



Monitorización básica del paciente durante la anestesia

AUTOR: Dra. Gabriella Iohom, PhD

EDITOR DE LA SECCIÓN: Girish P Joshi, MB, BS, MD, FFARCSI, FASA

EDITOR ADJUNTO: Dra. Marianna Crowley

Todos los temas se actualizan a medida que hay nueva evidencia disponible y se completa nuestro [proceso de revisión por pares](#).

Revisión de literatura actualizada hasta: **marzo de 2025**.

Última actualización de este tema: **24 de febrero de 2025**.

INTRODUCCIÓN

La monitorización es un componente esencial de la atención anestésica. Los anestesiistas deben monitorizar las variables fisiológicas del paciente y el equipo de anestesia durante todo tipo de anestesia, ya que la anestesia y la cirugía pueden causar cambios rápidos en las funciones vitales. La monitorización del paciente y del equipo se utiliza para ajustar la administración de la medicación anestésica, detectar perturbaciones fisiológicas y permitir la intervención antes de que el paciente sufra daños, así como para detectar y corregir fallos del equipo.

Este tema abordará los monitores básicos de pacientes utilizados durante la anestesia. La monitorización del bloqueo neuromuscular, la ecocardiografía transesofágica (ETE), la monitorización para prevenir la consciencia durante la anestesia, la neuromonitorización durante la anestesia y la cirugía, y la monitorización del catéter de la arteria pulmonar se abordan por separado.

- (Ver ["Monitorización del bloqueo neuromuscular"](#).)
- (Ver ["Ecocardiografía transesofágica: indicaciones, complicaciones y proyecciones normales"](#).)
- (Ver ["Cateterismo de la arteria pulmonar: indicaciones, contraindicaciones y complicaciones en adultos"](#).)
- (Ver ["Despertamiento accidental durante la anestesia general", sección sobre "Monitorización"](#)).
- (Ver ["Neuromonitorización en cirugía y anestesia"](#).)

NORMAS PARA LA MONITORIZACIÓN DURANTE LA ANESTESIA

El término "monitores estándar de la ASA" se utiliza a menudo para referirse a los monitores fisiológicos básicos recomendados por la Sociedad Americana de Anestesiólogos [1]. Los monitores estándar de la ASA aplicados al paciente incluyen un oxímetro de pulso, un electrocardiógrafo (ECG), un dispositivo de presión arterial no invasiva y un monitor de temperatura. Además, los estándares de monitorización de la ASA incluyen la medición del dióxido de carbono espiratorio final (ETCO₂), la concentración de oxígeno inspirado y el uso de alarmas de baja concentración de oxígeno y de desconexión del ventilador. La ASA recomienda encarecidamente la monitorización cuantitativa del volumen de gas espirado. Según los estándares de la ASA para la monitorización, la monitorización continua se define como la medición repetida de forma regular y frecuente en una sucesión rápida y constante (p. ej., la medición automática de la presión arterial no invasiva), mientras que la monitorización continua es la que se prolonga sin interrupción (p. ej., la monitorización del ECG).

Las normas de monitorización durante la anestesia creadas por organizaciones internacionales de anestesia se muestran en una tabla ([tabla 1](#)) [2-6]. Todas estas normas establecen que la monitorización más importante es la presencia de un anestesiista durante toda la anestesia e incluyen declaraciones sobre el uso de un monitor de presión arterial, un oxímetro de pulso y un monitor de ETCO₂ durante la anestesia.

MODALIDADES DE SEGUIMIENTO

Monitoreo clínico : El monitoreo clínico mediante inspección visual, auscultación y palpación es un factor determinante para la seguridad del paciente. Los cambios en los signos clínicos pueden ser sutiles y, a menudo, preceden a anomalías en los parámetros medidos por los dispositivos de

monitoreo. Estos dispositivos no reemplazan la observación clínica; más bien, amplían y cuantifican la información clínica ([tabla 2](#)).

Monitoreo del sistema respiratorio

Oxigenación

Cianosis : La evaluación clínica de la hipoxemia, determinada por la cianosis perioral, es notoriamente poco fiable. Muchos factores, como la pigmentación natural de la piel, la iluminación ambiental, la variación interobservador y la concentración de hemoglobina, pueden afectar la detección de la cianosis. Aproximadamente 5 g/dl de hemoglobina no oxigenada en los capilares genera el color azul oscuro que se aprecia clínicamente como cianosis [7]. Sin embargo, este umbral puede presentarse con diferentes niveles de saturación arterial de oxígeno y contenido de hemoglobina arterial, como se muestra en la figura ([figura 1](#)).

Oximetría de pulso : La oximetría de pulso es un método cuantitativo para evaluar la oxigenación que debe utilizarse siempre que sea posible durante cualquier anestesia y forma parte de la lista de verificación de cirugía segura preoperatoria de la Organización Mundial de la Salud [8]. Si no es posible utilizar la oximetría de pulso durante la inducción anestésica (p. ej., en niños pequeños o con adultos que no cooperan), el monitor debe conectarse en cuanto se pierda la consciencia y el motivo del retraso debe registrarse en el registro de anestesia. Es importante que el tono de pulso de tono variable y la alarma de umbral bajo sean audibles para el anestesista.

Los principios de la oximetría de pulso, el equipo, la precisión y las fuentes de error se describen por separado ([tabla 3](#)). (Véase "[Oximetría de pulso](#)", [sección "Sondas"](#)).

En el quirófano, los oxímetros de pulso se colocan comúnmente en el dedo o el lóbulo de la oreja en adultos, y en el pie/tobillo o la muñeca/palma en bebés, para proyectar luz a través del tejido y detectarla en el otro lado. Las sondas frontales más modernas utilizan tecnología de reflectancia para medir la luz retrodispersada en lugar de la transmitida. El tiempo de respuesta a los cambios en la saturación de oxígeno es más rápido con las sondas frontales y auricular que con las de dedo. (Consulte "[Oximetría de pulso](#)", [sección "Sondas"](#)).

La mayoría de los oxímetros de pulso muestran una onda pletismográfica (pletismografía) ([figura 2](#)). El propósito práctico de mostrar la onda pletismográfica es verificar la correcta colocación y funcionamiento de la sonda. En los oxímetros de pulso disponibles comercialmente, la onda solo se procesa para determinar la frecuencia cardíaca. La mayoría de los monitores de oxímetros de pulso muestran un indicador de la calidad de la señal; una buena señal indica que el oxímetro funciona correctamente.

La onda pletismográfica se asemeja a una onda intraarterial, y un análisis avanzado también puede proporcionar información clínica adicional. Un monitor especializado incorpora un algoritmo para medir continuamente los cambios en el volumen del pulso y determinar así el índice de variabilidad pletismográfica (IPP). El IPP mide los cambios dinámicos en el índice de perfusión a lo largo de los ciclos respiratorios, con el objetivo de predecir la respuesta a los fluidos [9]. (Véase "[Nuevas herramientas para la monitorización hemodinámica en pacientes críticos con shock](#)", [sección "Análisis del contorno del pulso \(respuesta a los fluidos\)"](#) y "[Gestión intraoperatoria de fluidos](#)", [sección "Terapia de fluidos dirigida por objetivos"](#)).

La utilidad del IVP para predecir la respuesta a los fluidos intraoperatorios no está clara. Un metaanálisis de 10 estudios pequeños que compararon el IVP con medidas de respuesta a los fluidos basadas en el gasto cardíaco o el volumen sistólico reveló que el IVP fue razonablemente preciso para predecir la respuesta a los fluidos en adultos con ventilación mecánica [10]. El IVP no es fiable en pacientes con fibrilación auricular o arritmias, y se ve afectado por cambios en la perfusión periférica (p. ej., uso de vasoconstrictores o extremidades frías).

Las variaciones respiratorias en el volumen del pulso con oxímetros de pulso comunes rara vez son visibles y son un indicador burdo y tardío de hipovolemia masiva.

Analizador de oxígeno inspirado : Durante toda anestesia general con máquina de anestesia, se debe utilizar un analizador de oxígeno para garantizar que no se suministre una mezcla hipóxica de gases. El analizador se calibra mediante la exposición al aire (21 % de oxígeno [O₂]) y al 100 % de O₂ , y debe indicar un 21 % antes de cada anestesia al aire ambiente. Los analizadores de O₂ suelen tener una alarma de nivel bajo que se activa automáticamente al encender la máquina de anestesia. El sensor debe colocarse en la rama inspiratoria o espiratoria del circuito respiratorio, y

no en el flujo de gas fresco, para garantizar la medición de la concentración realmente suministrada, en lugar de la concentración marcada.

La mayoría de los analizadores de gases anestésicos modernos incorporan métodos que permiten la medición simultánea de concentraciones de al menos O_2 , dióxido de carbono (CO_2) y el agente inhalatorio. Generalmente se emplea espectroscopia infrarroja no dispersiva, y los analizadores de gases que miden oxígeno utilizan tecnologías auxiliares como sensores paramagnéticos o de celdas de combustible, junto con el sensor infrarrojo. (Véase "[Despertar accidentalmente durante la anestesia general](#)", sección "[Concentración del anestésico al final de la espiración](#)").

Ventilación : Se debe monitorear continuamente la ventilación adecuada en todos los pacientes durante la anestesia, incluyendo la observación de signos clínicos como la excursión torácica, la auscultación de los ruidos respiratorios (con un estetoscopio precordial o esofágico) y el movimiento de la bolsa reservorio. Se debe observar a los pacientes que respiran espontáneamente para detectar signos de obstrucción de las vías respiratorias, como un tirón traqueal, un movimiento torácico paradójico, ronquidos o ruidos respiratorios superiores.

Durante la anestesia sin sedación (es decir, anestesia regional o local sin sedación), la observación clínica puede ser adecuada para monitorear la ventilación.

Capnografía : La mayoría de las máquinas de anestesia pueden proporcionar una capnografía exhalada, que es un gráfico que muestra la frecuencia respiratoria y la concentración de dióxido de carbono a lo largo del tiempo, así como la concentración de dióxido de carbono al final de la espiración ($ETCO_2$). La capnografía debe utilizarse para evaluar la idoneidad de la ventilación en todos los pacientes sometidos a sedación o anestesia general, si es posible. También debe utilizarse para confirmar la correcta colocación de un tubo endotraqueal o una vía aérea supraglótica.

