

MONITORIZACION RESPIRATORIA EN ANESTESIA Y REANIMACIÓN

Monitorización = vigilancia y supervisión de la evolución de un fenómeno que permite seguir el curso y el estado de un paciente.

La monitorización de la función respiratoria es fundamental y obligada durante todo el *período perioperatorio*.

Fenómenos respiratorios que pueden monitorizarse

1.Oxigenación: presiones parciales de los gases sanguíneos, saturación arterial de oxígeno, saturación venosa mixta, presión transcutánea de oxígeno.

2.Ventilación: función centro respiratorio, función de los músculos respiratorios, mecánica y patrón respiratorio, CO₂ espirado final, presión transcutánea de CO₂.

3.Ventilación y perfusión pulmonar: gammagrafía pulmonar, técnica de eliminación gases inertes, cálculo del shunt intrapulmonar.

Vigilancia clínica

Presencia continua del anestesiólogo, inspección piel, mucosas, sangre campo quirúrgico, movimientos del tórax, observación integridad del circuito respiratorio, auscultación pulmonar periódica.

Monitorización ideal

-Continua, no invasiva, fácil de usar y de interpretar, economicamente asequible, fiable (elevada sensibilidad y especificidad), identificar el problema, alarmas.

Tipos de monitorización respiratoria

-No invasiva

-Mínimamente invasiva

-Invasiva.

-Especial

Monitorización respiratoria no invasiva

Exploración física: inspección músculos inspiratorios, movimientos del tórax, coloración labios y/o pulpejo dedos, frecuencia respiratoria, fonendoscopio precordial, radiografía tórax.

Mecánica pulmonar: volúmenes pulmonares, presiones vía aérea, curvas o bucles presión/volumen, compliancia y resistencia pulmonar.

Intercambio de gases: *pulsioxímetro* (Sat Hb, se basa en la diferente absorción de la luz roja a 660 nm y de la infraroja a 940 nm de la OHHb y la Hb reducida, puede ser poco fiable en situaciones de metaHb o Hb anómalas, vasoconstricción e hipoperfusión, pigmentación, pinturas), *capnógrafo* (CO₂EF), mide la concentración de CO₂ al final de la espiración que

teóricamente corresponde al gas alveolar y estima por lo tanto la $PaCO_2$, siendo el gradiente $ETCO_2-PaCO_2$ entre 2-5 mmHg, sin embargo puede variar según el estado del paciente, así el $ETCO_2$ disminuye en: bajo gasto, disminución brusca del retorno venoso, hemorragia severa, embolismo pulmonar e hipotermia, y aumenta en: hipoventilación, aumento del espacio muerto, aumento del metabolismo). *Oxímetro*, mide la fracción inspiratoria de O_2 (FiO_2). *Electródos cutáneos*: miden a nivel transcutáneo la PaO_2 y la $PaCO_2$. *Analizador de gases anestésicos*: mide la concentración inspiratoria y espiratoria de los gases anestésicos y calcula la concentración alveolar mínima (CAM).

Calorimetría indirecta: mide el consumo de O_2 , producción de CO_2 , cociente respiratorio, ventilación alveolar y el espacio muerto.

Monitorización respiratoria mínimamente invasiva

Fonendoscopia esofágica, presión transdiafragmática, electromiografía músculos respiratorios, fibrobroncoscopia.

Monitorización respiratoria invasiva

Intercambio de gases: gasometría arterial, electródo intra-arterial, gasometría venosa mixta, saturación venosa mixta continua.

Parámetros calculados:

Presión alveolar de oxígeno $(P_{AO_2}) = FiO_2 \times (P_B - P_{H_2O}) - PaCO_2/R$

Diferencia alveolo-arterial de oxígeno $(DA-aO_2) = PAO_2 - PaO_2$

Contenido arterial de oxígeno $(CaO_2) = Hb \times SatOHb \times 1,34 + PaO_2 \times 0,003$

Contenido venoso de oxígeno $(CvO_2) = Hb \times SatOHb \times 1,34 + PvO_2 \times 0,003$

Shunt intrapulmonar o mezcla venosa $(Q_s/Q_t) = 100 (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$

Consumo de oxígeno $(VO_2) = (C(a-v)O_2 \times Gasto\ cardíaco \times 10)$

Extracción de oxígeno $(ERO_2) = CaO_2 - CvO_2 / CaO_2 \times 100$

Monitorización respiratoria especial

Oxigenación regional: saturación golfo yugular, espectroscopía cercana a infrarrojos, tonómetro gástrico (pHi), saturación venosa suprahepática, electródos de PO_2 vesical o cerebral.

