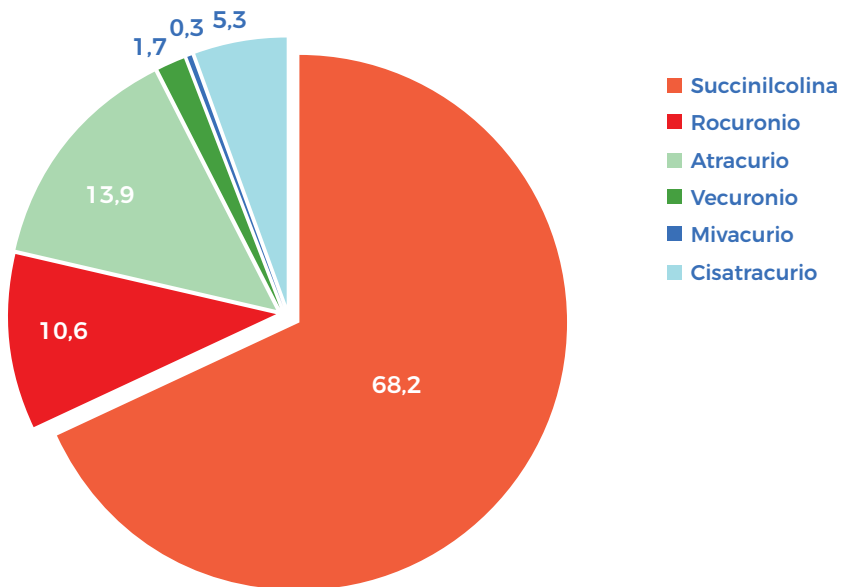


Figura 37.3. Frecuencia relativa de producción de anafilaxia en anestesia, de los diferentes bloqueadores neuromusculares.

Factores de riesgo de presentación de anafilaxia

Existen predictores de riesgo que deben hacer que el anestesiólogo esté alerta a la presentación de un cuadro clínico de anafilaxia. Entre ellos:

- Pacientes que son alérgicos a una de las drogas o productos que probablemente serán administrados durante la anestesia y en quienes el diagnóstico ha sido previamente establecido.
- Pacientes que han tenido anafilaxia perioperatoria previa o paro cardiorrespiratorio en una cirugía anterior.
- Pacientes conocidamente alérgicos al látex o con manifestaciones clínicas de alergia frente al contacto con elementos que contienen látex (globos, preservativos, guantes, juguetes).
- Pacientes con historia de intolerancia a los alimentos: tienen una mayor incidencia de reportes de anafilaxia alérgica mediada por inmunoglobulinas.

Por otra parte, existen algunos predictores de riesgo específicos de pacientes que pueden ser concretamente alérgicos al látex. Entre ellos:

- Pacientes que han tenido exposición significativa al producto: profesionales de la salud, trabajadores de la industria del látex, pacientes que han requerido de múltiples intervenciones quirúrgicas o procedimientos médicos (como espina bífida, malformaciones urogenitales).
- Pacientes alérgicos a algunas frutas, especialmente frutas tropicales.
- Pacientes genéticamente predispuestos (llamados atópicos): portadores de fiebre de heno, rinitis, asma o eccema, pueden tener mayor susceptibilidad a tener alergia al látex.
- Si se quiere disminuir el riesgo, la única profilaxis verdadera de anafilaxia alérgica es evitar el contacto con el fármaco o sustancia desencadenante, y de este modo, reducir la incidencia de este cuadro. Ninguna premedicación la previene efectivamente.

Tratamiento

Existe una serie de medidas generales que son comunes a toda circunstancia crítica en anestesia (como hipertermia maligna, intoxicación con anestésicos locales), como avisar al cirujano, considerar en conjunto la posibilidad de abreviar o cancelar la cirugía, poner al paciente en posición de Trendelenburg para aumentar el retorno venoso, iniciar monitorización invasiva según la intensidad del cuadro clínico y PEDIR AYUDA.

En cuanto al tratamiento específicos de la anafilaxia, obviamente depende de la intensidad del cuadro clínico, siendo los más graves el Grado III (*shock* anafiláctico) y Grado IV (paro cardíaco). Para sistematizarlo, es útil dividirlo en tratamiento primario y secundario.

Tratamiento primario:

- **Discontinuar las drogas o agentes sospechosos** de gatillar la reacción de modo de interrumpir el efecto de mediadores químicos liberados.
- **Adrenalina:** es la droga de elección y la más eficaz en el tratamiento de la anafilaxia tanto alérgica como no alérgica. Retardar su administración influye negativamente el pronóstico de los cuadros más severos. Una línea arterial se recomienda en los grados más severos y una vía central cuando necesita ser administrada en infusión. Las dosis de adrenalina se utilizan en forma proporcional al grado de presentación clínica. Las dosis recomendadas por las recomendaciones clínicas de la Sociedad de Anestesiología de Chile se muestran en la siguiente tabla