- Los principios de funcionamiento de los monitores de dióxido de carbono exhalado se describen por separado. (Véase "[Monitorización de dióxido de carbono \(capnografía\)](#)", sección "[Principios de funcionamiento](#)" y "[Monitorización de dióxido de carbono \(capnografía\)](#)", sección "[Forma de onda de \$CO_2\$](#) ").

La mayoría de los analizadores de CO_2 utilizados en quirófanos toman muestras de gas mediante un mecanismo de flujo lateral. Esto significa que el sensor de CO_2 forma parte de la máquina de anestesia y el gas se aspira a través de un tubo de muestreo conectado al circuito respiratorio del paciente. El tubo de muestreo puede tener una longitud de 1,8 metros o más, y puede haber un retraso de varios segundos antes de que aparezca el trazado de CO_2 después de una respiración.

- Las fases de un capnograma normal se muestran en la figura [3. La forma de onda continua permite una evaluación visual, respiración a respiración, de la vía aérea y la ventilación del paciente. Los can](#) muestra ejemplos de capnogramas normales y anormales.

En general, cuando se conserva la capnografía de onda cuadrada durante la ventilación mecánica,

- Una caída repentina en $ETCO_2$ sugiere una caída repentina en la perfusión pulmonar causada por una obstrucción al flujo sanguíneo a través de los pulmones (trombo, aire o grasa) o una reducción en el gasto cardíaco.
- Un aumento constante de $ETCO_2$ sugiere hipoventilación o, muy raramente, hipertermia maligna si se asocia con un aumento de la temperatura.
- **Correlación con $PaCO_2$** – El $ETCO_2$ es una estimación no invasiva de la concentración de CO_2 o presión parcial en la sangre arterial ($PaCO_2$) [11]. Esto se basa en el supuesto de que el gas espiratorio final es principalmente gas alveolar y la tensión de CO_2 alveolar ($PACO_2$) es virtualmente idéntica a la tensión capilar final pulmonar, que a su vez es idéntica a la $PaCO_2$. El gradiente $PACO_2$ - $PETCO_2$ en un paciente sano con pulmones normales es menor de 5 mmHg y representa la dilución del gas alveolar con gas libre de CO_2 de alvéolos no perfundidos (espacio muerto alveolar) [12]. La diferencia aumenta si hay un desajuste entre la ventilación y la perfusión (V/Q) de los pulmones, como se observa en pacientes con enfermedad pulmonar, embolia pulmonar, estados de bajo gasto cardíaco e hipotensión [11], pero también puede aumentar de forma variable debido a la edad avanzada y con el posicionamiento quirúrgico [13,14]. Por este motivo, se debe medir la $PaCO_2$ cuando sea necesario un control estricto de la ventilación (por ejemplo, pacientes con presión intracraneal aumentada).

En pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva y una meseta ascendente de ETCO_2 , la inspiración puede ocurrir antes del final real de la espiración, lo que resulta en una ETCO_2 falsamente baja (además de predisponer a la hiperinsuflación dinámica) ([figura 5](#)). Reducir la frecuencia respiratoria (o detener brevemente el ventilador) debería permitir una espiración completa y una lectura precisa de ETCO_2 .

Medición de la mecánica pulmonar : La mayoría de las máquinas de anestesia más modernas permiten monitorizar continuamente los volúmenes inspiratorios y espiratorios, las presiones y el flujo, así como mostrar los bucles de presión-volumen y de flujo-volumen. El uso de estos parámetros para optimizar la configuración del ventilador y monitorizar los cambios en la mecánica pulmonar se describe por separado. (Véase "[Ventilación mecánica durante la anestesia en adultos](#)", sección "[Monitorización de la mecánica pulmonar](#)").

- **Presión de las vías respiratorias** : Idealmente, la presión de las vías respiratorias se mide en la tráquea. Sin embargo, por razones prácticas, la presión se mide en la máquina de anestesia con transductores de presión. El transductor más común es el económico transductor piezorresistivo, que se basa en un diafragma sensor de presión cuya resistencia cambia al deformarse en respuesta a una presión diferencial. Los transductores de presión deben ajustarse a cero al comienzo de cada día como parte de la comprobación previa al uso. Pueden producirse imprecisiones o incluso fallos cuando la humedad se condensa en el tubo del transductor de presión. Dado que los transductores están ocultos en la máquina, una fuga en el sistema respiratorio debido a una grieta en el transductor puede pasar desapercibida para el profesional sanitario [15].
- **Flujo de gas** : los dos métodos principales para medir el flujo en las estaciones de trabajo de anestesia contemporáneas son los anemómetros de hilo caliente y los sensores de orificio variable.
 - Anemómetros de hilo caliente: El gas fluye a través de un hilo delgado que se calienta para mantener una temperatura constante y lo enfría. Por lo tanto, la corriente de calentamiento requerida está relacionada con el flujo de gas. Los cambios en la composición del gas (densidad) afectan la precisión de este diseño de medidores de caudal.
 - Sensor de flujo de orificio variable/presión diferencial: la diferencia de presión a través de un orificio de tamaño variable se utiliza para inferir el flujo de gas.
- **Volumen respiratorio** : el software de la máquina de anestesia calcula el volumen respiratorio integrando el flujo con respecto al tiempo (flujo = volumen/tiempo).

Alarmas de desconexión : La mayoría de las máquinas de anestesia establecen automáticamente límites de alarma para los cambios en la frecuencia respiratoria y la presión, que actúan como alarmas de desconexión. Si se superan los límites, se emite una señal sonora. Las alarmas se pueden modificar manualmente según las circunstancias clínicas.

Monitoreo del sistema circulatorio : La función circulatoria se evalúa mediante observación clínica y monitores fisiológicos. La evaluación del color y la temperatura de la piel, la calidad del pulso palpable y los tonos cardíacos mediante un estetoscopio esofágico o precordial son parámetros clínicos valiosos que deben complementarse con la medición de la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el electrocardiograma (ECG) y, en algunos casos, la monitorización cardiovascular avanzada. La diuresis también puede utilizarse para evaluar la perfusión orgánica.

Se debe mantener una iluminación adecuada en el quirófano para permitir la observación de las partes del cuerpo expuestas.

Presión arterial : La presión arterial (PA) y la frecuencia cardíaca deben medirse al menos cada cinco minutos durante la anestesia, y con mayor frecuencia según lo indique la clínica. En la práctica, la frecuencia cardíaca se monitoriza continuamente mediante ECG y pulsioxímetro, y mediante el registro de la presión arterial si se realiza una monitorización invasiva de la PA.

Es importante establecer una medición de la presión arterial (PA) en el paciente despierto antes de la inducción anestésica. Sin embargo, las PA tomadas en la sala de espera preoperatoria y en el quirófano justo antes de la anestesia suelen ser más altas que las que deberían considerarse basales del paciente [16]. Siempre que sea posible, la PA basal debe determinarse preguntando al paciente o revisando su historial médico previo, especialmente en pacientes con hipertensión. (Véase "[Evaluación preoperatoria para cirugía no cardíaca en adultos](#)", sección "[Examen físico](#)").

Monitoreo no invasivo de la presión arterial : El dispositivo estándar para el monitoreo intraoperatorio no invasivo de la presión arterial es el tensiómetro automático de consultorio. Se debe disponer de un esfigmomanómetro para situaciones en las que no se pueda obtener una lectura oscilométrica.

- **Tecnología** : Los dispositivos oscilométricos de presión arterial funcionan detectando la magnitud de las oscilaciones de presión causadas por el flujo sanguíneo. El manguito se infla mediante una bomba con la suficiente fuerza como para ocluir el flujo arterial hacia la extremidad y luego se libera gradualmente, típicamente a una velocidad de aproximadamente 2 a 4 mmHg por segundo [17]. Un sensor en el dispositivo detecta cambios en las oscilaciones, o la amplitud de los pulsos de presión, creados por el flujo sanguíneo al liberarse la oclusión. Se empiezan a detectar oscilaciones muy leves del flujo sanguíneo a medida que la presión en el manguito coincide con la presión arterial sistólica (PAS). A medida que se libera la presión, la amplitud de las oscilaciones pulsátiles aumenta hasta un máximo que se corresponde con la presión arterial media (PAM) y finalmente se estabiliza en una presión que indica la presión diastólica. Los dispositivos oscilométricos de presión arterial están configurados para "desactivar" (es decir, no mostrar una lectura) a los 120 segundos si no se puede realizar la medición.
- **Tamaño y colocación del brazalete** : Para obtener la medición más precisa de la presión arterial, se debe usar el tamaño adecuado. La longitud de la cámara del brazalete debe ser del 80 % y el ancho, del 46 % de la circunferencia del brazo. (Consulte "[Hipertensión en adultos: Medición y diagnóstico de la presión arterial](#)", sección "[Procedimiento para una medición precisa de la presión arterial](#)").

En la mayoría de los pacientes, esto significa que el manguito cubre dos tercios de la distancia entre el codo y el hombro. El manguito debe colocarse sobre la piel desnuda del brazo, ajustado con la vejiga media (a veces marcada) sobre la arteria braquial.

Cuando sea necesario, el manguito de presión arterial puede colocarse en el antebrazo, el tobillo, la pantorrilla o el muslo. El tamaño del manguito debe elegirse como el del brazo (es decir, en relación con la circunferencia de la extremidad). El manguito de tobillo debe colocarse lo más distal posible, con la vejiga media justo detrás del maléolo medial. Para la medición en la pantorrilla o el muslo, la vejiga media debe colocarse posteriormente.

- **Precisión** : Las presiones arteriales sistólica y diastólica con dispositivos oscilométricos se calculan según algoritmos patentados que varían según el fabricante; por lo tanto, su precisión depende del algoritmo utilizado. Los métodos oscilométricos tienden a sobreestimar la PAS y subestimar la presión arterial diastólica (PAD), mientras que estiman con mayor precisión la presión arterial media (ya que esta corresponde a la amplitud máxima de las oscilaciones pulsátiles) [18,19].

