

Cambios en la histéresis pulmonar tras la aspiración traqueal abierta y cerrada, y su utilidad en la predicción de la respuesta a maniobras de reclutamiento

María Jesús Tomey Soria

Universidad Complutense de Madrid. Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología.
Facultad de Medicina. Pabellón II. Av Complutense s/n. Ciudad Universitaria. 28040. Madrid.
mtomey.hgugm@salud.madrid.org

Tutores

José Eugenio Guerrero Sanz. Braulio de la Calle Reviriego

Universidad Complutense de Madrid. Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología.
Facultad de Medicina. Pabellón II. Av Complutense s/n. Ciudad Universitaria. 28040. Madrid.
jguerrero.hgugm@salud.madrid.org
bcalle.hgugm@salud.madrid.org

Resumen: en el síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA), la ventilación mecánica permite mantener la vida del paciente, pero paradójicamente, puede perpetuar o empeorar la lesión pulmonar. La maniobra de aspiración de secreciones traqueales, es un procedimiento de enfermería especialmente comprometido en los pacientes con SDRA, ya que provoca despresurización de la vía respiratoria, pérdida del reclutamiento alveolar e hipoxia. La aspiración traqueal puede hacerse con un sistema abierto, que requiere la desconexión del circuito ventilatorio, o con sistema cerrado, que permite continuar la ventilación durante la maniobra de aspiración. La curva de presión-volumen estática, permite cuantificar el grado de histéresis pulmonar, que es un reflejo del potencial de reclutamiento alveolar, y por tanto podría utilizarse para discriminar los pacientes que responderán o no a las maniobras de reclutamiento. **Objetivos:** comparar el cambio en la histéresis pulmonar tras la maniobra de aspiración de secreciones, con los sistemas abierto y cerrado, y relacionar estos cambios con las modificaciones de la oxigenación y la respuesta a las maniobras de reclutamiento. **Metodología:** ensayo clínico cruzado no aleatorizado, realizado en pacientes con SDRA severo en ventilación mecánica, ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Gregorio Marañón. En cada paciente, durante el tiempo de estudio, se medirán variables respiratorias y hemodinámicas, inmediatamente antes y después de una maniobra de aspiración de secreciones, y tras una maniobra de reclutamiento realizada después de la de aspiración. Este protocolo se realizará en cada paciente en dos ocasiones, la primera con el sistema abierto, y la segunda con el sistema cerrado de aspiración. Se analizarán los cambios secuenciales, comparando las variables antes y después de la maniobra de aspiración y tras la maniobra de reclutamiento; se compararán de forma cruzada los resultados con el sistema abierto y con el cerrado en

el mismo paciente. El análisis de variables se realizará con el paquete estadístico SPSS 17.0, se utilizará la t de Student-Fisher para datos apareados, para relacionar distintas variables o sus cambios con las maniobras, se utilizará la correlación de Pearson. Para estimar la probabilidad de respuesta a las maniobras de reclutamiento se utilizará la regresión logística.

Palabras clave: Síndrome de distrés respiratorio. Ventilación mecánica. Intubación.

Abstract: in the acute respiratory distress syndrome (ARDS), the mechanical ventilation permits maintaining the patients life, but paradoxically, can perpetuate or even worsen the pulmonary lesion. The aspiration of tracheal secretions is a nursing procedure that can difficult the ARDS patients, due to depressurize of the airway, lose of the alveolar recruitment and hypoxia. The tracheal secretions aspiration can be done with an opened system, which requires the disconnection of the ventilation circuit, or with a closed system which give the opportunity of ventilating the patient during the manoeuvre. The static pressure- volume curve quantify the pulmonary hysteresis, which is a reflection of the potentially alveolar recruitment and thus can be used for distinguish between the responsive and non-responsive patients with respect to the recruitment manoeuvres. **Objetives:** comparing the changes in pulmonary hysteresis after the secretions aspiration, using both types of the aspiration systems, and relating these changes with the oxygenation variations and with the responsiveness to the recruitment manoeuvres. **Methodology:** clinical randomized, trial realised in patients with severe SDRA with mechanical ventilation, admitted in the ICU of Gregorio Marañón Hospital. In every patient, during the study, will be done measurements of hemodynamic and respiratory variables, before and after the procedure. This protocol will be applied to every patient twice: first time with opened aspiration system and the second time with the system closed. Will be analized the sequential changes, comparing the variables before and after the aspiration as well as after the recruitment manoeuvre. There will be a crossed comparison of the results with opened and closed system in the same patient. The variables analysis will be done with the statistic pack SPSS 17.0, using the T-Student-Fisher for paired data; for relating distinct variables or their changes with the manoeuvres will be used the Pearson correlation. For estimate the response probability to the recruitment manoeuvres will use logistic regression.

