

Gradiente alveolo-arterial de oxígeno en los enfermos con EPOC

Santamaría Herrero SA. Gradiente alveolo-arterial de oxígeno en los enfermos con EPOC. *An Med Interna (Madrid)* 2001; 18: 115-116.

El aparato respiratorio, como tal, cumple como principal misión el intercambio de gases. Esto es posible merced a tres factores:

1. Factor pulmonar, representado por la movilidad respiratoria que permite la ventilación pulmonar y con ello la captación del oxígeno del medio externo y la expulsión del carbónico. Además hay que valorar la perfusión pulmonar y una especial referencia a la zona alveolo-capilar donde se desarrolla la transferencia gaseosa.

2. La circulación sanguínea impulsada por la bomba cardiaca que la moviliza desde cualquier órgano de la economía hasta los capilares pulmonares donde se llevara a cabo la hematosis.

3. Los hematíes, que con su contenido en hemoglobina, representan el principal vehículo para el transporte del oxígeno.

Un fallo en cualquiera de los tres sistemas, como puede deducirse, supondrá un trastorno mayor o menor en el equilibrio que debe existir para el normal movimiento de los gases. Considerando que la circulación y la sangre reúnen condiciones aceptables debemos prestar atención especial a la ventilación pulmonar y en este sentido dos datos sobre el normal fisiologismo respiratorio como recuerdo:

1. Durante la respiración, se establece el intercambio de gases, pasando el O₂ al interior del capilar y eliminándose el CO₂. Esta transferencia se realiza por difusión, merced a la tendencia de las moléculas a moverse desde una región de mayor concentración a otra con menor concentración de gas, situación regulada por la ecuación de Fick:

$$V \text{ gas} = (\text{área} / \text{grosor}) \cdot (P1 - P2) \cdot D$$

La cantidad de gas que difunde (V_{gas}) es inversamente proporcional al grosor del área que ha de salvar y directamente proporcional a la superficie de intercambio y a la diferencia de presiones entre el alveolo (P1) y el capilar (P2) y a una constante de difusión (D) que a su vez es directamente proporcional a la solubilidad del gas e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su peso molecular. Esto implica que el CO₂ difunda unas 20 veces mas rapido que el O₂ ya que su solubilidad es mayor.

2. La sangre procedente de la periferia a través de la arteria pulmonar y sus ramas llega al capilar venoso con una paO₂ de 40 y una paCO₂ de 45. A nivel alveolar la pAO₂ es aproximadamente de 100 y la PACO₂ de 40, lo que facilita el normal intercambio. Entre el alveolo y el capilar existe una fina membrana de separación que apenas influye en el intercambio en condiciones de normalidad y asimismo es valorable comentar las diferencias fisiológicas que existen en el cociente V/Q a nivel de vértices y bases pulmonares al tener mayor ventilación los vértices y mayor vascularización las partes bajas de ambos pulmones por efecto de la gravedad, sin que este punto suponga tenga significación clínica a la hora de valorar el promedio en la transferencia de los gases.

Aunque tal como hemos comentado la difusión se realiza pasivamente equiparándose los niveles a uno y otro lado de la membrana, existe, en condiciones normales, una diferencia de presión entre el oxígeno alveolar y el del capilar pulmonar arterializado: es lo que se ha venido en llamar gradiente alveolo-arterial de oxígeno (A-a)O₂.

En condiciones normales esta justificado por:

—La resistencia que ejerce la citada membrana alveolo-capilar al paso del O₂ que con la edad se incrementa a valores que debemos considerar.

—Zonas de pulmón en situación de reserva funcional con una relación V/Q inferior a la normal, lo que supone un pequeño efecto shunt.

—Mezcla de sangre venosa procedente de las venas bronquiales y del corazón (venas de Tebesio) que drenan en las venas pulmonares portadoras ya de sangre oxigenada.

El gradiente alveolo-arterial de oxígeno permite una evaluación más completa e integrada de la posible alteración del intercambio pulmonar de gases. Puede calcularse según las siguientes expresiones:

A-aO₂ = PAO₂ - PaO₂, siendo la PAO₂:

PAO₂ = PIO₂ - PaCO₂ (FiO₂ + [1 - FiO₂]/CR)].