Grado	Tratamiento
I	-No administrar adrenalina
II	-10 a 20 µg IV en bolo (0,2 µg/kg)
III	-100-200 µg IV en bolo cada 1-2 minutos -Aumentar rápidamente si es necesario -Instalar una infusión de 1-4 µg/min (0,05 a 0,1 µg/kg/min)
IV	-1-3 mg IV en bolo cada 3 minutos -Instalar una infusión de 4-10 µg/min

- **En caso de refractariedad al tratamiento con adrenalina se deben usar otros agentes:** noradrenalina, fenilefrina, terlipresina (un análogo sintético de la vasopresina), metaraminol o metoxamina. Hay varios reportes de tratamiento exitoso de anafilaxia severa refractaria a adrenalina en que se ha usado arginina vasopresina (hormona antidiurética). En los pacientes en tratamiento con betabloqueadores y falta de respuesta a la adrenalina, cuando hay disponibilidad se usa glucagón en dosis de 1-2 mg IV y se repite cada 5 minutos o una infusión continua de 5-15 µg/min; también tiene indicación en pacientes cardiopatas, especialmente coronarios, en que el uso de adrenalina puede asociarse a riesgos mayores.
- **Soporte de la vía aérea:** administrar oxígeno en flujos altos por mascarilla de alto flujo (en anestesia regional) o a través de tubo endotraqueal (en anestesia general).
- **Reanimación agresiva con volumen:** administrar en cantidad proporcional a la gravedad del cuadro clínico. Inicialmente se administran cristaloides (20 ml/kg de Ringer lactato), pero si hay una respuesta débil o nula a los cristaloides, se incluyen expansores plasmáticos o coloides (10 ml/kg de Voluven 6%), especialmente cuando el volumen de cristaloides administrados excede los 30 ml/kg.
- **El azul de metileno:** usado históricamente con múltiples propósitos, se ha utilizado para aumentar la presión arterial, en combinación con la adrenalina.
- **El sugammadex** puede estar indicado en aquellas anafilaxias que pueden ser atribuidas al rocuronio o vecuronio.

- En el caso de anafilaxia en que se sospeche de la protamina, el antagonismo directo (a través de interacciones químicas) con **heparina**, se ha demostrado que puede crear complejos con protamina y aliviar el cuadro.
- El uso de **atropina** está restringido a los casos de bradicardia severa refractaria a la epinefrina y/o a la terapia con fluidos endovenosos, en los pacientes tratados con betabloqueadores y en los que puede ocurrir un paro cardíaco en las fases tempranas de la anafilaxia.

Tratamiento secundario:

- **Broncodilatadores:** los agonistas beta-2 pueden ser útiles en el tratamiento sintomático del broncoespasmo refractario a adrenalina. En caso de broncoespasmo sin hipotensión arterial, se recomienda administrar un inhalador de dosis medida con 1-2 puffs de una agonista de los receptores adrenérgicos β_2 , como el salbutamol, o una nebulización de adrenalina. Si la respuesta es refractaria o en pacientes con síntomas severos, se recomienda un bolo IV de 100-200 μg de salbutamol y si es necesario una infusión continua de 5-25 $\mu\text{g}/\text{min}$.
- **Corticoides:** aunque no hay evidencia de su utilidad en anafilaxia, su uso en otras reacciones alérgicas hace recomendable su utilización. Se usa hidrocortisona o metilprednisolona. Debido a su lento inicio de acción, son considerados parte del tratamiento secundario. En adultos se utilizan 200 mg de hidrocortisona IV en bolo (1-5 mg/kg) cada 6 horas, o 1 a 2 mg/kg IV en bolo cada 6 horas.
- **Antihistamínicos:** los bloqueadores H1 actúan lenta y principalmente aliviando los síntomas cutáneos, más que los problemas hemodinámicos y respiratorios: clorfenamina 4 mg. La combinación de un antihistamínico H1 y H2 no es superior a un antihistamínico H1 sólo para prevenir los efectos periféricos de la histamina, por lo que el uso de famotidina en forma concomitante actualmente no se justifica.

Recomendaciones prácticas

Una anafilaxia intraoperatoria es una condición clínica potencialmente mortal. Teniendo claro que se trata de una reacción grave, de inicio rápido y que puede causar la muerte, el pedir ayuda nunca debe ser un signo de debilidad, sino por el contrario, debe formar parte del esquema de tratamiento.

Los auxiliares de anestesia deben estar familiarizados con la dilución de la adrenalina, que es la droga de elección. Lo primero siempre es preparar 1 ampolla de adrenalina (1 mg) y diluirla en 10 ml de suero fisiológico; más adelante se verá si es necesaria la preparación de una bomba de infusión. La adrenalina debe ser diluida a concentraciones máximas de 0,1 mg/ml. Al ser administrada por vía endovenosa debe ser cuidadosamente titulada y monitorizada con estrecha vigilancia de la respuesta cardiovascular, especialmente en pacientes cardiopatas.

