



Cirugía posterior de columna y posición prona. ¿Hincado es mejor para la mecánica pulmonar?

Dra. Cecilia Ursula Mendoza-Popoca,* Dr. Mario Suárez-Morales*

* Anestesiólogo.

The American British Cowdray Medical Center,
IAP. Departamento de Anestesiología.

Solicitud de sobretiros:

Dra. Cecilia Ursula Mendoza Popoca
Sur 136 # 116, Colonia Las Américas
México, D.F. 01120
E mail: ceciur77@cablevision.net.mx

Recibido para publicación: 28-05-07

Aceptado para publicación: 23-07-07

RESUMEN

Antecedentes: Para la cirugía posterior de columna se requiere de la posición prona. Esta posición comprime el abdomen, desplazando el diafragma hacia la cavidad torácica, restringiendo el movimiento fisiológico pulmonar y promoviendo atelectasias pulmonares. Para resolver este problema se propone el uso de mesas quirúrgicas con espacio adecuado para dejar libre el abdomen, además de la posibilidad de adoptar la posición de hincado para disminuir aún más la presión abdominal sobre el tórax. La mesa de Andrews con apoyos genupectorales ofrece estas posibilidades. **Objetivo:** Comparar los cambios en las variables ventilatorias en tres posiciones: supina (basal), prona con abdomen libre y genupectoral con abdomen libre. **Material y métodos:** Tomamos la adaptabilidad pulmonar, la presión pico y la resistencia de vías aéreas en las tres posiciones como variables ventilatorias en 76 pacientes sanos no obesos, contrastándolas mediante la prueba *t* de Student. **Resultados:** De la posición supina a la prona plana hubo incremento notable tanto de la presión como de la resistencia de vías aéreas y disminución también importante de la adaptabilidad pulmonar, cambios revertidos notoriamente con la posición genupectoral. **Conclusiones:** La posición genupectoral con abdomen libre ofrece un mejor ambiente para la mecánica pulmonar que la prona.

Palabras clave: Anestesia general, cirugía posterior de columna, atelectasia pulmonar, posición prona.

SUMMARY

Background: For posterior spine surgery prone position is required. The prone position compresses the abdomen and restricts the chest wall movement leading to alterations of the pulmonar mechanics. To solve this problem the use of a free hanging abdomen and kneeling position is proposed, features that are provided by the Andrews surgical chest-knee supportable. We studied the changes found on ventilatory variables in patients in three positions: supine (basal), flat prone and chest – knee supported position to prove the efficacy of kneeling position in maintaining proper pulmonar mechanics. **Methods:** We recorded pulmonar compliance, peak airway pressure and airway resistance as ventilatory variables in seventy-six non obese and pulmonar condition free patients during the three positions comparing them using the *t* Student's test for statistical analysis. **Results:** With the change from supine to prone position an important increase of peak airway pressure and airway resistance as well as a decrease of pulmonar compliance was noted, situation that was importantly reverted to near basal values with the kneeling position. **Conclusions:** The kneeling position with free hanging abdomen offers better ventilatory environment than the prone position in non-obese and pulmonary disease free patients.

Key words: General anesthesia, posterior spine surgery, atelectasis, prone position.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que los avances tanto en técnicas quirúrgicas como en fármacos y monitorización anestésicas han hecho al acto quirúrgico extraordinariamente seguro, los riesgos aún minimizados, siguen latentes. En el caso de los pacientes sometidos a cirugía de columna habitualmente se citan como principales riesgos: tromboembolia pulmonar, aumento de la presión intraocular, sangrado excesivo, daño medular, etc. Sin embargo pocas veces se consideran como un riesgo los efectos que tienen sobre la fisiología pulmonar tanto la anestesia general, como la posición prona, sobre todo en cirugía de larga duración.

