

## Revista de la Facultad de Medicina

Volumen  
Volume **46**

Número  
Number **1**

Enero-Febrero  
January-February **2003**

*Artículo:*




### Posición prona para el manejo del paciente con SIRA

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Facultad de Medicina, UNAM

Otras secciones de  
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in  
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

## Artículo original

**Posición prona para el manejo del paciente con SIRA**Raúl Carrillo Esper,<sup>1</sup> Antonio Hernández Rayón<sup>2</sup><sup>1</sup> Academia Mexicana de Cirugía. Jefe de Servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Petróleos Mexicanos, Profesor Titular del Curso de Cuidados Intensivos, Facultad de Medicina, UNAM.<sup>2</sup> Residente de segundo año de Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad. PEMEX.**Resumen**

**Objetivo:** Valorar el efecto de la posición de decúbito prono en la oxigenación de enfermos con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA).

**Metodología:** Estudio clínico, experimental, abierto.

Lugar. Terapia intensiva de un Hospital de tercer nivel.

**Pacientes y método:** Se estudiaron 5 pacientes con SIRA secundario a infección (4) y pancreatitis (1). Todos presentaban índice de Kirby < 200 e índice de Murray > 2.5 y fracción inspirada de oxígeno > 80%, antes de la posición de decúbito prono.

Los enfermos fueron colocados en posición de decúbito prono sin modificación del patrón ventilatorio inicial, evaluándose gasometrías e índice de Kirby. Se les practicaron radiografía y tomografía axial computada de tórax antes del procedimiento y a las 24 y 48 h, para valorar extensión y evolución de los infiltrados y condensación alveolar.

**Resultados:** Los 5 enfermos respondieron al decúbito prono con incremento estadísticamente significativo del índice de oxigenación, que se asoció a disminución y redistribución de los infiltrados y condensación alveolar. La mejoría en el índice de oxigenación fue rápida y sostenida, manteniéndose al volver al decúbito supino. Todos los enfermos sobrevivieron.

**Conclusiones:** La posición de decúbito prono mejora la oxigenación, limita el daño pulmonar y además de redistribuir y limitar la condensación alveolar en pacientes con SIRA cuando se utiliza de manera temprana.

**Palabras clave:** *Insuficiencia respiratoria aguda, posición prona, posición supina, hipoxemia.*

**Summary**

**Objective:** To evaluate the effect of the prone position in the oxygenation of patients with acute respiratory distress syndrome.

**Methodology:** Open, experimental clinical study. Location: Intensive care unit.

**Patients and methods:** Five patients with acute respiratory syndrome were studied, 4 secondary to infection and 1 with

pancreatitis. All presented a Kirby index < 200 and a Murray index > 2.5, and an inspired fraction of oxygen > 80%, before being placed in the prone position.

The patients were placed in the prone position without changing the initial standard ventilation and they were evaluated through gaseous measures and the Kirby index. Also, X-ray studies and CAT scan of the thorax were done before positioning and 24 and 48 hours afterwards in order to evaluate the extension and evolution of infiltrates and alveolar condensation.

**Results:** All 5 patients responded to being placed in the prone position. There was an statistical significant increase of the oxygenation index, which was associated with the decrease and redistribution of infiltrates and alveolar condensation. The improvement in the oxygenation index was rapid and sustained, and persisted after the return to the supine position. All of the patients survived.

**Conclusions:** When used at an early stage, the prone position improves oxygenation, limits pulmonary damage and furthermore, redistributes and limits alveolar condensation in patients with acute respiratory distress syndrome.

**Key words:** *Acute respiratory distress, prone position, supine position, hypoxemia.*

**Introducción**

En 1922 Beams y Christie fueron los primeros en reportar que la capacidad vital disminuía en la posición supina. Hurtado y Frey en 1933 demostraron que la capacidad funcional residual se reducía de manera considerable en el decúbito supino, lo cual fue atribuido al desplazamiento diafragmático por el peso de las vísceras abdominales. En 1955 Blair y Hickham demostraron que los cambios de posición modificaban el intercambio gaseoso, presentándose mayor desaturación de la hemoglobina en la posición de decúbito supino.<sup>1,2</sup>