Es recomendable contar con un "Carro de Anafilaxia" en el recinto quirúrgico, preparado y disponible para iniciar rápidamente el tratamiento y cumplir con las normas

desarrolladas en cada servicio o sociedad de anesthesiólogos. Debe incluir una “Carta de manejo de anafilaxia” independiente para adultos y niños, protocolos de infusión de adrenalina, noradrenalina, vasopresina y salbutamol, así como tubos de recolección para medir triptasa sérica para confirmar el diagnóstico.

Como en el contexto perioperatorio la anafilaxia puede presentarse directamente como paro cardíaco (especialmente como actividad eléctrica sin pulso), es importante comenzar la reanimación cardiopulmonar inmediata de buena calidad, ciñéndose a las normas de la ACLS, dirigidas por el anesthesiólogo.

Lecturas recomendadas:

- C. Luxoro & R. Bustamante. Anafilaxia Perioperatoria: Tratamiento y Manejo Alergoanestésico. *Rev Chil Anest* 2010; 39: 53-68.
- R. Bustamante & C. Luxoro. Anafilaxia Perioperatoria: Cuadro Clínico y Diagnóstico. *Rev Chil Anest* 2010; 39: 36-52.
- R. Bustamante. Anafilaxia y shock anafiláctico. *Rev Chil Anest* 2021; 50: 27-55.
- Recomendaciones Clínicas de la Sociedad de Anestesiología de Chile: Anafilaxia en Anestesia. Disponibles en: https://www.sachile.cl/upfiles/rc/RC_Anafilaxia_en_Anestesia_SACH.pdf

Capítulo 38

Vía aérea difícil

Dra. Vanessa Vásquez Stuardo
Dr. Sebastián Gauna Palavecino

Introducción

La función principal de la vía aérea es permitir el adecuado intercambio gaseoso. La vía aérea difícil supone un desafío anestésico para el cual el equipo debe estar preparado ya sea de forma anticipada o imprevista. En el siguiente capítulo se revisarán los aspectos más importantes del tema.

Definiciones

Se habla de vía aérea difícil cuando un operador experimentado en el manejo de la vía aérea, como un anestesiólogo u otro clínico bien entrenado, sospecha o presenta dificultad en realizar cualquiera de las técnicas de manejo de vía aérea, es decir, en la intubación endotraqueal, ventilación con máscara facial, instalación y uso de máscara laríngea o en la ejecución de un acceso frontal de cuello de emergencia. Esta dificultad puede ser producto de variaciones anatómicas propias del paciente (ej. mandíbula pequeña, cuello grueso) o alteraciones patológicas (ej. abscesos de cuello o cavidad oral, tumor). Una vía aérea difícil, además, puede ser sospechada antes de iniciar su manejo llamándose vía aérea difícil anticipada, o bien, reconocerse la dificultad posterior a empezar a manejarla, es decir, una vía aérea difícil imprevista.

Al referirse a las dificultades con las distintas técnicas, se encuentran las siguientes definiciones:

Ventilación difícil con máscara facial o máscara laríngea: cuando no es posible proveer adecuada ventilación por un operador adiestrado, dado que hay inadecuado sello, excesiva fuga de gas o excesiva resistencia a la entrada o salida del gas. Esto se evidencia por movimientos de tórax paradójales o ausentes, sonidos ventilatorios insuficientes o ausentes, signos auscultatorios de obstrucción severa, cianosis, entrada de aire al estómago, descenso de la saturación, capnografía inadecuada o ausente, no hay medición de gas exhalado o bien cambios hemodinámicos relacionados a hipoxia o hipercapnia.

Instalación de máscara laríngea difícil: cuando se requieren múltiples intentos para su instalación.

Laringoscopia difícil: cuando no se puede visualizar ninguna porción de las cuerdas vocales (Cormack-Lehane III o IV). La Clasificación de Cormack-Lehane tiene utilidad una vez realizada la laringoscopia y estratifica los pacientes en 4 grados de dificultad:

- Grado I: con la maniobra de laringoscopia pueden verse las cuerdas vocales en su totalidad.
- Grado II: las cuerdas vocales son visibles sólo parcialmente.
- Grado III: sólo se observa la epiglotis.
- Grado IV: no se observa la epiglotis.

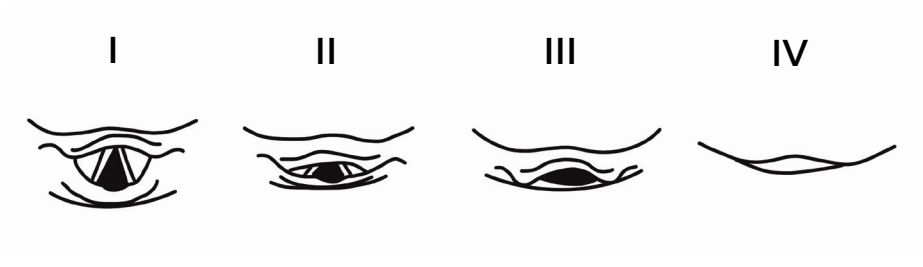


Figura 38.1. Clasificación de Cormack-Lehane, de menor (izquierda) a mayor dificultad (derecha) de visualización de las cuerdas vocales.

Intubación traqueal difícil: cuando se han requerido múltiples intentos.