Es sabido desde hace décadas que la anestesia general se asocia a anormalidades de la oxigenación. Bendixen y cols demostraron hace 40 años que la disminución tanto de la adaptabilidad pulmonar como de la presión arterial de oxígeno regresan a la normalidad después de proporcionar presiones positivas altas, sospechando así la presencia de atelectasias⁽¹⁾. Esto se ve comprobado posteriormente mediante el uso de tomografía computada en donde se demostró que el 90% de los pacientes bajo anestesia presentan atelectasias pulmonares, sobre todo en las regiones dependientes⁽²⁾. Se han propuesto dos mecanismos como los causantes de esta anormalidad en el paciente sin patología pulmonar previa: disminución de la producción de factor surfactante y la compresión externa. La función del factor surfactante es la de disminuir la tensión superficial de los alvéolos, estabilizándolos y previniendo así su colapso. Esta función se ve deprimida tanto por la ventilación mecánica como por la presencia de anestésicos; sin embargo, el mecanismo de compresión externa parece ser el más importante y se ha implicado al abdomen y al diafragma como la causa principal. En el sujeto consciente, el diafragma separa las cavidades torácica y abdominal, lo que permite, en el momento de su acción como músculo líder de la inspiración, presiones diferentes en el abdomen y en el tórax. Después de la inducción de la anestesia y la instalación de relajación muscular el diafragma se desplaza ostensiblemente en dirección cefálica, perdiendo por lo tanto su acción como medio diferenciador de presiones entre las dos cavidades. Este fenómeno fue estudiado brillantemente a principios de los 70 por Froese y Bryan mediante el uso de cinerradiografía seriada de la región superior del abdomen y encontraron dos patrones de movimiento diafragmático con el sujeto en posición supina: en el paciente anestesiado ventilando espontáneamente la fuerza del diafragma vence la presión del contenido abdominal, siendo mayor su desplazamiento en la región inferior del tórax o diafragma posterior. En contraste con lo anterior, en el sujeto con ventilación mecánica y bajo parálisis muscular el mayor desplazamiento diafragmático se encuentra en la región superior o región no dependiente.

Así, la capacidad funcional residual pulmonar se ve reducida en el paciente bajo anestesia y parálisis muscular por la pérdida de la acción propia del diafragma y por la dependencia del mismo de la presión abdominal⁽³⁾.

La posición prona es la requerida para realizar la cirugía posterior de columna. El cambio de posición supina a prona, independientemente de los efectos de la anestesia general sobre el diafragma, aumenta por sí misma la compresión del abdomen, lo que provoca más desplazamiento cefálico del diafragma, siendo un factor agregado que aumenta las presiones externas pulmonares y que a su vez condiciona la disminución de la adaptabilidad pulmonar y de la capacidad funcional residual, lo que favorece la aparición de atelectasias pulmonares⁽⁴⁾. Con el fin de reducir la acción de la presión abdominal sobre la mecánica ventilatoria en el paciente sometido a cirugía de columna en posición prona, se han ideado varias mesas quirúrgicas con diferentes opciones de colocación. Una de estas mesas quirúrgicas es la mesa genupectoral de Andrews (Orthopedic System Inc, Union City C.A. USA), la cual está ideada para disminuir la presión abdominal mediante la posibilidad del libre posicionamiento gravitacional abdominal y a diferencia de otras mesas como la de Jackson ofrece además la posición de hincado, la cual teóricamente debe de disminuir aún más la presión abdominal y su efecto sobre la mecánica pulmonar. Como parte de la rutina para posicionar al paciente, éste debe estar primero en posición de decúbito prono, para posteriormente ser colocado en posición de hincado.

En este estudio observacional, sometemos a prueba la hipótesis de que la presión abdominal y consecuentemente la torácica disminuyen con la posición de hincado con relación a la posición de decúbito prono, influyendo directamente en las variables comúnmente utilizadas para monitorear la mecánica pulmonar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron incluidos en el estudio setenta y seis pacientes de ambos sexos, sin antecedentes de enfermedad pulmonar significativa y con clasificación de la ASA I-II sometidos a cirugía de columna torácica y lumbar, que fueran a ser colocados en posición genupectoral, utilizando para tal efecto la mesa quirúrgica de Andrews.

Se incluyeron como variables demográficas la edad, peso, talla y sexo.

Se monitorizó a los pacientes utilizando pulsoximetría, cuantificación de la transmisión neuromuscular mediante la aplicación de la prueba del tren de cuatro, tensión arterial no invasiva, electrocardiografía continua, capnografía, presión pico de las vías aéreas (PPVA) ($\text{cm H}_2\text{O}$), resistencia de vías aéreas (RVA)($\text{cmH}_2\text{O/L/s}$) y adaptabilidad pulmonar (AP) ($\text{mL/cmH}_2\text{O}$).

