

M.B. Bengoechea Ibarrondo

Enfermera (banda 6). Unidad de Cuidados Intensivos. Royal Sussex County Hospital. Brighton. Inglaterra.

Departamento e institución a los que debo atribuir mi trabajo: National Health System-Trust: Brighton and Sussex University Hospitals. University of Brighton.

Correspondencia:

118 furze Croft.

Furze Hill.

Hove BN3 1PF.

East Sussex. United Kingdom.

Correo electrónico: miren.bengoechea@bsuh.nhs.uk

Posición de prono en el síndrome de distrés respiratorio en adultos: artículo de revisión

Prone position in the adult respiratory distress syndrome

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) ha sido tema de investigación en las últimas décadas desde su definición en los años sesenta. En el SDRA diversas causas pulmonares y extrapulmonares desencadenan la liberación de agentes químicos que dañan la membrana alveolocapilar. El resultado es un deterioro significativo de la ventilación y la oxigenación de estos pacientes. El presente artículo es una revisión bibliográfica cuyo objetivo es exponer las diversas teorías que se han desarrollado desde 1974 que explican cómo la posición de prono puede mejorar drásticamente la oxigenación. Dichas teorías afirman que la posición de prono podría aumentar la capacidad funcional residual, mejorar la ratio de ventilación/perfusión, favorecer la mecánica pulmonar, torácica y diafragmática, liberar los pulmones del peso de las estructuras mediastínicas y aumentar la salida de secreciones. La bibliografía sugiere una pronación en los estadios más tempranos, aunque no se establece un tiempo ideal en prono que mejore la oxigenación de manera máxima. Los resultados hallados demuestran que hasta un 50-80% de los pacientes mejoran la oxigenación significativamente en posición de prono. Sin embargo, ningún estudio ha demostrado que la posición de prono reduzca la mejora en la mortalidad de manera significativa. Las conclusiones alcanzadas señalan una necesidad de continuar investigando en diversas áreas, como el tipo de pacientes que

responden más a la posición de prono, el número de horas y de episodios en prono que reduzcan la mortalidad significativamente y el cuidado de los pacientes en dicha posición.

Palabras clave: síndrome de distrés respiratorio agudo, posición de prono, ratio de ventilación/perfusión, elasticidad, mortalidad, oxigenación.

Acute respiratory distress syndrome (ARDS) has been a subject of research in the recent decades since it was defined in the seventies. ARDS is now known to be triggered by pulmonary and non-pulmonary insults which allow chemical agents to be released in the lungs. The resulting damage to the alveolar-capillary membrane causes an impaired ventilation and oxygenation. The aim of the present bibliographic review is to describe all the theories that have been proposed since 1974 to explain how the prone position enhances oxygenation in ARDS patients. Current thought amongst researchers includes how the prone position could improve the functional residual capacity, the ventilation/perfusion ratio, the mechanics of lung, diaphragmatic and thoracic movement, the ability to clear secretions, and the release of the lungs from weight of the mediastinal

structures. The literature suggests using the prone position in the early stages of ARDS; however it has not been concluded how long prone position should be maintained in order to achieve the best oxygenation levels. The results of the studies reviewed revealed that 50-80% of the patients experienced significant improvement of oxygenation with the prone position. However, no study has shown that the prone position significantly reduces mortality. It is concluded that further investigations are necessary to understand how the prone position affects the lungs, what group of patients respond to this treatment, what duration and frequency of proning is most beneficial to reduce mortality, and how to effectively nurse patients who are in the prone position.

Key words: acute respiratory distress syndrome, prone position, ventilation/perfusion ratio, compliance, mortality, oxygenation.

INTRODUCCIÓN

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) causa una elevada morbilidad y mortalidad en cuidados intensivos. Su tratamiento incluye diversas estrategias como la ventilación mecánica con volúmenes tidales bajos (6 ml/kg)¹, el uso de tiempos inspiratorios prolongados, el óxido nítrico o la terapia cinética, entre otros. La posición de prono es una de las estrategias que hoy en día algunos centros emplean para mejorar la oxigenación de los pacientes con SDRA. Sin embargo, su uso sigue siendo controvertido por los riesgos que conlleva, así como por la falta de estudios que concluyan que su uso reduce la mortalidad de los pacientes con SDRA.