Las definiciones anteriores hablan de dificultad, pero, no significan fracaso, en tanto, hablamos de fracaso o falla cuando estas técnicas se han realizado de forma óptima y no se ha conseguido el objetivo tras 3 intentos. Este límite de 3 intentos se menciona en la mayoría de las guías y algoritmos que abordan vía aérea difícil y se fundamenta en que intentos repetidos sin éxito sólo logran traumatizar la vía aérea provocando edema, sangrado y distorsión de las estructuras, que harán más difícil su posterior manejo y pueden convertir a un paciente no intubable, pero sí ventilable en un paciente no intubable y no ventilable, que es el peor escenario al que se debe tratar de evitar llegar.

El concepto de intento óptimo, en tanto, implica una serie de maniobras y uso de dispositivos y drogas que se adoptan para mejorar las condiciones del segundo y/o tercer intento y no sólo repetir “3 intentos iguales”, ya que, si no se cambia la estrategia difícilmente se obtendrá un resultado distinto.

Cuándo sospechar una vía aérea difícil

Existen antecedentes de la historia clínica, hallazgos al examen físico y patologías que deben alertar ante la posibilidad de encontrarse con una vía aérea difícil y son conocidos como “predictores de vía aérea difícil”. La posibilidad de encontrar dificultad aumenta cuando el paciente posee más de un predictor. En la **Tabla 38.1.** se mencionan algunos de estos predictores.

Tabla 38.1. Predictores de vía aérea difícil		
HISTORIA CLÍNICA	EXAMEN FÍSICO	PATOLOGÍAS AGUDAS
Edad avanzada Obesidad Síndrome apnea obstructiva del sueño Osteoartritis degenerativa Anquilosis Estenosis subglótica Hipertrofia adenoides o tonsilas Síndrome de Treacher-Collins Síndrome Pierre Robin Síndrome de Down Historia de intubación difícil previa	Dientes incisivos superiores largos. Incisivos superiores más anteriores que los inferiores al cerrar boca. Imposibilidad de llevar dirigidamente los incisivos inferiores delante de los superiores. Distancia entre incisivos superiores e inferiores menor a 3 cm al abrir al máximo la boca. Mallampati III o IV. Paladar muy arqueado o muy estrecho. Espacio mandibular indurado, ocupado por masas, rígido. Distancia tiromentoniana menor a 3 dedos. Cuello grueso y corto.	Abscesos de cabeza y cuello. Insuficiencia respiratoria. Diagnóstico o sospecha de fractura columna cervical. Quemadura de vía aérea.

Mallampati: Se refiere a la visualización de la úvula al abrir la boca y sacar la lengua sin emitir sonido. Se clasifica en 4 visiones siendo Mallampati 1 la visión de pilares amigdalinos, paladar blando y la úvula a totalidad, Mallampati 2 visión de úvula y paladar blando, Mallampati 3 visión de base de la úvula y paladar blando, Mallampati 4 no se logra ver paladar blando. Tres y cuatro indican dificultad (**Figura 38.2.**).

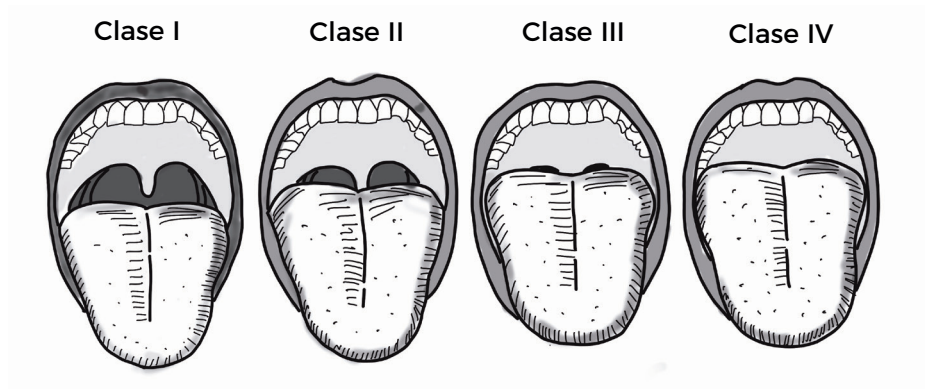


Figura 38.2. Clasificación de Mallampati, según lo descrito en el texto.

Distancia tiromentoniana: se mide desde el mentón al cartílago tiroideos con cuello extendido. Indica posible dificultad al ser menor a 6 cm o 3 dedos del paciente.

Dentadura: la ausencia de dientes dificulta el selle requerido para la ventilación con máscara facial. Incisivos prominentes pueden dificultar la laringoscopia y conllevar mayor riesgo de trauma dental. Dientes en mal estado o sueltos pueden lesionarse e incluso soltarse con las maniobras de manejo de vía aérea en desmedro de la salud dental del paciente y, más grave aún, caer en el árbol traqueobronquial generando trauma y obstrucción.

