

Recomendamos a nuestros lectores visitar la versión online de la revista (www.ramr.org), donde se puede acceder directamente a los links para leer los artículos citados que son de acceso gratuito.

ARTÍCULOS SELECCIONADOS DE LA ESPECIALIDAD

Efecto *pendelluft* oculto

Spontaneous Effort Causes Occult Pendelluft during Mechanical Ventilation

Autor: Yoshida T, Amato M et al.

Am J Resp Crit Care Med 2013;188:1420-7

Comentado por: Carlos H. Bevilacqua

En diciembre de 2013 se publica en el Blue Journal un artículo que muestra investigaciones realizadas en el Hospital de Clínicas de la Universidad de San Pablo, Brasil, y que se refieren al efecto “*pendelluft*” oculto. Este término remite a una palabra de origen alemán que significa movimiento “pendular” del aire.

El propósito de estas investigaciones fue examinar el comportamiento del flujo aéreo en pacientes ventilados por injuria pulmonar grave.

Se sabe que durante la ventilación asistida/controlada de pacientes con pulmón sano, el movimiento espontáneo del diafragma genera presiones negativas intratorácicas que se distribuyen de modo homogéneo en todo el espacio pleural. De modo muy distinto, en el pulmón severamente injuriado (distress), la iniciativa inspiratoria produce amplios gradientes de presión en el espacio pleural, que resultan mayores en las regiones más dependientes. El propósito de este trabajo fue demostrar que semejantes alteraciones son capaces de provocar una “curiosa” distribución del gas inspirado, con modificaciones que producirían un desplazamiento “pendular” del gas inspirado desde las zonas menos dependientes, hacia las zonas más dependientes.

Para cumplir con este objetivo se valieron de técnicas de tomografía por impedancia eléctrica y tomografías computadas dinámicas, y en esta oportunidad mostraron también los resultados obtenidos en un varón de 40 años ventilado por hipoxemia severa, durante el periodo postoperatorio de cirugía de reperfusión cardíaca, además de los modelos animales (cerdos) a los que se injurió

mediante lavados alveolares con solución salina.

Así observaron que los movimientos respiratorios espontáneos generaban un gradiente de presión pleural, que producían un mayor flujo inicial hacia las zonas más dependientes y esto coincidía con disminución del flujo aéreo hacia las zonas no dependientes. Como no se verificaba cambio significativo en el volumen corriente, y a partir de las imágenes proporcionadas por los exámenes tomográficos dinámicos, esto fue interpretado como un movimiento pendular de la mezcla inspirada, desde áreas no dependientes, hacia áreas dependientes.

Además, este efecto desaparecía en presencia de relajantes musculares, esto es, al suprimir la presión negativa generada por el diafragma, y de este modo abolir la iniciativa inspiratoria y los gradientes en la presión pleural así generados.

Algunos resultados preliminares de este estudio fueron presentados en un poster durante la última Conferencia Internacional de American Thoracic Society (2013) en Philadelphia.

Hubo además otras observaciones que merecen mencionarse: el efecto de *pendelluft* no se limitó al comienzo del gatillado inspiratorio, sino que creció hasta que se alcanzó la máxima presión negativa pleural, coincidente con la máxima presión esofágica negativa. También se manifestó más ostensiblemente cuando el esfuerzo inspiratorio alcanzaba mayor magnitud.

Las tomografías dinámicas también mostraron este desplazamiento temprano de flujo aéreo desde las áreas no dependientes hacia las dependientes,

efecto que cesaba con el empleo de relajantes musculares.

Los controles de presión esofágica subestimaron groseramente la verdadera presión pleural en las zonas adyacentes a las regiones más dependientes del pulmón.

La magnitud de la inflación local verificada en las zonas más dependientes durante los esfuerzos espontáneos queda demostrada en el hecho de que lograr semejante inflación durante ventilación controlada hubiera requerido administrar el triple de presión inspiratoria, o volúmenes corrientes de 14,8ml/Kg en promedio (durante la experimentación se emplearon volúmenes corrientes “protectivos” de solo 6ml/Kg). Esto parecía relacionarse entonces con el postulado *pendelluft* de flujo temprano de gas desde las zonas menos dependientes hacia las más dependientes.