Moreno y Lyons fueron los primeros en postular y demostrar en 1961 que el decúbito prono mejoraba la oxigenación al incrementar la capacidad funcional residual. Estos resultados pasaron inadvertidos hasta 1974 cuando en una confe-

rencia de consenso de terapia respiratoria se volvió a retomar el concepto de que la presión transpulmonar y el reclutamiento alveolar eran dependientes de la posición corporal y que se optimizaban en el decúbito prono, pero fue hasta 1976 cuando se manejaron los primeros enfermos con Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA) en posición prona. En 1988 se iniciaron los primeros estudios formales de la posición prona para el manejo del paciente con SIRA, observándose mejoría significativa tanto en la oxigenación como en el reclutamiento alveolar.<sup>3-5</sup>

En nuestro medio hay pocos reportes en relación al uso de esta posición para el manejo del paciente con SIRA, motivo por el cual se realizó un estudio en la Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Petróleos Mexicanos para valorar el efecto de la posición prona en la oxigenación, reclutamiento alveolar e infiltrados pulmonares en pacientes con SIRA.

## Pacientes y métodos

**Pacientes:** Se realizó un estudio prospectivo, experimental y abierto que fue aprobado por el Comité de Ética y que llenaba los criterios de la Conferencia de Helsinki para Investigación.

Se incluyeron a 5 enfermos que llenaron criterios del Consenso Americano-Europeo para el diagnóstico de SIRA y que tenían puntaje de gravedad de acuerdo al índice de Murray > 2.5. Se excluyeron aquellos enfermos portadores de SIRA que cursaban con: abdomen abierto, fistula broncopulmonar, politrauma, traumatismo craneoencefálico, lesión de columna cervical y postoperados de cirugía cerebral y/o de columna cervical. Se eligieron estos criterios de exclusión debido a que en las condiciones ya anotadas no es posible técnicamente llevar a cabo el manejo en decúbito prono.

**Método:** Una vez hecho el diagnóstico de SIRA se inició manejo integral con la finalidad de controlar y revertir el factor desencadenante y que consistió en el empleo de antibióticos, volumen, inotrópicos, apoyo nutricional enteral y heparina de bajo peso molecular. A todos los enfermos se les realizó a su ingreso a la UTI radiografía y tomografía axial computada de tórax para valorar la localización y extensión de los infiltrados. El manejo ventilatorio se inició mediante estrategia ventilatoria convencional, que consistió en patrón CMV (controlado por volumen), con volumen corriente entre 8 a 10 mL/kg. Flujo inspiratorio entre 60 a 80 L/min. Frecuencia respiratoria variable para mantener una  $PCO_2$  entre 28 a 35 mmHg y presión positiva al final de la espiración (PEEP) calculado para estar por arriba del punto de inflexión inferior de la curva de presión - volumen (P/V), manteniendo presión plateau por debajo de 35 cmH<sub>2</sub>O. La fracción inspirada de oxígeno se mantuvo en concentraciones necesarias para mantener la saturación arterial por arriba de 90%.

Cuando no se obtuvo mejoría en los parámetros de oxigenación (índice de Kirby), requiriendo fracciones inspiradas de oxígeno por arriba del 80%, persistencia de la condensación alveolar y sin presentar criterios de exclusión, se inició con el protocolo de decúbito prono, siguiendo el algoritmo anotado en la figura 1. Todos los enfermos fueron sometidos a monitoreo hemodinámico avanzado.

Para iniciar con el decúbito prono se preparó la cama colocando rodillos y soportes de hule espuma con la finalidad de proteger: cara, pómulos, mentón y ojos, además de colocar soportes acolchados a nivel de hombros y pelvis. Una vez que se aseguraron los catéteres venosos y el tubo endotraqueal, se procedió a colocar al paciente en la cama previamente preparada, siguiendo dos tiempos: en el primero se acercó a la cama preparada con un médico al cuidado del tubo endotraqueal, cuello y cara. En un segundo tiempo se procedió a rotar al paciente con ayuda de cuatro personas más cuidando estrechamente el tubo endotraqueal para evitar decanulación, el cuello para evitar lesión de columna cervical y los ojos con la finalidad de prevenir desprendimiento de retina o lesión corneal (figura 1).