Patologías:

- **Síndromes genéticos:** existen varios síndromes genéticos que presentan características de vía aérea que dificultan su manejo, algunas de cuyas características son: micrognatia (mandíbula pequeña), paladar arqueado y estrecho, paladar hendido, macroglosia (lengua grande), etc. Cada vez que nos enfrentemos a un paciente con diagnóstico de algún síndrome genético es recomendable revisar si tiene alguna implicancia en el manejo de la vía aérea.

- **Obesidad:** se asocia principalmente a dificultad para ventilar por mayor colapso de partes blandas. También es más complejo lograr alinear los ejes de vía aérea por exceso de panículo adiposo posterior y realizar la laringoscopia por exceso de panículo adiposo anterior. Es importante también considerar que los pacientes obesos presentan desaturación más rápida que los pacientes eutróficos (envergadura normal), incluso tras breves períodos de apnea, dado su mayor consumo de oxígeno y disminución de volúmenes pulmonares (capacidad residual funcional), teniendo muy poca reserva para tolerar la apnea. Por lo anterior, en estos pacientes es indispensable una buena preoxigenación y utilizar la posición de rampa.

- **Abscesos de espacios profundos de cabeza y cuello:** esta situación engloba varias posibles dificultades, como una apertura bucal disminuida (trismus) que limita el paso por boca del tubo y laringoscopio, desviación de la vía aérea, presencia de masas anómalas, posibilidad de ruptura de abscesos con las maniobras, dificultad para ventilar, dificultad para realizar una cricotiroidotomía o traqueostomía de emergencia, etc. A mayor tiempo de evolución y mayor cantidad de compartimentos comprometidos habrá mayor dificultad en su manejo.

- **Tumores de cabeza y cuello:** pueden distorsionar la vía aérea aunque ya hayan sido tratados quirúrgicamente de forma previa. Siempre pensar en que puede existir fibrosis y rigidez de tejidos tras radioterapia.

Algoritmos de manejo de vía aérea difícil

El manejo de la vía aérea difícil ha sido objeto de estudio y de elaboración de múltiples guías y algoritmos que sugieren cómo abordar el problema. Esto porque las causas, el tipo de dificultad encontrada y la situación clínica en que se requiere manejo de la vía aérea son muy diversas, no existe una conducta única y global que sirva a todos los casos, por lo que es útil familiarizarse con lo que sugieren los esquemas de manejo más

reconocidos a nivel mundial y también con los recursos humanos y técnicos de cada realidad local.

Independiente del algoritmo que se elija, siempre se debe tener en mente que la meta primaria de la vía aérea es mantener la entrega de oxígeno al alvéolo para que pueda luego transportarse al resto del organismo, independiente de la técnica usada para conseguirlo. ¿Y qué se necesita para lograrlo? La respuesta es: una vía aérea permeable y algún mecanismo de aporte de oxígeno.

Una vía aérea permeable se puede lograr a través de:

Técnicas no quirúrgicas

- Máscara facial
- Elemento supraglótico (máscara laríngea)
- Intubación endotraqueal

Técnicas quirúrgicas

- Acceso quirúrgico frontal de cuello (cricotiroidotomía o traqueotomía).

Todas las técnicas son válidas según la situación que se enfrente y la técnica elegida para iniciar el manejo del paciente, es decir, el punto de partida puede variar. Además, el momento en que se detecta la vía aérea difícil también es variable, puede ser cuando ya se está manejando la vía aérea (vía aérea difícil imprevista) o con anticipación a su manejo (vía aérea difícil anticipada). En tanto, la urgencia de iniciar su manejo varía también, así, se puede requerir manejarla de forma urgente (ej. paciente inconsciente o hipoxemia instaurada), pronta, pero, permitiendo tiempo de preparación (ej. absceso de cabeza y cuello en paciente estable que debe operarse) o electiva (ej. vía aérea difícil reconocida en la evaluación preanestésica de cirugía electiva).

La mayoría de los algoritmos que proponen cómo manejar la vía aérea difícil parten con un primer intento de manejo de vía aérea a través de la intubación endotraqueal difícil o fallido, sin embargo, podría plantearse poner una máscara laríngea y no un tubo endotraqueal para manejar un caso, por ejemplo para una cirugía electiva de corta duración. Tanto frente a la intubación como a la instalación de una máscara laríngea pueden presentarse dificultades como las mencionadas antes, entonces, más que seguir un orden estricto de qué dispositivo se usa primero y cual se usa después al encontrar dificultad, siempre recordar que si no hay éxito tras un número limitado de intentos con una técnica (3 o menos intentos) se dispone de otras opciones para lograr una vía aérea permeable y tener muy claro que insistir en una técnica que no ha resultado sólo traumatizará más la vía aérea haciendo más difícil o imposible su manejo con las otras opciones.

Cabe destacar que cuando se detecta una vía aérea difícil anticipada y su manejo no es urgente, se puede plantear una intubación vigil como alternativa de manejo en tanto, en otras situaciones, el manejo es similar a la vía aérea imprevista y se realiza con el paciente dormido.