Aunque la precisión de la medición de la presión arterial no invasiva (PANI) es excelente en un amplio rango de presiones arteriales, su precisión con presiones arteriales muy bajas o muy altas sigue siendo cuestionable, en comparación con las mediciones de PA arterial auscultatorias e invasivas [20]. Como ejemplos, las mediciones oscilométricas automatizadas son sistemáticamente más altas que las mediciones auscultatorias en pacientes con traumatismos con presión arterial sistólica inferior a 110 mmHg [21]. Un análisis de 27 022 pares de PA arterial invasiva y no invasiva (PANI) medidas simultáneamente informó que en estados hipotensos, la PANI sobreestimó significativamente la presión arterial sistólica y esta diferencia aumentó a medida que los pacientes se volvieron más hipotensos [22]. Las presiones arteriales medias mostraron una mejor concordancia.

Además de los errores inherentes a la tecnología, la fuente de error más común en la medición no invasiva de la presión arterial es el tamaño inadecuado del brazalete. Los brazaletes demasiado grandes producen lecturas oscilométricas erróneamente bajas, mientras que los brazaletes demasiado pequeños producen lecturas más altas. (Consulte "[Hipertensión en adultos: Medición y diagnóstico de la presión arterial](#)", sección "[Procedimiento para una medición precisa de la presión arterial](#)").

Otros factores que pueden provocar errores o impedir la medición con un manguito de presión arterial no invasivo incluyen los siguientes:

- Cualquier movimiento como temblores, escalofríos, convulsiones o flexión del brazo.
- Hipotensión grave

- Arritmias como fibrilación auricular o latidos prematuros frecuentes
- Fuga de aire, torcedura o alteración del manguito o del tubo
- Inflados rápidos y repetidos del manguito, que pueden causar congestión venosa [23]

La presión arterial medida en otras zonas podría no correlacionarse con las mediciones en la parte superior del brazo. Estudios de mediciones comparativas en el brazo, el tobillo o la pantorrilla han arrojado resultados contradictorios y muy variables, y se han realizado en poblaciones heterogéneas de pacientes [24-27]. Si el manguito debe colocarse en la pierna, siempre que sea posible, se debe realizar primero una medición basal en el brazo para su comparación.

Las mediciones de presión arterial sistólica, diastólica y media con el manguito en el antebrazo tienden a ser más altas que las mediciones en la parte superior del brazo [28,29]. (Véase "[Anestesia para el paciente con obesidad](#)", sección "[Necesidades de equipo especial](#)").

La medición de la presión arterial debe corregirse según la posición del paciente, especialmente si se le coloca con la cabeza erguida, con la cabeza gacha o sentado. Los efectos hidrostáticos provocan un aumento de las mediciones en las extremidades dependientes y una disminución en las extremidades elevadas. Esta diferencia puede tener importantes implicaciones clínicas. Por ejemplo, un paciente sentado con una presión arterial media normal en el brazo puede tener una presión arterial media cerebral inaceptablemente baja. (Véase "[Posicionamiento del paciente para cirugía y anestesia en adultos](#)", sección "[Efectos fisiológicos de la posición sentada](#)").

- **Monitoreo continuo no invasivo de la presión arterial:** Existen varios dispositivos disponibles para el monitoreo continuo no invasivo de la presión arterial. Algunos ejemplos son los sistemas ClearSight y CNAP, que utilizan tecnología de pinza de volumen con un pequeño manguito para el dedo, y el sistema T-line, que utiliza tonometría arterial en la arteria radial. Estos dispositivos no deben reemplazar rutinariamente el monitoreo de la presión intraarterial en pacientes que requieren monitoreo continuo de la presión arterial. Su utilidad en la práctica habitual no se ha definido [30].
- La precisión de estos dispositivos en comparación con la monitorización invasiva de la presión arterial en el período perioperatorio no cumple con los estándares establecidos por la Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica [31].
- La precisión de estos dispositivos puede degradarse durante la hipotensión y las condiciones que afectan la perfusión periférica [32].
- La precisión de otros parámetros hemodinámicos informados por estos dispositivos (por ejemplo, gasto cardíaco, volumen sistólico) es insuficiente para guiar la fluidoterapia dirigida a objetivos [33].

Monitorización invasiva de la presión arterial : La monitorización directa o invasiva de la presión arterial puede utilizarse para la anestesia en pacientes de alto riesgo o en procedimientos quirúrgicos de alto riesgo. Las indicaciones, las técnicas de cateterización, la interpretación de la onda arterial, la precisión y las fuentes de error se describen por separado. (Véase "[Cateterización intraarterial para monitorización invasiva: Indicaciones, técnicas de inserción e interpretación](#)").

En la práctica, en pacientes en quienes se planea la colocación de un catéter arterial, puede ser beneficioso colocar el catéter e iniciar la monitorización antes de la inducción anestésica, en lugar de después. En un ensayo aleatorizado con 242 pacientes sometidos a cirugía no cardíaca, la monitorización invasiva de la presión arterial durante la inducción redujo la incidencia de hipotensión (presión arterial media <65 mmHg) en los primeros 15 minutos tras la inducción, en comparación con la monitorización intermitente no invasiva de la presión arterial [34].

Colocamos un manguito de presión arterial no invasivo a los pacientes en quienes utilizamos monitorización intraarterial para comparar mediciones y como respaldo en caso de problemas técnicos. Medimos la presión arterial no invasiva después de colocar el catéter arterial y ajustar el transductor a cero y nivelado, esperando que las presiones medias sean similares, y realizamos los ajustes necesarios. Luego, programamos el manguito para que funcione a intervalos de 30 minutos.

Electrocardiograma : El ECG debe monitorizarse continuamente durante la anestesia. Es un monitor fiable de la frecuencia cardíaca, el ritmo cardíaco y el sistema de conducción cardíaca; la

capacidad del ECG estándar de tres o cinco derivaciones para detectar isquemia cardíaca intraoperatoria es limitada. Las anomalías del ECG también pueden indicar alteraciones electrolíticas. Los componentes del ECG y los fundamentos de su interpretación se describen por separado. (Véase ["Tutorial de ECG: Componentes eléctricos del ECG"](#) y ["Tutorial de ECG: Principios básicos del análisis del ECG"](#)).

Derivaciones de ECG : El ECG estándar de diez electrodos y doce derivaciones que se utiliza en otros entornos clínicos suele ser poco práctico en el quirófano. En su lugar, se suelen utilizar tres o cinco derivaciones. Siempre que sea posible, se debe utilizar un sistema de cinco derivaciones para visualizar dos canales y mejorar la sensibilidad para la detección de isquemia.

- **Sistema de cinco electrodos** : Este sistema incluye cuatro electrodos de extremidad (brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha, pierna izquierda) y un electrodo precordial, y permite la monitorización de siete derivaciones (I, II, III, aVR, aVL, aVF y una sola derivación precordial). La derivación precordial deseada se puede seleccionar colocando el electrodo precordial en cualquier posición entre V1 y V6. (Consulte el ["Tutorial de ECG: Componentes eléctricos del ECG"](#), sección ["Derivaciones precordiales"](#)).

Para la monitorización continua del ECG en el quirófano (y en otras áreas del hospital), las derivaciones de las extremidades suelen colocarse en el torso. Las derivaciones de los brazos se colocan en las fosas infraclaviculares, cerca de los hombros, y la derivación de la pierna izquierda se coloca debajo de la caja torácica, en la línea axilar anterior. El electrodo de la pierna derecha es una toma de tierra que puede colocarse en cualquier lugar y, a menudo, se coloca en la parte derecha del tórax o el abdomen.

La mayoría de los monitores permiten la selección y visualización de varias derivaciones simultáneamente. Normalmente seleccionamos las derivaciones II y V5.

- **Sistema de tres electrodos** : Este sistema permite la monitorización a lo largo de una derivación bipolar entre dos electrodos, mientras que la tercera sirve como conexión a tierra. Los electrodos se colocan en las fosas infraclaviculares, a ambos lados, y el electrodo de la pierna izquierda se coloca en el lado izquierdo del abdomen, debajo de la caja torácica. Se pueden seleccionar tres derivaciones individualmente con los controles del monitor. Este sistema permite monitorizar la frecuencia cardíaca y detectar la presencia de onda AP o fibrilación ventricular, pero no permite diagnosticar arritmias más complejas ni anomalías del sistema de conducción, para las cuales se requiere una derivación V1 verdadera (p. ej., para distinguir entre bloqueos de rama derecha e izquierda del haz de His).

El sistema de tres derivaciones puede modificarse para aproximarse a las derivaciones precordiales estándar modificando la posición estándar de los electrodos. Esta modificación puede ser necesaria si no se dispone de un sistema de cinco derivaciones o si no se puede utilizar debido a la localización de la cirugía, aunque este sistema es el estándar de atención para la monitorización de la isquemia [35]. Un ECG de tres electrodos solo permite la identificación de isquemia e infarto de miocardio en las regiones miocárdicas representadas en las derivaciones seleccionadas, y muchos eventos isquémicos perioperatorios se pasarán por alto al utilizar registros de tres electrodos.

Se pueden utilizar tres derivaciones modificadas para monitorizar la isquemia anterior. Para cada una de estas derivaciones, se selecciona la derivación de extremidad I en el monitor y los electrodos se colocan de la siguiente manera:

- CS5 – El electrodo del brazo derecho (RA) se coloca debajo de la clavícula derecha, el electrodo del brazo izquierdo (LA) se coloca en la posición V5 y el electrodo de la pierna izquierda (LL) se coloca en cualquier lugar del lado izquierdo.
- CM5 – El electrodo RA se coloca sobre el manubrio, el electrodo LA se coloca en la posición V5 y el electrodo LL se puede colocar en cualquier lugar a la izquierda.
- CC5 – El electrodo RA se coloca en el medio del pecho en la línea axilar anterior derecha, el electrodo LA se coloca en las ubicaciones V5 y el electrodo LL se coloca en cualquier lugar a la izquierda.
- CB5: El electrodo RA se coloca sobre el centro de la escápula derecha, el electrodo LA se coloca en la posición V5 y el electrodo LL se coloca en cualquier punto del lado derecho. CB5 puede utilizarse para monitorizar arritmias, ya que proporciona una onda p evidente.

La derivación torácica modificada 1 (MCL1) proporciona una onda p y una morfología QRS adecuadas para detectar algunas arritmias. El electrodo de la aurícula izquierda se coloca debajo de la clavícula izquierda, el electrodo de la aurícula izquierda se coloca entre V2R y V3R (es decir, V2 y V3 en el lado derecho del tórax) y el electrodo de la aurícula derecha se coloca en cualquier punto del lado derecho. La derivación de extremidad III se selecciona en el monitor.