El presente artículo es una revisión bibliográfica sobre la posición de prono. El objetivo principal es entender cómo esta posición afecta la función pulmonar de los pacientes con SDRA. Entre los objetivos secundarios se incluye explicar cuándo y cómo llevar a cabo la posición de prono, los efectos en la oxigena-

ción al colocar a los pacientes en supino tras haber estado en prono, así como la mortalidad y las complicaciones de dichos pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo de la presente revisión bibliográfica se citan 46 artículos, de los cuales 28 son artículos originales sobre el SDRA y la posición de prono. La revisión de artículos se ha llevado a cabo en las bases de datos CINALH y MEDLINE, haciendo uso de las siguientes palabras clave: *respiratory distress syndrome, adults* [MeSH], *prone position* [MeSH], *ventilation/perfusion ratio* [MeSH], *compliance* [MeSH], *mortality* y *oxygenation*.

Los artículos incluidos se centran en la posición de prono solamente, no hacen uso de otras estrategias tales como el óxido nítrico o la terapia cinética. La revisión se ha focalizado de manera predominante en los últimos 10 años, aunque se citan 9 estudios anteriores a 1997 por su impacto en la bibliografía actual. En la tabla 1 se recogen los estudios originales más citados a lo largo del presente artículo.

RESULTADOS DE LA REVISIÓN

Fisiopatología del síndrome de distrés respiratorio agudo

El SDRA se describió por primera vez en 1967 por Asbaugh et al². En nuestro entorno clínico, la definición de mayor consenso viene dada por la *American-European Consensus Conference*³, la cual establece los criterios para diagnosticar dicha enfermedad: a) comienzo agudo; b) infiltrados bilaterales en la radiografía anteroposterior de tórax; c) una presión de enclavamiento pulmonar < 18 mmHg sin evidencia de hipertensión en la aurícula izquierda y d) una relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) < 200 (si $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ < 300 se denomina daño pulmonar agudo).

Las causas del SDRA pueden ser insultos directos (SDRA pulmonar) o indirectos a los pulmones (SDRA extrapulmonar). Las causas directas son las más co-

Tabla 1. Estudios originales más citados a lo largo del artículo

<i>Autor (país)</i>	<i>Diseño (muestra)</i>	<i>Causa de SDRA/dañó pulmonar agudo</i>	<i>Frecuencia de la pronación</i>	<i>Tiempo en postura de prono</i>	<i>Resultados/Conclusiones</i>
Friedrich et al 1996 ²⁷ (Austria)	Prospectivo (n=20)	Politraumatismo	7 días	20 horas en prono/día	Mejora significativa de la oxigenación de todos los pacientes pronados de manera intermitente con la posición supina. Los efectos beneficiosos de la pronación se perdieron parcialmente tras colocar a los pacientes en supino (aunque seguían siendo significativamente mejores que los valores basales).
Mure et al 1997 ⁴⁶ (Suecia)	Prospectivo (n=13)	Traumatismo, septicemia, aspiración o quemaduras	1-4 ocasiones	2-44 horas en cada ocasión	Doce pacientes respondieron a la posición de prono. Respuesta a la posición de prono en las 3 primeras horas. Se dio un mayor drenaje de secreciones en prono. Periodos más largos en prono favorecen en mayor medida la oxigenación.
Chatte et al 1997 ²³ (Francia)	Prospectivo (n=32)	Neumonía nosocomial, sepsis, insuficiencia respiratoria aguda en pacientes con insuficiencia crónica	Pronados de nuevo según necesidades clínicas	1-4 horas cada vez	La posición de prono mejoró la oxigenación en un 78% de los pacientes pronados. Los niveles de oxigenación no se mantenían necesariamente al colocar de nuevo en supino.
Blanch et al 1997 ³² (España)	Prospectivo (n=23)	Neumonía, aspiración, colangitis, pancreatitis, peritonitis, leucemia	1 ocasión	-	69% de los pacientes respondieron a la posición de prono de manera significativa (mejora del PaO ₂ /FiO ₂ superior al 15%). Los que respondieron estuvieron de manera significativa menos días ventilados.
Pelosi et al 1998 ¹⁹ (Italia)	Prospectivo (n=16)	Neumonía, inhalación por agente cáustico, sepsis, alveolitis hemorrágica y contusión pulmonar	1 ocasión	2 horas	La PaO ₂ había mejorado significativamente a las 2 horas de estar en prono. Al colocar a los pacientes pronados en supino se dio una mejora de la <i>compliance</i> pulmonar. Cuando los pacientes fueron repositionados en supino la oxigenación empeoró ligeramente aunque no de manera significativa.
Joliet et al 1998 ²⁴ (Suiza)	Prospectivo (n=19)	Neumonía, sepsis	Los que respondían eran pronados todos los días si cumplían los criterios	2-12 horas (2 horas los que no respondían y hasta 12 horas los que responden)	La posición de prono mejoró la oxigenación en un 71% de los casos, así como el V/Q y el <i>shunting</i> en un 10%. La FiO ₂ se redujo de 0,85 a 0,66 de media. Tras 12 horas en posición de prono los efectos beneficiosos de la oxigenación comenzaron a disminuirse por la posible formación de atelectasias en las áreas ventrales. A los 30 min tras la colocación de prono a supino la mejora en la oxigenación obtenida durante dicha postura todavía se mantenía.
Voggenreiter et al 1999 ²⁵ (Alemania)	Prospectivo (n=22)	Politraumatismo	Diversas ocasiones	8 horas/día	Se dio un aumento significativo de la oxigenación de los pacientes pronados de manera intermitente con la posición supina. Existe la posibilidad de que se formen nuevas áreas atelectáticas en las regiones anteriores de los pulmones en las pronaciones prolongadas (superiores a 8 horas).

