

## 2. Monitorización de constantes vitales en la Unidad de Cuidados Intensivos

### MONITORING OF VITAL SIGNS IN THE INTENSIVE CARE UNIT

**Lorena Ramírez Garrido**

Graduada en Enfermería por la Universidad de Castilla la Mancha.

#### RESUMEN

La medicina intensiva se desarrolló hace más de doscientos años con el objetivo de proporcionar cuidados especiales a pacientes críticos e inestables.

La monitorización de las constantes vitales de estos pacientes permite anticiparse a situaciones que empeoren la salud del paciente y, en caso de que se produzcan, el personal sanitario podrá tomar decisiones con mayor velocidad y administrará el tratamiento de forma más rápida y conveniente.

Según la patología que presente el paciente, su estado de salud y sus características personales y médicas, se escogerá un método de monitorización u otro valorando el riesgo-beneficio que supone cada técnica.

A la mayoría de pacientes que ingresan en la Unidad de Cuidados Intensivos se les controlan las constantes hemodinámicas, neurológicas y respiratorias, además de aquellas que sean necesarias por la patología que presenten.

Para ello, se utilizan tanto técnicas invasivas como no invasivas que nos aportan la información a través de diferentes monitores cuyo funcionamiento es importante conocer para así realizar una correcta interpretación del estado del paciente.

**Palabras clave:** Constantes vitales, monitorización hemodinámica, monitorización neurológica, monitorización respiratoria, equipos monitorización.

#### ABSTRACT

*Intensive care medicine was developed more than two hundred years ago with the aim of providing special care to critical and unstable patients.*

*Monitoring the vital signs of these patients makes it possible to anticipate situations that could worsen the patient's health and, should they occur, the healthcare personnel will be able*

*to make decisions more quickly and administer treatment more rapidly and conveniently.*

*Depending on the patient's pathology, state of health and personal and medical characteristics, one monitoring method or another will be chosen, assessing the risk-benefit ratio of each technique.*

*Most patients admitted to the Intensive Care Unit are monitored for hemodynamic, neurological and respiratory constants, in addition to those necessary for the pathology they present.*

*For this purpose, both invasive and non-invasive techniques are used to provide us with information through different monitors whose operation is important to know in order to make a correct interpretation of the patient's condition.*

**Keywords:** Vital signs, hemodynamic monitoring, neurological monitoring, respiratory monitoring, monitoring equipment.

#### BLOQUE I: UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

##### Origen de la Unidad de Cuidados Intensivos

Es difícil determinar cuál fue el inicio de la medicina intensiva. La necesidad de separar a los enfermos graves o en peligro de muerte de forma temprana y oportuna para atenderlos de manera prioritaria ya aparecía en el 1799 en la guerra de Napoleón Bonaparte en Egipto (1), aunque tradicionalmente se considera que Florence Nightingale comenzó a realizar esta clasificación de los heridos en la guerra de Crimea (1854-1856) y creó la primera unidad de cuidados intensivos (UCI) en un área cercana a la estación de enfermería pero separada del resto de pacientes reduciendo la tasa de mortalidad en batalla del 40% a, tan solo, el 2% (2).

En la época de los 1850, el cuidado intensivo de los pacientes se llevaba a cabo en la atención médica en situaciones de guerra y, más tarde la década de 1920, se prepararon salas exclusivas para el cuidado postoperatorio (1).

En 1950 ya aparece una terapia intensiva con dispositivos y procedimientos específicos como el área creada por el anestesiólogo Peter Safar, quien fue considerado el primer intensivista, por establecer una sala en la que mantenía a los pacientes sedados y ventilados (2).

También en esa época, entre 1947 y 1952, las epidemias de poliomielitis obligaron a desarrollar en muchos países como Dinamarca, Suecia, Francia, etc. los primeros servicios de respiración artificial por la necesidad de vigilar y ventilar constantemente a los enfermos. Y finalmente, a finales de los años cincuenta por iniciativa de Peter Safar, se instalaron las primeras unidades centrales de tratamiento y cuidado intensivo para un uso bastante similar al que actualmente se les da a las unidades de cuidados intensivos y, con el paso del tiempo, se fueron creando en los hospitales de todo el mundo (2).

La medicina crítica se ha ido desarrollando y perfeccionando a lo largo de los años hasta que, en la actualidad, se considera la rama de la medicina que se ocupa del paciente en estado crítico (2) o en riesgo de desarrollarlo, y le proporciona una atención sanitaria que no puede proveerse en las salas regulares de un hospital (1).

Para ello, se han diseñado unidades de cuidados intensivos específicas para diferentes especialidades de salud. A estas unidades de cuidados intensivos se les describe como servicios dentro del marco institucional hospitalario preparados con los avances tecnológicos y la estructura necesaria para mantener las funciones vitales de pacientes en riesgo de perder la vida con la finalidad de recuperación (2).

Actualmente, en la Unidad de cuidados intensivos se encuentra la tecnología médica más avanzada y un equipo de especialistas multidisciplinar entre los que se incluyen médicos, enfermeros, fisioterapeutas, etc. y que tienen como objetivo aportar los conocimientos y la perspectiva propia de cada profesión para conseguir una mejoría global en los pacientes en condiciones críticas de salud. Además, son capaces de dar una atención y proporcionar cuidados continuos y específicos para cada caso en especial (3).

Estas áreas hospitalarias son un sistema de emergencia que proporciona atención especializada a pacientes con riesgos de salud inmediatos debido a un compromiso de las funciones vitales ya sea a nivel hemodinámico, respiratorio o neurológico, y que supone una amenaza potencial para la vida (3).

### **El paciente crítico**

En la Unidad de Cuidados Intensivos trabajan profesionales (médicos, enfermeras y técnicos) especializados en medicina intensiva, además de cierta formación en cirugía, anestesiología, y medicina de urgencias (2).

Estos profesionales proporcionan atención a los pacientes críticos que se encuentran en la UCI y que, debido a su estado, requieren cuidado constante y atención especializada.

El paciente crítico se define como aquel que se encuentra fisiológicamente inestable, y que presenta unas alteraciones fisiológicas graves que suponen una amenaza real o potencial para su vida. El paciente crítico precisa soporte vital avanzado, monitoreo continuo e invasivo, una evaluación clínica estrecha con ajustes continuos de terapia según su evolución y la realización de intervenciones que no se pueden proporcionar en otros servicios menos tecnificados (4). Para que estos pacientes ingresen en la UCI, es necesario que sean susceptibles de recuperación (2).

A la hora de incluir a los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos, la decisión debe ser tomada de forma rápida y suele darse en un entorno estresante por lo que es necesario contar con criterios de triaje objetivos que faciliten el proceso y aplicarlos equitativamente (4).

Algunos de estos criterios según el paciente pueden ser la gravedad de la enfermedad que presente el paciente, la necesidad de cuidados y asistencia continuos o la necesidad de un área tecnificada para realizar las intervenciones que

precise (2), la presencia y gravedad de las comorbilidades, la edad del paciente y la posible reversibilidad de la enfermedad (4).

A pesar de esto, también pueden aparecer otros factores que influyan en la toma de decisiones sobre si llevar a un paciente a la UCI, por ejemplo, la disponibilidad de camas. En caso de que hubiese camas disponibles se podrían aceptar en esta área pacientes para proporcionarles tratamientos paliativos intensivos que, según algunos investigadores (4), pueden ser mejor realizados y más beneficiosos para el paciente si se realizan en una unidad de cuidados intensivos en pacientes que están en crisis pudiendo estabilizar una condición aguda.

La admisión en la UCI puede basarse en el modelo de priorización, es decir, los pacientes que tienen prioridad son aquellos que más posibilidades tienen de beneficiarse y de mejorar al recibir los cuidados propios de la UCI. En segundo lugar, el modelo basado en el diagnóstico, en el cual se prioriza a los pacientes según las enfermedades específicas que presenten. Y, finalmente, el modelo basado en parámetros objetivos que consiste en priorizar qué paciente entra en UCI según lo necesiten conforme a sus signos vitales, resultados de pruebas diagnósticas, y una evaluación clínica (4).

Existen métodos de valoración de los pacientes para medir de manera objetiva, reproducible y cuantificable la gravedad, la necesidad de esfuerzo terapéutico y los resultados medidos como la posibilidad de supervivencia y calidad de vida posterior (2):

Entre las diferentes escalas encontramos, en primer lugar, los índices de gravedad en pacientes críticos (APACHE) para medir la probabilidad de muerte del paciente. Por otro lado, podemos utilizar el sistema de evaluación "SOFA" que permite medir la aparición y evolución del fallo multiorgánico. Además, podemos establecer el pronóstico del paciente y si se puede trasladar a otra área hospitalaria menos tecnificada con los índices de esfuerzo terapéutico precisado (TISS) (2).

Además, los pacientes que ingresan en la UCI se incluyen en uno de los siguientes grupos de prioridad según sus características (2,4):

- **Prioridad 1:** Pacientes inestables con necesidad de monitoreo continuo y tratamiento que no puede ser proporcionado fuera de esta unidad hospitalaria. Algunos ejemplos serían: Insuficiencia respiratoria que precise soporte ventilatorio invasivo o paciente con riesgo potencial de inestabilidad circulatoria que precise monitoreo de presión venosa central.
- **Prioridad 2:** Pacientes que necesitan un monitoreo constante y podrían precisar intervención inmediata. Son pacientes con comorbilidad y sin indicación de limitación del esfuerzo terapéutico. Pacientes que sufren un descompensación de su enfermedad o que precisan intervención quirúrgica y tienen alto riesgo de descompensación.
- **Prioridad 3:** Pacientes con agudizaciones o descompensaciones de su patología de base o presentan una nue-

va patología y se le puede ofrecer tratamiento intensivo para mejorar o estabilizar los eventos agudos, pero en los que existe limitación del esfuerzo terapéutico y soporte de forma individual y en caso de deterioro a pesar del tratamiento.

- **Prioridad 4:** Pacientes que no se beneficiarían de los cuidados intensivos, por no necesitar cuidados tan complejos, por presentar patologías irreversibles o por estar en una etapa terminal de su enfermedad.

A pesar de las herramientas proporcionadas para tomar la decisión de ingresar a un paciente en UCI, el médico intensivista que debe tomar la decisión no puede basarse solamente en los resultados de las escalas o instrumentos objetivos aplicados, sino que debe hacer una valoración global con todos los factores que presenta el paciente.

### **Patologías más frecuentes en la Unidad de Cuidados Intensivos**

En la UCI se atienden diferentes tipos de patologías, generalmente suelen estar originadas por accidentes, caídas de altura, arrollamientos, enfermedades cardiovasculares o cerebrovasculares, etc. Entre ellas, las más frecuentes son:

- **Sepsis grave:** Es la primera causa de ingreso en UCI. Esta patología consiste en infecciones agudas que producen daño en órganos diferentes y alejados del inicialmente enfermo. Es una afección que posee una alta tasa de mortalidad siendo la principal causa de muerte en los pacientes críticos. Es una patología para tener en cuenta especialmente en la UCI ya que los procedimientos invasivos (como la colocación de un catéter venoso central) aumentan el riesgo de infecciones nosocomiales (3). La sepsis produce, según un estudio (5), disfunción hemodinámica en un 83,7% de los pacientes, disfunción renal en el 70,3%, respiratoria en un 26,1% y urinaria en un 14,2%. Además, en este mismo estudio se vio que la mortalidad en pacientes con sepsis aumentaba si existía fallo respiratorio, hemodinámico y neurológico y si se usaba ventilación mecánica y vasopresores en el tratamiento.
- **Insuficiencia respiratoria:** Es una de las principales causas de ingreso en UCI ya que, generalmente, el paciente requiere soporte ventilatorio ya sea invasivo o no invasivo. La insuficiencia respiratoria suele ser causada por infecciones, afección de pares craneales o enfermedad sistémica (3).
- **Hemorragias:** La más común en UCI es la hemorragia digestiva alta no varicosa. Esta patología precisa ingreso en UCI por la complejidad de su estabilización, la posible necesidad de resucitación y para la posterior realización de endoscopia digestiva alta. Se valora el ingreso en UCI dependiendo de la gravedad de la hemorragia, la cual se determinará en función de la frecuencia cardíaca del paciente, la tensión arterial y la perfusión periférica que presente (3).
- **Pancreatitis aguda:** Esta patología tiene una mortalidad de entre un 2-5% y un 15-25% de los pacientes acabarán desarrollando pancreatitis aguda grave. La pancreatitis aguda grave tiene una alta tasa de mortalidad (de hasta

el 50%) y suele asociarse con estancias prolongadas en UCI. El ingreso de los pacientes en la UCI dependerá de los criterios de gravedad que presenten (3):

- **Parámetros analíticos:** Leucocitosis, descenso de hematócrito, hiperglucemia, aumento de PCR, entre otros.
- **TAC:** En el que se muestren áreas necróticas o hemorrágicas.
- **Al realizar punción o lavado peritoneal** el líquido libre presente un color oscuro o tenga un volumen mayor a 20 ml.
- **El paciente presente síntomas** que, por sí solos, impliquen gravedad como pueden ser la hemorragia digestiva alta, existencia de masa palpable hemoperitoneo, o disnea.