Detección de isquemia : Para una detección óptima de la isquemia, se debe monitorizar más de una derivación, incluyendo un electrodo precordial colocado con precisión. Los cambios visibles en el monitor de ECG pueden ser sutiles y difíciles de cuantificar. La sospecha de isquemia debe confirmarse mediante la impresión de una copia impresa del ECG, lo cual es posible con la mayoría de los monitores de anestesia. El análisis perioperatorio detallado del ECG siempre debe realizarse en las impresiones del ECG, ya que los monitores no proporcionan cuadrículas para un análisis adecuado. En pacientes de alto riesgo, se debe imprimir una tira de ECG basal antes de la inducción anestésica para su posterior comparación, si es necesario.

La mayor parte de la isquemia intraoperatoria se manifiesta por depresión del segmento ST [36,37]. Los criterios electrocardiográficos para el diagnóstico de isquemia se describen por separado. (Véase "[Tutorial de ECG: Isquemia e infarto miocárdico](#)").

- **Combinaciones de derivaciones** : la derivación II se suele monitorizar para la detección del ritmo, ya que la onda p suele ser obvia y vertical en la derivación II, y para la detección de cambios isquémicos inferiores. Además, se debe monitorizar una derivación precordial lateral. En un estudio, se monitorizó a pacientes de alto riesgo sometidos a cirugía no cardíaca para detectar cambios en el segmento ST con combinaciones de derivaciones de ECG, en comparación con la monitorización continua simultánea de ECG de 12 derivaciones [36]. La sensibilidad para una sola derivación fue máxima para V5 (75 %). La combinación de la derivación II con V5 aumentó la sensibilidad para la detección de isquemia al 80 %, y la sensibilidad de las combinaciones de tres derivaciones fue máxima (96 %) para las derivaciones II, V4 y V5. En otro estudio, la derivación V4 fue la derivación más sensible cuando se monitoreó de forma aislada para detectar isquemia e infarto posoperatorios prolongados [37].
- **Análisis del segmento ST** : La mayoría de los monitores de anestesia permiten actualmente el análisis del segmento ST en tiempo real con tendencias. La configuración predeterminada para el análisis del segmento ST suele ser que el dispositivo mida la desviación del segmento ST con respecto a la isoelectrica a los 60 u 80 ms después del punto J en el ECG (es decir, J+60). Entre las derivaciones precordiales (V3 a V5), la monitorización de la derivación con el segmento ST más isoelectrico en el ECG preoperatorio puede aumentar la utilidad del análisis del segmento ST [37].

El punto de medición y el punto J pueden ajustarse manualmente para mejorar la precisión del análisis del segmento ST en pacientes con ECG anormales. En pacientes sin segmentos ST isoelectricos, los límites de alarma deben configurarse para tener en cuenta la desviación basal del paciente. Diversas afecciones pueden afectar el segmento ST y reducir la utilidad del análisis del segmento ST para la detección de isquemia, como el bloqueo de rama izquierda del haz de His, el síndrome de Wolff-Parkinson-White, la hipopotasemia, la digitálica y la hipertrofia ventricular izquierda.

Fuentes de artefactos en el ECG : Diversos factores pueden afectar el trazado del ECG en el quirófano. Algunos pueden modificarse para mejorarlo, mientras que otros no. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- Los electrodos pueden perder contacto con la piel debido a una preparación inadecuada de la piel antes de su colocación, tensión en el cable conductor, solución de preparación quirúrgica de la piel, irrigante o sangre que se filtra debajo del cable.
- La línea base del ECG puede variar debido a escalofríos, temblores, respiración o movimientos corporales asociados con la cirugía. La variación de la línea base también puede deberse a un mal contacto de los electrodos o a su colocación sobre prominencias óseas. Seleccionar un filtro de monitorización, en lugar de un filtro de diagnóstico, en el monitor de ECG puede reducir la variación. (Consulte "[Modos de monitorización](#)" a continuación).
- El trazado del ECG puede obliterarse durante la electrocirugía. Esta interferencia puede minimizarse colocando la almohadilla de tierra en la pierna, cuando corresponda. Las cuestiones de seguridad relacionadas con la electrocirugía se tratan por separado. (Véase "[Descripción general de la electrocirugía](#)", sección "[Mejora de la seguridad](#)").

- El trazado del ECG puede verse afectado por interferencias eléctricas de los dispositivos del quirófano. Siempre que sea posible, conectar los dispositivos a tomas de corriente alejadas de la máquina de anestesia o a circuitos eléctricos separados puede solucionar este tipo de interferencia.
- La amplitud del trazado del ECG puede reducirse en pacientes con obesidad, ya que el aumento del grosor de la pared torácica puede atenuar la transmisión.

Modos de monitoreo : la mayoría de los monitores de ECG permiten al médico seleccionar entre al menos dos modos de monitoreo que establecen filtros para diferentes frecuencias de señal para reducir la interferencia eléctrica, además del modo de detección de marcapasos.

Los anchos de banda de frecuencia para los modos de monitorización y diagnóstico varían según el fabricante y son diferentes para adultos y neonatos.

- **Modo Monitor** : El modo Monitor es especialmente útil para la monitorización del ritmo, donde el ruido puede ser molesto y la interpretación del segmento ST es relativamente menos importante. Los filtros de paso alto y paso bajo están configurados para un ancho de banda de entre 0,5 y 40 Hz para adultos. Una desventaja de este modo es que, en ocasiones, las puntas del marcapasos se filtran y no son visibles en el monitor. Este modo puede ayudar a reducir la desviación de la línea base.
- **Modo diagnóstico** : Este modo es útil para el análisis del segmento ST. El ancho de banda para adultos suele ser de 0,05 a 100 Hz.
- **Detección de marcapasos** : los fabricantes de monitores pueden utilizar una variedad de métodos de hardware y software para filtrar el ruido y mejorar el pico del marcapasos [38].

Otros monitores de circulación : El uso clínico de la monitorización cardiovascular avanzada se analiza por separado en los temas de UpToDate sobre escenarios clínicos en los que se utilizan con frecuencia. (Véase "[Anestesia para cirugía cardíaca: Principios generales](#)", sección "[Monitorización](#)" y "[Anestesia para cirugía aórtica abdominal abierta](#)", sección "[Monitores intravasculares](#)").

La ecografía puede utilizarse para detectar pulsos que no son fácilmente palpables, como en pacientes con obesidad, pacientes pediátricos o pacientes en shock. La monitorización ecográfica continua de pulsos periféricos no está ampliamente disponible.

- **Catéteres venosos centrales** : La monitorización de la presión venosa central (PVC) ya no se utiliza rutinariamente para guiar la reposición intraoperatoria de líquidos. La PVC es un indicador inexacto de la precarga cardíaca y no detecta ni predice el edema pulmonar inminente indicativo de hipervolemia. (Véase "[Manejo intraoperatorio de líquidos](#)", sección "[Parámetros estáticos tradicionales](#)").

Se pueden insertar catéteres venosos centrales para un acceso intravascular seguro, para la administración de vasopresores concentrados y/o para permitir la colocación de un catéter en la arteria pulmonar.

- **Catéteres de arteria pulmonar** : En pacientes seleccionados, se puede insertar un catéter de arteria pulmonar (CAP) para obtener información dinámica sobre la presión arterial pulmonar (PAP), el gasto cardíaco (GC) y la saturación venosa mixta de oxígeno (SVO₂). El uso rutinario de catéteres de arteria pulmonar ha perdido popularidad debido a la falta de evidencia que los beneficie en la mortalidad de pacientes quirúrgicos. (Véase "[Anestesia para cirugía cardíaca: Principios generales](#)", sección "[Monitores cardíacos intravasculares](#)").

Las técnicas de inserción, las indicaciones y contraindicaciones, y la interpretación de los datos proporcionados por los CAP se detallan por separado. (Véase "[Cateterismo de la arteria pulmonar: Indicaciones, contraindicaciones y complicaciones en adultos](#)", "[Catéteres de la arteria pulmonar: Técnica de inserción en adultos](#)" y "[Cateterismo de la arteria pulmonar: Interpretación de los valores hemodinámicos y las formas de onda en adultos](#)").

- **Ecocardiografía transesofágica intraoperatoria (ETE)** : La ETE consiste en la inserción de una sonda de ultrasonido miniaturizada en el esófago para visualizar el corazón. En comparación con la ecocardiografía transtorácica, la ETE proporciona una mejor visualización de las estructuras cardíacas posteriores y facilita la monitorización continua. La ETE intraoperatoria se describe en detalle por separado. (Véase "[Ecocardiografía transesofágica intraoperatoria para cirugía no cardíaca](#)" y "[Ecocardiografía transesofágica de rescate intraoperatoria \(ETE\)](#)").

- **Otros monitores hemodinámicos (CO)** : existen varios dispositivos no invasivos disponibles para el monitoreo intraoperatorio de CO, incluidas tecnologías basadas en Doppler, análisis del contorno del pulso (forma de onda arterial) y dispositivos de impedancia torácica.

Las técnicas basadas en Doppler parecen alcanzar una precisión similar a la de los catéteres de termodilución en la arteria pulmonar. El análisis del contorno del pulso (onda arterial) y los dispositivos de impedancia torácica no se han estudiado con tanto rigor, pero la mayoría de los estudios sugieren que son menos precisos [39].

Estos dispositivos proporcionan estimaciones en tiempo real del gasto cardíaco, el volumen sistólico y el tiempo de flujo sistólico. Las tendencias de estas variables, así como la variación respiratoria del volumen sistólico y la presión del pulso, pueden utilizarse para guiar la fluidoterapia intraoperatoria. (Véase "[Manejo intraoperatorio de fluidos](#)", sección "[Parámetros dinámicos para evaluar la respuesta al volumen](#)").

- **Doppler transesofágico** : El Doppler transesofágico (TED) mide la velocidad del flujo sanguíneo en la aorta torácica descendente mediante una sonda flexible con un transductor Doppler en su punta. (Véase "[Nuevas herramientas para la monitorización hemodinámica en pacientes críticos con shock](#)", sección "[Doppler aórtico](#)").