Keywords: Respiratory Distress Syndrome. Mechanical ventilation. Intubation.

INTRODUCCIÓN

La histéresis es el fenómeno por el que el estado de un material depende de su historia previa. Se debe a un fenómeno de inercia, por el que los materiales ofrecen resistencia al cambio, lo que hace que las modificaciones sean distintas, cuando el cambio ocurre en un sentido o en el contrario.

En fisiología respiratoria, se entiende por histéresis pulmonar, a la diferencia de la distensibilidad (o compliancia) del pulmón, en la fase de llenado o insuflación del pulmón, respecto a la fase de vaciamiento o deflación pulmonar. Esto supone, que para una misma presión elástica (o presión de llenado), el volumen pulmonar es mayor durante la deflación que durante la insuflación pulmonar⁽¹⁾.

El síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA) es una lesión pulmonar aguda y difusa, que cursa con hipoxia severa (definida por una relación entre la presión parcial arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno, menor de 200)⁽²⁾. Se produce por mecanismos diversos, tanto por agresiones directas sobre el pulmón (neumonía, neumonitis por aspiración), como por procesos sistémicos no primariamente pulmonares (sepsis grave, pancreatitis grave, politraumatismo, politransfusión, etc). Es un proceso muy frecuente en las unidades de cuidados intensivos, que requiere soporte con ventilación mecánica, y tiene una elevada mortalidad (del 23% al 70%, dependiendo de su severidad).

Una característica importante del SDRA, es la gran heterogeneidad de la afectación pulmonar. En el mismo pulmón con SDRA coexisten áreas con alveolos abiertos y por tanto bien ventiladas (las zonas más elevadas del pulmón), con otras áreas con predominio de alveolos colapsados (las zonas más declives del pulmón), que por tanto están mal ventiladas, produciendo un efecto shunt e hipoxemia.

La ventilación mecánica es imprescindible para mantener la vida del paciente con SDRA, dando tiempo a que el proceso causal y la lesión pulmonar mejoren lo suficiente, hasta que deje de ser necesaria la ventilación mecánica. Pero paradójicamente, la propia ventilación mecánica puede contribuir a perpetuar o empeorar la lesión pulmonar. Esto se debe a que por la heterogeneidad del pulmón en el SDRA, la ventilación mecánica produce sobredistensión de los alveolos abiertos, mientras que en los alveolos colapsados, se produce una apertura y cierre cíclicos durante la inspiración y la espiración (inestabilidad alveolar). Tanto la sobredistensión, como la inestabilidad alveolar, producen fuerzas que provocan disrupción epitelial y endotelial, provocando una "lesión pulmonar inducida por el ventilador"⁽³⁾.

La aplicación de ventilación mecánica en los pacientes con SDRA es compleja, porque la finalidad no es solo mantener una oxigenación y ventilación adecuadas, sino que debe aplicarse minimizando la lesión pulmonar inducida por el ventilador. Para ello, habría que evitar la sobredistensión de los alveolos abiertos, y "reclutar" o abrir, la mayor cantidad de unidades alveolares colapsadas, pero las medidas dirigidas a uno de estos objetivos, pueden tener un efecto perjudicial sobre el otro objetivo⁽⁴⁾.

En la práctica actual, la ventilación mecánica de los pacientes con SDRA, se rige por dos principios: 1 - Evitar la sobredistensión alveolar, ventilando con volúmenes corrientes pequeños (6 ml por k de peso ideal), y evitando que la presión alveolar máxima sobrepase de 30 cmH₂O. 2 - "Abrir el pulmón", es decir reclutar la mayor cantidad de unidades alveolares colapsadas; esto se consigue aplicando una presión

positiva al final de la espiración (PEEP: positive end expiratory pressure) suficientemente elevada, y mediante “maniobras de reclutamiento” consistentes en aplicar durante un corto periodo de tiempo, presiones alveolares muy elevadas^(5,6,7).