Si el paciente presenta tres o más de los criterios de gravedad mencionados en las primeras 48 horas, debe ingresar en la unidad de cuidados intensivos para llevar a cabo reposo pancreático, alivio del dolor, estabilización hemodinámica, prevención o tratamiento de hemorragia digestiva y procesos infecciosos y correcciones metabólicas para el mantenimiento del equilibrio ácido-base (3).

- **Fallo hepático agudo:** Si un paciente presenta un fallo agudo fulminante debe ingresarse en UCI y valorar la posibilidad de un trasplante, dado que la mortalidad asociada es alta y es el único tratamiento eficaz. Los pacientes pueden presentar complicaciones que precisan cuidados que solo se pueden proporcionar en la Unidad de Cuidados Intensivos como la encefalopatía, edema cerebral, fallo renal, acidosis metabólica y fallo multiorgánica, entre otros (3).
- **Insuficiencia renal:** Es una complicación común de patologías presentes en la UCI que consiste en una rápida y progresiva reducción de la función renal, pudiendo presentar o no, oliguria. Entre las numerosas causas de insuficiencia renal, la sepsis es la más importante (3).
- **Lesiones esofagogástricas por cáusticos:** La gravedad dependerá del tipo de cáustico, su concentración, el estado de repleción gástrica y tiempo de contacto con la mucosa. El paciente tendrá que ser trasladado a la Unidad de Cuidados Intensivos para su estabilización en caso de que aparezcan complicaciones que supongan riesgo vital como peritonitis o inestabilidad hemodinámica (3).
- **Perforación del esófago:** Es una de las patologías más graves de todas las que se pueden producir en el tracto intestinal con una alta tasa de mortalidad. Los principales riesgos son el compromiso de la vía aérea y que el paciente entre en shock (3) por lo que es importante ingresar a los pacientes en la unidad de cuidados intensivos para poder atender adecuadamente esta patología y sus posibles complicaciones.
- **Enfermedad cerebrovascular:** Actualmente es la tercera causa de muerte en el mundo y la primera de invalidez permanente en el adulto. Esta patología aparece cuan-

do una parte del cerebro pierde el riego sanguíneo de forma súbita e inmediata por la oclusión de alguna de las arterias que irrigan la masa encefálica y aparece una zona infartada (3).

- **Enfermedades cardiovasculares:** Dentro de estas, una de las que más incidencia posee es la enfermedad coronaria. Las patologías que afectan a los vasos sanguíneos pueden afectar a diferentes órganos como riñones, corazón, miembros inferiores, etc. Todas estas enfermedades, además son un factor de riesgo para el desarrollo de otras patologías como la retinopatía hipertensiva, entre otras. Las enfermedades cardiovasculares agudas suelen producirse por la obstrucción de una arteria que impide la correcta irrigación de un órgano, pero también puede deberse a hemorragias o coágulos en los vasos sanguíneos y debido a su complejidad deben ser ingresados y atendidos en la UCI (3).
- **Patología neuromuscular:** En la UCI se pueden encontrar dos tipos de patología neuromuscular. En primer lugar, están todas las afecciones neuromusculares que ya padecía el paciente antes del ingreso en UCI.

Y, por otro lado, está la debilidad muscular que se adquiere en la UCI. Se da en pacientes que previamente no tenían ninguna enfermedad neuromuscular pero que, debido a la gravedad de la enfermedad, una gran duración del ingreso o al tratamiento empleado, se desarrolla debilidad muscular.

Según los últimos estudios, la patología neuromuscular podría jugar un importante papel tanto en la efectividad del tratamiento, como en el pronóstico del paciente y en la prevención (3).

Además de todas estas patologías, existen otras que, aunque por sí solas no precisan ingresar al paciente en UCI, pueden generar situaciones en las que haya que trasladarlo. Entre las más frecuentes encontramos la hipertensión arterial crónica, la insuficiencia renal crónica y el cáncer (4).

## **BLOQUE II: CONSTANTES VITALES Y MÉTODOS DE MONITORIZACIÓN EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS**

La vigilancia de constantes vitales en los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos facilita la decisión de qué tratamiento se va a seguir y, por lo tanto, aumenta el beneficio del paciente, disminuyendo la probabilidad de complicaciones (3).

Los pacientes que se encuentran en la UCI generalmente están sometidos a procedimientos invasivos como terapias de reemplazo o ventilación mecánica (3). Estas técnicas requieren un continuo control de las constantes vitales para prevenir complicaciones y permitir un correcto ajuste.

La monitorización continua de pacientes críticos es fundamental, por lo que el uso de equipos biomédicos de monitoreo de gran complejidad es muy requerido (6). Las constantes vitales pueden ser monitorizadas de forma continua o intermitente y mediante procedimientos invasivos o no invasivos.

Los procedimientos invasivos llevados a cabo con la finalidad de controlar las constantes vitales o con fines diagnósticos o terapéuticos, aumentan el riesgo de sufrir infecciones nosocomiales (3).

Según la OMS, las tasas epidemiológicas de las infecciones nosocomiales aumentan cada año y la primera causa suelen ser los accesos venosos centrales en las Unidades de Cuidados Intensivos (3). Además, según un estudio, el 30,8% de pacientes que presentó una infección intrahospitalaria, también presentó una infección en el punto de inserción del catéter venoso central y las bacterias que con más frecuencia causaban estas patologías eran "*Staphylococcus Aureus*" y "*Estafilococos coagulasa negativos*" (7).

Por ello, además de todas las medidas que se toman para intentar reducir todas las infecciones posibles, también se debe realizar un seguimiento microbiológico del paciente de la UCI a través de la toma, de forma periódica, de muestras para cultivos tanto del catéter venoso central como de las secreciones endotraqueales, entre otros (3).

Además de esta, encontramos otras desventajas de la monitorización continua como el denominado "*riesgo tecnológico*". El riesgo tecnológico en la UCI relacionado con los monitores o la tecnología destinada al control de signos vitales puede ocasionar daños no intencionados (6), por ejemplo, administrando tratamientos o cuidados inadecuados cuando el monitor muestra un signo vital alterado, pero en realidad, se trata de un error del aparato.

Estos errores en la recogida de datos pueden deberse tanto a desajustes en su hardware, como a una mala colocación o a un daño interno en el software, y se pueden ver alteradas las señales electrofisiológicas medidas comprometiendo la vida del paciente (6). Por ello, y con la finalidad de disminuir el riesgo, es recomendable que ante una situación en la que los signos vitales observados en el monitor no parezcan propios del estado que presenta el paciente, el personal sanitario realice una valoración y corrobore si los datos obtenidos en la monitorización se corresponden con la realidad.

Otros factores que pueden favorecer que se produzcan errores por el uso de tecnología para el control de los signos vitales son: Un uso inadecuado de los monitores, silenciar las alarmas, la falta de capacitación del personal sanitario para el uso de nuevos aparatos, o la falta de trazabilidad de los equipos (6).

### **Constantes vitales que se monitorizan de forma continua**

Las constantes vitales que se monitorizan en UCI con mayor frecuencia se podrían clasificar en hemodinámicas, neurológicas y del aparato respiratorio. Además de estas, según la patología del paciente, puede ser necesario monitorizar signos vitales que proporcionen información sobre el funcionamiento de otros órganos o para el control de algún procedimiento como, por ejemplo, en un paciente con patología renal que precise hemodiálisis.

Las constantes hemodinámicas aportan información sobre el estado del corazón y de todo el sistema circulatorio.

Por otro lado, en las *UCI* es importante controlar a nivel neurológico parámetros como el índice bispectral o el electrograma en pacientes sedados y sedoanalgesiadados y, por último, también es necesario tener un especial cuidado en el control del intercambio gaseoso del paciente, sobre todo si este se encuentra intubado o con ventilación mecánica por lo que se monitorizan las constantes vitales que permiten tanto ajustar el tratamiento como ver el efecto que tiene en el paciente.

### Monitorización hemodinámica

Son muchos los parámetros que se pueden medir en el paciente para asegurarnos de que el sistema circulatorio mantiene un correcto funcionamiento. Según el estado del paciente podremos realizar mediciones intermitentes de algunas constantes vitales básicas como la tensión arterial o, si se encuentra muy inestable, será necesario monitorizar de manera continua varios signos vitales.

### Electrocardiograma

Un electrocardiograma (*ECG*) consiste en la detección y representación gráfica de los cambios eléctricos que tienen lugar en el miocardio (8), por lo tanto, su monitorización permite observar alteraciones en el correcto funcionamiento del corazón, tanto en el ritmo y la frecuencia de las pulsaciones, como en la transmisión del impulso nervioso permitiendo detectar episodios de isquemia miocárdica o arritmias (9).

Actualmente en las *UCI* se realiza a todos los pacientes de manera rutinaria ya sean pacientes coronarios o no (9).

Esto permite descartar la existencia de patología cardíaca y, en caso de que se produzca, facilitar que el personal sanitario detecte rápidamente de qué se trata y pueda actuar correctamente ante el evento cardíaco y restablecer el estado del paciente. Gracias a la monitorización con *ECG* se ha disminuido la mortalidad del infarto agudo de miocardio (*IAM*), además, permite predecir otras situaciones como la muerte súbita por fibrilación ventricular o la taquicardia ventricular que si no es tratada puede degenerar en fibrilación ventricular (9).

A pesar de que la monitorización mediante *ECG* ha permitido detectar muchos problemas cardíacos, todavía muchas arritmias no son detectadas debido a la brevedad que tienen en numerosas ocasiones (9).

Por ello, se han diseñado monitores cada vez más capaces de analizar el trazado electrocardiográfico y activar la alarma si se encuentra alguna arritmia, pero, aunque actualmente los monitores suelen pecar por exceso, todavía no se detectan todas las arritmias que realmente se producen (9).

### Ondas, segmentos e intervalos

La curva fisiológica está formada por deflexiones hacia abajo que son consideradas negativas y otras hacia arriba consideradas positivas (8). En la curva fisiológica de un ciclo cardíaco completo podemos encontrar (8,10):

- **Onda P:** Coincide con el inicio del ciclo cardíaco y representa la despolarización de las aurículas del corazón, es decir, se contraen. En primer lugar, se activa la aurícula derecha y posteriormente la izquierda.
- **Intervalo PR:** Va desde el inicio de la onda P, hasta el comienzo del complejo QRS sin tener en cuenta la existencia de la onda Q. Este intervalo representa el tiempo que transcurre desde que se activa el miocardio auricular hasta que el impulso nervioso alcanza las fibras musculares del ventrículo.
- **Complejo QRS:** Es la representación de la despolarización o contracción ventricular. Está formado por una deflexión negativa inicial llamada "onda Q" que en algunas ocasiones puede no aparecer, una deflexión positiva que se denominará "onda R" vaya o no precedida por una onda Q e independientemente de si existen otras deflexiones positivas en el complejo, la primera será la onda R y, la deflexión negativa que siga a dicha onda R, se llamará onda S.
- **Intervalo QT:** Va desde el inicio de la onda Q, hasta el final de la onda T y representa todo el proceso de la contracción ventricular, es decir, desde su activación o despolarización, hasta su repolarización.