Se ofreció en todos los casos anestesia total endovenosa. La inducción de la misma fue con midazolam (0.05 a 0.1 mg/kg), fentanyl 100 µg, lidocaína 1 mg/kg y propofol 2 a 2.5 mg/kg. La relajación muscular fue proporcionada mediante vecuronio 100 µg/kg. El mantenimiento de la anestesia se llevó al cabo con propofol y fentanyl a infusión continua. Mediante laringoscopía directa, se realizó la intubación orotraqueal cuando se alcanzó la relajación muscular al 100%. Una vez asegurada la correcta instalación del tubo endotraqueal mediante el uso tanto de la capnografía como de la auscultación de ambos hemitórax, se procede a instalar a los pacientes en ventilación mecánica, programando 10 mL/kg de volumen corriente y frecuencia respiratoria de 10 ventilaciones por minuto y una relación inspiración: espiración de 1:2. Se permite la estabilización cardiopulmonar por espacio de 5 minutos y posteriormente se toman 3 lecturas, una cada minuto, de cada uno de los valores de PPVA, RVA y AP promediándolas y tomándolas como lecturas basales con el paciente en posición supina. Posteriormente se hace, con el mismo método, la lectura de las variables con el paciente en decúbito prono y en posición genupectoral (Figura 1).

Los resultados de las medias de las variables para cada posición fueron contrastadas entre sí mediante la aplicación de la prueba estadística t de Student.

RESULTADOS

Participaron en el estudio 76 pacientes sometidos a cirugía de columna vertebral posterior, 37 masculinos y 39 femeninos, no habiendo diferencia significativa al respecto. La edad de la población en estudio fue de 50.32 ± 3.5 años. El índice de masa corporal promedio ($25.20 \pm 3.54 \text{ kg/m}^2$) sitúa a los pacientes en un rango de peso corporal entre normal y sobrepeso ligero.

De acuerdo a nuestros resultados observamos que el cambio de posición de decúbito supino a prono provoca un aumento significativo de la PPVA y RVA al igual que una disminución importante de la AP. Una vez que se procedió a adoptar la posición de hincado se encuentra que la PVA y la AP a pesar de ser estadísticamente diferentes de la basal, regresan a valores cercanos a los previos, mientras que la RVA regresa a valores prácticamente iguales a los basales, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre ambos (Cuadros I y II).

DISCUSIÓN

La atelectasia pulmonar es la causa más frecuentemente invocada de la hipoxemia observada tempranamente durante anestesia general. Ya desde 1964 Nunn demostró que durante anestesia y ventilación espontánea, el intercambio gaseoso se veía



Figura 1. Posicionamiento en la mesa quirúrgica de Andrews en tres tiempos. Las variables estudiadas fueron obtenidas en la posición marcada 1 (decúbito prono) y 3 (genupectoral).

alterado por aumento del cortocircuito pulmonar y una relación ventilación – perfusión inadecuada y sugirió el aumento de la presión alveolar de oxígeno hasta 200 torr como solución⁽⁵⁾. Bendixen y colaboradores postularon que la ventilación espontánea sin suspiros periódicos pudiera conducir tan-

Cuadro I. PPVA, RVA y AP en las tres posiciones.

Posición	Supina	Prona	Hincada
PPVA (cm H ₂ O)	13.88 ± 5.22	17.99 ± 6.55*	15.79 ± 5.42* ¶
RVA (cmH ₂ O/L/s)	10.53 ± 4.52	12.59 ± 6.23*	10.91 ± 5.31 ¶#
AP (mL/cm H ₂ O)	58.82 ± 15.87	38.96 ± 9.54*	51.13 ± 12.87* ¶

PPVA = Presión pico de vías aéreas, RVA = Resistencia de vías aéreas, AP= Adaptabilidad pulmonar, * p < 0.01 entre la posición y la supina, ¶ p < 0.01 entre la posición hincado y prona, # Sin diferencia estadística con posición supina.

Cuadro II. Cambios porcentuales por posición con relación a valores basales.

Posición	Supina	Prona	Hincada
PPVA (cmH ₂ O)	—	+29%*	+13%* ¶
RVA (cmH ₂ O/L/s)	—	+19%*	+3% ¶#
AP (mL/cmH ₂ O)	—	-44%*	-14%* ¶

PPVA = Presión pico de vías aéreas, RVA = Resistencia de vías aéreas, AP= Adaptabilidad pulmonar, * p < 0.01 entre la posición y la supina, ¶ p < 0.01 entre la posición hincado y prona, # Sin diferencia estadística con posición supina.