La aspiración de las secreciones traqueobronquiales a través del tubo traqueal, es un procedimiento de enfermería, necesario en los pacientes sometidos a ventilación mecánica. Se realiza introduciendo una sonda por el tubo endotraqueal, hasta la bifurcación traqueal; la sonda se extrae lentamente, mientras se mantiene conectada a un sistema de vacío, que aplica la presión negativa para la aspiración de las secreciones. En los pacientes conscientes, este procedimiento es enormemente molesto, por la irritación que provoca sobre la mucosa traqueal, provocando tos intensa, taquicardia e hipertensión arterial; en ocasiones además puede producir complicaciones como hipoxia, arritmias o broncoespasmo⁽⁸⁾.

En los pacientes con SDRA, la maniobra de aspiración de secreciones es especialmente comprometida, al provocar una despresurización del sistema respiratorio, con pérdida de la PEEP, pérdida del reclutamiento alveolar e hipoxia severa. Tras la maniobra, la pérdida del reclutamiento alveolar puede ser muy duradera, y si la hipoxia es muy profunda, se puede poner en riesgo la vida del paciente^(8,9).

Existen dos sistemas de aspiración traqueal. 1 - El sistema convencional o sistema “abierto”, es el descrito anteriormente. La introducción de la sonda de aspiración en el tubo traqueal, requiere su desconexión del circuito ventilatorio; por tanto, durante la maniobra de aspiración se interrumpe la ventilación artificial, y la vía aérea del paciente queda conectada con la atmósfera, con la consiguiente despresurización y pérdida de la PEEP. 2 - El sistema “cerrado” consiste en una sonda reutilizable protegida por una vaina hermética de plástico; el extremo de la sonda se mantiene permanentemente en una pieza intermedia entre el tubo traqueal y el circuito ventilatorio. Para realizar la maniobra de aspiración, sólo hay que progresar la sonda desde esa pieza intermedia al interior del tubo traqueal, mientras se conecta el sistema de vacío. El sistema permite la introducción de la sonda y la aspiración de secreciones, sin desconectar el tubo traqueal del circuito ventilatorio; por tanto, durante la maniobra de aspiración, se mantiene la ventilación mecánica y la PEEP programada^(10,11).

Para revertir la pérdida de reclutamiento alveolar y la hipoxia producida tras la aspiración de secreciones traqueobronquiales, pueden practicarse maniobras de reclutamiento. Las maniobras de reclutamiento se realizan de diversas maneras (elevación transitoria de la PEEP o del volumen corriente, pausas inspiratorias con una presión mayor de la normal, etc), pero en cualquiera de ellas la finalidad es aplicar presiones alveolares muy elevadas durante un periodo corto de tiempo, para “abrir” unidades alveolares colapsadas, y así disminuir la inestabilidad alveolar, la hipoxia y la lesión pulmonar inducida por el ventilador^(1,12,13,14).

Sin embargo, en la práctica, la respuesta a las maniobras de reclutamiento es muy variable, y en este sentido se puede clasificar a los pacientes con SDRA, en “respondedores” y “no respondedores” a estas maniobras. Además, las maniobras de reclutamiento no están exentas de riesgos, pudiendo provocar deterioro hemodinámico, sobredistensión alveolar y barotrauma.

Por esto, es conveniente intentar identificar previamente los pacientes con más probabilidad de responder a las maniobras de reclutamiento, lo que se puede hacer mediante el análisis de la curva de presión-volumen estática (curva de P/V)⁽¹⁵⁾.

La curva de P/V, se obtiene mediante una maniobra consistente en una insuflación pulmonar lentísima, hasta un nivel máximo prefijado, seguida de una deflación pulmonar igual de lenta, hasta el nivel de capacidad residual funcional. Como durante la maniobra la velocidad del flujo es muy pequeña, la presión de resistencias debida al flujo es despreciable, de modo que la presión medida en la vía aérea, representa la presión elástica necesaria para distender el pulmón y el tórax. Se obtiene así una curva que relaciona la presión elástica y el volumen pulmonar, a lo largo de todo el periodo de insuflación y de deflación^(15,16).