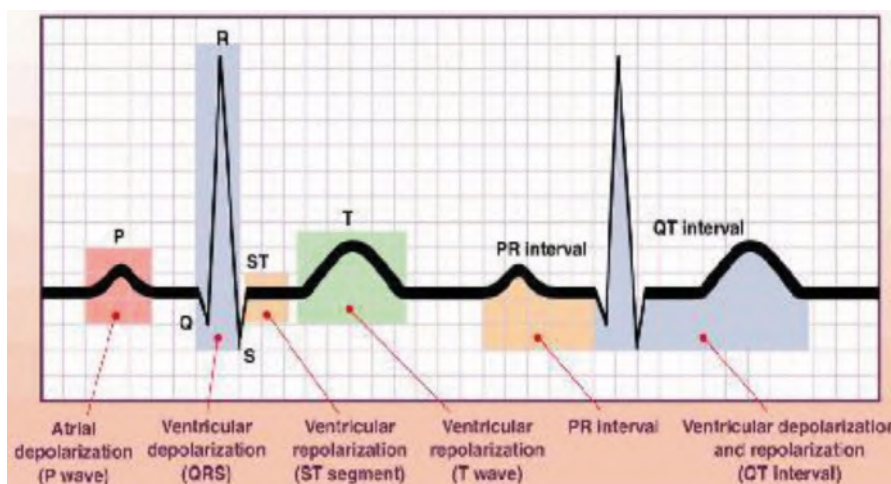
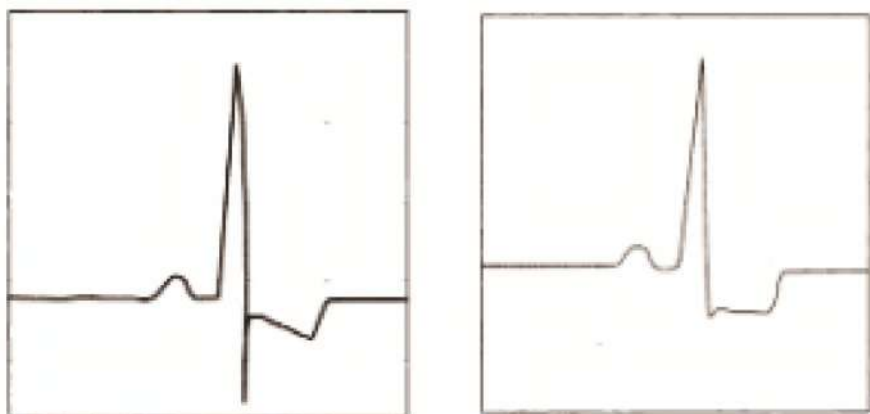


Figura 1. Partes del trazado electrocardiográfico. Fuente: (11).



**Figura 2.** Comparación entre trazado electrocardiográfico de diagnóstico y de monitorización. \*La imagen de la izquierda es más precisa y corresponde a un ECG realizado para diagnóstico. La imagen de la derecha se corresponde con el trazado electrocardiográfico que se puede observar en un monitor de control de constantes vitales. Fuente: (12).

- **Segmento ST:** Se mide desde el final del complejo QRS sin importar que la última onda sea la S o, en su defecto, la R, hasta el inicio de la onda T. Debería seguir la línea de base, también llamada línea isoeléctrica y si está aumentada o disminuida, se relaciona con cardiopatía isquémica.
- **Onda T:** Corresponde con la repolarización ventricular y, por lo tanto, con el final del ciclo cardíaco produciéndose la diástole ventricular con la finalización de esta onda. Si el complejo QRS es negativo, la onda T también aparecerá negativa ya que, debido a la diferencia de velocidad a la que se repolarizan las células endocárdicas y las epicárdicas, el complejo QRS y la onda T tienen la misma dirección.

Se pueden producir alteraciones en el electrocardiograma conocidos como "artefactos" por motivos relacionados con el paciente, como la respiración, los temblores, o por el movimiento; o por problemas en el dispositivo como puede ser una calibración incorrecta, una mala colocación de los electrodos o un mal contacto.

Además, si se realiza masaje cardíaco también aparecen variaciones en el electrocardiograma (8).

### Derivaciones

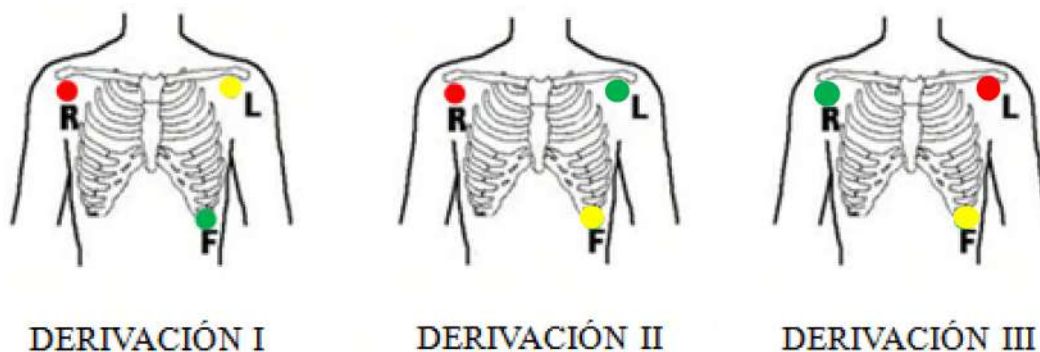
Un electrocardiograma suele realizarse como prueba diagnóstica mediante el uso de doce derivaciones y electrodos

colocados en el cuerpo del paciente. Por el contrario, para monitorizar al paciente en la UCI se utilizan monitores que normalmente poseen tres derivaciones, aunque también existen monitores con cinco derivaciones capaces de mostrar dos curvas fisiológicas.

Antes de mostrarse en la pantalla del monitor, la señal del ECG se debe procesar con el objetivo de disminuir los artefactos que se hayan podido producir, filtrar las diferentes frecuencias de las ondas, etc. para evitar errores en la interpretación (12). Por ello, se utiliza un límite de filtrado diferente en la modalidad de monitorización y en la de diagnóstico ya que, durante la monitorización se deben filtrar pequeños movimientos del paciente o diversas interferencias mientras que, en la modalidad de diagnóstico es necesario conseguir un trazado electrocardiográfico con mayor detalle (12).

Para monitorizar a un paciente, lo habitual es que se utilicen monitores con tres cables, no son habituales los que utilizan cinco electrodos. Los monitores que presentan tres cables solo mostrarán en la pantalla una curva fisiológica que se corresponderá, como puede verse en la figura 3, con una derivación u otra en función de la posición que se le haya dado a cada electrodo (12).

Además, en los monitores que solo disponen de tres cables, se pueden colocar los electrodos de manera alternativa para monitorizar V5 si fuera necesario ya que es la



**Figura 3.** Derivaciones bipolares obtenidas según la posición de los electrodos. Fuente: (9).

derivación más utilizada para valorar el funcionamiento del ventrículo izquierdo (12).

Para obtener V5 podemos hacerlo mediante diferentes combinaciones de electrodos, cambiando de posición únicamente el de color rojo (figura 4):

- *Opción 1:* Electrodo rojo en el tercio medio clavicular derecho.
- *Opción 2:* Electrodo rojo en "yugulum" esternal.
- *Opción 3:* Electrodo rojo en el quinto espacio intercostal derecho, en la línea axilar anterior.

Los otros dos electrodos quedarían siempre en la misma posición: El electrodo amarillo en la posición habitual de la derivación monopolar precordial V5 y el electrodo verde por debajo de los otros dos, por ejemplo, podría mantenerse en la cadera izquierda del paciente como se coloca para la monitorización de las derivaciones I, II, III.

En la opción 2 se puede observar una onda R de mayor amplitud lo que podría distorsionar una posible desnivelación del segmento ST. Este aumento también ocurre en la opción 3 pero no es tan marcado (12).

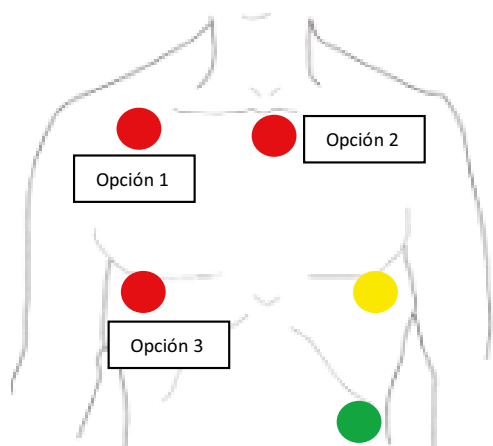


Figura 4. Combinaciones de tres electrodos bipolares para monitorizar V5. Fuente: (12).

Por otro lado, las derivaciones precordiales son monopolares y se utilizan en el caso de realizar un electrocardiograma con fines diagnósticos a un paciente.

En ellas se representa la dirección hacia la que se desplaza la electricidad a través de las células del miocardio y provocando deflexiones hacia arriba si el impulso eléctrico se acerca hacia el electrodo y negativas si se aleja del mismo.

Las derivaciones precordiales son seis y su colocación es (11):

- V1: En el cuarto espacio intercostal derecho, junto al esternón.
- V2: En frente de V1, en el cuarto espacio intercostal a la izquierda del esternón.
- V3: Se sitúa entre V2 y V4. Por lo tanto, su colocación se deja para después de poner V4.

- V4: En el quinto espacio intercostal, en la línea media clavicular izquierda.
- V5: En el lado izquierdo también, a la altura de V4, en la línea axilar anterior.
- V6: También se sitúa a la misma altura que V4 y V5, en la línea axilar media.

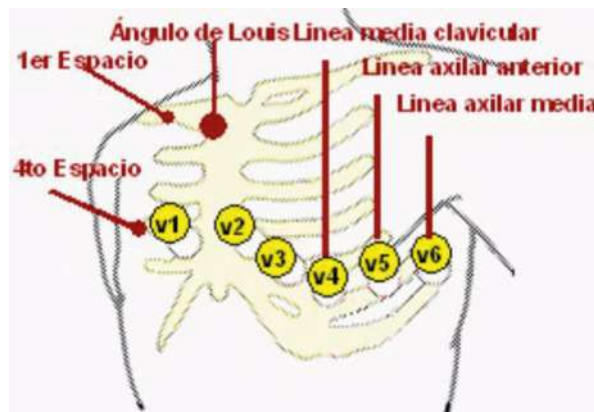


Figura 5. Colocación de derivaciones precordiales. Fuente: (11).

### Temperatura corporal

Durante la estancia en UCI al igual que durante algunas cirugías, es muy común que se produzcan alteraciones en la temperatura corporal, prueba de ello es un estudio que muestra que tan solo el 30% de los enfermos que estuvieron en la UCI quirúrgica mantuvieron la temperatura corporal en valores normales (9). Puesto que la aparición de valores de temperatura anormales se relaciona con infecciones, toxicidad o alteraciones del sistema nervioso central, se ha vuelto imprescindible realizar un control estricto de este signo vital.

Para monitorizar la temperatura corporal, se pueden utilizar técnicas invasivas y no invasivas. Siempre, al igual que en el resto de las constantes vitales, se va a intentar obtener la medida más precisa utilizando el método que proporcione mayor exactitud y sea más fiable (9), aunque, es importante tener en cuenta el coste-beneficio.

Se recomienda que a todos los pacientes que se encuentran en la UCI se les tome la temperatura al menos una vez cada cuatro horas (9) aunque, según la patología que padezcan o las intervenciones realizadas, puede ser necesario una monitorización continua.

### Técnicas no invasivas

El método no invasivo más común para controlar la temperatura corporal son los termómetros. Según el tipo de termómetro, la medida se puede realizar en:

- *Temperatura sublingual:* Se puede utilizar cuando no es necesaria una gran precisión en la medida y si el paciente no precisa una monitorización continua ya que es un método que interfiere con el habla y que se ve modificado por la respiración o la presencia de sondas nasogástricas (9).