(Continúa)

Tabla 1. Estudios originales más citados a lo largo del artículo (Continuación)

Autor (país)	Diseño (muestra)	Causa de SDRA/daño pulmonar agudo	Frecuencia de la pronación	Tiempo en postura de prono	Resultados/Conclusiones
Nakos G et al 2000 ³⁰ (Grecia)	- (n=39 [3 grupos: pacientes con edema pulmonar, SDRA y fibrosis])	Neumonía, traumatismo, sepsis, pancreatitis, sobredosis, aspiración, hemorragia, fibrosis pulmonar, fracaso cardíaco	-	12-48 horas en cada episodio	El 75% de los pacientes con SDRA respondieron a la posición de prono, de los cuales el 80% lo hicieron en los primeros 30 minutos tras ser pronados La oxigenación en supino de los pronados empeoró, aunque era significativamente mejor que los valores basales Se dio una mejora significativa de la <i>compliance</i> del sistema respiratorio en supino de los pacientes pronados
Gattioni et al 2001 ²⁰ (Italia)	Multicéntrico randomizado controlado (n=304)	Neumonía, aspiración, sepsis, traumatismo	10 días	Al menos 6 horas/día	El 70 % de los pacientes respondieron significativamente a la posición de prono en la primera hora No hubo diferencias en la mortalidad de los pacientes en posición supina y los pronados a los 10 días, en el momento del alta ni a los 6 meses La incidencia de complicaciones en ambos grupos era similar
Lee et al 2002 ¹² (China)	Prospectivo (n=22)	Neumonía, shock séptico, politraumatismo, peritonitis, transfusión masiva, pancreatitis	-	12 horas seguidas de 2 horas en supino	El 64% de los pacientes respondieron a la posición de prono aumentando $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en más de 20 mmHg y a las 12 horas tras ser pronados todavía mostraban unos niveles de oxigenación superiores que en posición supina La mejora en la oxigenación se mantuvo cuando fueron recolocados en posición supina
Gannier et al 2003 ²¹ (Francia)	Prospectivo randomizado controlado (n=25)	Neumonía, aspiración, sepsis y traumatismo	-	-	La posición de prono mejoró la oxigenación de pacientes con SDRA con infiltraciones pulmonares localizadas
Gattioni et al 2003 ²⁸ (Italia)	Retrospectivo multicéntrico randomizado controlado (n=225)	Neumonía, sepsis, traumatismo, aspiración	10 días	Al menos 6 horas/día	En la primera pronación a las 6 horas la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ aumentó una media de 70-72 mmHg y la respuesta a la posición de prono se dio durante los 10 días La mortalidad de los que respondieron y los que no respondieron era similar a los 28 días El aumento progresivo de PaCO_2 fue asociado a una mayor mortalidad
Guerin et al 2004 ³⁹ (Francia)	Multicéntrico prospectivo randomizado controlado (n=791)	Neumonía, SDRA, aspiración, shock, sepsis extrapulmonar	4 días	8 horas/día (mediana)	La pronación en estadios tempranos de SDRA no redujo la mortalidad ni el tiempo de ventilación mecánica, aunque mejoró significativamente la oxigenación y la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica Se dieron con mayor frecuencia úlceras por presión, extubaciones accidentales y obstrucciones de la vía aérea en el grupo pronado
Mancebo et al 2006 ³¹ (España)	Prospectivo randomizado controlado (n= 136)	Neumonía, aspiración, sepsis, traumatismo múltiple	10 días	17 horas/día	Los pacientes pronados a las 48 horas de ser diagnosticados con SDRA y que permanecieron pronados durante 17 horas/día hasta que cumplían los criterios de "no pronación" tuvieron una reducción en la mortalidad 15-25% frente a los tratados en supino del 43% (no significativo)

90 munes, principalmente neumonía (35%) y aspiración de contenidos gástricos (15-36%)⁴.

