



Comentario Julio

Efecto de la PEEP sobre el espacio muerto en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo

(Artículo: Beydon L y cols. Effects of positive end-expiratory pressure on dead space and its partitions in acute lung injury. Intensive Care Med (2002) 28:1239-1245).

El efecto que la PEEP tiene sobre la función del pulmón con SDRA ha sido objeto de estudio desde hace ya varios años. Suter en 1975 en un estudio publicado en NEJM reclutó pacientes con SDRA de diversa etiología, y analizó el efecto de niveles incrementales de PEEP sobre la función del pulmón.

Justificó su estudio con la hipótesis de que el efecto de la PEEP sobre la función del pulmón depende del grado de reclutamiento o sobre-distensión que se genere.

El nivel de PEEP que resultó en el máximo transporte de O₂ se consideró como “best PEEP” y se asoció con la menor relación V_d/V_t y con la mayor complacencia estática del sistema respiratorio (CSR). Niveles de PEEP por arriba de best PEEP generaron caída del transporte de O₂ (por caída del GC) y aumento del V_d/V_t. La PaO₂ aumentó y la fracción de shunt disminuyó con niveles incrementales de PEEP pero esto no correlacionó con los cambios en el transporte de O₂. La presión venosa de O₂ aumentó progresivamente desde PEEP 0 hasta la PEEP que generó el mayor transporte de O₂, y cayó con niveles más altos de PEEP. Los cambios en la CSR fueron paralelos a los cambios en el transporte de O₂, bajos valores de ambos con baja y alta PEEP.

Los hallazgos en cuanto al comportamiento específico del espacio muerto son muy interesantes, los autores encontraron que el mínimo espacio muerto alveolar (V_dalv) se obtuvo con en el nivel de PEEP que generó la mayor CSR, argumentando que el gas que previamente sobre-distendía alveolos poco complacientes y no perfundidos se redistribuía ahora hacia nuevas unidades abiertas y perfundidas. También encontraron que a altos niveles de PEEP mas y mas unidades se sobre-distendían y perdían su perfusión como consecuencia de la elevada

presión intra alveolar y la caída del GC, soportando esa hipótesis con el argumento de que hubo correlación inversa entre el GC y V_{dalv} a alta PEEP, y también caída de CSR y aumento de V_{Dalv} a PEEP superiores a best PEEP.

Otro hallazgo interesante fue una correlación lineal entre la PEEP aplicada y el aumento del espacio muerto de las vías aéreas (V_{Daw}).

Suter y cols. concluyeron el estudio diciendo que la complacencia estática del SR es una herramienta útil y simple para encontrar el grado de distensión pulmonar que se asocia al mejor intercambio gaseoso con el menor riesgo de sobre-distensión y daño del pulmón.

En 1999 Blanch y cols. estudian el efecto de distintos niveles de PEEP sobre el espacio muerto y la mecánica pulmonar en pacientes con diferentes grados de SDRA, encontrando que el nivel de PEEP aplicado no cambia significativamente el espacio muerto ni la mecánica estática del SR. En este estudio se aplicaron niveles de PEEP de 0, 5, 10 y 15 cmH₂O seleccionados de manera aleatoria. Una explicación probable para estos hallazgos podría ser que los niveles de PEEP estudiados fueron demasiado bajos como para generar cambios mecánicos del tipo de reclutamiento/sobre-distensión.

El estudio que presentamos para lectura este mes fue publicado por Beydon y cols. en el año 2002 en Intensive Care Medicine, este estudio sigue la línea de investigación que venimos discutiendo, el objetivo planteado fue cuantificar los cambios en el espacio muerto, en sus componentes por separado y en la mecánica estática que se generan al variar los niveles de PEEP en pacientes con diferentes grados de SDRA. Seleccionaron 10 pacientes con SDRA, ventilados en VC-A/CMV, y aplicaron de manera randomizada 5 niveles de PEEP, 2.5, 5, 7.5, 10 y 15 cmH₂O. Los autores no encontraron cambios significativos en el espacio muerto y sus componentes con variaciones de PEEP, sin embargo encontraron que aquellos pacientes que mejoraron su oxigenación con PEEP mas altas también disminuyeron su espacio muerto alveolar y viceversa, y adjudican estos cambios a la reducción del shunt. En los pacientes respondedores a PEEP la disminución del V_{dalv} se compensó con el aumento del V_{daw} generado por niveles ascendentes de PEEP, y en los no respondedores los efectos negativos de PEEP sobre ambos componentes del espacio muerto fueron aditivos. Extrañamente no encontraron correlación entre la mecánica estática y el espacio muerto al variar PEEP.

Tal como plantean los autores la PEEP generó efectos opuestos entre los pacientes, y quizás esta sea la explicación de por qué no encontraron diferencias significativas en las variables estudiadas. El efecto que tuvo la PEEP alta en algunos pacientes podría haber sido solapado por el efecto contrario que generó en otros.

Los autores concluyen que la PEEP no genera cambios significativos en el espacio muerto en pacientes con SDRA.

