

Estado actual del monitoreo respiratorio durante anestesia y cirugía

Dra. Yazmín Guillén-Dolores,* Dr. Francisco Javier Molina-Méndez**

* Adscrita al Departamento de Anestesiología Cardiovascular.

** Jefe del Departamento de Anestesiología Cardiovascular.

Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chávez».

Para la evaluación de la función pulmonar adecuada existen múltiples técnicas que se pueden aplicar en el paciente bajo ventilación mecánica invasiva en sala de operaciones, que nos serán útiles para adecuar los parámetros ventilatorios y detectar de forma oportuna complicaciones en relación con la ventilación/perfusión. Presentamos una revisión de los métodos más actuales de monitoreo.

MONITOREO DE OXIGENACIÓN

La presión parcial de oxígeno (P_{aO_2}) cuyos valores normales oscilan entre 80-100 mmHg, dividida sobre la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2), es el parámetro más comúnmente usado en la falla respiratoria y correlaciona con la fracción de shunt en SIRA (síndrome de insuficiencia respiratoria aguda).

El gradiente entre la tensión alveolar de oxígeno (PAO_2) y la P_{aO_2} ($P_{A-a}O_2$) es un parámetro útil para determinación de hipoxemia. La fórmula es $P_{A-a}O_2 = (760-47) \times FiO_2 - PaCO_2 / RQ - PaO_2$. El RQ se refiere al cociente respiratorio, el cual representa la división entre el CO_2 eliminado y el CO_2 consumido. Sin embargo, dependerá de la FiO_2 en condiciones de alteraciones ventilación/perfusión.

El índice P_{aO_2}/PAO_2 es más robusto a cambios en la FiO_2 en comparación a la P_{aO_2}/FiO_2 , en estudios se ha comprobado que se modifica de forma menor con cambios en la FiO_2 .

Otro parámetro es el índice de oxigenación, cuya fórmula es:

$(FiO_2 \times \text{Presión media de la vía aérea})/PaO_2$. Su incremento está asociado con mortalidad en SIRA. Su recíproco es referido a un factor de oxigenación y está inversamente correlacionado con la fracción de shunt en pacientes bajo cirugía cardíaca.

PULSO OXÍMETRO

La saturación de oxígeno periférica (SpO_2) u oxímetro de pulso, es usado para estimar la SaO_2 (saturación de oxígeno arterial), sin embargo, debe ser interpretada con precaución en condiciones de vasoconstricción. Su interpretación debe ser basada en un profundo entendimiento de la curva de disociación de oxígeno, es incapaz de detectar hiperoxia, ya que todos los valores sobre una PaO_2 de cierto límite podrán resultar en SpO_2 de 100%.

La relación de SpO_2/FiO_2 debe ser interpretada con precaución. La relación entre SpO_2 y la PaO_2 no es lineal pero tiene una curva sigmoidea que está unida a la curva de disociación de oxígeno. La SpO_2/FiO_2 ha sido propuesta para detectar pacientes de hipoxemia, una relación debajo de 315 en conjunto con anomalías bilaterales pulmonares en el USG pulmonar, tiene un alto valor predictivo positivo para el diagnóstico de SIRA.

Saturación venosa de oxígeno

Es la cantidad de oxígeno en la circulación sistémica que permanece después de la utilización por órganos periféricos y tejidos del cuerpo, es un indicador del balance entre el aporte de oxígeno y su consumo, y así, es un indicador del grado de extracción de oxígeno. Se afecta por varios parámetros, si la SaO_2 , la PaO_2 y el nivel de hemoglobina son constantes, la SvO_2 se modifica por el balance entre DO_2 y VO_2 . Si el DO_2 (aporte de oxígeno) disminuye a un consumo de oxígeno constantemente elevado, la SvO_2 puede ser baja, mientras que el nivel de lactato arterial pueden estar incrementados. La saturación central venosa de oxígeno ($ScvO_2$) se considera un subrogado de SvO_2 .

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

Monitoreo de CO₂ (dióxido de carbono)

La correcta interpretación de la PaCO₂ debe considerar la ventilación minuto. La ventilación minuto es el producto de la frecuencia respiratoria del paciente y el volumen corriente exhalado en pacientes ventilados mecánicamente. En un paciente sano ventilado con un volumen corriente de 6-8 mL/kg de peso predicho con un FR de 12 respiraciones/minuto, la ventilación minuto es 7-9 L/min, la PaCO₂ debe ser menor que la normal.

El espacio muerto fisiológico es la combinación de espacio muerto anatómico y alveolar, puede ser medido con pCO₂ de gas espirado (PECO₂) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{V_d}{V_t} = \frac{PaCO_2 - PECO_2}{PaCO_2}$$

Otro parámetro derivado de la pCO₂ es la diferencia venoarterial de CO₂ (Pv-aCO₂), la cual se calcula con la diferencia entre pCO₂ en sangre venosa mixta (PvCO₂) menos la PaCO₂. Un valor mayor de 6 mmHg refleja un flujo sanguíneo venoso inadecuado en la eliminación total de CO₂ producido por tejidos periféricos (debido por ejemplo a bajo gasto cardíaco), lo que refleja alteración de la microcirculación. Puede ser usado para monitorizar la adecuación de la perfusión tisular en sepsis.

Capnografía

En pacientes sanos, la PetCO₂ (presión al final de la espiración de CO₂) es 2-5 mmHg más baja que la PaCO₂. En pacientes

con falla respiratoria, la brecha entre PaCO₂ y la PetCO₂ puede variar significativamente, esta brecha, puede ser usada para estimar la fracción alveolar de espacio muerto. Se ha descrito una buena relación entre el cálculo del espacio muerto (Vd/Vt) y la brecha de PaCO₂-PetCO₂.

Mecánica ventilatoria

Se refiere a la interacción entre el pulmón y la pared torácica. En la curva de espirometría de presión volumen se puede distinguir el punto de inflexión inferior y superior. La histéresis se calcula como el área entre el inflado y el desinflado de la curva de presión-volumen. Niveles de PEEP mayores del punto de inflexión inferior y presión plateau por debajo del punto de inflexión superior de la curva estática de presión-volumen se recomiendan para minimizar el desreclutamiento y la hiperinflación.

Ultrasonido pulmonar

En pulmones aireados, el aire crea artefactos específicos caracterizados por líneas A. La pérdida parcial de aireación crea líneas longitudinales similares a artefactos llamados líneas B. Ayuda a visualizar derrame pleural y consolidación por la presencia de broncograma aéreo dinámico. Bronconeumonía o atelectasias son caracterizadas por estructuras hipoecoicas que están pobremente definidas. El neumotórax se identifica por la ausencia del «sliding» pulmonar y confirmado por la presencia del signo del punto pulmonar.

LECTURAS RECOMENDADAS

1. Theerawit P, Sutherasan Y, Ball L, Pelosi P. Respiratory monitoring in adult intensive care unit. *Expert Rev Respir Med.* 2017;11:453-468.
2. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Advanced uses of pulse oximetry for monitoring mechanically ventilated patients. *Anesth Analg.* 2017;124:62-71.
3. Restrepo RD, Serrato DM, Adasme R. Assessing respiratory system mechanical function. *Clin Chest Med.* 2016;37:615-632.