Intubación vigil

Una intubación vigil es un procedimiento complejo que requiere habilidades técnicas especializadas, colaboración del paciente y excelente trabajo en equipo. Consiste en la instalación de un tubo traqueal con el paciente despierto, bajo anestesia local y frecuentemente con sedación. Este procedimiento es muy molesto para el enfermo por lo que se reserva sólo a pacientes en que se sospecha o se tiene el antecedente de vía aérea difícil para que en todo momento se pueda conservar la ventilación espontánea y disminuir el riesgo de hipoxemia frente a un paciente no intubable y no ventilable.

Se debe tener en cuenta que para la intubación vigil no existe una sola fórmula de trabajo por lo que dependerá del tipo de paciente, de las destrezas del anestesiólogo y el equipamiento del centro.

Se debe contar con los siguientes elementos, aparte de lo que habitualmente se prepara para una anestesia general convencional:

- Lidocaína en gel al 4%, lidocaína en *spray* al 10%.
- Vasoconstrictores nasales (oximetazolina 0,05%).
- Bombas de infusión continua y/o bomba de TIVA.
- Laringoscopio con hoja 3, hoja 4, videolaringoscopio y/o fibrobroncoscopio.
- Conductor y *bougie*.
- Tubos orotraqueales de varios tamaños (incluyendo un 6.0).
- Máscara laríngea (idealmente de 2ª generación).
- Cánula orofaríngea y nasofaríngea. Cánula VAMA (se trata de un dispositivo especial para intubación con fibrobroncoscopio que está disponible en algunos centros).
- Cánula nasal de alto flujo o naricera. Útil para mantener un flujo de oxígeno durante todo el procedimiento (oxigenación apneica).
- Fármacos para sedación según indicaciones del anestesiólogo: remifentanilo, fentanilo, dexmedetomidina, propofol, midazolam, etc.
- Relajo neuromuscular, lidocaína al 2% y atropina 1 mg/10 ml.
- Tarima o escabel.
- Ecógrafo.

El procedimiento debe ser consentido por el paciente y se debe informar al equipo de lo que se va a realizar. Idealmente se debe contar con dos anestesiólogos y un cirujano que ayude en caso de necesitar un acceso cervical quirúrgico.

En primer lugar se debe administrar anestesia local en la orofaringe (topicalización) con lidocaína en *spray* en la garganta solicitando al enfermo que haga gárgaras. Se puede inyectar lidocaína al 2% en la membrana cricotiroides según preferencia del anestesiólogo.

Luego de esto se debe iniciar la sedación con el fármaco elegido para este efecto. Concomitantemente se debe realizar una adecuada preoxigenación por al menos 3 minutos y colocar naricera o cánula nasal para mantener la oxigenación apneica.

Una vez obtenida una buena anestesia local y sedación se debe realizar un intento de intubación. Si este fuese frustrado se deberán optimizar las condiciones o cambiar de

abordaje, por ejemplo: pasar de videolaringoscopia a fibrobroncoscopia, etc. Siempre se debe considerar el intento por un operador más experto.

De no lograrse la intubación tras 4 intentos se puede considerar postergar la cirugía o acceso quirúrgico a la vía aérea por el cuello, idealmente una traqueostomía vigil realizada por cirujano.

Lecturas recomendadas:

M.A. Gómez-Ríos, L. Gaitini, I. Matter & M. Somri. (2018). Guías y algoritmos para el manejo de la vía aérea difícil. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*, 65(1).

Ricardo Urtubia, V., Eliana Escudero, Z., Orlando Esparza G. & José Miguel Gutiérrez G. (2015). El Aporte de las Nuevas Guías de la Sociedad de Vía Aérea Dificil (DAS). *Revista Chilena de Anestesia*, 44(2), 151-162.

Capítulo 39

Laringoespasmio

Dra. Rocio Sútil Leguía

Introducción

El laringoespasmio perioperatorio es una emergencia de la vía aérea, corresponde al cierre sostenido de las cuerdas vocales, lo cual resulta en la obstrucción parcial o total de la vía aérea superior del paciente. Es una exageración de un reflejo fisiológico, el cierre glótico, pero resulta problemático durante la anestesia. Este reflejo en condiciones normales previene de la entrada de algún cuerpo extraño a la tráquea, pero durante la anestesia previene que el paciente pueda ser ventilado.

Es un evento más o menos frecuente en la práctica clínica que puede ocurrir en cualquier fase de la anestesia, siendo más frecuente en el despertar cuando se retira el tubo oro-traqueal, por esto es importante realizar una buena aspiración de secreciones antes de extubar a un paciente.

Se establece que ocurre en el 1% de la población adulta, siendo el doble en niños y triple antes de los 3 meses de edad, con hasta un 25% en población pediátrica, dependiendo de si el paciente padece alguna enfermedad obstructiva o tiene algún otro factor de riesgo. Es posible que esta incidencia sea aún más alta, ya que muchas veces los casos leves no son reportados. En anestesia pediátrica su incidencia es un índice de calidad del operador.