El trabajo llevado adelante por Rodriguez y cols. que fue publicado en Respiratory Care en 2013 es otro de los trabajos que siguen esta línea de investigación. Rodriguez estudia la relación que existe entre el comportamiento mecánico del sistema respiratorio y el Vd/Vt en pacientes con SDRA por neumonía severa durante titulación de PEEP en forma decremental.

Los resultados muestran que la relación Vd/Vt fue máxima con PEEP 30 y alcanzó su pico mínimo (15% menor) cuando la PEEP llegó a 10 cmH₂O, el nivel de PEEP en el cual la presión transpulmonar de fin de espiración fue de 1,2 cmH₂O y la de fin de inspiración de 7,6 cmH₂O. También encontraron que el Vd/Vt aumentó significativamente cuando la presión transpulmonar de fin inspiración superó los 18 cmH₂O sugiriendo que las altas presiones transpulmonares empeoran la desigualdad V/Q.

Los autores encuentran buena correlación a niveles elevados de PEEP entre la caída de la CSR, el aumento de la presión transpulmonar de fin de inspiración, y el aumento del Vd/Vt, sugiriendo estos hallazgos que los niveles elevados de PEEP pueden generar sobre-distensión de unidades alveolares, otra explicación para este fenómeno podría ser el aumento del V_{daw} que producen las altas presiones de insuflación. Lamentablemente los autores analizaron el Vd/Vt solo como una fracción, sin dividirlo en sus 2 componentes.

Nuestra experiencia en el estudio del espacio muerto en pacientes con SDRA utilizando capnografía volumétrica nos lleva a conclusiones que van de la mano con los hallazgos de Rodriguez, existe una estrecha relación entre los cambios en la mecánica estática y la superficie de pulmón funcionando, y estos cambios podrían ser evidenciados estudiando el espacio muerto a través de capnografía volumétrica. Datos preliminares de un estudio que se está llevando adelante en nuestra institución nos muestran este comportamiento.

Probablemente los cambios que PEEP genera en el espacio muerto sean más evidentes solo en los pacientes respondedores a PEEP, y se verían reflejados en una disminución del $V_{d_{alv}}$. En los pacientes no respondedores probablemente no se vea un aumento importante del espacio muerto alveolar, el cual solo ocurriría cuando la presión aplicada sea muy alta (presión transpulmonar de 18 cmH₂O según Rodriguez), situación que se alcanza generalmente solo durante una maniobra de reclutamiento, y que responde a mecanismos tales como colapso capilar y sobre distensión de la paredes alveolares. Es fundamental hacer el análisis de ambos componentes del espacio muerto por separado ya que el $V_{d_{aw}}$ aumenta en gran medida cuando la presión de insuflación es tan elevada como sucede durante una maniobra de reclutamiento, situación que impide la correcta interpretación de lo que está sucediendo en el componente alveolar.

Probablemente el efecto que la PEEP tiene sobre el espacio muerto en pacientes con SDRA siga siendo motivo de estudio. Los resultados que muestran los estudios a la fecha no permiten sacar conclusiones definitivas. Algunos de los motivos que explican esto pueden ser los siguientes: la diferente metodología con que se calcula el espacio muerto, los niveles de PEEP alcanzados, la severidad de los enfermos estudiados, el análisis por separado de los cambios mecánicos, la cantidad de individuos incluidos en cada estudio, y por último y no menos importante las diferentes interpretaciones fisiopatológicas que hacen los autores sobre los cambios en el espacio muerto.

Algunas notas para tener en cuenta:

- Si niveles elevados de PEEP aumentan el espacio muerto alveolar es difícil saber si este aumento se debe a colapso capilar, a sobre-distensión alveolar, o a una conjunción de ambos.
- El $V_{d_{aw}}$ aumenta sistemáticamente con aumentos en PEEP.
- El análisis del espacio muerto sin el análisis de sus componentes por separado es de difícil interpretación, y puede llevar a conclusiones erróneas.
- El método utilizado para calcular el espacio muerto es fundamental para la correcta interpretación de los datos obtenidos a través de capnografía.

Lic. Emiliano Gogniat

Secretario Capítulo de Kinesiología en el Paciente Crítico. SATI

Klgo. Especialista en Cuidados Respiratorios. SATI

Miembro CNC y COSOVE. SATI

Coordinador Cuidados Respiratorios Hospital Italiano de Buenos Aires

emiliano.gogniat@hospitalitaliano.org.ar

Bibliografía

1. Suter PM, Fairley HB, Isenberg MD. Optimum end-expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. N Engl J Med 1975;292:284-9.
2. Blanch L, Lucangelo U, Lopez-Aguilar J, Fernandez R, Romero PV. Volumetric capnography in patients with acute lung injury: effects of positive end-expiratory pressure. Eur Respir J 1999;13(5):1048-1054.
3. Beydon L, Uttman L, Rawal R, Jonson B. Effects of positive endexpiratory pressure on dead space and its partitions in acute lung injury. Intensive Care Med 2002;28(9):1239-1245.