to a una atelectasia progresiva, como a un aumento de cortocircuito y disminución de la adaptabilidad pulmonar, cambios que se pueden revertir mediante la hiperinflación de los pulmones⁽¹⁾. Es en los 80 cuando se demostró incontrovertiblemente la presencia de atelectasias antes supuestas, mediante tomografía computada, encontrando además que la formación de las mismas se da en ambos pulmones, en las regiones dependientes y apareciendo durante los primeros 5 minutos de anestesia con relajación muscular⁽⁶⁾. Desde entonces la atelectasia secundaria a anestesia general fue estudiada ampliamente y se han obtenido los siguientes datos: Se encuentran en el 90% de los pacientes que reciben anestesia general⁽²⁾, se desarrolla tanto con anestesia intravenosa como con anestesia inhalatoria, independientemente de si la respiración es espontánea o mecánica con aplicación o no de relajante muscular⁽⁷⁾. En el paciente anestesiado en posición supina, la mayoría de las atelectasias aparecen cerca del diafragma y menos hacia el ápex⁽⁸⁾. La desaparición de las mismas con la aplicación de presión positiva al final de la espiración indica que es secundaria a la compresión del tejido pulmonar y que a su vez, la pérdida del tono del diafragma que permite que la mayor presión abdominal sea fácilmente transmitida a la cavidad torácica, es la causa⁽⁶⁾. Esta disfunción pulmonar es transitoria y la mayoría de las atelectasias se resuelven alrededor de 24 horas después de la cirugía. Sin embargo, es muy probablemente la causa de hipoxemia de leve a moderada durante la cirugía⁽⁹⁾. Además se sabe que considerando las complicaciones pulmonares, la atelectasia persistente puede predisponer a la neumonía, la cual tiene una tasa de mortalidad elevada⁽¹⁰⁾.

Hace años que está demostrado que la posición prona por sí misma altera la dinámica pulmonar mediante la disminución de la adaptabilidad pulmonar, la cual puede exigir la aplicación de presiones de vías aéreas elevadas para mantener una adecuada ventilación del paciente, lo cual a su vez puede disminuir significativamente el retorno venoso, disminuir el gasto cardíaco e incrementar la presión venosa sistémica. Este incremento se puede reflejar en sangrado profuso transoperatorio por ingurgitación de los plexos epidurales y a su vez puede comprometer la irrigación de la médula espinal⁽¹¹⁾.

Por lo anterior, es conveniente tomar medidas conducentes a tratar de minimizar los cambios fisiológicos deletéreos propios de la posición quirúrgica en busca de la que permita una mecánica pulmonar la más cercana a la normal.

Las variables estudiadas dan una visión general del estado pulmonar con relación a las presiones externas que experimenta con los cambios de posición. En nuestros resultados sobresalen dos aspectos: la adaptabilidad pulmonar, que se ve afectada importantemente en la posición de decúbito prono con una disminución notable de cerca del 50%, mejoró ostensiblemente en el momento de colocar al paciente en posición de hincado y se recuperó 30% de los valores basales. El otro aspecto sobresaliente es el regreso a valores muy cercanos a los basales de la RVA, sin que haya diferencia estadísticamente significativa.

En conclusión, de acuerdo a nuestros resultados, en pacientes no obesos, sin patología pulmonar importante y en situación de abdomen no comprimido, la posición de hincado preserva mejor las constantes pulmonares medidas que la posición prona.

REFERENCIAS

1. Bendixen HH, Hedley-Whyte J, Chir B, Laver MB. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. *N Engl J Med* 1963;269:991-6.
2. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anesthesia. *Acta Radiol* 1995;36:626-32.
3. Froese AB, Bryan AC. Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. *Anesthesiology* 1974;41: 242-55.
4. Krayer S, Rehder K, Vetterman J, Didier EP, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. *Anesthesiology* 1989;70:891-8.
5. Nunn JF. Factors influencing the arterial oxygen tension during halothane anaesthesia with spontaneous respiration. *Br J Anaesth* 1964;36:327-41.
6. Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H. Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation-a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985;62:422-8.
7. Strandberg A, Tokics L, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G. Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;30:154-8.
8. Reber A, Engberg G, Sporre B. Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1996;76:760-6.
9. Eichenberger AS, Proietti S, Wicky S. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg* 2002;95:1788-92.
10. Pedersen T, Viby-Mogensen J, Ringsted C. Anaesthetic practice and postoperative pulmonary complications. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992;36: 811-18.
11. Smith RH, Gramling ZW, Volpito PP. Problems related to the prone position for surgical operations. *Anesthesiology* 1961;22:189-93.