- *Temperatura axilar:* Se debe colocar el termómetro bajo el brazo en la zona de la arteria axilar. Es una medida poco precisa por la dificultad que puede suponer mantener el termómetro en la posición correcta (9).
- *Temperatura rectal:* Dentro de los métodos no invasivos, es la que dará una medida más próxima a la temperatura central, pero es poco práctica ya que necesita una preparación previa y, además, es incómoda para el paciente.

En los últimos años, se han desarrollado nuevas formas de monitorizar la temperatura corporal de forma no invasiva. Actualmente, existen dispositivos capaces de medir la temperatura mediante una pegatina que se coloca en la frente del paciente y consigue tomar la temperatura central.

Se han realizado diversos estudios con ellos comparándolos con métodos invasivos como el catéter de Swan-Ganz y obteniendo como resultado que son muy precisos y confiables además de que, al ser un método no invasivo, disminuye el tiempo de recuperación del paciente, las heridas quirúrgicas al no ser necesario colocar un catéter, etc. (13).

### Técnicas invasivas

Los métodos invasivos para realizar la toma de la temperatura corporal suelen proporcionar la una medida más exacta ya que se realiza en zonas corporales protegidas de las bajadas de temperatura y no tan superficiales como con los termómetros.

Algunos de estas zonas pueden ser en las que se obtiene la temperatura esofágica o la timpánica. Además, se puede obtener la temperatura venosa central mediante un catéter de Swan-Ganz y la temperatura vesical mediante una sonda vesical con un dispositivo que puede conectarse al monitor y proporcionar la temperatura corporal del paciente de manera continua (14).

La temperatura vesical tiene como ventaja que, la mayoría de los pacientes ingresados en la UCI tiene una sonda vesical para realizar el drenaje de la orina, por lo tanto, se puede aprovechar esta sonda para obtener una medida de la temperatura corporal bastante próxima a la temperatura central y de forma continua (14).

### Tensión arterial

En la práctica clínica, ya sea en áreas donde se ingresan pacientes críticos o en áreas con pacientes no tan graves, la tensión arterial es un parámetro importante y que debe ser monitorizado regularmente (15). Su importancia radica en que las alteraciones de esta constante vital se relacionan con problemas de salud graves como lesiones miocárdicas o renales agudas, entre otras, y su monitorización permite un mejor pronóstico (16).

Dentro de los valores de tensión arterial, nos interesa conocer (14,15):

- *Presión arterial sistólica:* Se corresponde con la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes arteriales del paciente tras la sístole ventricular. Los valores normales se encuen-

tran entre 110 – 140 mmHg, aunque en ocasiones, la patología del paciente puede hacer necesario mantenerla de forma temporal fuera de ese rango.

- *Presión arterial diastólica:* Se trata de la tensión que permanece en las arterias cuando se produce la diástole, es decir, el corazón se relaja. Los valores normales se encuentran entre 60-80 mmHg generalmente, aunque como en el caso anterior, la patología del paciente puede hacer necesario el mantenimiento de este parámetro en otro rango.
- *Presión arterial media:* Es definida como la tensión que habría en las arterias para realizar el mismo trabajo de circulación si este valor de tensión no oscilara (17). Es calcula realizando la media de la presión sistólica y diastólica, es decir, el promedio de la presión de las arterias durante el ciclo cardíaco. Sus valores normales son entre 60-90 mmHg y es un parámetro importante, especialmente en pacientes críticos, porque si la presión arterial media disminuye por debajo de 60 mmHg, algunos órganos como los riñones dejaran de estar correctamente perfundidos.

La monitorización de la tensión arterial se puede realizar mediante diferentes métodos ya sean manuales o automáticos, y con diferentes características en función de las necesidades del paciente como puede ser una monitorización de manera invasiva o no invasiva y de forma continua o intermitente. A la hora de elegir el método que se va a utilizar para realizar un control de la tensión arterial, debemos tener en cuenta el coste/beneficio para utilizar los recursos de la forma más adecuada posible y el riesgo/beneficio que supone para el paciente.

Si decidimos monitorizar la tensión arterial de manera no invasiva, la medida será indirecta y lo que nos proporcionará será la presión que es necesario aplicar sobre la pared arterial para detener el flujo sanguíneo (9). Como es lógico, se busca realizar una monitorización lo más precisa posible y, en la actualidad, se considera que los métodos invasivos son los que proporcionan mejores mediciones puesto que, en casos de inestabilidad hemodinámica, hipotensión severa o condiciones de mayor rigidez y pacientes obesos, las técnicas no invasivas pueden dar resultados inexactos (16).

Sobre esto, los estudios muestran cierta controversia en los resultados. Por un lado, un estudio mostró que tanto las técnicas invasivas como las no invasivas para medir la tensión arterial presentaban una efectividad similar en la práctica clínica (16). Por el contrario, otro estudio (15) obtuvo como resultado que los métodos no invasivos de monitorización para esta constante vital son menos precisos en comparación con el monitoreo invasivo, concluyendo que no había suficiente evidencia científica para sustituir el método invasivo en pacientes críticos.

### Métodos de monitorización no invasivos

Los métodos no invasivos son intermitentes, es decir, no van a permitir obtener una monitorización continua de la tensión arterial. Se pueden clasificar en métodos manuales y automáticos en función de si la medición se realiza



por sí sola o debe tomarla el personal sanitario. Dentro de los métodos manuales encontramos:

- **Método auscultatorio:** Es el método más antiguo que existe. Mide la tensión arterial mediante un manguito y un fonendoscopio para escuchar los conocidos como ruidos de Korotkoff.

Conforme se va desinflando el manguito lentamente, el profesional sanitario escucha con el fonendoscopio colocado sobre la arteria del paciente y, el primer sonido que puede percibirse se corresponde con la presión sistólica y el último sonido con la presión diastólica (9).

A pesar de ser una técnica muy utilizada por su bajo costo y su alta fiabilidad, presenta algunas desventajas como la ausencia de ruidos cuando la tensión arterial es muy baja, por lo tanto, no se podrá utilizar en situaciones de urgencia, solo para medir la tensión arterial en pacientes que se encuentren dentro del rango normal de presiones (9).

- **Método palpatorio:** Se realiza igual que el método auscultatorio en casos de emergencia en los que no se puedan escuchar los ruidos de Korotkoff. Mientras se va desinflando el manguito, en lugar de escuchar mediante el fonendoscopio, se palpa el pulso en la arteria radial (9).

Se usa con muy poca frecuencia, únicamente en los casos en los que no se puede utilizar ningún otro método.

- **Método oscilométrico:** Es un método muy antiguo, que hoy en día se utiliza para hacer control ambulatorio o en atención primaria. La medida se toma mediante un manguito automatizado y, aunque aporta resultados válidos para la presión arterial media, para las presiones sistólica y diastólica muestra estimaciones inexactas y que no son fiables especialmente en condiciones agudas (16).

El método de monitorización automática es el método oscilatorio anteriormente explicado. Con la diferencia de que, en esta modalidad, se coloca el manguito de presión en el brazo del paciente y no se retira durante todo el tiempo que se va a realizar la monitorización. El manguito se conecta al monitor y el personal sanitario se encargará de programar el monitor para que este realice de forma automática una medición de la tensión arterial en función del estado clínico del paciente (9).

Este método se puede utilizar en pacientes que presenten rangos de tensión cercanos a la normalidad, en situaciones

de transporte del paciente y a los que no se les pueda colocar una línea arterial (9). Además, permite realizar un registro en repetidas ocasiones de los valores de tensión arterial por lo que se produce un control intermitente sin aumentar la carga de trabajo del personal sanitario.

A pesar de tratarse de un método seguro y que no suele presentar complicaciones, en algunas ocasiones se han documentado casos de lesiones nerviosas si la toma de tensión arterial se produce con demasiada frecuencia (9).

### Métodos de monitorización invasivos

Permiten una monitorización continua tanto de la onda de pulso como de la tensión arterial, lo cual es necesario en pacientes críticos ya que la tensión arterial es una variable dinámica y está sujeta a oscilaciones relevantes que dependen de diferentes factores como puede ser el estado físico o mental de los pacientes (15).

#### Catéter intraarterial periférico

Es una técnica que se describió por primera vez en 1733 por Stephen Hales (15). Consiste en introducir un catéter en una arteria periférica que, generalmente, es la radial aunque también puede colocarse en la arteria braquial o la pedia y, tras conectarlo a un transductor de presión, permite la monitorización continua de la tensión arterial midiendo la presión hidrostática dentro de la arteria (14-16).

Este método es el más común en los pacientes de UCI ya que además de monitorizar la tensión arterial de forma muy fiable y con gran exactitud, permite extraer muestras de sangre arterial para realizar gasometrías arteriales, sin tener que puncionar al paciente de nuevo (14).

Esta técnica está contraindicada en pacientes que presenten una pobre perfusión periférica y pulsos ausentes (16).

Por último, aunque es un procedimiento aceptado y seguro, puede presentar algunas complicaciones como obstrucción del flujo sanguíneo, sangrado, riesgo de infecciones o tromboembolismos (15).

Además, el número de posibles complicaciones aumenta si la arteria escogida es la arteria femoral ya que el sangrado podría ser más grave y menos visible y la probabilidad de infección en esta zona es mayor (15).

**Tabla 1.** Comparación entre métodos de monitorización de tensión arterial. \*El método oscilatorio puede ser manual o automático según el monitor que se utilice. En cuanto a los métodos invasivos, además de realizar una medición continua, permiten obtener una nueva toma en un momento concreto si fuera necesario, activándolo en el monitor. Fuente: Elaboración propia.

Método	Invasivo	No invasivo	Manual	Automático	Continuo	Intermitente
Auscultatorio		X	X			X
Palpatorio		X	X			X
Oscilatorio		X	X	X		X
Catéter intraarterial periférico	X		X	X	X	
Cateterización de la arteria pulmonar	X		X	X	X	

### *Cateterización de la arteria pulmonar (PAC)*

Se realiza mediante la inserción de un catéter en la arteria pulmonar generalmente en pacientes de la UCI o que se van a someter a una cirugía. Es uno de los métodos que proporciona datos más exactos sobre la tensión arterial del paciente, sin embargo, también conlleva algunos riesgos como una posible sepsis, rotura de la arteria pulmonar, o un bloqueo cardíaco completo o de rama derecha (16).

### *Presión venosa central*

Por convenio, es definida como “la presión media de todas las fluctuaciones de presión que tienen lugar en la aurícula derecha durante el ciclo cardíaco” (18). Los valores normales se encuentran entre 6-12 cm de H<sub>2</sub>O y en la práctica clínica nos permite saber si el paciente está correctamente hidratado (14).

La forma de monitorizar la presión venosa central (PVC) es a través de un catéter (14), es decir, mediante una técnica invasiva. El catéter que se utiliza para medir la PVC se debe colocar en una vena central como, por ejemplo, la yugular interna o la externa, la vena subclavia, o la vena femoral, e introducirlo hasta situarlo en la vena cava superior próximo al inicio de la aurícula derecha (18).

Es importante saber al interpretar este parámetro que no siempre es una medida fiable de la volemia del paciente, sino que más bien, se debe utilizar para conocer las necesidades de volemia y de la respuesta a la reposición (18).

También se debe tener en cuenta que el catéter que se utiliza para realizar las mediciones de la PVC se puede utilizar para la administración de fármacos entre otras funciones y, por lo tanto, es necesario mantener siempre la mayor asepsia posible e intentar manipularlo lo menos posible (18).

Por último, a la hora de valorar la PVC en un paciente, debemos fijarnos en que no se le esté administrando suero hipertónico y que, si el paciente tiene ventilación mecánica con presión positiva al final de la espiración, pueden salir valores más altos de PVC, pero en realidad, se trataría de una medida errónea (18).