Otros: Co-oximetría, gammagrafía ventilación/perfusión, TAC torácico, eliminación gases inertes múltiples, óxido nítrico inhalado y exhalado.

Estándares en monitorización respiratoria

Los problemas de la respiración (sobre todo la hipoxemia y en menor grado la hipercapnia, hipocapnia o hiperoxia) son responsables de la mayor parte de la morbi-mortalidad de los pacientes quirúrgicos. La mayoría de estos problemas pueden evitarse con una monitorización

adecuada durante el intraoperatorio y también durante el postoperatorio. Por ello se han decretado por parte de las sociedades de anestesiología unos criterios mínimos de monitorización durante la anestesia, siendo la vigilancia clínica fundamental y la monitorización tiene una función auxiliar.

Guía de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ANESTESIOLOGIA Y REANIMACIÓN (SEDAR) (1996)

CRITERIOS PARA LA MONITORIZACIÓN BÁSICA INTRAOPERATORIA

“El anestesiólogo debe estar continuamente presente.....”

CRITERIO: Durante todo el procedimiento anéستésico la oxigenación, la ventilación y circulación deben ser continuamente evaluadas.

(1) Oxigenación

Objetivo: asegurar una adecuada concentración de oxígeno en el gas inspirado y la sangre durante la anestesia.

Métodos:

- (a) No deben utilizarse aparatos de anestesia que puedan generar mezcla de gases respiratorios con menos del 21% de oxígeno.
- (b) Gas inspirado: durante toda anestesia general la concentración inspiratoria de oxígeno en el circuito respiratorio del paciente se debe medir con un analizador de oxígeno provisto de una alarma para límite inferior.
- (c) Oxigenación sanguínea: se debe emplear un método cuantitativo, como la *pulsioximetría*, para evaluar la oxigenación. Es necesaria una iluminación y una exploración adecuada del paciente para valorar su coloración.

(2) Ventilación

Objetivo: asegurar una adecuada ventilación del paciente.

Métodos:

- (a) Todo paciente sometido a anestesia general debe tener la ventilación adecuada y continuamente evaluada. Se propugna la monitorización continua del CO₂ en el gas espirado a pesar de que los signos clínicos como excursión torácica, movimientos de la bolsa y/O concertina del respirador sean adecuados.
- (b) La colocación correcta del tubo endotraqueal se verificará por evaluación clínica y/o análisis del CO₂ espirado
- (c) La ventilación mecánica se valorará por los siguientes procedimientos: evaluación clínica, capnografía, medida del volumen corriente y frecuencia respiratoria,

valoración de presión en vías respiratorias máxima y mínima.

- (d) Cuando la ventilación está controlada por un respirador se debe utilizar continuamente un dispositivo capaz de detectar eficazmente la desconexión de cualquier componente del sistema de ventilación mediante una señal audible.
- (e) Los cambios de compliancia y resistencia se vigilarán seleccionando un valor de presión máxima, que impedirá la transmisión de altas presiones.

STANDARDS FOR BASIC ANESTHETIC MONITORING (ASA)

(Approved by House of Delegates October 21, 1986 and last amended October 23, 1996)

STANDARD I

Qualified anesthesia personnel shall be present in the room throughout the conduct of all general anesthetics, regional anesthetics and monitored anesthesia care.

STANDARD II

During all anesthetics, the patient's oxygenation, ventilation, circulation and temperature, shall be continually evaluated.

OXYGENATION OBJECTIVE

To ensure adequate oxygen concentration in the inspired gases and the blood during all anesthetics.