Es importante mencionar que es fundamental mantener el abdomen péndulo mediante una buena colocación del enfermo en los soportes pélvicos para evitar la compresión abdominal y el consecuente incremento de presión de este compartimiento, favorecer un mejor movimiento diafragmático y con esto obtener disminución de la presión transpulmonar.

Una vez en la posición de decúbito prono se valoró la evolución del intercambio gaseoso y del I.K mediante la realización de gasometrías seriadas a las 2-4-8-12 y 24 h. Además de realizar radiografías y tomografía de tórax a las 24 y 48 h del cambio de posición de supino a prono.

Durante el procedimiento se vigilaron estrechamente: líneas venosas y arteriales, tubo endotraqueal, sonda Foley, sonda nasoyeyunal, ojos y zonas de compresión nerviosa. Se rotó la cabeza cada 2 h para evitar el desarrollo de úlceras de presión en la cara. Una vez en decúbito prono se continuó el manejo ventilatorio con el patrón previamente descrito. Las variables fueron analizadas mediante análisis de varianza y t de Student con corrección de Bonferroni.

## Resultados

El estudio se realizó entre marzo a agosto del 2001. Cuatro fueron del sexo masculino y uno femenino con edad promedio de  $44 \pm 11$  años. En cuatro enfermos la etiología del SIRA fue infeccioso y en uno pancreatitis necrótico-hemorrágica.

Una vez que se inició el manejo en decúbito prono se observó mejoría significativa en la oxigenación que se ma-



**Figura 1.** Enfermo en posición de decúbito prono.

**Cuadro 1.** Evolución del índice de Kirby una vez que se adoptó el decúbito prono, en la que se observa mejoría significativa de éste.

Pacientes	Basal	T'2 h	T' 4 h	T' 8 h	T' 12 h
1	78	141	172	226	210
2	68	160	352	466	435
3	76	184	286	297	415
4	118	197	271	394	480
5	98	210	323	418	395
Total	86 ± 20*	178 ± 27*	280 ± 68*	360 ± 97*	387 ± 103*

\* p < 0.05 con respecto al basal por ANOVA.

p < 0.05 con respecto al tiempo de 2 h por t de Student con corrección de Bonferroni.

nifestó como incremento en el índice de Kirby, con significancia estadística (cuadro 1). La máxima mejoría se observó a las 12 h, para después mantenerse constante a las 24 y 48 h, haciendo posible la disminución de la fracción inspirada de oxígeno a concentraciones no tóxicas, tiempo en el cual se cambió a decúbito supino, con disminución progresiva de la presión positiva al final de la espiración, iniciando el programa de retiro del ventilador.

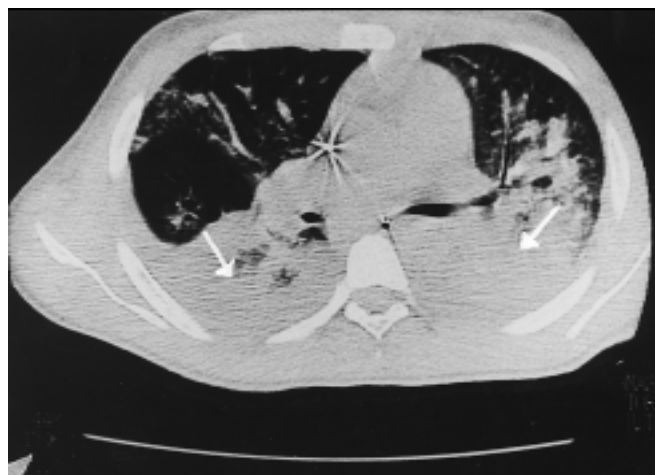
En las radiografía de tórax de ingreso se observó en todos los pacientes infiltrados confluentes de tipo alveolar que ocupaban los cuatro cuadrantes. En las tomografías computadas de tórax de ingreso se corroboró la presencia de los infiltrados confluentes observados en las radiografías de tórax, localizándose éstos en las partes declives, asociándose a derrame pleural bilateral. A las 24 h de la posición de decúbito prono se observó disminución de los infiltrados en la placa simple de tórax, y en la tomografía computada disminución en la densidad y redistribución de éstos, siendo más notable a las 48 h (figuras 2 y 3).