La fisiopatología del SDRA se resume en edema pulmonar, pérdida de surfactante y formación de áreas de gran densidad (alveolos consolidados llenos de líquido, sangre y atelectásicos) que, siguiendo el eje gravitacional, se localizan predominantemente en las regiones posteriores de los pulmones⁵. Las áreas de densidad pueden llegar a suponer el 60-80% de los pulmones, dejando ventilable sólo el 20-40%^{6,7}. Los mediadores inflamatorios liberados además causan broncoconstricción, formación de émbolos, vasoconstricción de la arteria pulmonar y finalmente fibrosis del parénquima pulmonar^{8,9}.

Fisiología de la posición de prono en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo

En 1974 Bryan¹⁰ fue el primero que describió la *posición de prono* como una estrategia para mejorar la oxigenación de los pacientes con neumonía, daño pulmonar agudo y SDRA. En la actualidad todavía no se conocen con exactitud los factores determinantes por los que la postura de prono mejora la oxigenación¹¹⁻¹³. Desde 1974 se han propuesto diversas teorías para explicar los diferentes mecanismos a través de los cuales la postura de prono beneficia la función pulmonar y la oxigenación. A continuación dichas teorías son explicadas en mayor profundidad:

Primera teoría: aumento de la capacidad residual funcional

A finales de los setenta se pensaba que la posición de prono mejoraba la oxigenación debido a un aumento de la capacidad residual funcional (CRF)¹⁴, es decir, a un incremento del volumen de gas en los pulmones después de una espiración normal (no forzada). Sin embargo, estudios posteriores concluyeron que no existe una mejora significativa en la CRF^{5,6,15}. Se afirma que en prono se produce un aumento regional de la CRF de las áreas dorsales debido a un reclu-

tamiento alveolar a la vez que se minimiza la CRF de las regiones ventrales o anteriores. El resultado es una CRF global similar en prono y en supino¹⁶.

Segunda teoría: mejora de la relación de ventilación/perfusión

En los ochenta y noventa se comenzó a pensar que la oxigenación en posición de prono mejoraba debido a una homogeneización y redistribución de la ventilación que origina un mayor equilibrio en la relación de ventilación/perfusión (V/Q). Una relación V/Q de 0,8 es considerada adecuada, es decir, por cada 4 litros de gases en los pulmones 5 litros de sangre los perfunden. En el SDRA el colapso alveolar en las regiones posteriores de los pulmones, entre otros factores, originan un desequilibrio de la relación de V/Q:

Redistribución de la ventilación en prono. En posición de supino de un paciente con SDRA existe una mayor presión transpulmonar y ventilación de las regiones anteriores o ventrales de los pulmones debido a las áreas de densidad existentes en las regiones posteriores de los pulmones^{6,7,11}. En la posición de prono, por el contrario, se cree que por efecto gravitacional se da un desplazamiento y redistribución de las áreas de densidades de las regiones dorsales hacia las ventrales. El resultado es una presión transpulmonar más homogénea y una ventilación más uniforme^{5,11,17}; a la vez que se llegan a ventilar las áreas dorsales que en posición supina estaban consolidadas y atelectásicas^{6,11,17-21}.

Distribución de la perfusión en prono. En posición de supino se piensa que en los pacientes con SDRA la perfusión tiende a distribuirse a las zonas dorsales o posteriores de los pulmones (atelectásicas)^{11,21}. En la posición de prono, sin embargo, se ha observado que la perfusión se distribuye de manera más homogénea¹¹, aunque las áreas más perfundidas siguen siendo las dorsales, las cuales son las más ventiladas en dicha posición^{17,19,22,23}.

En resumen, en la posición de supino la ventilación y perfusión de los pacientes ventilados con

SDRA llevan una dirección opuesta favoreciendo un desequilibrio en la relación V/Q. En posición de prono la ventilación y la perfusión se hacen más homogéneas y se llegan a ventilar y perfundir las regiones dorsales y se restablece el equilibrio de V/Q, lo que conlleva una reducción del *shunt*^{12,18,21-26} (la transferencia de sangre desde la circulación derecha a la circulación izquierda sin pasar por los alveolos, es decir, sangre no oxigenada) y del espacio muerto fisiológico^{5,11,23,27-29} (los alveolos que son ventilados, pero no perfundidos).