Debido a la histéresis pulmonar, las curvas no coinciden durante la insuflación y la deflación, siendo siempre mayor el volumen pulmonar a igualdad de presión elástica, durante la deflación. La histéresis se debe a la progresiva apertura de alveolos colapsados que ocurre durante el periodo de insuflación, lo que hace que la compliancia o distensibilidad pulmonar sea mayor durante la deflación.

La mayor o menor diferencia entre ambas ramas de la curva de P/V, representa por tanto el grado de histéresis pulmonar, que a su vez es un reflejo de la mayor o menor capacidad de reclutamiento del pulmón. Por tanto en un plano teórico, a mayor histéresis, mayor potencialidad de reclutamiento y mayor probabilidad de respuesta a las maniobras de reclutamiento.

HIPÓTESIS

- En pacientes con SDRA en ventilación mecánica, la maniobra de aspiración de secreciones traqueobronquiales, provoca un aumento de la histéresis pulmonar, que es menor si se utiliza el sistema cerrado de aspiración.
- El cambio de la histéresis pulmonar tras la maniobra de aspiración de secreciones traqueobronquiales, se asocia al grado de colapso alveolar, y su medida permite identificar los pacientes que se beneficiarán de la aplicación de maniobras de reclutamiento.

OBJETIVOS

- Comparar la histéresis pulmonar, antes y después de la maniobra de aspiración de secreciones traqueobronquiales.
- Comparar el cambio de la histéresis pulmonar tras la maniobra de aspiración de secreciones, con los sistemas abierto y cerrado.
- Relacionar el cambio de la histéresis pulmonar tras la maniobra de aspiración de secreciones, con el cambio en la oxigenación arterial, y con la respuesta a las maniobras de reclutamiento.

DISEÑO

Ensayo clínico cruzado, no aleatorizado.

En cada paciente estudiado, se medirán variables respiratorias y hemodinámicas, inmediatamente antes y después de una maniobra de aspiración de secreciones, y tras una maniobra de reclutamiento realizada después de la de aspiración. Este protocolo se realizará en cada paciente en dos ocasiones, la primera con el sistema abierto, y la segunda con el sistema cerrado de aspiración. Se analizarán los cambios secuenciales, comparando las variables antes y después de la maniobra de aspiración y tras la maniobra de reclutamiento; se compararán de forma cruzada los resultados con el sistema abierto y con el cerrado en el mismo paciente.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes con síndrome de distrés respiratorio del adulto severo, en ventilación mecánica, sedados y paralizados farmacológicamente, ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Gregorio Marañón. Se excluirán los pacientes con neumotórax, barotrauma o inestabilidad hemodinámica severa con hipotensión profunda.

Se estima un tamaño muestral de 25 individuos para los siguientes supuestos:

- Varianzas en ambos grupos desconocidas pero iguales.
- Error alfa: 0,05 o Nivel de confianza del 95%.

- Error Beta: 0.20 o potencia del 80%.
- Una diferencia de medias estandarizada de 0.8. Los pacientes serán incluidos en el estudio de forma consecutiva, a lo largo de un tiempo estimado de 6 meses.

VARIABLES DE ESTUDIO Y PROTOCOLO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Variables demográficas y de características del SDRA

Edad (años); sexo (V/M); altura (cm); peso real (kg); existencia de patología pulmonar previa al SDRA (SÍ/NO); mecanismo del SDRA/ lesión pulmonar directa (SÍ/NO); etiología del SDRA (neumonía, aspiración, sepsis, pancreatitis, politraumatismo, politransfusión); tiempo de evolución del SDRA (horas); número de cuadrantes afectados en la radiografía de tórax (de 1 a 4); índice de lesión pulmonar ("Lung Injury Score"; de 1 a 4, obtenido de la suma y promediación de 4 variables ya recogidas en el protocolo: radiografía de tórax, oxigenación, PEEP y compliancia pulmonar).