### *Gasto cardíaco*

El gasto cardíaco hace referencia a la cantidad de sangre que expulsa el corazón en un minuto y, por lo tanto, adquiere una gran importancia a la hora de determinar cuánto oxígeno se transporta por el organismo siempre y cuando el gasto cardíaco sea capaz de ajustarse a las necesidades del organismo (19).

Este parámetro puede calcularse multiplicando el volumen sistólico por la frecuencia cardíaca y, en condiciones de reposo, podemos decir que los valores normales se encuentran entre 4 y 6,5 L/min, pero en pacientes críticos las necesidades suelen estar aumentadas (19).

A pesar de esto, por sí solo no es suficiente para valorar el estado de la función cardíaca y en qué situación hemodinámica se encuentra el paciente, es necesario interpretarlo junto con otros parámetros que proporcionen información

sobre el equilibrio entre el aporte y el consumo de oxígeno y los determinantes del gasto cardíaco como pueden ser la precarga, la poscarga y la contractilidad cardíaca que condicionan en volumen sistólico (19).

### **Monitorización neurológica**

En la Unidad de Cuidados Intensivos podemos encontrar dos grandes grupos de pacientes que necesiten un monitoreo neurológico. En primer lugar, hay pacientes que presentan una patología que afecta al sistema nervioso central y necesita ser controlado para obtener un diagnóstico acertado y vigilar su evolución.

Para realizar el monitoreo neurológico en pacientes con enfermedades que lo precisen, podemos llevarlo a cabo mediante técnicas invasivas y no invasivas. Aunque los resultados de las diferentes técnicas son bastante precisos, siempre se deben validar con un electroencefalograma convencional (20).

### *Matriz de densidad espectral*

Muestra las frecuencias de las ondas cerebrales de ambos hemisferios cerebrales (21) de manera continua en un gráfico con colores. En este gráfico se muestran las frecuencias predominantes en color azul (mínima frecuencia) pasando por otros colores hasta el rojo (máxima frecuencia) (20).

En el monitor en el que se representa, además de la matriz de densidad espectral, también podemos ver el registro electroencefalográfico del paciente. De esta manera, se podrá apreciar la actividad dominante, la lentificación y la asimetría de frecuencia interhemisférica (20).

### *Índice bispectral*

Algunos pacientes son tratados con fármacos sedantes generalmente porque se han sometido a una cirugía o por precisar ventilación mecánica (22), y se necesita controlar de forma continua el grado de sedación para ajustar la dosis que se administra y conseguir los efectos esperados evitando complicaciones.

El grado de sedación puede ser incorrecto tanto por defecto, pudiendo presentar el paciente agitación, dolor, desadaptación o intolerancia a la ventilación mecánica, y riesgo de retirarse el tubo endotraqueal, catéteres o sondas; como por exceso, presentando retrasos en el despertar, prolongación del tiempo de ventilación mecánica, aumento de la morbimortalidad e ingresos en la Unidad más largos (22).

El control del grado de sedación permite identificar y corregir las situaciones de sedación deficiente y excesiva. Se realiza mediante un parámetro denominado “índice bispectral” (BIS) que se obtiene a través de una técnica no invasiva con un sensor adhesivo.

El índice bispectral (BIS) es un método no invasivo capaz de determinar la profundidad anestésica del paciente por medio de un valor numérico (20). Este valor numérico se obtiene a través del análisis bispectral del electroence-

falograma (EEG), mediante la interpretación de las frecuencias de las ondas cerebrales, observando el porcentaje de ondas de frecuencia rápida y lenta (22).

El grupo de trabajo de sedación y analgesia de la Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias recomienda el Monitor BIS® para el control de los pacientes que se encuentran bajo sedación y analgesia (21).

El BIS está indicado con un grado de recomendación B en los pacientes críticos profundamente sedados, para conseguir lo más rápido posible el objetivo terapéutico en el coma barbitúrico, como valoración pronóstica en pacientes con daño cerebral (23).

Y con un grado de recomendación C para reducir la incidencia de despertar y recuerdo en pacientes críticos que han sido tratados con bloqueantes neuromusculares (23).

Aunque no hay suficiente evidencia científica para apoyar el uso rutinario del BIS (22), también se puede utilizar para realizar una valoración del dolor, para conocer la existencia de sobresedación o la detección de muerte encefálica.

### Clasificación

Existen diferentes tipos de BIS en función de las características y necesidades del paciente.

- *Unilateral*: Se puede utilizar en todo tipo de pacientes para monitorizar el nivel de sedación previo a la relajación muscular. Permite la monitorización de un solo hemisferio mediante cuatro electrodos.
- *Bilateral*: Se suele utilizar en pacientes con patología neurológica y permite monitorizar ambos hemisferios cerebrales a través de seis electrodos.
- *Sensor pediátrico*: Funciona de la misma forma que los anteriores, con la diferencia de que la pegatina de los electrodos es más pequeña permitiendo su utilización en cabezas de menor tamaño y, además, con él se pueden captar electroencefalogramas de voltaje más bajo.
- *Uso extendido*: Existe un sensor adaptado para mantener un correcto funcionamiento, reduciendo los costes, en pacientes que precisan un periodo de monitorización más largo ya que los sensores estándar deben cambiarse cada veinticuatro horas.

### Técnica de monitorización

Entre las ventajas de la monitorización neurológica mediante el BIS, encontramos la facilidad con la que se coloca, además de ser un método no invasivo.

Para conseguir que la pegatina que contiene los electrodos se mantenga durante 24 horas, se debe tener en cuenta realizar una correcta limpieza y secado de la piel de la frente del paciente y no sacar el sensor de su envoltorio original hasta el momento de pegarlo para evitar que se seque el adhesivo.

Y, una vez colocados, se debe presionar firmemente cada electrodo durante cinco segundos y, posteriormente, conectar el sensor al cable del BIS (24).

En el caso de colocar un sensor unilateral, los lugares en los que se debe situar cada uno de los cuatro electrodos que posee son (21,22):

- *Electrodo 1*: Línea media frontal, dejando cinco centímetros entre el puente de la nariz y el electrodo.
  - *Electrodo 2*: Va junto con el electrodo 1, por lo que su colocación depende de donde se sitúe el electrodo número 1. Este electrodo es la toma de tierra.
  - *Electrodo 3*: Se debe colocar en la zona temporal del lado izquierdo o derecho, en función del hemisferio que se vaya a monitorizar en el paciente. Además, debe ponerse entre el ángulo externo del ojo y la raíz del pelo, teniendo en cuenta que no debe quedar paralelo a las cejas sino oblicuo.
- Es necesario tener especial cuidado en la colocación de este electrodo debido a que, si es situado sobre la arteria temporal, se pueden producir artefactos y obtener una medición errónea.
- *Electrodo 4*: Se debe poner en la zona externa del arco superciliar, justo encima o junto a la terminación de la ceja.

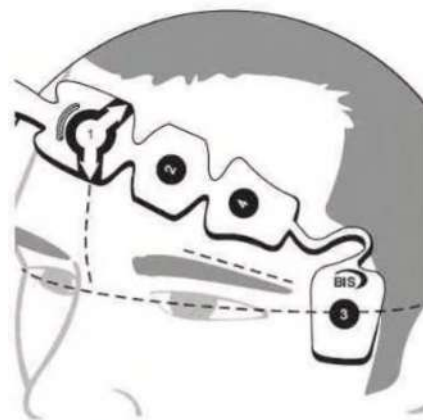


Figura 6. Colocación de los electrodos del sensor unilateral. Fuente: (21).

En caso de tratarse de un sensor bilateral, los electrodos se identifican mediante letras como se muestra a continuación en la figura 6 y poseen un diseño específico para colocarlos de manera simétrica con la finalidad de recoger datos de ambos hemisferios cerebrales y dar la posibilidad de reconocer diferencias entre ellos. La correcta posición de los electrodos sería:

- C: Se coloca en el centro de la frente y con la flecha dibujada en el sensor apuntando hacia la nariz.
- G: Sería el correspondiente al electrodo 2 en el sensor unilateral, es la toma de tierra y su posición depende la colocación del LE.
- LE: Sobre la ceja izquierda del paciente.
- RE: Sobre la ceja derecha.
- LT: Debe situarse en la sien izquierda del paciente, entre el ángulo externo del ojo y la raíz del cabello, de manera oblicua y evitando colocarlo sobre la arteria temporal.



Figura 7. Sensor bilateral del BIS. Fuente: (21).

- RT: Al igual que el anterior, se debe poner entre el ángulo externo del ojo y la raíz del cabello, no de forma paralela sino oblicua y con la precaución de evitar la arteria temporal para evitar artefactos. En este caso, sobre la sien derecha del paciente.

Estas dos formas de colocar los sensores son las más adecuadas, aunque en ocasiones, ya sea por la posición en la que se realiza una cirugía o por las lesiones del paciente, no se puede utilizar la frente del paciente para colocar los electrodos. Por ello, se han realizado estudios con el objetivo de encontrar formas alternativas que permitan una correcta monitorización y, hasta el momento, la posición nasal orbitaria es la que está ofreciendo mejores resultados (21).

**Interpretación del BIS**

En el monitor, el índice biespectral se mostrará como un valor numérico que puede ir de 0 a 100. El valor 0 indicaría una ausencia total de actividad mientras que el valor 100 correspondería con un paciente completamente despierto (21,22). A partir de ahí, según el rango en el que se encuentre, el BIS se puede relacionar con (21,22):

Tabla 2. Interpretación de los valores del BIS. Fuente: Elaboración propia.

Valores numéricos del BIS	Significado
100	Paciente despierto
99-70	Sedación ligera moderada
70	Estado hipnótico ligero: Por debajo de este valor, existe baja probabilidad de recuerdo explícito
69-60	Sedación profunda o anestesia ligera
60	Hipnosis moderada: Por debajo de este valor, existe baja probabilidad de recuerdo implícito
59-40	Anestesia general
40	Hipnosis profunda
40-0	Anestesia profunda
0	Supresión de EEG

A pesar de que el BIS proporciona una monitorización confiable, es importante tener en cuenta que existen factores que pueden producir alteraciones como, por ejemplo, un descenso de la temperatura corporal, una reducción del metabolismo cerebral, la hipotensión arterial y la hipoxia (21). Por ello, a la hora de valorar la información que muestra el BIS también se deben tener en cuenta otros parámetros como el electromiograma (EMG), la tasa de supresión (TS) y el índice de calidad de la señal (ICS).

Para que el BIS sea valorable, el ICS debe ser lo más próximo a 100 posible y, como mínimo, debe ser superior de 60. Además, el EMG debe ser tan cercano a 0 como se pueda, pero al menos, tiene que ser inferior de 25 (21).

*Electromiograma*

El mismo sensor y monitor utilizados para medir el BIS, permite realizar un control del electromiograma. La función del electromiograma es medir la actividad muscular del paciente y medir las posibles interferencias del electroencefalograma, por lo tanto, es un parámetro que influirá en los valores de BIS que se obtengan puesto que, a mayor actividad muscular en el paciente, menor será su grado de sedación (22).

Se debe tener en cuenta que el EMG puede verse aumentado si existe movimiento en la zona frontal, produciendo interferencias en la medición del BIS, es decir, se obtendrá un valor BIS más alto de manera artificial. También puede aumentar el EMG por un aumento del BIS, es decir, si grado de sedación del paciente disminuye o incluso se despierta, se elevará el EMG. Por último, un EMG elevado puede reflejar un aumento del dolor en el paciente (21).

En el monitor, el EMG se representa mediante barras y puede ir desde ninguna barra (que sería lo óptimo para la monitorización del BIS) hasta un máximo de cuatro (21). Para dar un valor numérico a este parámetro se podría decir que (22):

- 1 BARRA: Representa que valor de EMG se encuentra en el rango de 30-38.
- 2 BARRAS: El valor de EMG se encuentra en el rango de 39-47.
- 3 BARRAS: El valor de EMG se encuentra en el rango de 48-55.
- 4 BARRAS: El valor de EMG es superior a 55.

**Monitorización respiratoria**

En numerosas ocasiones, el paciente crítico o postquirúrgico puede sufrir alteraciones en la función respiratoria y en el intercambio gaseoso (25).