METHODS

- 1) Inspired gas: During every administration of general anesthesia using an anesthesia machine, the concentration of oxygen in the patient breathing system shall be measured by an oxygen analyzer with a low oxygen concentration limit alarm in use.
- 2) Blood oxygenation: During all anesthetics, a quantitative method of assessing oxygenation such as pulse oximetry shall be employed. Adequate illumination and exposure of the patient are necessary to assess color.

VENTILATION OBJECTIVE

To ensure adequate ventilation of the patient during all anesthetics.

METHODS

- 1) Every patient receiving general anesthesia shall have the adequacy of ventilation continually evaluated. While qualitative clinical signs such as chest excursion, observation of the reservoir breathing bag and auscultation of breath sounds may be adequate, quantitative monitoring of the carbon dioxide content and or volume of expired gas is encouraged.
- 2) When an endotracheal tube or a laryngeal mask is inserted, its correct positioning must

be verified by clinical assessment and by identification of carbon dioxide in the expired gas. Continual end-tidal carbon dioxide analysis, in use from the time of endotracheal/laryngeal mask placement, until extubation/removal or transfer to a postoperative care location, shall be performed using a quantitative method such as capnography, capnometry or mass spectroscopy.

- 3) When ventilation is controlled by a mechanical ventilator, there shall be in continuous use a device that is capable of detecting disconnection of components of the breathing system. The device must give an audible signal when its alarm threshold is exceeded.
- 4) During regional anesthesia and monitored anesthesia care, the adequacy of ventilation shall be evaluated, at least, by continual observation of qualitative clinical signs.

Bibliografía

- 1) Tobin MJ. Respiratory monitoring. Chest 1990;264-251.
- 2) Moon RE, Camporesi EM. Monitorización respiratoria. En: Anestesia. Miller RD ed Barcelona, Doyma 1993.
- 3) Jacobson E, Aronson S, Connors M. Monitoring respiratory function. International Anesthesiology Clinics 1996;34(3):1-36.
- 4) Al-Shaikh B, Stacey S. Essentials of anesthetic equipment. Churchill Livingstone, New York 1995.

ANESTESIA EN PACIENTES CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Las enfermedades respiratorias, en especial la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), se encuentran con gran frecuencia entre los antecedentes de los pacientes quirúrgicos. Para un correcto manejo anestésico de dichos pacientes es fundamental conocer la fisiopatología de la enfermedad pulmonar de base. El mayor riesgo es el desarrollo de una insuficiencia respiratoria peroperatoria y de complicaciones respiratorias postoperatorias.

Clasificación de las enfermedades respiratorias

1. Enfermedades pulmonares obstructivas: Se caracterizan por un aumento de la resistencia al flujo aéreo. EPOC (bronquitis crónica, enfisema, bronquiectasias, fibrosis quística), asma bronquial y apnea del sueño.

2. Enfermedades pulmonares restrictivas: Presentan una reducción de los volúmenes pulmonares. Fibrosis pulmonar, neumopatías intersticiales, neumonías, distrés respiratorio, derrame pleural, neumotórax, tumores pulmonares, enf. neuromusculares, alteraciones caja torácica (cifoescoliosis, pectum excavatum), obesidad, ascitis, embarazo.

3. Enfermedades pulmonares vasculares: hipertensión pulmonar, edema agudo de pulmón, cor pulmonale, tromboembolismo pulmonar, sind. hepatopulmonar.

4. Alteraciones centro respiratorio: hipoventilación central (infección SNC, tumores o insuficiencia vascular, o apnea del sueño central) o metabólica (fármacos, alcalosis metabólica, hipotiroidismo) e hiperventilación central (ansiedad, traumatismos craneales) o metabólica (acidosis e hipoxemia, fármacos).

Fisiopatología de las enfermedades respiratorias

El intercambio de gases tiene lugar de manera óptima en aquellas zonas pulmonares que presentan una buena relación ventilación/perfusión ($V/P=1$). Diferentes alteraciones de dicha relación V/P da lugar a alteraciones del intercambio de gases e hipoxemia.