La TED requiere capacitación y los resultados dependen de la experiencia del usuario y de la precisión en la colocación de la sonda. La posición de la sonda puede requerir ajustes frecuentes, especialmente si se cambia la posición del paciente durante la cirugía. El dispositivo solo se puede utilizar en pacientes sedados o anestesiados y, por lo general, no se continúa en la unidad de cuidados postanestésicos. La TED puede ser menos precisa en algunos pacientes. Por ejemplo, los cálculos asumen que aproximadamente el 70 % del gasto cardíaco ingresa a la aorta descendente, lo cual puede no ser preciso en pacientes hipovolémicos cuyo flujo sanguíneo se redirige a la circulación cerebral.

- **Analizadores de contorno de pulso (onda de pulso arterial)** : Estos dispositivos estiman el gasto cardíaco mediante el análisis de la forma de onda de un catéter intraarterial. (Véase "[Nuevas herramientas para la monitorización hemodinámica en pacientes críticos con shock](#)", sección "[Dispositivos basados en ondas arteriales](#)").
- **Monitores de impedancia torácica** : Estos dispositivos no se utilizan ampliamente en quirófanos. Se basan en el principio de que, al variar la cantidad de sangre en el tórax con cada latido, se produce un cambio correspondiente en la conductancia eléctrica torácica. (Véase "[Nuevas herramientas para la monitorización hemodinámica en pacientes críticos con shock](#)", sección sobre "[Bioimpedancia o biorreactancia eléctrica torácica](#)").
- **Onda pletismográfica** : La onda pletismográfica (plet) que muestra un oxímetro de pulso es analizada por algunos monitores para predecir la respuesta a los fluidos. (Véase "[Oximetría de pulso](#)" más arriba).

Monitoreo de temperatura : Coincidimos con las normas de la Sociedad Americana de Anestesiólogos para el monitoreo de temperatura, que establecen que se debe monitorear la temperatura de todos los pacientes cuando se pretendan, anticipen o sospechen cambios clínicamente significativos en la temperatura corporal [40]. En la práctica, esto significa que se debe monitorear la temperatura en la mayoría de los pacientes sometidos a anestesia general de más de 30 minutos o a cirugía mayor con anestesia neuroaxial [41]. La temperatura del paciente debe monitorearse para detectar cambios (generalmente hipotermia), guiar el manejo térmico y detectar hipertermia maligna. La temperatura central debe monitorearse intraoperatoriamente siempre que sea posible; el lugar óptimo de monitoreo depende del procedimiento quirúrgico y del tipo de anestesia [42]. (Véase "[Manejo de la temperatura perioperatoria](#)").

Sitios de monitoreo de temperatura : La temperatura central se monitorea en sitios con alta perfusión, donde la temperatura es homogénea y alta en comparación con otros sitios. La temperatura central se monitorea con sondas nasofaríngeas (con sonda insertada de 10 a 20 cm), esofágicas distales, de membrana timpánica o de arteria pulmonar [43]. Las sondas nasofaríngeas o esofágicas se utilizan rutinariamente durante la anestesia general.

Se pueden requerir sitios alternativos para el monitoreo de la temperatura durante algunos procedimientos (p. ej., cirugía oral o esofágica), en pacientes sometidos a anestesia regional o durante la anestesia general con mascarilla facial o cánula supraglótica para el manejo de la vía aérea. Fuera de Estados Unidos, se aplica un termómetro de doble sensor en la frente. Varios

estudios han reportado que este tipo de monitor se correlaciona bien con otros métodos de medición de la temperatura central durante la anestesia [44,45].

La temperatura axilar, vesical y rectal pueden estimar razonablemente la temperatura central, aunque cada sitio está sujeto a posibles artefactos.

- La temperatura axilar es más precisa con la sonda colocada sobre la arteria axilar y con el brazo al costado del paciente [46]. En un estudio, un nuevo dispositivo inalámbrico de monitoreo de temperatura adherido a la piel afeitada sobre la arteria axilar se aproximó mucho a la temperatura central medida simultáneamente durante la anestesia general para cirugía no cardíaca, con una diferencia media (esofágica menos axilar) de $0,14\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,26\text{ }^{\circ}\text{C}$ [47].
- La temperatura de la vejiga se correlaciona con la temperatura rectal y la precisión se ve afectada por el flujo de orina [48].
- La temperatura rectal puede reflejar con precisión la temperatura central [43], pero cambia lentamente durante cambios rápidos de la temperatura corporal y puede no aumentar rápidamente durante las crisis de hipertermia maligna [49]. La temperatura rectal rara vez se controla debido al riesgo de perforación rectal con la sonda.

Equipo : La mayoría de las sondas de temperatura utilizadas en anestesia nasofaríngea, esofágica y axilar son termistores, semiconductores cuya resistencia eléctrica disminuye con la temperatura. Suelen estar recubiertas de una capa de plástico suave para facilitar su inserción atraumática y son desechables. Las sondas de temperatura integradas en las sondas Foley se utilizan para monitorizar la temperatura vesical.

Las sondas de membrana timpánica son dispositivos termopares de punta blanda que se insertan en el conducto auditivo para apoyarse contra la membrana timpánica. Estos dispositivos son distintos y mucho más precisos que los escáneres infrarrojos de membrana timpánica, y proporcionan una medición continua en tiempo real de la temperatura corporal central [50].

Los escáneres infrarrojos de la arteria temporal y del tímpano que se utilizan cada vez más en las áreas de recuperación no son lo suficientemente precisos para la monitorización durante la anestesia [51,52].

La medición de la temperatura durante la derivación cardiopulmonar se describe por separado. (Véase "[Manejo de la derivación cardiopulmonar](#)", sección "[Temperatura](#)").

Otros monitores : El uso intraoperatorio de oximetría cerebral, Doppler transcraneal y monitorización del bulbo venoso yugular se aborda por separado. (Véase "[Anestesia para cirugía aórtica con hipotermia y paro circulatorio programado en pacientes adultos](#)", sección "[Oximetría cerebral](#)" y "[Anestesia para pacientes con traumatismo craneoencefálico agudo](#)", sección "[Monitorización](#)").

RESUMEN Y RECOMENDACIONES

- **Monitores estándar** : Los monitores estándar que se aplican al paciente durante la anestesia incluyen un oxímetro de pulso, un electrocardiógrafo, un tensiómetro no invasivo y un monitor de temperatura. Los monitores estándar incluyen la medición del dióxido de carbono espiratorio final (ETCO_2), la concentración de oxígeno inspirado y el uso de alarmas de baja concentración de oxígeno y de desconexión del ventilador. (Consulte "[Estándares para la monitorización durante la anestesia](#)" más arriba).

La monitorización clínica mediante inspección visual, auscultación y palpación es un determinante principal de la seguridad del paciente.

- **Monitores respiratorios**

- Los oxímetros de pulso proporcionan una medición objetiva de la oxigenación y muestran una onda pletismográfica que se procesa para determinar la frecuencia cardíaca. Se debe utilizar un analizador de oxígeno inspirado durante toda anestesia que utilice una máquina de anestesia. (Véase "[Oximetría de pulso](#)" y "[Analizador de oxígeno inspirado](#)" más arriba).
- La ventilación durante la anestesia se evalúa clínicamente (es decir, mediante la observación de la excursión torácica, la auscultación del ruido respiratorio y el movimiento de la bolsa reservorio) y mediante capnografía. Esta puede utilizarse para detectar cambios clínicos (p. ej., obstrucción de

las vías respiratorias, enfermedad pulmonar intrínseca o esfuerzo ventilatorio) o mal funcionamiento del equipo (p. ej., fuga del circuito respiratorio o tubo endotraqueal acodado). (Véase ["Capnografía"](#) más arriba).

• Monitoreo cardiovascular

- El dispositivo estándar para la monitorización intraoperatoria no invasiva de la presión arterial es el tensiómetro automático de consultorio. La causa más común de error de medición es el uso de un manguito de tamaño incorrecto. La longitud de la cámara del manguito debe ser del 80 % y el ancho del 46 % de la circunferencia del brazo. La monitorización directa o invasiva de la presión arterial puede utilizarse para la anestesia en pacientes de alto riesgo o en procedimientos quirúrgicos de alto riesgo. (Véase ["Presión arterial"](#) más arriba).
- Se prefiere un electrocardiograma de cinco derivaciones durante la anestesia. Las derivaciones II y V5 suelen monitorizarse simultáneamente para optimizar la detección tanto del ritmo como de la isquemia. (Véase ["Electrocardiograma"](#) más arriba).
- Se pueden utilizar catéteres de arteria pulmonar, ecocardiografía transesofágica (ETE) y otros monitores hemodinámicos no invasivos para monitorizar la función cardiovascular en determinados pacientes. (Véase ["Otros monitores de circulación"](#) más arriba).

- **Monitoreo de temperatura** : Se debe monitorear la temperatura del paciente durante cada anestesia. Siempre que sea posible, se debe monitorear la temperatura central mediante sondas nasofaríngeas, esofágicas distales o, con menos frecuencia, de membrana timpánica o de arteria pulmonar. Al utilizar una sonda de temperatura axilar, esta debe colocarse sobre la arteria axilar con el brazo al costado del paciente para una medición más precisa. (Consulte ["Sitios de monitoreo de temperatura"](#) más arriba).

El uso de UpToDate está sujeto a los [Términos de uso](#) .