Tercera teoría: aumento de la elasticidad del sistema respiratorio

Esta teoría hace referencia a los cambios en la elasticidad o distensibilidad del sistema respiratorio global (pulmonar y de la caja toracoabdominal), de los cuales depende la ventilación pulmonar. Se sabe que la presión transpulmonar depende de la distensibilidad de la pared toracoabdominal y de los pulmones para que se dé una ventilación o un flujo de gases adecuado. A este respecto se ha concluido que los pacientes experimentan una disminución significativa de la distensibilidad de la caja torácica en posición de prono^{6,12,19,26}, con un incremento de la distensibilidad pulmonar al volver al decúbito supino^{6,12,16,19,25}. La reducción de la elasticidad de la caja torácica en prono se debe a que en dicha posición la parte más rígida del tórax (la región posterior) se mueve libremente, mientras que la parte más elástica (parte anterior) está impedida por la cama, lo cual obliga la reapertura de las regiones posteriores (atelectásicas) de los pulmones y favorece una mayor homogeneidad en la distribución de la ventilación y en consecuencia unos valores de PaO₂ superiores^{11,19}. Pelosi et al¹⁹ afirman que cuanto mayor es la disminución en la elasticidad de la caja torácica en prono, mayor es la mejora en la oxigenación en dicha postura.

Se ha observado que en pacientes que han estado en prono, al ser colocados de nuevo en supino la elasticidad del sistema respiratorio aumentaba^{12,19,25,26,30,31}. La causa era un incremento significativo de la elasticidad pulmonar^{12,19,25} y de la distensibilidad torácica res-

pecto a los valores basales en supino^{12,19}. La mejora de dicha elasticidad pulmonar se ha atribuido a una posible mejora del parénquima pulmonar durante la posición de prono secundaria a una mayor homogeneización en la distribución de gases^{11,30}. Se afirma que unos valores basales elevados de distensibilidad de la pared torácica es un factor predictivo en la mejora de la oxigenación en prono^{6,19}.

A diferencia de Pelosi et al¹⁹, otros autores como Blanch et al³², Servillo et al¹⁶, Guerin et al³³ y Fridrich et al²⁷ observaron un aumento de la elasticidad global en prono y no supieron si era debido a una mejora de la distensibilidad pulmonar, de la caja torácica o de ambos.

Cuarta teoría: incremento de la movilidad diafragmática

En una persona ventilada en posición de supino debido a la sedación y la parálisis, el diafragma experimenta un desplazamiento cefálico o hacia arriba en las regiones posteriores del mismo que contribuye a la formación de atelectasias basales en las regiones posteriores de los pulmones^{7,11,34}. Durante la posición de prono la presión abdominal sobre el diafragma se reduce, por lo tanto se produce un mayor desplazamiento del diafragma en sus regiones dorsales que favorece la ventilación en las regiones pulmonares posteriores, en las que se objetivaba atelectasia en posición de supino³⁴. Se afirma que colocando dos almohadas o soportes, una bajo la pelvis y otra bajo la parte superior del tórax, se permite un mejor movimiento del diafragma, ya que se empuja el contenido abdominal hacia abajo. La bibliografía lo denomina: *free abdomen* o *unrestricted abdomen*^{19,23,30,35}. No obstante, Chiumello et al¹⁵ concluyeron recientemente que el uso de soportes bajo la pelvis y el tórax en prono aumentan significativamente la presión pleural y no mejoran la ventilación respecto a los pacientes en prono sin soportes pélvicos y torácicos. En la presente revisión son diversos los autores que han llevado a cabo el concepto de *free abdomen*^{12,16,18,19,22,23,26,27,29,32,36}, sin embargo, el nivel de respuesta a la posición de prono no difiere de aquéllos que no emplearon soportes^{7,20,21,24,31,33,37,38}.

92 *Quinta teoría: disminución del peso del corazón sobre los pulmones*

Varios estudios han concluido que el peso del corazón y las estructuras mediastínicas más próximas al tórax descansan sobre los pulmones en la posición de supino y podrían contribuir a la formación de atelectasias en las áreas dorsales de los pacientes con SDRA. Durante la posición de prono dichos órganos descansan sobre el esternón y no sobre los pulmones; de este modo se favorece la expansión pulmonar^{5-7,19,24,30}.

Sexta teoría: aumento del drenaje alveolar

Diversos autores han afirmado que durante la posición de prono se podría dar un mayor drenaje de las secreciones y del mismo edema alveolar que favorezca la ventilación y que caracteriza esta enfermedad^{12,18,23,25,36,39,40}. Sin embargo, no se cree que éste sea el factor determinante en la mejora de la oxigenación durante la posición de prono³⁶. Otros autores³², no obstante, refieren no haber observado una mayor salida de secreciones en posición de prono.