Variables de parámetros ventilatorios

Modo de ventilación controlada (por volumen-CMV o por presión-PCV); volumen corriente (ml), frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto); PEEP (cmH₂O); fracción inspirada de oxígeno; tiempo inspiratorio (sg); relación volumen corriente/peso corporal ideal (ml/kg).

Variables de función respiratoria

PH arterial; pCO₂ arterial (mmHg), pO₂ arterial (mmHg); porcentaje de saturación arterial de oxígeno; porcentaje de saturación de oxígeno por pulsioximetría.

Variables de mecánica respiratoria

Presión pico en vía aérea (cmH₂O); presión meseta en vía aérea (cmH₂O); presión positiva espiratoria final intrínseca (cmH₂O); compliancia tóraco-pulmonar (ml/cmH₂O); resistencia al flujo inspiratorio de la vía aérea (cmH₂O/ l/sg).

Variables hemodinámicas

Presión arterial sistólica (mmHg); presión arterial diastólica (mmHg); presión arterial media (mmHg); frecuencia cardíaca (latidos por minuto); utilización de fármacos vasoactivos (SÍ/NO); dosis de noradrenalina (mcg/kg/min); dosis de dopamina (mcg/kg/min).

Variables obtenidas de la curva de presión-volumen estática

Presión inicial (cmH₂O); presión máxima (cmH₂O); capacidad pulmonar residual (ml); capacidad pulmonar total (ml); punto de inflexión inferior de la rama ascendente (cmH₂O); punto de inflexión superior de la rama ascendente (cmH₂O); máxima diferencia de volumen a igualdad de presión entre la rama ascendente y la descendente (ml); relación entre la máxima diferencia de volumen a igualdad de presión entre ambas ramas, y la capacidad pulmonar total.

Todos los pacientes incluidos en el estudio, estarán ventilados con un respirador de última generación, Hamilton Galileo Gold ó Hamilton G5. Las variables de función respiratoria, se obtendrán mediante el análisis de gases en sangre arterial, obtenida del catéter arterial utilizado para la monitorización rutinaria del paciente, y del equipo de pulsioximetría de la monitorización estándar. Las variables hemodinámicas se obtendrán desde los equipos de monitorización estándar de todos los pacientes de la UCI (General Electric Solar 8000 M y Philips Intelli-Vue). Las variables de mecánica respiratoria, se obtendrán de las medidas realizadas por el respirador Hamilton. La curva de presión-volumen estática, se obtendrá mediante el software disponible en los respiradores Hamilton Galileo Gold y G5, que permite la realización automática de las maniobras necesarias para la obtención de la curva, sin desconectar al paciente del circuito ventilatorio.

Resumen del protocolo

1. Inmediatamente antes de una maniobra de aspiración de secreciones traqueobronquiales, se registrarán todas las variables de función respiratoria, hemodinámicas, de mecánica respiratoria y de la curva de PV estática.
2. A continuación, se realizará la maniobra de aspiración de secreciones, con el sistema abierto, según la técnica habitual en la Unidad.
3. Un minuto después de la finalización de la maniobra de aspiración, se volverán a registrar todas las variables anteriores.
4. Tras la finalización de la medida y registro de variables, se realizará una maniobra de reclutamiento, consistente en mantener una pausa inspiratoria con una presión de 40 cmH₂O durante 30 segundos.
5. Una hora después de la realización de la maniobra de reclutamiento, se volverán a medir y registrar las variables anteriores.
6. A continuación, se instalará en el circuito ventilatorio del paciente, el sistema cerrado de aspiración de secreciones.

7. Los pasos 1 al 5 se repetirán con el sistema cerrado de aspiración, un mínimo de 3 horas y un máximo de 6 horas después del inicio del protocolo, dependiendo de la necesidad de aspiración de secreciones para el manejo del paciente. La maniobra de aspiración de secreciones con el sistema cerrado, se realizará con la misma presión de aspiración, la misma duración y por la misma persona, que realizó la maniobra con el sistema abierto.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la comparación de datos secuencialmente y de forma cruzada entre los dos sistemas de aspiración, se utilizará la t de Student-Fisher para datos apareados. Para relacionar distintas variables o sus cambios con las maniobras, se utilizará la correlación de Pearson. Para estimar la probabilidad de respuesta a las maniobras de reclutamiento, a partir de los datos de mecánica respiratoria y de la curva de P/V, se utilizará la regresión logística. Se empleará el paquete estadístico SPSS 17.0.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