REFERENCIAS

1. Estándares para la Monitorización Anestésica Básica. Comité de Origen: Estándares y Parámetros de Práctica (Aprobado por la Cámara de Delegados de la ASA el 21 de octubre de 1986, última modificación el 20 de octubre de 2010 y última confirmación el 13 de diciembre de 2020) <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/standards-for-basic-anesthetic-monitoring> (Consultado el 16 de octubre de 2023).
2. Junta Europea de Anestesiología (EBA), Sección de Anestesiología de la UEMS. Recomendaciones para la monitorización mínima durante la anestesia y la recuperación, 2012. <http://www.eba-uems.eu/resources/PDFS/safety-guidelines/EBA-Minimal-monitor.pdf> (Consultado el 6 de mayo de 2016).
3. [Checketts MR, Alladi R, Ferguson K, et al. Recomendaciones para estándares de monitorización durante la anestesia y la recuperación 2015: Asociación de Anestesiólogos de Gran Bretaña e Irlanda. Anestesia 2016; 71:85.](#)
4. <http://www.anzca.edu.au/documents/ps18-2015-guidelines-on-monitoring-during-anaesthesia.pdf>.
5. [Gelb AW, Morriss WW, Johnson W, et al. Normas internacionales para la práctica segura de la anestesia de la Organización Mundial de la Salud-Federación Mundial de Sociedades de Anestesiólogos \(OMS-WFSA\). Can J Anaesth 2018; 65:698.](#)
6. Directrices completas para la práctica de la anestesia (2025). Sociedad Canadiense de Anestesiólogos. <https://www.cas.ca/en/practice-resources/guidelines-to-anesthesia>. (Consultado el 21 de febrero de 2025).
7. [Martin L, Khalil H. ¿Cuánta hemoglobina reducida se necesita para generar cianosis central? Chest 1990; 97:182.](#)
8. http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/tools_resources/SSSL_Checklist_finalJun08.pdf?ua=1.
9. [Monnet X, Lamia B, Teboul JL. Oxímetro de pulso como sensor de respuesta a fluidos: ¿Tenemos la solución ideal? Crit Care 2005; 9:429.](#)
10. [Yin JY, Ho KM. Uso del índice de variabilidad pletismográfica derivado del oxímetro de pulso Massimo® para predecir la respuesta a fluidos o precarga: una revisión sistemática y un metanálisis. Anesthesia 2012; 67:777.](#)
11. [Kerslake I, Kelly F. Usos de la capnografía en la unidad de cuidados intensivos. BJA Educ 2017; 17:178.](#)

12. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. Fisiología respiratoria: efectos de la anestesia. En: Anestesia Clínica, 4, McGraw-Hill Medical, 2016, pág. 561.
13. Wahba RW, Tessler MJ. Tensiones engañosas de CO₂ al final de la marea. *Can J Anaesth* 1996; 43:862.
14. Whitesell R, Asiddao C, Gollman D, Jablonski J. Relación entre la presión arterial y la presión máxima espirada de dióxido de carbono durante la anestesia y factores que influyen en la diferencia. *Anesth Analg* 1981; 60:508.
15. Eisenkraft JB, Reich DL. Monitorización de la presión, el volumen y el flujo en el sistema respiratorio de anestesia. En: Monitorización en anestesia y cuidados perioperatorios, Reich DL, Kahn RA, Mitnacht AJC, et al. (Eds.), Cambridge University Press, 2011, pág. 171.
16. Ard JL, Kendale S. Búsqueda de la presión arterial basal: Comparación de la presión arterial en tres puntos de atención diferentes. *J Clin Neurosci* 2016; 34:59.
17. Berger A. Dispositivos de monitorización de la presión arterial oscilatoria. *BMJ* 2001; 323:919.
18. www.severehypertension.net (Consultado el 13 de abril de 2017).
19. Kallioinen N, Hill A, Horswill MS, et al. Fuentes de inexactitud en la medición de la presión arterial en reposo en pacientes adultos en entornos clínicos: una revisión sistemática. *J Hypertens* 2017; 35:421.
20. Wax DB, Lin HM, Leibowitz AB. Monitorización intraoperatoria invasiva y no invasiva concomitante de la presión arterial: diferencias observadas en las mediciones e intervenciones terapéuticas asociadas. *Anestesiología* 2011; 115:973.
21. Davis JW, Davis IC, Bennink LD, et al. ¿Son precisas las mediciones automatizadas de la presión arterial en pacientes con traumatismos? *J Trauma* 2003; 55:860.
22. Lehman LW, Saeed M, Talmor D, et al. Métodos de medición de la presión arterial en la UCI. *Crit Care Med* 2013; 41:34.
23. Langham GE, Maheshwari A, Contrera K, et al. Monitorización no invasiva de la temperatura en unidades de cuidados postanestésicos. *Anestesiología* 2009; 111:90.
24. Block FE, Schulte GT. Medición de la presión arterial en el tobillo: una alternativa aceptable a la medición en el brazo. *Int J Clin Monit Comput* 1996; 13:167.
25. Moore C, Dobson A, Kinagi M, Dillon B. Comparación de la presión arterial medida en el brazo, el tobillo y la pantorrilla. *Anestesia* 2008; 63:1327.
26. Sanghera S, North A, Abernethy S, Wrench I. Presión arterial en brazo y tobillo durante la cesárea. *Int J Obstet Anesth* 2006; 15:24.
27. Coeckelenbergh S, Plasman C, Fils JF, et al. La presión arterial del tobillo no es un indicador fiable de la presión arterial braquial en pacientes jóvenes sanos sometidos a anestesia general: Un estudio de cohorte observacional prospectivo. *Eur J Anaesthesiol* 2020; 37:611.
28. Schell K, Lyons D, Bradley E, et al. Comparación clínica de mediciones automáticas y no invasivas de la presión arterial en el antebrazo y el brazo con el paciente en decúbito supino o con la cabecera de la cama elevada 45 grados: un estudio de seguimiento. *Am J Crit Care* 2006; 15:196.
29. Emerick DR. Evaluación de la monitorización no invasiva de la presión arterial (PANI) en la muñeca: comparación con la medición de la PANI en el brazo. *Anaesth Intensive Care* 2002; 30:43.
30. Saugel B, Hoppe P, Nicklas JY, et al. Análisis continuo no invasivo de la onda de pulso mediante tecnología de manguitos digitales para la monitorización de la presión arterial y el gasto cardíaco en medicina perioperatoria y de cuidados intensivos: una revisión sistemática y un metanálisis. *Br J Anaesth* 2020; 125:25.
31. Kim SH, Lilot M, Sidhu KS, et al. Exactitud y precisión de la monitorización continua no invasiva de la presión arterial en comparación con la monitorización invasiva de la presión arterial: una revisión sistemática y un metanálisis. *Anestesiología* 2014; 120:1080.
32. Bartels K, Esper SA, Thiele RH. Monitoreo de la presión arterial para el anestesiólogo: Una revisión práctica. *Anesth Analg* 2016; 122:1866.
33. Joosten A, Desebbe O, Suehiro K, et al. Exactitud y precisión de los dispositivos de monitorización no invasiva del gasto cardíaco en medicina perioperatoria: una revisión sistemática y un metanálisis. *Br J Anaesth* 2017; 118:298.
34. Kouz K, Wegge M, Flick M, et al. Monitorización continua de la presión arterial intraarterial versus intermitente oscilométrica e hipotensión durante la inducción de la anestesia: el ensayo aleatorizado AWAKE. *Br J Anaesth* 2022; 129:478.

35. Drew BJ, Califf RM, Funk M, et al. Estándares de práctica para la monitorización electrocardiográfica en entornos hospitalarios: una declaración científica de la Asociación Americana del Corazón (AHA) de los Consejos de Enfermería Cardiovascular, Cardiología Clínica y Enfermedades Cardiovasculares en Jóvenes, avalada por la Sociedad Internacional de Electrocardiología Computarizada y la Asociación Americana de Enfermeras de Cuidados Críticos. *Circulation* 2004; 110:2721.
36. London MJ, Hollenberg M, Wong MG, et al. Isquemia miocárdica intraoperatoria: localización mediante electrocardiografía continua de 12 derivaciones. *Anestesiología* 1988; 69:232.
37. Landesberg G, Mosseri M, Wolf Y, et al. Isquemia e infarto miocárdico perioperatorio: identificación mediante electrocardiograma continuo de 12 derivaciones con monitorización en línea del segmento ST. *Anestesiología* 2002; 96:264.
38. Tsibulko VV, Iliev IT, Jekova II. Métodos de detección de pulsos de marcapasos en la señal de ECG: una revisión. *Revista Anual de Electrónica* 2014. http://ecad.tu-sofia.bg/et/2014/ET2014/AJE_2014/077-V_Tsibulko1.pdf (Consultado el 6 de mayo de 2016).
39. Thiele RH, Bartels K, Gan TJ. Monitorización del gasto cardíaco: una evaluación y revisión contemporáneas. *Crit Care Med* 2015; 43:177.
40. <http://www.asahq.org/quality-and-practice-management/standards-and-guidelines>.
41. Sessler DI. Termorregulación perioperatoria y equilibrio térmico. *Lancet* 2016; 387:2655.
42. Lenhardt R. Monitorización y gestión térmica. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003; 17:569.
43. Cork RC, Vaughan RW, Humphrey LS. Precisión y exactitud de la monitorización intraoperatoria de la temperatura. *Anesth Analg* 1983; 62:211.
44. Kimberger O, Saager L, Egan C, et al. La precisión de un termómetro central desechable no invasivo. *Can J Anaesth* 2013; 60:1190.
45. Kimberger O, Thell R, Schuh M, et al. Exactitud y precisión de un nuevo termómetro central no invasivo. *Br J Anaesth* 2009; 103:226.
46. Sessler DI. Monitorización de la temperatura y termorregulación perioperatoria. *Anestesiología* 2008; 109:318.
47. Pei L, Huang Y, Mao G, Sessler DI. La temperatura axilar, registrada con el iThermonitor WT701, representa adecuadamente la temperatura central en adultos sometidos a cirugía no cardíaca. *Anesth Analg* 2018; 126:833.
48. Horrow JC, Rosenberg H. ¿Refleja la temperatura del catéter urinario la temperatura central durante la cirugía cardíaca? *Anestesiología* 1988; 69:986.
49. Iaizzo PA, Kehler CH, Carr RJ, et al. La hipotermia previa atenúa la hipertermia maligna en cerdos susceptibles. *Anesth Analg* 1996; 82:803.
50. Yeoh WK, Lee JKW, Lim HY, et al. Revisitando la zona de la membrana timpánica como sitio de medición de la temperatura corporal central. *PLoS One* 2017; 12:e0174120.
51. Geijer H, Udumyan R, Lohse G, Nilsagård Y. Mediciones de temperatura con un escáner temporal: revisión sistemática y metanálisis. *BMJ Open* 2016; 6:e009509.
52. Suleman MI, Doufas AG, Akça O, et al. Insuficiencia en un nuevo termómetro de arteria temporal para pacientes adultos y pediátricos. *Anesth Analg* 2002; 95:67.