Según un artículo, hasta el 60% de los pacientes que se han sometido a una cirugía, presentan unos valores de saturación de oxígeno inferiores al 90% si no se les administra oxígeno (9).

Las alteraciones de la función respiratoria deben tratarse y resolverse inmediatamente ya que se asocian con una alta tasa de morbilidad (25).

Debido a esto, es importante monitorizar algunos parámetros básicos sobre el funcionamiento del aparato respiratorio para poder identificar precozmente los problemas respiratorios en los pacientes críticos y poder actuar.

Además, durante el soporte ventilatorio, es necesario controlar el efecto que está teniendo ese aporte de oxígeno sobre el paciente porque los tratamientos como la ventilación mecánica o la oxigenoterapia no están libres de toxicidad (9).

#### *Saturación de oxígeno*

Mide el porcentaje de hemoglobina total que está saturada de oxígeno (14,26). Los valores normales de saturación de oxígeno se encuentran entre el 95-100 % pero, en pacientes con alguna patología respiratoria como, por ejemplo, una enfermedad pulmonar crónica (EPOC), se considerará normal una saturación de hasta el 87% para evitar que un elevado aporte de oxígeno produzca toxicidad (14).

La saturación de oxígeno ( $SO_2$ ) generalmente puede obtenerse mediante métodos no invasivos y de forma continua, lo que permite su monitorización constante en las UCI y otras áreas en la que se encuentran pacientes críticos (25).

#### **Métodos de monitorización**

La saturación de oxígeno puede medirse mediante la pulsioximetría o mediante la gasometría arterial (9,26). Se escogerá un método u otro en función del estado del paciente y de la información que necesitemos conocer ya que, al igual que para otros parámetros, es necesario valorar el riesgo-beneficio a la hora de utilizar métodos no invasivos, como el pulsioxímetro, aunque no nos aporten tanta información como los métodos invasivos que, en este caso, sería la gasometría.

#### *Gasometría arterial*

Es un método invasivo pero que nos proporciona más información sobre el estado respiratorio del paciente que el pulsioxímetro ya que, además de medir la saturación de oxígeno, proporciona otros datos como la presión de oxígeno, la presión de dióxido de carbono, bicarbonato en sangre o el pH sanguíneo (9,27), por lo tanto, permite valorar diferentes aspectos fisiológicos como la ventilación alveolar, el estado ácido-base de la sangre y el estado de oxigenación (26).

La gasometría arterial (GA) es uno de los métodos más usados en las UCI para pacientes con patología respiratoria (27), esto se debe a que, al ser pacientes críticos, es necesario un control más exhaustivo y a que, en muchas ocasiones, estos pacientes tienen colocada una línea arterial que permite extraer sangre arterial sin realizar una nueva punción por lo que se disminuyen los problemas relacionados con el hecho de que sea un método de monitorización invasivo.

La GA es una técnica que puede utilizarse tanto con fines diagnósticos, como terapéuticos o pronósticos debido a que permite cuantificar el efecto de las intervenciones médicas, ventilatorias y quirúrgicas y cuál es la evolución que

presenta la enfermedad respiratoria sin importar que sea aguda o crónica (26).

Esta técnica está indicada en pacientes críticos, que requieran oxigenoterapia, que presenten un descenso de la  $SO_2$  medida por pulsioximetría junto con un aumento de los síntomas respiratorios, con riesgo de desarrollar acidosis metabólica, con algún problema que dificulte el correcto control mediante un pulsioxímetro como puede ser una incorrecta perfusión periférica, o cualquier paciente que presente empeoramiento de su patología respiratoria o una insuficiencia respiratoria tipo dos con signos de hipercapnia (26)

#### *Pulsioximetría*

Se trata de un procedimiento no invasivo que es capaz de monitorizar de forma continua la saturación de oxígeno y el pulso (9). A pesar de que no puede sustituir a la gasometría arterial por no aportar información sobre tantos parámetros como esta, sí que es un método muy utilizado ya que es muy rápido y permite obtener información de manera continua (9,26).

La pulsioximetría se lleva a cabo a través de un sensor que utiliza espectrofotometría y que mide la  $SO_2$  basándose en las propiedades ópticas del grupo hemo de la hemoglobina y sus cambios en función de la cantidad de oxígeno que transporte la molécula (26).

El pulsioxímetro se ha considerado, según diversos estudios (25,27), como un método seguro y muy eficaz para medir la  $SO_2$  además de ser rápido y no invasivo. Para obtener los resultados más precisos, se recomienda colocar el sensor, siempre que sea posible, en uno de los dedos de la mano del paciente de tal forma que la luz del sensor quede situada sobre el lecho ungüeal, aunque puede colocarse en otras zonas como la nariz, el lóbulo de la oreja o incluso en los dedos de los pies y siempre en zonas en las que haya una buena perfusión sanguínea (9,25).

#### **Limitaciones del pulsioxímetro**

- En casos de mala perfusión en la zona en la que se coloque el pulsioxímetro, los valores tanto de saturación de oxígeno como de pulso que se obtengan serán erróneos. Esta situación de mala perfusión puede producirse por frío ambiental, por hipotensión, hipovolemia, fiebre, etc. (26).
- La saturación de oxígeno medida en presencia de carboxihemoglobina y metahemoglobina no será válida porque se pueden obtener resultados elevados de forma falsa. Esto también ocurre en pacientes fumadores (26).
- Aunque el sensor de saturación de oxígeno se puede colocar en diversas zonas corporales, el lugar de elección por ser el que proporciona resultados más exactos son los dedos de las manos, posteriormente el lóbulo de la oreja, la nariz y finalmente los dedos de los pies (26).
- Existen situaciones médicas que pueden producir alteraciones en las medidas de saturación mediante pul-

sioxímetro como una anemia grave, o la presencia de contrastes intravenosos (26).

- Si existe algún obstáculo que impida la correcta absorción de la luz los resultados de la medida también pueden ser incorrectos. Algunos de estos obstáculos pueden ser la laca de uñas, o la pigmentación de la piel ya que, por ejemplo, los pacientes con piel oscura pueden obtener resultados inexactos si su saturación de oxígeno se encuentra por debajo del 80% (26).

### Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria hace referencia a la cantidad de respiraciones que hace el paciente en un minuto (14). Es un valor que depende del grado de actividad de la persona, en reposo el número de respiraciones por minuto será inferior por lo que se consideran normales los valores entre 8-25 para este parámetro (14).

Para medirlo, se puede utilizar la observación, pero este método tiene numerosas limitaciones tanto por parte del paciente que, al ser consciente de que se está evaluando el número de respiraciones por minuto puede realizar cambios y obtener un resultado erróneo; como por parte del observador ya que, en general, al ser un método poco exacto, se suele sobreestimar tanto la profundidad de la respiración como los cambios en la frecuencia (9).

Como alternativa, encontramos monitores de impedancia que son los más comúnmente utilizados y realizan mediciones objetivas y de forma continua. Además, se utilizan los mismos electrodos usados para el electrocardiograma y estos detectan los cambios en la distancia que hay entre ellos a causa de los movimientos respiratorios (9).

A pesar de sus beneficios, también presentan algunas limitaciones como la incapacidad de detectar apneas obstructivas debido a que los movimientos respiratorios se siguen realizando, pero no son efectivos. Además, este método es más eficaz para detectar taquipneas que bradipneas y son muy sensibles a los movimientos del paciente (9).

### Capnografía

Consiste en monitorizar la concentración de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en el aire que espira el paciente cuando está conectado a ventilación mecánica (14).

El sensor, llamado capnógrafo, se coloca en el tubo a través del que se ventila al paciente y se conecta al ventilador mecánico o, en caso de contar con un monitor de constantes vitales de alta complejidad, a este.

Este parámetro es importante porque nos proporciona información sobre la ventilación en los alveolos (14) y sobre si el intercambio gaseoso se está produciendo correctamente.

Aunque, para realizar una correcta valoración, es importante tener en cuenta también los valores de la presión arterial de  $CO_2$  ( $PaCO_2$ ) obtenidos. La  $PaCO_2$  se obtiene mediante la realización de una gasometría y sus valores normales se encuentran entre 35 – 45 mmHg.



Figura 8. Colocación del capnógrafo. Fuente: (28).

### Equipos de monitorización

La monitorización de las constantes vitales de los pacientes se lleva a cabo mediante dispositivos capaces de detectar las señales electrofisiológicas y plasmarlas en una pantalla o monitor.

Estos datos se actualizan continuamente permitiendo una medición continua y constante a tiempo real permitiendo al personal sanitario evaluar en cualquier momento que fuera necesario y de manera rápida y completa el estado del paciente (6).

Los monitores utilizados para la visualización de las constantes vitales monitorizadas son un equipo biomédico reutilizable, lo cual genera un gran ahorro por parte del sistema sanitario pero puede suponer un riesgo de infección al estar en contacto con diferentes sanitarios (6).

Actualmente, siempre se limpia y desinfecta el dispositivo al cambiarlo de un paciente a otro pero sería muy recomendable desinfectarlo con frecuencia aunque no cambie el paciente que lo utiliza, ya que así se podría disminuir el riesgo de infección anteriormente mencionado.

Existen diferentes tipos de monitor dependiendo de la cantidad de información que sean capaces de aportar, de su complejidad, y de su funcionalidad. En primer lugar, podemos ver monitores que solo aportarán información numérica y muy limitada, es decir, de pocas constantes vitales. En segundo lugar, existen monitores que muestran tanto información numérica como ondas fisiológicas y, por último, hay monitores que muestran lo mismo que en el segundo caso pero que, además, permiten acoplar módulos para monitorizar otras constantes (6).

Los últimos serán los más comúnmente utilizados en los servicios hospitalarios en los que haya pacientes críticos que precisen un mayor control como, por ejemplo, en quirófanos o unidades de cuidados críticos.

Los equipos de monitorización continua poseen un sistema de alarmas que se configura para activarse si los signos vitales del paciente se salen de un rango considerado normal.

En la mayoría de monitores, los valores de corte para las alarmas de pueden modificar ya que, por defecto, vienen establecidos en los valores que se consideran adecuados para cada signo vital pero, en algunas ocasiones, se monitorizan pacientes con alguna patología que provoca que estos valores estén alterados de base.

Por lo tanto, para ese paciente el intervalo de normalidad de un parámetro puede estar ligeramente alterado y el personal sanitario necesitará que la alarma se active si se alcanzan unos valores diferentes a los de la mayoría de los pacientes.

### Monitor de signos vitales básico o de transporte

Son monitores que aportan información sobre pocas constantes vitales como pueden ser la saturación de oxígeno, la tensión arterial (no invasiva), el pulso y, en algunos casos, la temperatura. Generalmente son utilizados en servicios hospitalarios que no requieren la monitorización de más signos vitales para poder tratar correctamente al paciente o para realizar un traslado ya que tienen la ventaja de ser pequeños y manejables y se pueden transportar (6).

Suelen llevar un manguito para tomar la tensión y un pulsioxímetro con cable para conectarlo. Además, en los monitores suele indicarse de qué signo vital se mide en cada valor numérico y cada curva fisiológica.

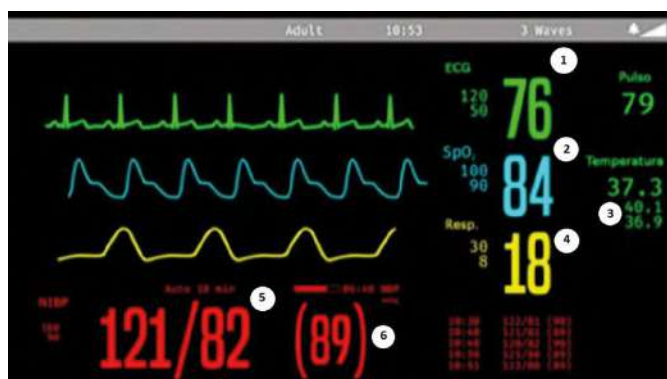


Figura 9. Monitor de signos vitales básico. Fuente: Modificada de (29).