- Junio de 2010: recepción del material fungible necesario (sondas de aspiración cerrada), y programa de información del proyecto a los miembros del Servicio, así como a la Dirección del Hospital y al Comité de ética de investigación/ asistencial.
- Julio de 2010 a Junio de 2011: recogida de datos a un ritmo estimado de 1-2 casos por mes.
- Julio a Diciembre de 2011: análisis de los datos y redacción del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Demory D, Arnal JM, Wysocki M, Donati S, Granier I, Corno G, et al. Recruitability of the lung estimated by the pressure volume curve hysteresis in ARDS patients. *Intensive Care Med.* 2008;34:2019-2025.
2. Terragni PP, Rosboch GL, Lisi A, Viale AG, Ranieri VM. How respiratory system mechanics may help in minimizing ventilator-induced lung injury in ARDS patients. *Eur Respir J.* 2003;22(Suppl 42):15s-21s.

3. Ragaller M, Richter T. Acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *J Emerg Trauma Shock*. 2010;3(1):43-51.
4. Koefoed-Nielsen J, Nielsen ND, Kjærgaard KJ, Larsson A. Alveolar recruitment can be predicted from airway pressure-lung volume loops: an experimental study in a porcine acute lung injury model. *Crit Care*. 2008;12:R7.
5. Dueck R. Alveolar recruitment versus hyperinflation: a balancing act. *Curr Opin Anaesthesiology*. 2006;19:650-654.
6. Badet M, Bayle F, Richard JC, Guérin C. Comparison of optimal positive end-expiratory pressure and recruitment maneuvers during lung-protective mechanical ventilation in patients with acute lung injury/acute respiratory distress Syndrome. *Respir Care*. 2009;54(7):847-854.
7. Pavone L, Albert S, DiRocco J, Gatto L, Nieman G. Alveolar instability caused by mechanical ventilation initially damages the nondependent normal lung. *Critical Care*. 2007;11:R104 (doi:10.1186/cc6122).
8. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167:1215-24.
9. Niel-Weise BS, Snoeren RL, Van den Broek PJ. Policies for endotracheal suctioning of patients receiving mechanical ventilation: a systematic review of randomized controlled trials. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007;28:531-6.
10. Lasocki S, Lu Q, Sartorius A, Fouillat D, Remerand F, Rouby JJ. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology*. 2006;104(1):39-47.
11. Overend TJ, Anderson CM, Brooks D, Cicutto L, Keim M, McAuslan D. Updating the evidence base for suctioning adult patients: A systematic review. *Can Respir J*. 2009;16(3):e6-e17.
12. Barbas CSV. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit Care Med*. 2003;31(Suppl):S265-S271.
13. Di Marco F, Devaquet J, Lyazidi A, Galia F, da Costa NP, Fumagalli R, et al. Positive end-expiratory pressure-induced functional recruitment in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2010;38:127-132.
14. Dyhr T, Bonde J, Larsson A. Lung recruitment manoeuvres are effective in regaining lung volume and oxygenation after open endotracheal suctioning in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2003;7(1):55-62.

15. Maggiore SM, Richard J-C, Brochard L. What has been learnt from P/V curves in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Eur Respir J.* 2003;22(42 Suppl):22s-26s.
16. Schiller H J, Steinberg J, Halter J, McCann U, DaSilva M, Gatto LA, et al. Alveolar inflation during generation of a quasi-static pressure/ volume curve in the acutely injured lung. *Crit Care Med.* 2003; 31:1126-1133.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

1. Iotti G, Braschi A. Measurements of respiratory mechanics during mechanical Ventilation. Rhäzüns, Switzerland. Hamilton Medical AG; 1999.
2. Vincent JL, Slutsky AS, Brochard L. Ventilación mecánica. Actualización en medicina de cuidado intensivo. Bogotá: Médica; 2007.
3. Belda FJ, Llorens J. Ventilación mecánica en anestesia y cuidados intensivos. Madrid: Arán; 2009.

Recibido: 8 septiembre 2011.

Aceptado: 22 septiembre 2011.