Tema 100067 Versión 27.0

GRÁFICOS

Estándares de las organizaciones internacionales de anestesia para el monitoreo durante la anestesia

Organización	Presencia continua de	Descriptor	Monitores de pacientes
ASA	Personal de anestesia calificado	Mínimo	▪ O₂ inspirado con alarma de límite bajo de O₂ ▪ Oxímetro de pulso, con tono de pulso audible y alarma de umbral bajo ▪ CO₂ espirado continuo, con alarma audible, durante anestesia general o sedación moderada/profunda ▪ Desconectar la alarma durante la ventilación mecánica ▪ ECG continuo ▪ Presión arterial y frecuencia cardíaca al menos cada cinco minutos ▪ During GA, pulse plethysmography or oximetry, or continuous palpation of pulse, or auscultation of heart sounds, or monitored intraarterial pressure trace, or ultrasound peripheral pulse ▪ Temperature when clinically significant changes in body temperature are anticipated or suspected
AAGBI	Anaesthetist of appropriate experience, or fully trained Physician Assistant (Anaesthesia) under the supervision of a Consultant Anesthetist	Minimum	▪ Pulse oximeter ▪ NIBP ▪ ECG ▪ Capnography during GA and during regional anesthesia or sedation whenever there is loss of patient response to verbal contact ▪ Temperature before general anesthesia and every 30 minutes during surgery
		Should use	▪ Inspired volatile anesthetic agent if used ▪ Inspired N₂O if used ▪ During GA: • Inspired and expired oxygen, waveform capnography • During mechanical ventilation, airway pressure, TV, and RR • If NMBA's used, quantitative neuromuscular monitoring throughout anesthesia ▪ During TIVA with neuromuscular blockade, processed EEG
		Available	▪ Capillary blood glucose monitoring, blood gas analysis, hemoglobin measurement, flexible bronchoscopy
		Additional	▪ Invasive blood pressure, cardiac output at discretion of anaesthetist
EBA	Appropriately trained and experienced anaesthesiologist	Essential	▪ Pulse oximeter ▪ NIBP ▪ ECG ▪ Airway gases: O₂ with audible alarm, CO₂, vapour when volatile anesthetics used ▪ Airway pressure
		Available	▪ Peripheral nerve stimulator with NMBA's ▪ Temperature
WHO-WFSA	Vigilant anesthesia professional	Highly recommended (mandatory)	▪ Audible signals and alarms ▪ Pulse oximeter, including heart rate ▪ CO₂ detector for intubated patients ▪ NIBP
		Recommended	▪ Continuous monitoring with stethoscope (precordial, pretracheal, or oesophageal) ▪ Continuous capnography during GA or deep sedation ▪ Continuous ECG ▪ Peripheral nerve stimulator with muscle relaxants

			▪ Oxygen concentration monitoring, including inspired concentration and device to prevent delivery of hypoxic gas mixture ▪ Disconnect alarm during mechanical ventilation ▪ Intermittent temperature monitoring
		Suggested	▪ Inspiratory and/or expired gas volumes, and concentration of volatile agents ▪ Invasive blood pressure in appropriate cases ▪ Continuous electronic temperature monitoring in appropriate cases ▪ Processed EEG in appropriate cases ▪ Urine output in appropriate cases
CAS	Physician or an anesthesia assistant (with appropriate training and experience) under the immediate supervision of an anesthesiologist	Required	▪ Pulse oximeter ▪ BP (either invasive or non-invasive) ▪ ECG ▪ Capnography for GA and sedation ▪ Agent-specific anesthetic gas analyser with inhalation agents
		Exclusively available for each patient	▪ Temperature ▪ Peripheral nerve stimulator when NMBAs used ▪ Stethoscope (precordial, esophageal, or paratracheal) ▪ Lighting appropriate to visualize an exposed portion of the patient
		Immediately available	▪ Spirometer ▪ Manometer to measure ETT cuff pressure ▪ Equipment for invasive hemodynamic monitoring (ie, intra-arterial, CVP)
		Available	▪ Depth of anesthesia monitoring equipment to be considered for use in patients at increased risk for intraoperative awareness
ANZCA	Vigilant anaesthetist, practitioner, medical practitioner	Mandatory	▪ Pulse oximeter ▪ CO₂ monitor during GA ▪ ECG ▪ NIBP ▪ Inspired and end tidal concentration of inhaled anesthetics when used ▪ Temperature when warming devices used ▪ Neuromuscular function monitor (quantitative preferred) when considering extubation after use of nondepolarizing NMBAs
		Available	▪ CO₂ monitor during sedation ▪ Continuous invasive blood pressure ▪ Temperature ▪ Neuromuscular function monitor when NMBAs used ▪ Temperature ▪ Other (EEG, CVP, CO, TEE, respiratory mechanics) when clinically indicated

ASA: American Society of Anesthesiologists 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 December 13, 2020). Available at <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>.

AAGBI: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Available at <https://anaesthetists.org/Home/Resources-publications/Guidelines/Recommendations-for-standards-of-monitoring-during-anaesthesia-and-recovery-2021>.

EBA: European Board of Anaesthesiology. Available at <http://www.eba-uems.eu/resources/PDFS/safety-guidelines/EBA-Minimal-monitor.pdf>.

WHO-WFSA: World Health Organization – World Federation of Societies of Anaesthesiologists. Gelb AW, Morriss WW, Johnson W, et al. World Health Organization-World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WHO-WFSA) International Standards for a Safe Practice of Anesthesia. Can J Anaesth 2018.

CAS: Canadian Anesthesiologists' Society. Available at <https://www.cas.ca/en/practice-resources/guidelines-to-anesthesia>.

ANZCA: Australian and New Zealand College of Anaesthetists. Available at <https://www.anzca.edu.au/getattachment/0c2d9717-fa82-4507-a3d6-3533d8fa844d/PS18-Guideline-on-monitoring-during-anaesthesia>.

CO₂: carbon dioxide; CO: cardiac output; CVP: central venous pressure; ECG: electrocardiogram; EEG: electroencephalogram; ETT: endotracheal tube; GA: general anesthesia; HR: heart rate; N₂O: nitrous oxide; NIBP: non-invasive blood pressure; NMBAs: neuromuscular blocking agents; O₂: oxygen; TEE: transesophageal echocardiography; TIVA: total intravenous anesthesia.

Graphic 114602 Version 8.0

Basic monitoring during anesthesia

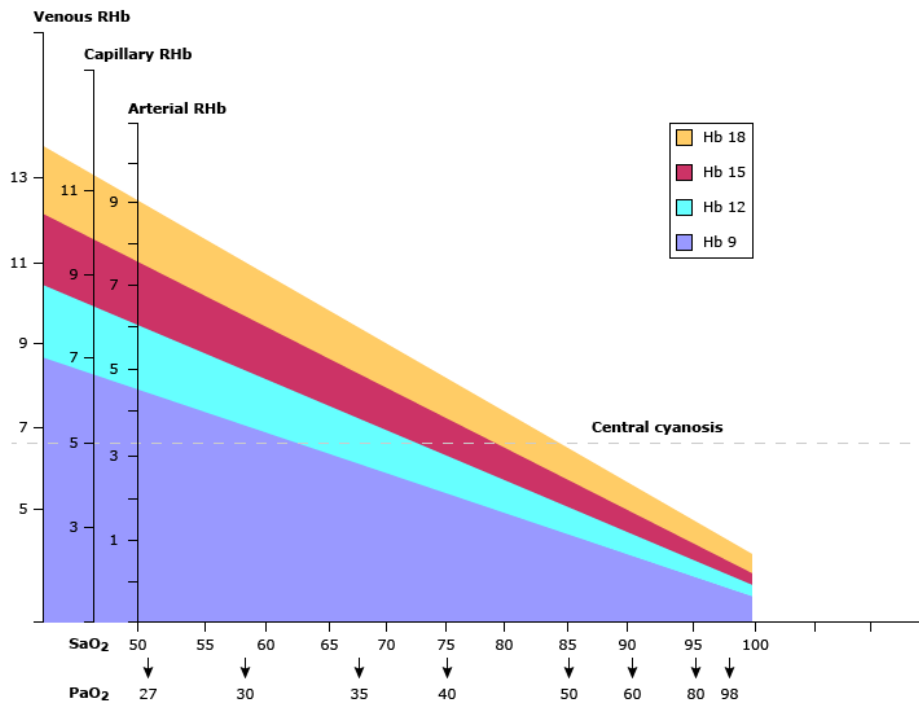
Primary physiologic process/parameter targeted		Monitoring equipment	Principle	Derived information	Additional function
Oxygenation	Inspired gas O ₂ content	O ₂ analyzer (with a low-limit alarm in use)	Paramagnetic sensor, fuel (galvanic) cell, polarographic (Clark) electrode, mass spectroscopy, or Raman scattering.	Inspired/expired O ₂ concentration when placed downstream from fresh flow control valves	A low-level alarm is automatically activated by turning on the anesthesia machine
	Blood oxygenation	Pulse oximeter	The Beer-Lambert law applied to tissues and pulsatile blood flow. The relative absorbency at wavelengths of 660 and 940 nm is used to estimate saturation, which is derived from the ratio of oxyhemoglobin to the sum of oxyhemoglobin plus deoxyhemoglobin.	Hemoglobin saturation, pulse rate, relative pulse amplitude displayed on plethysmography waveform	Continuous evaluation of circulation, variable pitch pulse tone, and audible low-threshold alarm
Ventilation	Exhaled CO ₂	Capnograph	CO ₂ molecules absorb infrared radiation at 4.26 micrometers, proportionate to the CO ₂ concentration present in the breath sample.	ETCO ₂ , inspired CO ₂ , diagnostic waveforms, respiratory rate, apnea detection	Instantaneous information about: ■ Perfusion (how effectively CO₂ is being transported through the vascular system) ■ Metabolism (how effectively CO₂ is being produced by cellular metabolism) ■ Confirmation of tracheal tube placement after intubation
	Integrity of ventilation system during mechanical ventilation	Disconnection alarm	Detects the cyclical changes in airway pressure in the normal range.	Alarms if a significant decrease in rate or pressure occurs	Alarms if high pressures are sensed
	Pulmonary mechanics (volume, flow, pressure)	Pulmonary flow and pressure sensors	Volume of gas proportional to a drum movement, changes in differential pressure (near the Y-connector) or in electrical resistance (hot wire housed in a monitor or ventilator).	Inspired and expired volume, flow, and airway pressure	Pressure volume and flow volume loops
Circulation	Cardiac activity	ECG	The ECG monitor detects, amplifies, displays, and records the ECG signal.	Heart rate and rhythm	ST segment depression/elevation and trend over time with an audible alarm warning of significant arrhythmias or asystole

	Arterial BP	Noninvasive BP monitor	Oscillometric devices automatically inflate and deflate the cuff, and have electronic pressure sensors that record the pressure oscillations of the arteries. The pressure at which maximal oscillations occur as the cuff is deflated corresponds with MAP. Proprietary algorithms are used to calculate systolic and diastolic BP.	Arterial BP	Indicator of organ perfusion
Temperature		Temperature monitor	Devices with a semiconductor, electrical resistance decreases as temperature decreases.	Core or peripheral temperature	A greater than 2°C core-to-periphery temperature gradient is indicative of low cardiac output

BP: blood pressure; CO₂: carbon dioxide; ECG: electrocardiogram; ETCO₂: end-tidal carbon dioxide; MAP: mean arterial pressure; O₂: oxygen.