1. Desigualdad o baja relación V/P ($V/P < 1$): EPOC, asma, EAP, TEP, bajo GC, fármacos.

2. Aumento del shunt intrapulmonar ($V/P=0$): SDRA, neumonías, aspiración pulmonar, atelectasias, neumotórax.

3. Aumento del espacio muerto $V/P > 1$): TEP, bajo GC

4. Aumento del VO_2 o alteraciones curva de disociación de la OHHb: sepsis, temblores, fiebre acidosis.

Pruebas Funcionales Respiratorias

Las pruebas de funcionales respiratorias sirven para cuantificar el grado de función y de disfunción pulmonar, además de clasificar la enfermedad, así como identificar a los pacientes

de riesgo de sufrir complicaciones postcirugía u otro estrés.

Patrones de funcionalismo respiratorio según una espirometría forzada

Test	Normal	Enfisema	Bronquitis	Asma
FVC	> 3-4 L	reducida	normal o un poco reducida	reducida
FEV ₁	> 2-3 L	Reducido	normal o un poco reducido	reducido
TLC	5-7 L	aumentada	normal o algo aumentada	reducida
RV	1-2 L	aumentado	aumentado	aumentado
FEF _{25-75%}	60-70% pred.	reducido	normal o poco reducido	reducido
DLCO	100%	reducida	normal o poco reducida	normal

FVC= capacidad vital forzada, FEV₁=volumen espirado forzado en el 1er segundo, TLC=capacidad pulmonar total, RV=volumen residual, FEF_{25-75%}=flujo espirado forzado medio expiratorio, DLCO=capacidad de transferencia del CO₂.

Función pulmonar y anestesia

Durante la inducción de la anestesia general se produce una disminución de la capacidad residual funcional, una alteración de la mecánica pulmonar y formación de atelectasias. Esto produce una alteración de las relaciones V/P y una hipoxemia si no se administra oxígeno. Sin cirugía, la función respiratoria vuelve a la normalidad una vez el paciente está despierto. La cirugía (sobre todo abdominal superior y torácica) por su parte produce una disfunción del diafragma que dura de 1 a 2 semanas. La disfunción diafragmática es responsable de reducir un 25-50% la CV, un 33% la CRF, un 20% el VC, un 25-60% el VRE, un 33% la compliancia y de aumentar un 33% la capacidad de cierre y un 13% el VR. Todos estos cambios debidos a la anestesia y cirugía favorecen las complicaciones postoperatorias pulmonares y más aún en pacientes que ya sufren una enfermedad respiratoria.

Preoperatorio

-Habitos: tabaquismo (con 48 horas sin fumar se normalizan los niveles de carboxihemoglobina, disminuye la acción estimulante cardiovascular de la nicotina y se restablece la función ciliar,), tolerancia al ejercicio y síntomas de fallo cardíaco.

-Descompensaciones, intubaciones o cirugías previas.

- Medicación habitual (broncodilatadores, corticoides, O₂)

- Analítica: poliglobulia, electrolitos (hipokaliemia por beta-adrenérgicos, aumento bicarbonatos), gasometria (hipoxemia, hipercapnia).
- Radiografía tórax (hiperinsuflación, atelectasias etc)
- Pruebas funcionales respiratorias: (espirometria forzada, volúmenes pulmonares, resistencia vía aérea, capacidad de transferencia CO y pruebas de esfuerzo (ventilación alveolar, espacio muerto, satO₂, consumo de O₂ y producción de CO₂ y lactatos).
- Optimizar el tratamiento broncodilatador, espirometria incentiva
- Premedicación habitual

Tipo de anestesia

No hay ningún estudio que demuestre que la anestesia regional en si disminuya las complicaciones pulmonares en pacientes con enfermedades respiratorias, en cambio la *analgesia regional postoperatoria*, si que ha demostrado disminuirlas.

Sin embargo la anestesia regional, al no requerir manipulación de la vía aérea, es preferible en intervenciones sobre extremidades y abdomen inferior.

Anestesia subdural o epidural: no bloquear por encima de T10, ya que produce una disfunción de los músculos abdominales, una disminución de la capacidad de toser y retención de secreciones.

Anestesia plexo braquial: tener cuidado con las técnicas que puedan bloquear el nervio frénico o producir un neumotórax.