Otras teorías: minimización del daño relacionado con la ventilación mecánica

1. La posición de prono podría minimizar el daño causado por la *toxicidad del oxígeno* debido a una reducción de la FiO_2 durante dicha postura al mejorar la oxigenación (FiO_2 superiores al 60% están asociadas a procesos inflamatorios que podrían agravar el SDRA)^{22,24,31,36,38,41,42}.
2. Los pulmones de un paciente con SDRA se caracterizan por una elasticidad pulmonar muy limitada. Mediante la ventilación mecánica y con el fin de reclutar y ventilar aquellos alveolos colapsados, se emplean presiones límite muy elevadas ($> 30 \text{ cmH}_2\text{O}$)²¹. Durante la posición de prono al homogeneizarse la ventilación, se podría minimizar la tensión y el estrés en el tejido pulmonar secundario a la ventilación mecánica debido a una reducción de las presiones venti-

latorias que habitualmente se emplean con estos pacientes^{13,17,22,24,29-31,38,40,41}.

¿Cuándo se debe poner en prono a los pacientes?

La literatura revisada es favorable a llevar a cabo la posición de prono en los primeros estadios del SDRA pulmonar y extrapulmonar^{27,30-32,35,36}. Varios autores³¹ sugieren colocar a los pacientes en prono en las primeras 48-72 horas tras ser diagnosticados. En las fases más avanzadas de SDRA se produce una destrucción alveolar y una fibrosis del parénquima pulmonar en el que la posición de prono no ofrece beneficio^{30,36}. En los estudios revisados la mayoría de los pacientes eran colocados en prono en los 7 primeros días tras el diagnóstico de SDRA^{7,27,29,37,40}. Otros estudios^{32,41}, sin embargo, llevaron a cabo la posición de prono de manera posterior a los 10 días tras ser diagnosticados de SDRA y obtuvieron resultados favorables en la oxigenación de sus pacientes.

¿Qué se considera una mejoría cuando un paciente está en prono?

La mayoría de los autores considera que un paciente que “responde” a la posición de prono es aquél que presenta una mejoría o un incremento de la PaO_2 o de la relación de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ en 10-20 mmHg o cuya relación de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ aumenta entre un 10 y un 20% en dicha posición^{12,16,18,20,21,23,24,26,30,32,37,38,40}. Vollman y Bander²² consideraron que los pacientes respondían cuando la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ era superior a 7 mmHg y Papazian et al⁷ y Guerin et al³⁹ consideraron respuesta a un incremento de la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 33\%$ y al 30% respectivamente.

Tiempo que hay que esperar para observar una respuesta a la posición de prono

Algunos autores afirman que en la mayoría de los que responden a la posición de prono la oxigenación comienza a mejorar en la primera hora. Sin embargo,

establecen que hay un grupo de pacientes que precisan hasta 2 horas para comenzar a obtener una mejora en la oxigenación^{19,24,30} y otros autores afirman que algunos pacientes precisan más de 2 horas^{30,36,38}. Papazian et al³⁷ consideran que existe poca bibliografía que haga referencia a cuánto tiempo hay que dejar a los pacientes en prono para determinar si “responden” o no; sin embargo, concluyen que una hora en posición de prono no es suficiente para determinar qué paciente va a responder y cuál no. En la actualidad se desconocen los factores que ayudan a predecir qué pacientes responderán a la posición de prono^{7,11,37}.

Tiempo aconsejable que se debe dejar en prono a los pacientes que responden

En los estudios revisados, en aquellos pacientes que respondían a la posición de prono se llevaban a cabo pronaciones de un episodio de corta duración (entre 15 minutos y 3 horas)^{16,18,19,32,33,38}, un episodio de larga duración (6-12 horas)^{7,12,37} o pronaciones de corta (entre 1 y 4 horas) o larga duración (12-48 horas) alternando con la posición de supino^{20,23-28,30,31,36,39-41}. En toda la bibliografía analizada no se han encontrado estudios que concluyan sobre el tiempo ideal y la alternancia entre la posición de prono y la de supino hasta obtener un beneficio óptimo en el parénquima pulmonar y en la oxigenación que haga innecesario prolongar la posición de prono por más tiempo o llevar a cabo más episodios en prono intermitentes con la posición de supino^{22-24,26}. Todos los artículos revisados con independencia del tiempo en prono y de la alternancia con la posición de supino observaron una mejoría en la oxigenación en dicha posición. Sin embargo, algunos autores tras mantener a sus pacientes en prono entre 2 y 6 horas han concluido que periodos más largos podrían ser más beneficiosos al observar mayores niveles en la oxigenación al final del episodio en prono^{18,37,38,40}. Otros autores han asociado pronaciones repetidas en el tiempo alternando con la posición supino con un mayor beneficio en la oxigenación^{18,20,23,25-28,36,40,41}.