En la mayoría de los casos hay respuesta al tratamiento sin secuelas, pero es un evento que no debe ser subestimado, ya que puede tener consecuencias como:

- Desaturación de oxígeno
- Bradicardia
- Edema pulmonar
- Aspiración de contenido gástrico
- Paro cardiorrespiratorio

Los factores que aumentan el riesgo de esta complicación provienen de una combinación de eventos tanto del paciente, la cirugía como la anestesia, que se destacan en la **Tabla 39.1**.

El manejo de esta complicación incluye una adecuada prevención de los pacientes con más riesgo, el reconocimiento precoz, tratamiento y el cuidado postanestésico.

Tabla 39.1. Factores vinculados al desarrollo de laringoespasma		
Relacionados con la anestesia	Relacionados con el paciente	Relacionados con la cirugía
Anestesia superficial: Inducción/mantención: uso de máscara laríngea o máscara facial. Emergencia: en la extubación.	Edad: A menor edad mayor riesgo.	Cirugía de la vía aérea, cirugía tiroidea, cirugía esofágica y otras: Apendicetomía. Dilatación cervical o anal. Mediastinoscopia. Reparación hipospadias.
Irritación de la vía aérea: Gases anestésicos: desflurano e isoflurano son más irritantes que sevoflurano. Sangre, secreciones o moco en vía aérea. Manipulación de la vía aérea: como succión, laringoscopia o introducción del tubo orotraqueal.	Hiperreactividad de la vía aérea: Pacientes con asma. Infección respiratoria actual o dentro de 6 semanas previas.	
Tipo de dispositivo: Mayor riesgo con tubo orotraqueal que con máscara laríngea.	Uso de tabaco: Uso crónico. Fumador pasivo.	
Experiencia del anestesista: Importante en pacientes pediátricos, donde la experiencia del anestesista disminuye el riesgo.	Obesidad y apnea obstructiva del sueño: Reflujo gastroesofágico. Anomalías de la vía aérea.	

Prevención

Para prevenir este evento es necesario reconocer los factores de riesgo, de tal manera de:

- Profundizar la anestesia previo a los estímulos, mantener una adecuada comunicación con el equipo y considerar por parte de los cirujanos preguntar al anestesista si es factible iniciar la cirugía.
- Retrasar cirugías electivas ante infecciones de vía aérea superior, sobre todo en niños.
- Realizar inducción anestésica endovenosa o inhalatoria con gases no irritantes, además de comenzar la laringoscopia con anestesia profunda y uso de relajantes neuromusculares.
- Extubar a los pacientes con anestesia profunda o bien despierto, NO en planos intermedios.

Las condiciones adecuadas para extubar son 2:

- Bien profundo: aspirar vía aérea, mantener en decúbito lateral, extubar y evitar molestar al paciente posteriormente.
- Bien despierto: paciente mantiene adecuada ventilación, muecas faciales, abre los ojos.

Fármacos como el sulfato de magnesio y la lidocaína usados en forma preventiva, se ha visto que reducen la incidencia de laringoespasma.

Reconocimiento

Se observa obstrucción de vía aérea, es posible escuchar silbido inspiratorio (estridor laríngeo), esfuerzo respiratorio incrementado o anormal (respiración paradójal y ahuecamiento supraesternal), desaturación, caída en los valores de capnografía o bradicardia (frecuencia cardíaca bajo 60 latidos por minuto). No hay respuesta en la ventilación con el uso de cánulas orofaríngeas de Mayo o Guedel.

Tratamiento

Si esto ocurre, la comunicación con el equipo es fundamental. Se debe realizar las siguientes acciones junto con el anestesista:

- Suspender cualquier estímulo al paciente, incluida la cirugía si se está llevando a cabo.
- Chequear si hay sangre o contenido gástrico en vía aérea, aspirar con mucho cuidado pues la aspiración misma podría aumentar el laringoespasmo.
- Retirar máscaras laríngea o dispositivos similares.
- Ventilar con presión manual y máscara facial, usar la bolsa de la máquina con oxígeno al 100% a presión positiva, tratando de vencer el obstáculo.
- Solicitar ayuda.
- Levantar la mandíbula, para ayudar a despejar la vía aérea.
- Uso de cánula orofaríngea o cánula nasofaríngea, si no es posible abrir la boca.
- Mantener ventilación manual con máscara facial, uso de ambas manos de ser necesario, con ayuda.
- Profundizar la anestesia: uso de propofol o sevoflurano.
- Si no hay mejoría, uso de fármacos: 1 mg/kg de lidocaína y en última instancia dosis bajas de succinilcolina: 0,1 mg/kg. Usar vía intramuscular si se hubiera perdido la vía endovenosa.
- Si hay bradicardia, uso de atropina.

Preparación de fármacos importantes

Lidocaína 2%: cada ampolla de 5 o 10 ml contiene 100 o 200mg de lidocaína respectivamente. Se prepara sin diluir en jeringa de 5 ml: 1 ml corresponde a 20 mg de lidocaína.

Propofol 1%: cada ampolla de 20 ml contiene 200 mg de propofol. Se prepara sin diluir en jeringa de 20 ml: 1 ml corresponde a 10 mg de propofol.