Anestesia general: Tiene la ventaja de asegurar el control de la vía aérea y la intubación traqueal permite la aspiración de secreciones, pero tiene la desventaja de tener que utilizar relajantes musculares, cambiar del patrón ventilatorio y aumentar la reactividad del árbol bronquial. En cuanto a los fármacos para la inducción anésteica se pueden utilizar todos: benzodiazepinas, opiáceos, barbitúricos, propofol, atomidato, ketamina, halogenados, atropina, relajantes musculares. Los únicos fármacos a evitar o utilizar con precaución son los histaminoliberadores como morfina, atracurio, neostigmina y el protóxido por el riesgo de aumentar el tamaño de una bulla y producir neumotórax. Las características de la ventilación mecánica deben ser individualizadas para cada paciente, teniendo en cuenta que son pulmones con una baja compliancia y elevada resistencia, con atrapamiento aéreo, autoPEEP y hay que evitar la hiperventilación y las presiones pico y meseta elevadas. Es fundamental aspirar secreciones y seguir con el tratamiento broncodilatador, antibióticos etc. durante el intraoperatorio.

Postoperatorio

Para prevenir las complicaciones pulmonares en el postoperatorio se deben tomar la

siguientes medida: revertir el efecto de los fármacos anestésicos, analgesia adecuada, oxigenoterapia, humidificar y fluidificar secreciones, estimular la respiración profunda y la tos, semisedestación y cambios posturales, espirometría incentiva, broncodilatadores y antibióticos.

Complicaciones pulmonares postoperatorias

Inmediatas: *Hipoventilación* es el problema respiratorio más frecuente en el postoperatorio inmediato y suele ser debido al efecto residual de los fármacos anestésicos. La *hipoxemia* también tiene una gran incidencia y suele ser debida a la baja FiO_2 inspirada durante el traslado a Reanimación. También se presenta en el postoperatorio inmediato disfunción respiratoria por *obstrucción vía aérea* (caída de la lengua, laringoespasma, edema laríngeo, broncoespasmo).

Tardías: Como complicaciones más tardías pueden aparecer atelectasias, sobreinfección respiratoria (traqueobronquitis o neumonías), derrame pleural, distrés respiratorio, tromboembolismo pulmonar.

Fármacos más utilizados en el tratamiento de las enfermedades respiratorias

Agonistas beta-adrenérgicos Salbutamol (i.v. inh.) Terbutalina (i.v. inh.) Albuterol (i.v. inh.) Metaproterenol (i.v., inh.) Adrenalina (e.v., s.c.)	Estimulan los receptores beta-adrenérgicos, aumentan el AMPc y producen relajación del músculo liso bronquial y broncodilatación.
Metilxantinas Aminofilina (i.v., v.o.) Teofilina (i.v., v.o.)	Inhiben a la fosfodiesterasa que degrada el AMPc, por lo que aumentan los niveles de AMPc y producen broncodilatación.
Corticoides Metilprednisolona (i.v.) Prednisona (i.v., v.o.) Betametasona (inh, v.o.) Budesonida (inh)	Efecto antiinflamatorio, estabilizan la membrana de los mastocitos y previenen la liberación de histamina y otras sustancias vasoactivas, potencian los efectos de los beta-adrenérgicos.
Anticolinérgicos Atropina (i.v., s.c.) Glicopirrolato (i.v.) Ipratropium (inh.)	Inhiben a los receptores colinérgicos postsinápticos del músculo liso bronquial y producen broncodilatación.
Estabilizantes de membrana Cromoglicato (v.o.) Corticoides (i.v., v.o., inh)	Previenen la degranulación y liberación de sustancias broncoconstrictoras por de los neutrófilos, mastocitos y células epiteliales.

Bibliografía

1. West JB. Pulmonary Pathophysiology- the essentials 4th ed Willams &Wilkins, Baltimore 1992.
2. Miller HJ. Chronic obstructive pulmonary disease. En: Anesthesia Secrets, Hanley & Belfus Ed, Phyladelphia 1996.
3. Luce, JM, Pierson DJ, Tyler ML. Intensive Respiratory Care 2nd ed WB Saunders Co, Phyladelphia 1993.
4. Rock P. Evaluation and perioperative management of the patient with respiratory disease. En: ASA Annual Refresher Course Lectures , Orlando 1998.