No se presentaron complicaciones relacionadas al decúbito prono como son: compresión nerviosa, lesiones cutáneas,

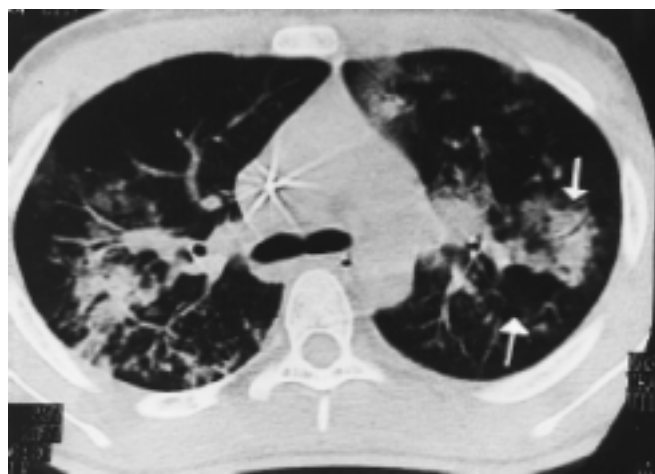
úlceras corneales, desplazamiento de tubo endotraqueal o líneas arteriales y/o venosas. No hubo deterioro hemodinámico ni se requirió de mayor dosis de inotrópicos. Todos los pacientes sobrevivieron y fueron dados de alta de la Unidad de Terapia Intensiva.

## Discusión

En el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda es bien conocida la importancia de revertir el colapso alveolar y mantener su reclutamiento. Una mala estrategia ventilatoria que impida la apertura alveolar y favorezca la apertura y cierre



**Figura 2.** Tomografía axial computada de tórax de paciente con SIRA en decúbito supino en la que se observa condensación bibasal y derrame pleural (flechas).



**Figura 3.** Tomografía axial computada de tórax 48 h después de decúbito prono en la que se observa mejoría significativa de la condensación y redistribución de los infiltrados (flechas).