Graphic 110080 Version 5.0

Oxygen and hemoglobin values at which central cyanosis occurs



The threshold for central cyanosis is a capillary reduced hemoglobin content of 5 g/dL, which can occur at varying values of the two parameters that are measured most commonly, arterial oxygen saturation (SaO_2) and arterial hemoglobin content. The vertical axis shows values for venous, capillary, and arterial reduced hemoglobin (RHb, g/dL blood), and the horizontal axis shows a percent saturation of hemoglobin in arterial blood (SaO_2) along with corresponding PaO_2 (mmHg). Each diagonal line represents a different hemoglobin content (g/dL). For example, central cyanosis can manifest when SaO_2 is 79% in a patient with a hemoglobin of 15 g/dL.

Original figure modified for this publication. Reproduced from: Martin L, Khalil H. How much reduced hemoglobin is necessary to generate central cyanosis? *Chest* 1990; 97:182. Illustration used with the permission of Elsevier Inc. All rights reserved.

Graphic 114333 Version 1.0

Causes and troubleshooting erroneous pulse oximetry readings

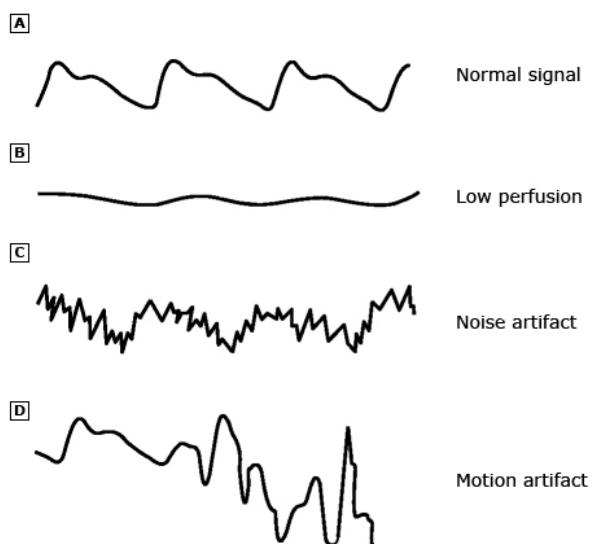
Problem and potential errors	Solution
Inadequate waveform	
Malposition of probe	Reposition probe, alternate site
Motion artifact	Reposition probe, alternate site
Hypoperfusion	Reposition probe, alternate site, warming
Hypothermia	Use ear or forehead probe, warming
Skin pigment	Measure ABG
Falsely normal or elevated oximetry reading	
Carboxyhemoglobin (eg, carbon monoxide poisoning)	Co-oximetry
High levels of glycohemoglobin A1c	Measure ABG
metHb, sulfHb*	Multiwavelength co-oximetry (metHb), biochemical analysis (sulfHb)
Ambient light	Remove ambient light source
Skin pigment	Measure ABG
Falsely low oximetry reading	
Inadequate waveform	Reposition probe, alternate site
metHb*	Multiwavelength co-oximetry
sulfHb*	Biochemical analysis
HbS and inherited forms of abnormal Hb	Measure HbS and abnormal Hb levels
Severe anemia	Measure ABG
Venous pulsations or congestion	Loosen probe, reposition patient or probe, measure ABG
Ambient light	Remove ambient light source
Nail polish	Remove polish or change site
Vital dyes	Usually transient, measure ABG

ABG: arterial blood gas; metHb: methemoglobin; sulfHb: sulfhemoglobin; HbS: sickle hemoglobin; Hb: hemoglobin; SpO₂: peripheral arterial oxygen saturation; SaO₂: true arterial oxygen saturation.

* In these conditions, SpO₂ is low; when levels of metHb or sulfHb are mildly elevated, SpO₂ underestimates the SaO₂, but when levels are high, the SpO₂ automatically trends towards 85% such that pulse oximetry can overestimate SaO₂.

Adapted from: Chan ED, Chan MM, Chan MM. Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. Respir Med 2013; 107:789.

Graphic 107546 Version 4.0

Pulse oximeter waveform

Common pulsatile signals on a pulse oximeter.

(A) Normal signal showing the sharp waveform with a clear dicrotic notch.

(B) Pulsatile signal during low perfusion showing a typical sine wave.

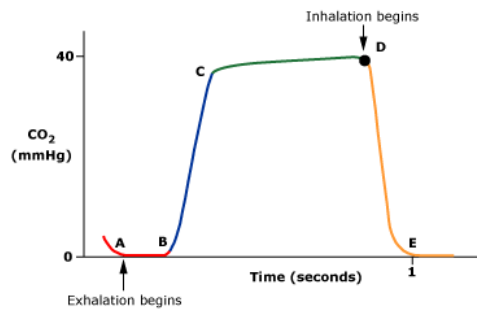
(C) Pulsatile signal with superimposed noise artifact giving a jagged appearance.

(D) Pulsatile signal during motion artifact showing an erratic waveform.

From: Jubran A. Pulse oximetry. Crit Care 2015; 19:272. Copyright © Jubran 2015. Reproduced under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0). Available at: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-015-0984-8> (Accessed on May 17, 2016).

Graphic 107547 Version 1.0

Normal CO₂ waveform



A - B: Dead space ventilation

B - C: Ascending expiratory phase

C - D: Alveolar Plateau

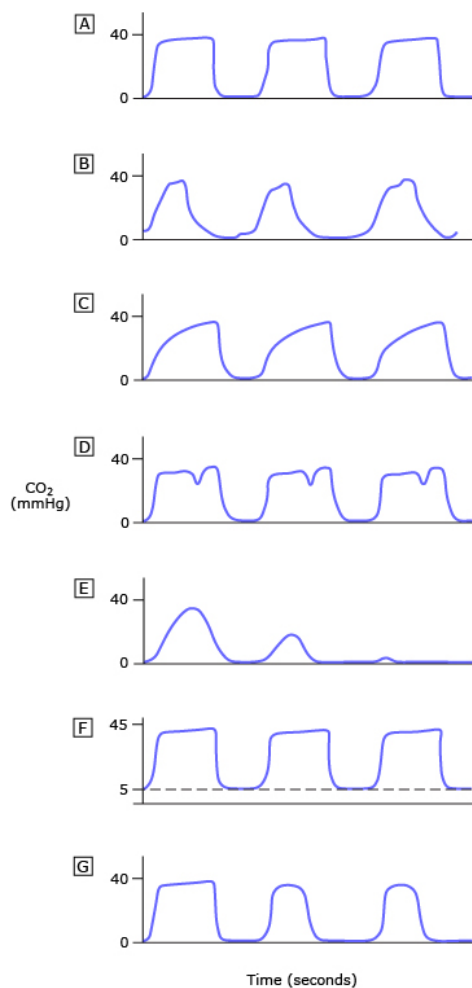
D: End-tidal CO₂

D - E: Descending inspiratory phase

Reproduced with permission from: Krauss B, Deykin A, Lam A, et al. Capnogram shape in obstructive lung disease. Anesth Analg 2005; 100:884. Copyright © 2005 Lippincott Williams & Wilkins.

Graphic 67700 Version 11.0

Normal and abnormal capnograms

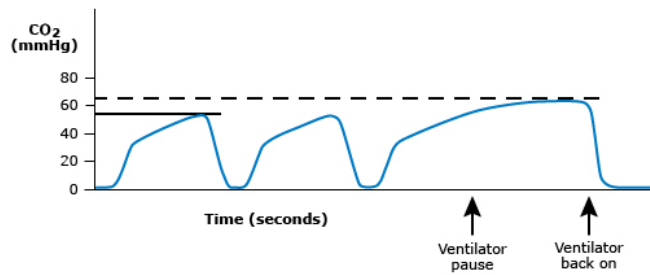


This graphic shows normal and abnormal capnograms, as follows:

- A. Normal capnogram during positive pressure ventilation
- B. Normal capnogram during spontaneous ventilation
- C. Upsloping plateau that might occur with bronchospasm or a kinked or obstructed endotracheal tube
- D. Notched plateau caused by attempts at spontaneous ventilation during controlled mechanical ventilation
- E. Progressive decrease and disappearance of capnogram during esophageal intubation
- F. Rebreathing of carbon dioxide
- G. Abrupt shortening of plateau phase, as might occur with ruptured endotracheal tube cuff

Graphic 114177 Version 1.0

Capnogram with upsloping plateau



In patients with obstructive lung disease and an upsloping ETCO₂ plateau, inspiration may occur before the true end of expiration, and result in a falsely low ETCO₂ (solid line). Reducing the respiratory rate (or briefly stopping the ventilator) should allow full exhalation and an accurate ETCO₂ reading (dashed line).

CO₂: carbon dioxide; ETCO₂: end-tidal carbon dioxide.

Graphic 112619 Version 2.0

Contributor Disclosures

Dra. Gabriella Iohom, PhD: No se han declarado relaciones financieras relevantes con empresas no elegibles.
Girish P Joshi, MB, BS, MD, FFARCSI, FASA. Consejos consultores/asesores: Haisco-USA [Anestesiología]; Vertex Pharmaceuticals [Tratamiento del dolor]. Se han mitigado todas las relaciones financieras relevantes mencionadas. **Dra. Marianna Crowley:** No se han declarado relaciones financieras relevantes con empresas no elegibles.

El grupo editorial revisa las declaraciones de los colaboradores para detectar posibles conflictos de intereses. De detectarse, se abordan mediante un proceso de revisión multinivel y mediante la exigencia de proporcionar referencias que respalden el contenido. Todos los autores deben proporcionar contenido debidamente referenciado y cumplir con los estándares de evidencia de UpToDate.

[Política de conflicto de intereses](#)

→