En la imagen del monitor básico de la figura 9 se pueden apreciar las siguientes señales electrofisiológicas representadas mediante valores numéricos del 1 al 6:

#### 1) Electrocardiograma

En este tipo de monitores, la curva fisiológica va a ser la derivación I, II o III en función de cómo se hayan colocado los electrodos.

En este caso, muestran una única curva ya que los monitores básicos solamente disponen de tres electrodos para colocar en el paciente en ambos hombros y la cadera izquierda.

Por otro lado, el valor numérico de mayor tamaño representa el número de pulsaciones por minuto. En la imagen también se pueden apreciar dos valores numéricos de menor tamaño situados a la izquierda del indicador del pulso del paciente. Estos pequeños números indican los valores de

corte establecidos para activar la alarma del dispositivo, es decir, si el paciente presentara un pulso superior a 120 pulsaciones por minuto o inferior a 50 pulsaciones por minuto, se activaría la alarma del monitor.

#### 2) Saturación de oxígeno

En el monitor corresponde con la curva fisiológica y el valor numérico en color azul. Al igual que en el apartado anterior, el número de mayor tamaño muestra el valor de saturación de oxígeno que está siendo captado por el pulsioxímetro y los números de menor tamaño colocados a la izquierda son los valores de corte para la alarma.

Por otro lado, la curva fisiológica es la denominada onda pletismográfica (26) y muestra el pulso del paciente en la zona en la que está colocado el sensor. La importancia de esta curva radica en que si su forma no es adecuada y se encuentra muy plana o irregular, podría indicar que la perfusión en los tejidos no es correcta y los valores de saturación de oxígeno podrían estar alterados y ser incorrectos. Por ello, debemos tenerla en cuenta a la hora de valorar la saturación de oxígeno obtenida.

Para medir la saturación de oxígeno, generalmente el sensor que se coloca en el dedo del paciente, aunque también se puede colocar en otras zonas corporales como el lóbulo de la oreja, en caso de que la opción del dedo no sea viable debido a las características o el estado del paciente.

#### 3) Temperatura

No se asocia a una onda fisiológica, sino que solo aparece un valor numérico. Este monitor también dispone de una alarma para la temperatura y en el caso representado en la figura 9, está monitorizando a un paciente con décimas por lo que está configurada para activarse en caso de volver a un estado de normotermia o de alcanzar una hipertermia grave.

A pesar de que puede medirse de manera no invasiva mediante una toma con termómetro axilar cada hora y su posterior anotación en la hoja de registro de constantes vitales del paciente, es mejor si se monitoriza de manera continua mediante un catéter de Swan-Ganz o a través de la sonda vesical colocada en el paciente en caso de no disponer de los nuevos sensores transdérmicos explicados anteriormente (13).

#### 4) Frecuencia respiratoria

Para medirla se utilizan los mismos electrodos que para el ECG y en el monitor de la figura 9 se muestra en color amarillo. En primer lugar, el valor numérico de mayor tamaño se corresponde con el número de respiraciones que realiza el paciente en un minuto.

Al igual que en los casos anteriores, los números de menor tamaño indican el rango en el que debe encontrarse este parámetro y si el paciente saliera, se activaría la alarma. Por último, la curva fisiológica muestra los movimientos respiratorios que los electrodos están captando en el

paciente y nos permitiría identificar patrones respiratorios patológicos.

### 5) Tensión arterial no invasiva

En el monitor se muestra indicado por las siglas en inglés "NIBP" y en color rojo. Los números de menor tamaño situados a la izquierda indican los valores a los que se activa la alarma y los números grandes separados por una barra, la tensión arterial del paciente (a la izquierda de la barra, la presión sistólica y a la derecha, la presión diastólica).

Además, sobre la tensión arterial pone "auto 10 min" lo cual indica que el monitor está programado para tomar de forma automática la tensión cada 10 minutos a través de un manguito que permanece colocado en el brazo del paciente.

Por último, a la derecha del monitor, debajo de la frecuencia respiratoria se muestran las horas y los valores de tensión arterial sistólica, diastólica y media que el paciente ha tenido en las últimas cinco mediciones.

### 6) Presión media

La presión media también se muestra en color rojo, junto a la tensión arterial, pero entre paréntesis.

Su importancia clínica en los pacientes críticos se debe a que unos valores excesivamente bajos para este parámetro se relacionan con una mala perfusión de los órganos y podría provocar nuevas patologías o agravar las ya existentes, por ejemplo, a nivel renal.

## Monitor de signos vitales de complejidad intermedia

Este tipo de monitores son capaces de dar información sobre más variables fisiológicas que los monitores básicos, además de ser capaz de proporcionar información sobre variables fisiológicas que suelen medirse a través de sistemas invasivos (6).

Los monitores multiparámetro son fijos, se colocan en la cabecera de la cama del paciente y se mantienen sujetos a la pared.

En los monitores de complejidad intermedia se pueden identificar todas las constantes vitales que se controlan me-

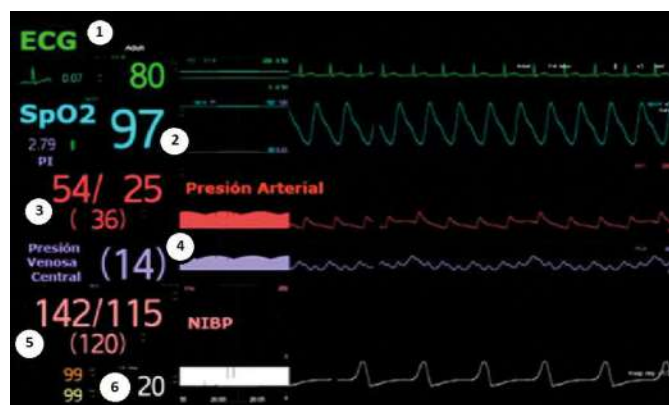


Figura 10. Monitor de signos vitales de complejidad intermedia. Fuente: Modificada de (6)

dianete un monitor básico, además de otros signos vitales diferentes o que son obtenidos de forma más compleja, por ejemplo, mediante métodos invasivos. Los parámetros que pueden monitorizarse mediante un monitor de complejidad media (figura 10) son:

### 1) Electrocardiograma

En la imagen se puede ver en color verde indicado con las letras ECG. Nos muestra la misma información que en el monitor básico.

En caso de llevar cinco cables para monitorizar al paciente mediante cinco electrodos, se dibujarían dos derivaciones pero, en este caso solamente hay una por lo que dispone de tan solo tres cables. Además de eso, en este monitor nos indica que se representa la derivación I y que se produce un ciclo cardíaco cada 0.07 s.

### 2) Saturación de oxígeno

Se indica con el nombre "SpO<sub>2</sub>" y, al igual que en monitor básico, el valor numérico representa la saturación de oxígeno en sangre y la onda fisiológica es la curva de pulso de la zona corporal en la que se está monitorizando la saturación.

Como en este caso la curva muestra un pulso rítmico y adecuado podemos decir que la zona tiene una correcta circulación sanguínea y, por lo tanto, el valor de la saturación de oxígeno es fiable.

### 3) Presión arterial invasiva

Este parámetro no aparece en los monitores básicos ya que no cuentan con un transductor que se conecte a ningún método de monitorización invasiva.

En el monitor se muestra de color rojo, nos aporta información de la presión sistólica, diastólica y media y muestra una curva fisiológica que representa los cambios en la presión hidrostática que percibe el sensor dentro de la arteria.

### 4) Presión venosa central

Se monitoriza de la misma forma que la tensión arterial invasiva, mediante un catéter, solo que este se encuentra situado en la vena cava cerca del inicio de la aurícula.

La información relacionada con este parámetro se muestra en color morado, indicado con el nombre completo de la constante vital. Proporciona tanto una curva fisiológica que refleja los cambios de presión hidrostática dentro de la vena al igual que ocurría en el apartado anterior, como un valor numérico que en este caso es 14, aunque se consideran como valores normales en un paciente sano los que se encuentran dentro del rango de 6-12.

### 5) Presión arterial no invasiva

Este parámetro aparece también en los monitores básicos. En algunas ocasiones se realiza la monitorización de



la tensión arterial de forma invasiva y no invasiva según las necesidades del paciente.

En este caso, aparece en un color rosa claro, identificado con las letras "NIBP" por su nombre en inglés al igual que en el monitor anterior.

No se muestra curva fisiológica ni está programado para tomarse automáticamente por lo que, si fuera necesario, sería la enfermera quién colocaría el manguito y pulsaría en el monitor para que se realice la medición.

6) Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria se representa en el monitor básico al igual que en el monitor de complejidad intermedia.

Se mide de la misma manera, mediante los electrodos del ECG por impedancia y muestra la misma información: Un valor numérico con las respiraciones que hace el paciente por minuto y una curva fisiológica que muestra los movimientos respiratorios registrados por los electrodos.

En este monitor, la información relacionada con este signo vital, se representa en color blanco y, además, a la derecha

se puede leer "Resp. Imp." que nos indica la forma en la que se está monitorizando.

**Monitor de signos vitales modular o de alta complejidad**

Al igual que el anterior, es un monitor fijo que muestra información de numerosos parámetros fisiológicos y lo hace mediante ondas fisiológicas y números, pero a diferencia del monitor de complejidad intermedia, se le pueden acoplar módulos que permitan la monitorización de otras constantes o de parámetros más complejos (6).

Por ejemplo se puede obtener información en la misma pantalla sobre constantes que se monitorizan en el paciente conectado a un respirador o a un paciente que precisa monitorización del estado neurológico. En algunas ocasiones, puede que no se disponga de este tipo de monitores, en ese caso se monitorizará al paciente con un monitor de complejidad intermedia y se utilizarán otras pantallas auxiliares que sean capaces de aportarnos la información necesaria sobre el estado del paciente como podría ser el monitor BIS o el propio respirador.

Tabla 3. Comparación entre los diferentes monitores de signos vitales. Fuente: Elaboración propia.

	Monitor básico	Monitor de complejidad intermedia	Monitor de alta complejidad
<b>Alarmas</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Curvas fisiológicas o valores numéricos</b>	Puede tener hasta tres curvas fisiológicas con sus respectivos valores numéricos, además de otros valores numéricos sin su onda fisiológica.	Muestra como mínimo cuatro curvas fisiológicas y siete como máximo. También se visualizan en él los valores numéricos respectivos a cada onda fisiológica y, en algunos casos, valores numéricos de otras constantes vitales sin su curva correspondiente.	Se representan como mínimo ocho curvas fisiológicas y los mismos valores numéricos. Al igual que un monitor de complejidad intermedia, más los parámetros de los módulos que se le acoplen.
<b>Constantes vitales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrocardiografía</li> <li>• Saturación de oxígeno</li> <li>• Tensión arterial no invasiva</li> <li>• Frecuencia respiratoria</li> <li>• Temperatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrocardiografía</li> <li>• Saturación de oxígeno</li> <li>• Tensión arterial no invasiva</li> <li>• Frecuencia respiratoria</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Capnografía</li> <li>• Gasto cardíaco</li> <li>• Presión arterial invasiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Monitorización hemodinámica:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrocardiografía</li> <li>- Saturación de oxígeno</li> <li>- Tensión arterial no invasiva</li> <li>- Frecuencia respiratoria</li> <li>- Temperatura</li> <li>- Capnografía</li> <li>- Gasto cardíaco</li> <li>- Presión arterial invasiva</li> </ul> </li> <li>• <i>Monitorización neurológica (acoplada):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Índice Biespectral</li> <li>- Electroencefalografía</li> <li>- Bloqueo neuromuscular</li> </ul> </li> <li>• <i>Monitorización sobre la ventilación mecánica (acoplada):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración alveolar mínima</li> <li>- Oxígeno inspirado</li> <li>- Dióxido de carbono</li> <li>- Espirometría</li> <li>- Frecuencia de flujo respiratorio</li> <li>- Presión de las vías respiratorias</li> <li>- Volumen respiratorio</li> <li>- Presión máxima de las vías respiratorias</li> <li>- Presión espiratoria final positiva</li> </ul> </li> </ul>

Los monitores de alta complejidad son los utilizados en quirófanos o en UCI ya que son las zonas del área hospitalaria en la que los pacientes necesitan unos cuidados más especializados y donde pueden encontrarse pacientes más inestables o con mayor riesgo de inestabilidad.