Succinilcolina: cada ampolla de 5 ml contiene 100 mg de succinilcolina. Se prepara sin diluir en jeringa de 5 ml: 1 ml corresponde a 20 mg de succinilcolina.

Atropina: cada ampolla de 1 ml contiene 1 mg de atropina. Se prepara diluyendo este en una jeringa de 10 ml: 1 ml corresponde a 0.1 mg de atropina.

Lecturas recomendadas:

G. Gavel & R.W.M. Walker. *Laryngospasm in anaesthesia*. OUP Academic, 26 de agosto de 2013. <https://academic.oup.com/bjaed/article/14/2/47/271333>

N. Jagannathan & N. Burjek. *Complications of pediatric airway management for anesthesia*. uptodate. 4 de septiembre de 2020. <https://www.uptodate.com/contents/complications-of-pediatric-airway-management-for-anesthesia/print>

Update on the management of laryngospasm. *Journal of Anesthesia & Critical > Care: Open Access*. 28 de marzo de 2018. <https://medcraveonline.com/JACCOA/update-onthe-management-of-laryngospasm.html>

Equipo editorial

Dr. Ricardo Bustamante Bozzo

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Maestro de la Anestesiología chilena
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Hospital Urgencia Asistencia Pública
Santiago de Chile, Región Metropolitana

Dra. Marcela Ávila Ávila

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Jefa del programa de Especialidad de Anestesiología de la Universidad de Santiago
Hospital Urgencia Asistencia Pública
Santiago de Chile, Región Metropolitana

Dr. Francisco Tórrez Herrera

Medico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Profesor Instructor II Universidad de Santiago
Hospital Urgencia Asistencia Pública
Santiago de Chile, Región Metropolitana

Colaboradores

Arancibia Molina, Matías

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital Dr. Luis Calvo Mackenna
Santiago, Chile

Ávila Ávila, Marcela

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Bustamante Bozzo, Ricardo

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Chacón Abba, Renato

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Concha Sepúlveda, Karoll

Médico especialista en Anestesiología
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Durán Barceló, Macarena

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Errázuriz Larraín, María del Rosario

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Instructor I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

González Herrera, Diego

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Hanna Fassin, Isabelle

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Hanna Ruz, Víctor

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Adjunto I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Hayden Montoya, Claudio

Enfermero
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Ibáñez Bustos, Víctor

Médico cirujano
Becado Anestesiología y reanimación Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Mateo Pizarro, Daniel

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Moreno Escobar, Roberto

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital Urgencia Asistencia Pública
Profesor Instructor I Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Muñoz Villagra, Macarena

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Instructor II Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Pinto Amaya, Paz

Enfermera
Magíster en Salud Pública
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Reyes Sepúlveda, Matías

Médico cirujano
Becado Anestesiología y reanimación Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Rimassa Chaparro, Rodrigo

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Ruz Olguín, Francisca

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital San José
Santiago, Chile

Sutil Leguía, Rocío

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Tórrez Herrera, Francisco

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Instructor II Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Vallette Fuentes, Andrés

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Santiago, Chile

Vásquez Stuardo, Vanessa

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital de Urgencia Asistencia Pública
Profesor Instructor II Universidad de Santiago
Santiago, Chile

Vega Pinochet, Francisca

Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación
Hospital El Carmen
Santiago, Chile

Este libro fue posible gracias al apoyo de la Universidad de Santiago de Chile a través de la Vicerrectoría de Vinculación con el Medio. En la presente edición trabajó el equipo completo de Editorial Usach:

Director
Galo Ghigliotto

Equipo editorial
Catalina Echeverría (editora)
Andrea Meza (diseñadora)
Ana Ramírez (diseñadora)
Consuelo Olguín (editora adjunta)

Equipo administrativo
Martín Angulo (jefe administrativo)
Claudia Gamboa (secretaria)
Daisy Farías (auxiliar de servicio)

Equipo comercial
Emiliana Pereira (jefa comercial)
Javier Solís (ventas)
Pablo Masquiarán (asistente de bodega)



*

Esta
primera
edición de
*Conceptos básicos en
anestesiología* se terminó
de imprimir en abril de 2023 en
los talleres de xxx con un tiraje de xxx
ejemplares.
Para los textos de portada se utilizó la
tipografía Berthold Akzidenz
Grotesk; para el interior se
utilizó la tipografía
Minion Pro.





Este manual está orientado principalmente al técnico de anestesia y enfermero de pabellón, ya que al ser integrantes del equipo de anestesia y reanimación, deben poseer conceptos básicos en anestesiología además de teóricos y prácticos, que les permitan reaccionar coordinadamente junto al médico, de tal forma de optimizar los resultados.

Además, otros profesionales no médicos han empezado a tomar contacto, directa o indirectamente con la anestesiología y la reanimación: en pabellones quirúrgicos, en cirugía ambulatoria, en sala de recuperación y en los sistemas de rescate. Por eso es que este manual también va dirigido a ellos, esperando entregarles algunas nociones básicas de la especialidad.



FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS

COLECCIÓN FUERA DE SERIE