Donde PAO₂ = Presión alveolar de O₂

PIO₂ = Presión parcial de O₂ en el aire inspirado

FiO₂ = Fracción de O₂ inspirada (0,21)

PaCO₂ = Presión arterial de carbónico

CR = Cociente respiratorio (0,8)

o bien la ecuación simplificada:

$$PAO_2 = PIO_2 - PaCO_2 / CR$$

El gradiente alveolo-arterial de O_2 se describe como el medio generalmente aceptado para diferenciar las hipoxemias debidas a hipoventilación (por problemas de los centros respiratorios, musculares, del esqueleto torácico, etc.) de las causadas por enfermedades que afectan al parénquima pulmonar. La hipoventilación aumenta el CO_2 a nivel alveolar y arterial mientras que el O_2 está disminuido en ambos compartimientos, pero manteniendo la relación y por consiguiente el gradiente A-a O_2 no se modifica.

En la EPOC, las alteraciones de la distribución, además de la afectación de la membrana de separación alveolo-capilar justifican la dificultad para el intercambio de gases elevándose el gradiente. Es lo que habitualmente sucede. No obstante, en ocasiones, pueden presentarse excepciones a esta norma justificando un posible error:

—En pacientes que presentan marcada hipercapnia, efectivamente, el gradiente puede ser normal y esto porque el A-a O_2 y la $PaCO_2$ se correlacionan de forma inversa, de tal forma que sujetos con intensa hipercapnia el A-a O_2 puede presentarse falsamente dentro de la normalidad; la existencia de un A-a PCO_2 elevado en pacientes con EPOC puede infraestimar el cálculo del A-a PO_2 , al asumir que la presión alveolar del carbónico debe ser igual a la capilar.

—Para eliminar en lo posible el error en la interpretación del gradiente de O_2 es importante hacer el cálculo con la fórmula completa antes citada. Eliminamos así, con este proceder, aunque sea más engorroso, gran número de casos de EPOC que podrían estar mal diagnosticados al aplicar la fórmula simple.

—El cociente respiratorio es otra variable a considerar, si bien habitualmente no se calcula por no hacer demasiado complicada la fórmula y porque tampoco implica mayor relieve en la interpretación de los resultados.

—En la EPOC, pues, la alteración del gradiente alveolo-capilar de O_2 es la norma, tal como sucede en el resto de enfermedades con afectación del parénquima pulmonar. En algunos casos con carbias muy elevadas puede ser normal, máxime si aplicamos la fórmula simplificada para hallar la presión alveolar de O_2 , pero no por ello debemos desestimar este dato como un dato más en el diagnóstico de esta enfermedad.

S. A. SANTAMARÍA HERRERO

*Servicio Neumología.
Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid*

Bibliografía

1. Fhari. A theoretical analysis of the alveolar-arterial O_2 difference with special reference to the distribution effect. *J Appl Physiol* 1955; 7:599-602.
2. Gray BA. Interpretation of the alveolar-arterial oxygen difference in patients with hypercapnia. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 4-8.
3. Mellegaard K. The alveolar-arterial oxygen difference: its size and components in normal man. *Acta Physiol Scand* 1966; 67:10-20.
4. Shapiro BA. Manejo clínico de los gases sanguíneos, 4ª edición. Buenos Aires: Panamericana 1996; 157.
5. Skorodin MS. Respiratory diseases and A-a gradient measurement *JAMA* 1984; 252:1344.
6. De Vega A. Test de función pulmonar en las alteraciones del intercambio de gases. *Rev PAR* 1990; 95: 45-54.
7. Conroe JH. Fisiología de la respiración. Ed. Interamericana.
8. Carrión Valero F, Martínez Francés M, Perpiñá Tordera M, Pascual Izuel J.M.^a, Marín Pardo J. Gradiente alveolo arterial de O_2 en la EPOC con hipercapnia. *An Med Interna (Madrid)* 2001; 18: 117-120.