Algunos autores afirman que las horas en posición de prono se deberían limitar entre 8 y 12 horas^{11,24} de-

bido a la posible formación de nuevas áreas de densidad en las áreas ventrales de los pulmones^{5,6,18,19,23-25}. Gattinoni et al⁵ y Langer et al¹⁸ observaron nuevas áreas de densidad en las regiones ventrales de los pacientes en prono a través de tomografías axiales.

Porcentaje de pacientes que responden a la posición de prono

La mayoría de los estudios revisados observaron la respuesta de los pacientes durante la posición de prono y tras ser colocados en posición supina:

Oxigenación en la posición de prono

En los artículos analizados se concluye de manera mayoritaria que la oxigenación de los pacientes con SDRA pulmonar y extrapulmonar mejora significativamente en el 50-80% de los pacientes colocados en prono^{7,11,12,18,22,24,25,30,32,37,38}. Algunos autores, al estudiar a pacientes con SDRA secundario a politraumatismos, observaron que un mayor porcentaje de pacientes respondían a la posición de prono: el 100%^{25,27} y el 95%⁴⁰ de los pacientes mejoraron los niveles de oxigenación en prono en dichos estudios. El hecho de que los pacientes con SDRA secundario a politraumatismos sean más jóvenes y con fracaso de un solo sistema (pulmonar) podría ser el verdadero factor que favorezca su respuesta a la posición de prono²⁷.

Oxigenación en posición de supino (tras haber estado en prono)

Se ha observado en posición de supino (tras haber estado entre 30 minutos y 2 horas en supino) un mantenimiento o un empeoramiento no significativo de la mejora de la oxigenación obtenida durante la posición de prono (periodos superiores a 1 hora) alternando con la posición de supino^{23,24,27,30,39} y en periodos únicos en prono comprendidos entre 2 y 12 horas^{12,18,19,38}. Servillo et al¹⁶ y Guerin et al³³, tras llevar a cabo tan sólo un episodio en prono durante 15 minutos y 1 hora respectivamente, observaron que al

- 94 colocar a los pacientes en supino de nuevo los valores de oxigenación retornaban a los basales.

Mortalidad de los pacientes en posición de prono

En la actualidad la incidencia anual de SDRA se sitúa entre 1,5 y 80 casos por 100.000 habitantes y año, y la mortalidad se ha mantenido estable en los últimos años entre el 20 y el 75%⁴³ sin que se haya demostrado que un aumento en la oxigenación durante la posición de prono reduzca la mortalidad^{20,31,39}. En la bibliografía revisada la mortalidad global de los pacientes pronados se sitúa entre un 10-80%^{16,18,19,24-27,29,33,36,37}. No se han hallado diferencias significativas en la mortalidad entre los que respondían a la posición de prono y aquéllos que no. Así mismo, no se han observado diferencias significativas en la mortalidad de los pacientes cuidados en prono respecto a los que permanecieron en supino^{20,31,39} al alta de Cuidados Intensivos (50,7 frente a 48%), ni a los 6 meses (62,5 frente a 58,6%)²⁰. Una posible explicación sobre la falta de impacto en la mortalidad de los pacientes en prono es que dicha posición mejora la oxigenación y la mayoría de los pacientes con SDRA muere por fracaso multiorgánico (hasta un 75%) y tan sólo un 20% fallece por fracaso respiratorio^{38,43}.

Complicaciones en la posición de prono

La bibliografía describe diversas complicaciones potenciales al colocar a los pacientes en prono: salida u obstrucción de la vía aérea, vías centrales, arteriales o drenajes, inestabilidad hemodinámica, edema facial, en tórax y área genital, hipertensión ocular, úlceras por presión, contracturas, regurgitación y aspiración de la nutrición enteral^{17,44-46}. En la presente revisión las complicaciones secundarias a la posición de prono más frecuentes son: edema facial^{20,23,24,27,40} y úlceras por decúbito^{24,26,39-41}. Otras de menor incidencia pero de mayor gravedad son la pérdida u obstrucción de la vía aérea^{20,23,36,39,40}, la inestabilidad hemodinámica^{20,23,24,27,39,40} y la disminución de la PaO₂ en la posición de prono^{20,39,40}.