## Monitor BIS

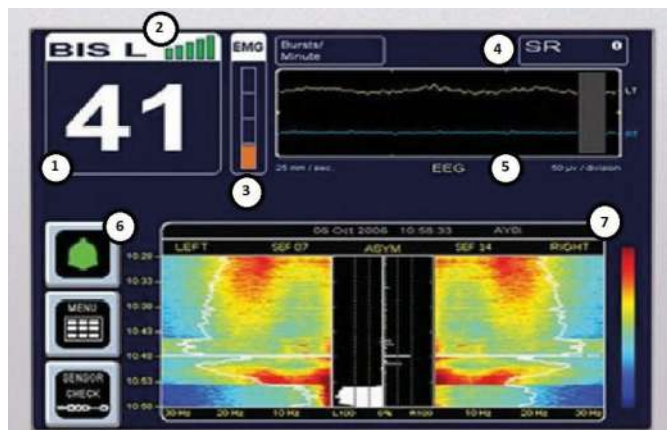


Figura 11. Monitor BIS. Fuente: Modificada de (21).

### 1) BIS

Este parámetro muestra el nivel de sedación del paciente. Puede ir de 0 a 100 y, cuanto más elevado es el valor numérico, más despierto se encuentra el paciente.

En esta imagen, muestra un 41 que indicaría que el paciente se encuentra en una sedación profunda. Es un valor numérico que se va actualizando continuamente.

### 2) ICS

Es el índice de calidad de la señal. En la pantalla se representa mediante un gráfico de color verde situado encima y a la derecha del BIS.

Lo ideal sería que este valor sea lo más alto posible (lo más cercano a 100 aunque se admite como buena si se encuentra entre 90-100) porque eso indicaría que la señal tiene mejor calidad y, por lo tanto, el valor del BIS es más fiable.

### 3) Electromiograma

En la pantalla se muestra por sus siglas "EMG" y un gráfico de barras. Cuantas menos barras de color naranja aparezcan, menor actividad muscular existe en el paciente y, por lo tanto, también será un indicador de mayor fiabilidad del BIS.

Se estima que los valores entre 30 y 50, es decir, una o dos barras, se relacionan con una mayor confortabilidad para el paciente ya que si vemos que el EMG está aumentado, podría deberse a un aumento del dolor del paciente.

### 4) Tiempo de supresión

En el monitor se representa mediante sus siglas en inglés "SR". En la pantalla principal no se ve el valor, es necesario acceder mediante los botones.

El valor óptimo para este parámetro es lo más cercano a 0 posible ya que lo que mide es el porcentaje de tiempo de supresión del electroencefalograma (EEG) en el último minuto.

### 5) Electroencefalograma

Se muestra en una ventana a la derecha del BIS en la que debajo se indica que es el EEG. Se indica también la velocidad a la que se muestran las ondas cerebrales a la izquierda de las siglas, al igual que en este caso, lo más común es que sea a 25 mm/seg.

### 6) Botones

Se localizan tres botones situados en la zona inferior izquierda de la pantalla. En primer lugar, encontramos el botón con el dibujo de la campana, es utilizado para silenciar la alarma.

El segundo botón es el menú, en él se pueden modificar diferentes ajustes del monitor, o consultar la tasa de supresión.

Y, por último, está el botón con el dibujo del sensor del BIS y se utiliza para que propio monitor realice una comprobación de la correcta colocación de los electrodos.

### 7) Matriz de densidad espectral

Muestra la frecuencia de las ondas cerebrales. En el monitor se puede observar en la parte central e inferior de la pantalla y, mediante los diferentes colores que van del rojo al azul, muestra ondas de mayor o menor frecuencia respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ochoa-Parra M. Historia y evolución de la medicina crítica: de los cuidados intensivos a la terapia intensiva y cuidados críticos. Acta colombiana de Cuidado Intensivo. Vol. 17, 4; 2017. pp. 258-268.
- Aguilar García César Raúl, Martínez Torres Claudia. La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos. Med. crít. (Col. Mex. Med. Crít.) [Internet]. 2017 jun [citado 2023 Mar 21]; 31(3): 171-173. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-89092017000300171&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000300171&lng=es).
- Delgado Macías JC, Lara Fajardo VG, Flores Tacle LC, Sabando Farías BA, Aguilar Sánchez EG, Fernández Zambrano GA. Patologías Específicas de Importancia en la U.C.I. RECIAMUC [Internet]. 1abr.2019 [citado 19abr.2023];3(2):665-87. Available from: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/360>
- Casas-Rodríguez J, Zambrano-Córdova JR, Vélez-Muentes JR, Vera-Pinargote RG. Criterios de patologías que requieren ingreso a la unidad de cuidados intensivos. Revista científica de la Investigación y el conocimiento. Vol. 5, especial 1; 2021. pp. 172-178.
- López Pérez, A. La sepsis en una Unidad de Cuidados Intensivos. Características epidemiológicas y factores

- de riesgo asociados a la mortalidad. Ediciones Universidad de Salamanca; 2019.
6. Forero, H. Gestión de riesgos tecnológicos asociados a posibles fallas de equipos biomédicos de monitoreo de signos vitales clase IIB. Caso unidad de cuidados intensivos de un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá. [Internet]. 2018. [citado: 2023, abril] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/7111>
  7. Cols, D. Estudio epidemiológico autopsico de 784 fallecimientos por traumatismo. Argentina: Revista de Med Intensiva; 2016.
  8. Nohales Valiente, M, Evidencia de modalidades de un ECG de 12 derivaciones y su realización por el personal de enfermería. Valencia: Universidad Europea de Valencia; 2022.
  9. Moreno Sasig NG, Vélez Muentes JR, Campuzano Franco MA, Zambrano Córdova JR, Vera Pinargote RG. Monitorización invasiva y no invasiva en pacientes ingresados a UCI. RECIMUNDO [Internet]. 21ago.2021 [citado 13 may 2023]; 5 (3): 278-92. Available from: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1264>
  10. Guevara Vásquez GJ. Diseño e implementación de un sistema de adquisición de señales ECG en tiempo real utilizando la tecnología Long Term Evolution (LTE). Ecuador: Facultad de Ingeniería; 2019.
  11. Medina Armenteros JC. Electrocardiograma [Internet]. Enfermero en urgencias: Blog sobre técnicas, procedimientos, cuidados enfermeros en Urgencias y UCI; 2016. [Citado 28 abril, 2023]. Recuperado a partir de: <http://enfermeroenurgencias.blogspot.com/2016/02/electrocardiograma.html>
  12. Riesgo, MJ. Monitorización hemodinámica. En: Aguilar JL, de Andrés, JA; de León, O; Gómez-Luque, A; Montero, A. Tratado de anestesia y reanimación. II ed. España: Arán Ediciones S.A; 2001 pp 1421-1442.
  13. Gómez-Romero FJ, Fernández-Prada M, Fernández-Suárez FE, Gutiérrez-González C, Estrada-Martínez M, Cachero-Martínez D, et al. Monitorización de la temperatura intraoperatoria con dos métodos no invasivos (3M SpotOn y Dräger Tcore) en comparación con el catéter Swan-Ganz. Spain: Cirugía Cardiovascular; 2019 pp. 191-196.
  14. Virginia. Parámetros vitales en un monitor de UCI [Internet]. Virginia, enfermera en UCI y Anestesia; 2020. [Citado en abril 2023]. Recuperado a partir de: <http://cuidado-intensivo.com/parametros-vitales-en-un-monitor-de-uci/>
  15. De Olivera Arias, L; Fierro González, C; González Fernández, R; Lema Pugliese, ML; Pirez Mascheroni, MS; Póppolo Carroccio, MF. Comparación de la medida de presión arterial continua invasiva y no invasiva en pacientes críticos. Uruguay: Ciclo de Metodología Científica II; 2019.
  16. Cruz Jiménez, AR. Efectividad de la medición de la tensión arterial no invasiva versus la invasiva para la exactitud de la presión arterial en pacientes críticos de emergencia. Universidad Norbert Wiener; 2020.
  17. Qué es la presión arterial media. [Internet]. CCM Salud; 2015. [Citado el 13 de mayo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://salud.ccm.net/faq/9780-que-es-la-presion-arterial-media>
  18. Esquinas Jiménez, P; Rebollo García, L. Manual clínico de procedimientos generales de enfermería del Hospital Universitario Virgen del Rocío. Junta de Andalucía: Servicio Andaluz de Salud; 2022.
  19. García X., Mateu L., Maynar J., Mercadal J., Ochagavía A., Ferrandiz A.. Estimación del gasto cardíaco: Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. Med. Intensiva [Internet]. 2011 Dic [citado 2023 Mayo 13]; 35( 9 ): 552-561. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0210-56912011000900004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912011000900004&lng=es)
  20. Ortiz Blair, Lanau Sara. Neuromonitoreo no invasivo en unidades de cuidados intensivos en Colombia. Biomed. [Internet]. 2021 Dec [cited 2023 May 13]; 41(4): pp. 803-809. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-41572021000400803&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572021000400803&lng=en)
  21. López Perales, B; Martínez Melero, M; Oliver Bretón, PM; Cuartielles Berenguer, A. Uso del índice bispectral (BIS) en UCI. Cuidados de enfermería. [Internet]. Revista Sanitaria de Investigación. 2021. [Citado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/uso-del-indice-bispectral-bis-en-uci-cuidados-de-enfermeria/>
  22. Calvo Rey, MG. Monitorización de la sedación profunda. Índice bispectral (BIS). [Internet]. España: PublicacionesDidácticas; 2015. pp 12-18. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/235862399.pdf>
  23. Félix Buisán, Nuria Ruiz; Grupo de Trabajo de la Sociedad Castellano-Leonesa de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor (SOCLARTD). Índice bispectral (BIS) para monitorización de la consciencia en anestesia y cuidados críticos: guía de práctica clínica. Valladolid: SOCLARTD; 2008. Disponible en: [http://www.soclartd.org.es/files/publicaciones/BIS\\_guia\\_clinica0.pdf](http://www.soclartd.org.es/files/publicaciones/BIS_guia_clinica0.pdf)
  24. Operating manual. Bis Vista Monitoring System. Aspect Medical Systems, Inc. Norwood U.S.A. 2008. Disponible en: <http://www.covidien.com/imageServer.aspx/doc225593.00.pdf?contentID=24263&content-type=application/pdf>
  25. Ameghino Bautista Jenny, Morales Corbacho Jorge, Apolaya-Segura Moises. Correlación entre SO2/FiO2 y PaO2/FiO2 en pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilación mecánica. Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2018 Sep [citado 2023 Mayo 13]; 37(3): 1-9. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002018000300002&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002018000300002&lng=es)
  26. Egúsqüiza Córdova, MA. Monitorización de la saturación de oxígeno y su relación con la administración

- de oxigenoterapia en los pacientes hospitalizados con enfermedades respiratorias, en un hospital de Lima, febrero-marzo 2017. Perú: Universidad Norbert Wiener; 2018.
27. Quiroz Poma, KE. La efectividad del uso del pulsioxímetro para la detección temprana de la insuficiencia respiratoria en pacientes de la unidad de cuidados intensivos. Perú: Universidad Norbert Wiener; 2021.
28. Humidificación de la vía aérea durante la ventilación mecánica invasiva. [Internet]. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile; 2013. [Citado el 13 de mayo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://terapiaventilatoria.uc.cl/Articulos/humidificacion-de-la-via-aerea-durante-la-ventilacion-mecanica-invasiva>
29. Patient's revival after clinical death, vital signs rising on ICU monitor. Medical ICU monitor with patient's vital signs. [Internet]. HDFootageStock, 2023[Citado el 13 de mayo de 2023]. Recuperado a partir de: <https://stock.adobe.com/es/images/patient-s-revival-after-clinical-death-vital-signs-rising-on-icu-monitor-3d-illustration/208620259>