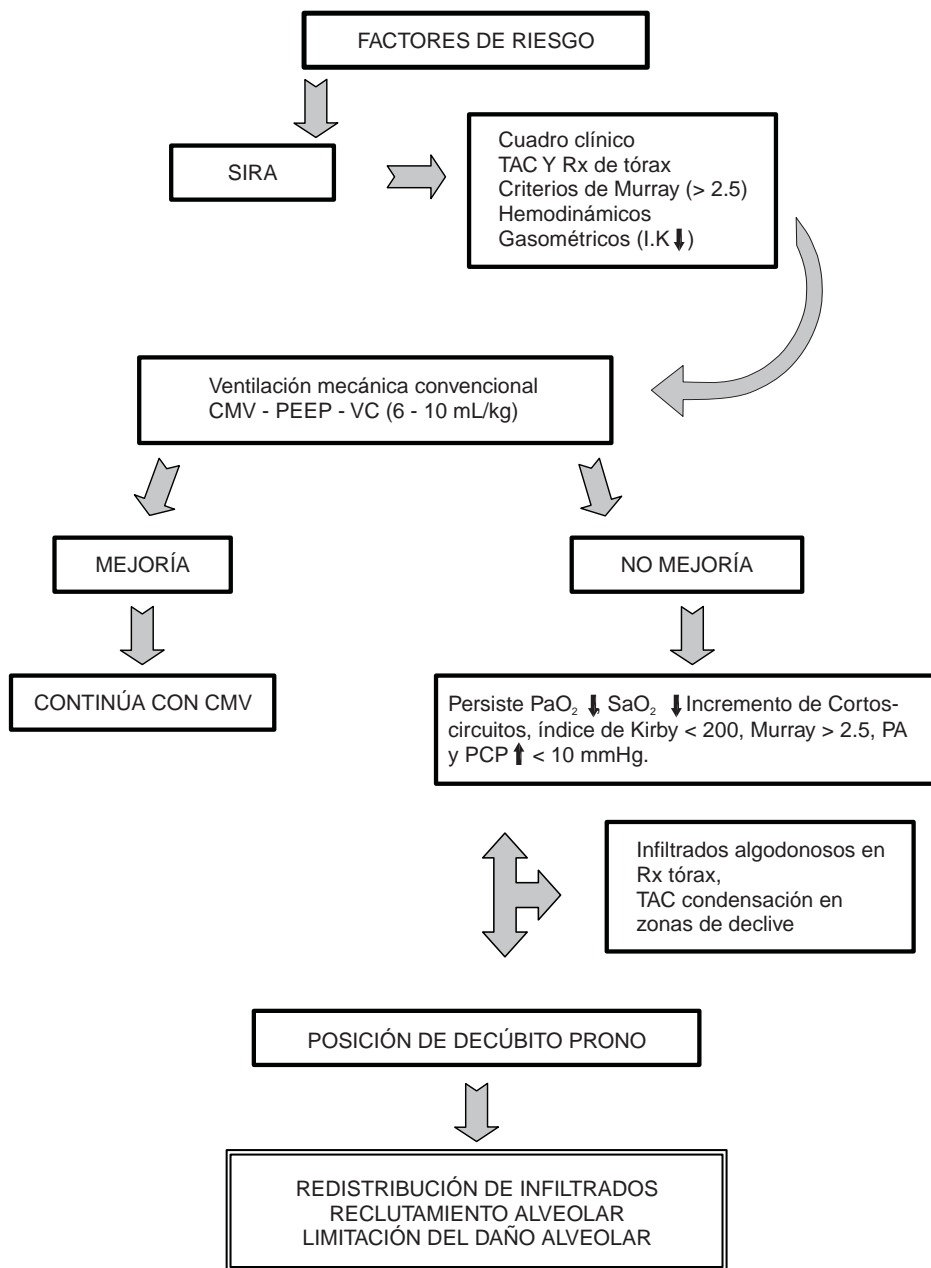


Figura 4.

continuo de éstos, lleva a complicaciones que perpetúan el proceso inflamatorio y que han sido denominadas volutrauma, biotrauma y atelectrauma.<sup>8,7</sup>

El PEEP, aunque es universalmente utilizado para mantener la apertura de unidades alveolares, tiene efectos hemodinámicos adversos como son: disminución del retorno venoso y caída del gasto cardiaco, efectos que pueden amplificar la lesión pulmonar y que son secundarios a:<sup>8,9</sup>

1. Altas presiones de inflación que sobredistienden unidades alveolares sanas y que no son suficientes para la apertura de las lesionadas.
2. Redistribución de flujo sanguíneo a zonas de baja relación ventilación-perfusión, fenómeno que acentúa más la hipoxemia y perpetúa el edema intersticial.
3. Recientemente se ha demostrado que esta redistribución de flujo intensifica la inflamación pulmonar.

Por lo anterior se han desarrollado en los últimos años técnicas ventilatorias que además de evitar los efectos adversos de la ventilación mecánica, potencian los efectos positivos del PEEP en relación a la inducción y mantenimiento del reclutamiento alveolar, dentro de las cuales el decúbito prono es una de ellas.<sup>10-12</sup>

Se ha demostrado que en los pacientes con SIRA el colapso alveolar se presenta en las regiones pulmonares dependientes, que se amplifica en la posición de decúbito supino, debido al efecto de la compresión inducida por el corazón y el desplazamiento diafragmático hacia los segmentos pulmonares dorsales. El flujo sanguíneo intrapulmonar en los pacientes con SIRA por efecto gravitacional tiende a distribuirse hacia las zonas de colapso alveolar, lo cual trae como consecuencia que el cortocircuito se incrementa, siendo éste el mecanismo fundamental de la hipoxemia de los pacientes con SIRA.<sup>17-20</sup> En nuestros pacientes corroboramos este fenómeno al observar en las tomografías el patrón de colapso pulmonar de las zonas dependientes.<sup>13-16</sup>

Diversos estudios experimentales han mostrado que la mejoría en la oxigenación en la posición de decúbito prono es secundaria a:

- Incremento en la capacidad funcional residual debido a un mayor reclutamiento alveolar secundario a redistribución de los infiltrados y una mejor distribución del volumen corriente y de la presión positiva al final de la espiración.
- Mejoría en la movilidad diafragmática, con menor desplazamiento cefálico, debido a que las vísceras abdominales no ejercen compresión sobre el diafragma.
- Redistribución del flujo sanguíneo a zonas mejor ventiladas, con mejoría en la relación ventilación-perfusión y disminución del corto circuito intrapulmonar.
- Mejoría del gasto cardíaco con incremento en la presión de oxígeno de la sangre venosa mezclada.
- Cambios en el gradiente gravitacional en la presión pleural en relación a desplazamiento cardíaco y diafragmático, lo cual favorece mejor reclutamiento de las unidades alveolares colapsadas.
- Mejor drenaje de secreción bronquial.

Al mejorar el flujo aéreo, la distribución del volumen corriente y la apertura alveolar durante la posición de decúbito prono, se logran menores presiones de inflación, se mantiene en rango fisiológico la presión plateau y se evita el atelectrauma, eventos que son fundamentales para prevenir la progresión del daño alveolar, por lo que el decúbito prono es una alternativa terapéutica útil en el manejo del paciente con SIRA, además de que puede combinarse con otras técnicas ventilatorias como: ventilación controlada por presión, ventilación oscilatoria de alta frecuencia, ventilación líquida y oxido nítrico inhalado<sup>21-24</sup> (figura 4).

Nuestro grupo de enfermos presentaron una respuesta rápida y adecuada con el decúbito prono, lo cual no se observa en todos los pacientes. En la literatura se han utilizado los siguientes patrones de respuesta al adoptar esta posición: a) respondedores rápidos (respuesta satisfactoria y sostenida después de la primera hora); b) respondedores lentos (respuesta posterior a 12–24 h); c) no respondedores.

Aunque no está bien definido qué es lo que determina este tipo de patrón de respuesta, se ha postulado que puede estar en relación a la gravedad del daño pulmonar debido a que entre mayor sea el daño inflamatorio pulmonar, el colapso alveolar, los cambios gravitacionales de distribución de flujo, las presiones dentro de la vía aérea y los espacios aéreos son menos homogéneos y sostenidos, por lo tanto, cuando se decida manejar a un paciente con SIRA con la técnica de decúbito prono debe de hacerse de manera temprana y no como última alternativa.<sup>25,26</sup>

Por otro lado, es importante mencionar que la mejoría en la oxigenación puede ser sostenida o temporal. En el grupo de enfermos estudiado observamos mejoría sostenida que se mantuvo cuando el paciente volvió a la posición de decúbito supino, pero hay enfermos que una vez que regresan a la posición ya mencionada, vuelven a presentar hipoxemia y desaturación de la hemoglobina. En estos casos está recomendado volver a cambiar al paciente a decúbito prono o iniciar con la técnica de rotación, que consiste en rolar al enfermo en intervalos de 8 a 12 horas de decúbito prono a supino.<sup>27</sup>

El decúbito prono disminuye el daño inducido por ventilador al evitar el atelectrauma y el efecto tóxico de fracciones inspiradas altas de oxígeno, lo cual asociado a las técnicas ventilatorias de protección alveolar mejora la recuperación y la sobrevida del paciente.<sup>28-32</sup>

## Referencias

1. Cristhie CD, Beams AJ. The estimation of normal vital capacity with special reference to the effect of posture. *Arch Intern Med* 1922; 30: 34-39.
2. Blair E, Hickham JB. The effect of change in body position on lung volume and intrapulmonary gas mixing in normal subjects. *J Clin Invest* 1995; 34: 383-389.
3. Moreno F, Lyons HA. Effect of body posture on lung volumes. *J Appl Physiol* 1961; 16: 27-29.
4. Douglas WW, Rehder K, Froukje MB, et al. improved oxygenation in patients with acute respiratory failure: The prone position. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 559-566.
5. Langer M, Mascheroni D, Marcolin R, et al. The prone position in ARDS patients: A clinical study. *Chest* 1988; 94: 103-107.
6. Ranieri VM, Suter PM, Tortella C, De Tullio R, Dayer JM, Brienza A, Bruo F, Slutsky AS. Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: A randomized controlled trial. *JAMA* 1997; 282: 54-61.
7. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury: Lessons from experimental studies. *Am J Respir Crit Care Med* 1988; 157: 294-323.

8. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, et al. Effect of a protective ventilation strategy on mortality in acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1988; 338: 347-354.
9. Walther SM, Domino KB, Glenny RW, et al. Positive end-expiratory pressure redistributes perfusion to dependent lung regions in supine but not in prone lambs. *Crit Care Med* 1999; 27: 37-45.
10. Parker J, Hernández L, Peevy K. Mechanisms of ventilator-induced lung injury. *Crit Care Med* 1993; 21: 131-43.
11. Dreyfuss D, Soler P, Basset G, et al. High inflation pressure pulmonary edema: respective effects of high airway pressure, high tidal volume and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 1559-64.
12. Dreyfuss D, Soler P, Saumon G. Mechanical ventilation-induced pulmonary edema. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 1568-75.
13. Fridrich P, Krafft P, Hochleuthner H, et al. Effects of long-term prone positioning in patients with trauma-induced adult respiratory distress syndrome. *Anesth Analg* 1996; 83: 1206-1211.
14. Gattinoni L, Pelosi A, Vitale G, et al. Body position changes redistribute lung computed tomographic density in patients with acute respiratory failure. *Anesthesiology* 1991; 74: 15-23.
15. Glenny RW, Lamm WJE, Albert RK, et al. Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. *J Appl Physiol* 1991; 71: 620-629.
16. Glenny RW, Polissar L, Robertson HT. Relative contribution of gravity to pulmonary perfusion heterogeneity. *J Appl Physiol* 1991; 71: 2449-2452.
17. Hoffman EA. Effect of body orientation on regional lung expansion: A computed tomographic approach. *J Appl Physiol* 1985; 59: 468-480.
18. Lamm WJE, Graham MM, Albert RK. Mechanism by which the prone position improves oxygenation in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 184-193.
19. Mure M, Martling CR, Lindahl SG. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med* 1997; 25: 1539-1544.
20. Mutoh T, Guest RJ, Lamm WJE et al. Prone Position alters the effects of volume overload on regional pleural pressures and improves hypoxemia in pigs *in vivo*. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 300-306.
21. Pappert D, Rossaint R, Slama K, et al. Influence of positioning on ventilation-perfusion relationships in severe adult respiratory distress syndrome. *Chest* 1994; 106: 1511-1516.
22. Stoker R, Neff, Stein S, et al. Prone positioning and low-volume pressure-limited ventilation improve survival in patients with severe ARDS. *Chest* 1997; 111: 1008-1017.
23. Voggenreiter G, Neudeck F, Aufmkolk M, et al. Intermittent prone positioning in the treatment of severe and moderate post-traumatic lung injury. *Crit Care Med* 1999; 27: 2375-2382.
24. Wiener CM, Kirk W, Albert RK. The prone position reverses the gravitational distribution of perfusion in dog lungs with oleic acid-induced injury. *J Appl Physiol* 1990; 68: 1386-1392.
25. Richard K. Albert. Prone position in ARDS: What do we Know, and what do we need to know. *Crit Care Med* 1999; 27: 2574-2577.
26. Mackenzie CF. Anatomy, physiology, and pathology of the prone position and postural drainage. *Crit Care Med* 2001; 29: 1084-85.
27. Voggenreiter G. Intermittent prone positioning in the treatment of severe and moderate posttraumatic lung injury. *Crit Care Med* 1999; 27: 2375-82.
28. Marini J. J: PEEP in the prone position: Reversing the perfusion imbalance. *Crit Care Med* 1999; 27(1): 1-2.
29. Broccard A, Shapiro R. Prone positioning attenuates and redistributes ventilator-induced lung injury in dogs. *Crit Care Med* 2000; 28: 295-303.
30. Dupont H, Mentec H. Short-term effect of inhaled nitric oxide and prone positioning on gas exchange in patients with severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2000; 28: 304-574.
31. Nahit C, Van T. Oxygenation response to a recruitment maneuver during supine and prone positions in a oleic acid-induced lung injury model. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1949-1956.
32. Albert K, Hubmayr R. The prone position eliminates compression of the lung by the heart. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1660-1665.