Por el contrario, en caso de ventilación espontánea en individuos con pulmón normal (antes de inducir injuria) la ventilación se distribuía de modo uniforme.

Algunas de las conclusiones que los autores identifican son las siguientes:

Una modalidad de ventilación protectora en un paciente con distress, y con movimientos inspiratorios preservados, no podría impedir la insuflación excesiva de los alvéolos de las zonas más dependientes, con volúmenes capaces de provocar “sobre-estiramiento”.

En estas circunstancias de ventilación “asistida o gatillada” por el paciente, la estimación de la presión pleural mediante el recurso de la presión esofágica subestima su verdadero valor en las zonas adyacente a las porciones más dependientes del pulmón.

Los autores conjeturan que en situación de injuria pulmonar, las propiedades físicas del pulmón no le permiten compensar los cambios de forma que induce la contracción diafragmática. Esto se traduce en una distribución desigual de la presión negativa intrapleural.

Por último, agregan que esto avalaría reportes recientes que muestran que la ventilación protectora con relajantes musculares, en periodos tempranos del distress grave, mejoraría el pronóstico, probablemente vinculado a menor incidencia de barotrauma, aun empleando los mismos volúmenes corrientes y los mismos niveles de presión plateau en la vía aérea.

Los autores terminan mencionando que este efecto *pendelluft* se produce indistintamente de cuál sea el mecanismo de disparo de la inspiración (por presión o por flujo), y descuentan que los equi-

pos con “trigger” poco sensible (duro o pesado) o la presencia de auto-PEEP exageran este fenómeno.

En el mismo número del *Blue Journal*, Rolf Dieter Hubmayr hace algunos comentarios sobre estos hallazgos, bajo el título de “**Volutrauma y ventilación regional**”.

Hubmayr estudió Medicina en Austria y se entrenó como Médico Residente en Massachusetts (USA). Publicó 207 trabajos indexados sobre temas de fisiología y patología pulmonar en los últimos treinta años, y actualmente se desempeña como Director de la Unidad de Terapia Intensiva de Clínica Mayo, en Rochester, Minnesota (USA).

En primer término, afirma que estos hallazgos de Yoshida y col. son de evidente trascendencia, y al probar el fenómeno del *pendelluft* oculto en presencia de ventilación asistida, muestran que otras técnicas ventilatorias que mantengan la iniciativa inspiratoria en estos pacientes (como APRV o PAV) podrían ser perjudiciales. Agrega: si este tema del *pendelluft* se refina y confirma, todos los intentos por ventilar con técnicas no invasivas a los pacientes con distress temprano o establecido parecerían ahora desaconsejables.

Por último: “Nos tomó décadas aprender que la mortalidad del distress mejoraba significativamente con el empleo de pequeños volúmenes corrientes, evitando el volubarotrauma”.

Ahora Yoshida le da una nueva “vuelta de tuerca” al mismo tema”.

Lecturas recomendadas

La bibliografía que se cita a continuación está disponible como texto completo en la versión online de la Revista

- Papazian & col. Acurasys Study Investigators. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Eng J Med* 2010;363:1107-16.
- Resulta llamativa la siguiente cita de Hubmayr, ya que durante el “Annual Fall Meeting of The American Physiology Society” de 1981, presentaba un abstract que ya describía este fenómeno de *pendelluft*. Leyendo el abstract (533 en la página 97), se pone en evidencia que los métodos empleados para demostrarlo eran bastante primitivos e inexactos, pero ya se sospechaba de su existencia.
- Hubmayr R. *Pendelluft* in supine and prone anesthetized dogs. *(The) Physiologist* 1981;24:97 Abstract

*Por último, un par de citas bibliográficas más remotas, que mencionan el fenómeno *pendelluft*, aunque con significados variados:*

- Safonoff I et al. The Effect of *Pendelluft* and Dead Space on Nitrogen Clearance: Mathematical and Experimental Models and their Application to the Study of the Distribution of Ventilation. *J Clin Invest* 1967; 46: 10.
- Otis AB et al. Mechanical Factors in Distribution of Pulmonary Ventilation. *J Appl Physiol* 1956; 8:427.