CONCLUSIONES

De manera generalizada los artículos analizados concluyen que la posición de prono mejora la oxigenación, aunque todavía los mecanismos por los que dicha postura mejora la función pulmonar se desconocen con exactitud¹¹⁻¹³. De acuerdo a los estudios revisados, parece ser que una mejoría de la relación V/Q y de la mecánica respiratoria son los factores más determinantes^{5,6,11,12,16,19,21,22,24-27,30-33}. El efecto de la posición de prono es una redistribución de los gases más homogénea que da como resultado una mejora en la oxigenación. Dicha mejoría en la oxigenación puede permanecer incluso cuando los pacientes son colocados de nuevo en posición supina^{12,23,24,26,30,38} debido a una posible mejora del parénquima pulmonar durante la posición de prono¹¹. La bibliografía es favorable a la colocación en prono en los estadios tempranos de aquellos pacientes con SDRA^{27,30-32,35,36}. Así mismo, no se ha encontrado un estudio concluyente en cuanto a cómo llevar a cabo la posición de prono^{22,24,26}, aunque la bibliografía revisada se inclina por periodos más largos en prono (superiores a las 2 horas)^{18,37,38,40} y/o alternando con la posición de supino^{18,20,21,23,25-27,36,40,41}, ya que el beneficio en el parénquima pulmonar y en la oxigenación a largo plazo parecen ser más obvios. A pesar del evidente beneficio que la posición de prono genera en la ventilación y la oxigenación, no se han encontrado estudios que relacionen una mejora en la oxigenación con una menor mortalidad en los pacientes que han permanecido en prono^{20,21,39}.

Tras la presente revisión bibliográfica se recomienda la necesidad de continuar investigando en diversas áreas ante la falta de estudios concluyentes. Algunas de dichas áreas son: cómo la posición de prono afecta la función pulmonar, grupos de población que podrían beneficiarse más de la posición de prono, durante cuánto tiempo y cada cuánto tiempo deberíamos posicionar a los pacientes en prono³⁷, estudios aleatorizados controlados que estudien el efecto de la posición de prono durante largos periodos de tiempo o intermitentes con la posición de supino o semiprono en la mortalidad^{37,40}, disminución de días de ventilación mecánica en pacientes sometidos a decúbito prono, drenaje de secreciones en pacientes en posi-

ción de prono, cómo afecta el uso de soportes bajo la pelvis y el tórax a la mecánica respiratoria y a la oxigenación, así como sobre el cuidado de pacientes en dicha posición.

BIBLIOGRAFÍA

1. Passos MB, Valente CS, Machado D, Borges R, De Paula G, Lorenzi G, et al. Effect of protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338:347-54.
2. Asbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967;2:319-23.
3. Bernard GR, Artias A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(3 Pt1):818-24.
4. Manteiga Riestra E, Martínez González O, Frutos Vivar F. Epidemiology of acute pulmonary injury and acute respiratory distress syndrome. *Med Intensiva*. 2006;30:151-61.
5. Gattinoni L, Pelosi P, Vitale G, Pesenti A, D'Andrea L, Mascheroni D. Body position changes redistribute lung computed-tomographic density in patients with acute respiratory failure. *Anesthesiology*. 1991;74:15-23.
6. Brazzi L, Ravagnan I, Pelosi P, Gattinoni L. Prone position in anaesthesia and intensive care. *Care Crit Ill*. 1999;15:5-7.
7. Papazian L, Paladín MH, Bregeon F, Trillón X, Durieux O, Gainnier M, et al. Can the tomographic aspect characteristics of patients presenting with acute respiratory distress syndrome predict improvement in oxygenation-related response to the prone position? *Anaesthesiology*. 2002;97:599-607.
8. Klein D. Prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome: The Vollman prone positioner. *Crit Care Nurse*. 1999;19:66-71.
9. Ware LB, Matthay MA. The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342:1334-49.
10. Bryan AC. Conference on the scientific basis of respiratory therapy. Pulmonary physiotherapy in the pediatric age group. Comments of a devil advocate. *Am Rev Respir Dis*. 1974;110:143-4.
11. Pelosi P, Brazzi L, Gattinoni L. Prone position in acute respiratory distress syndrome. *Eur Respir J*. 2002;20:1017-28.
12. Lee DL, Chiang HT, Lin SL, Ger LP, Kun MH, Huang YC. Prone-positive ventilation induces sustained improvement in oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome who have a large shunt. *Crit Care Med*. 2002;30:1046-52.
13. Guerin C. Ventilation in the prone position in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care*. 2006;12:50-4.
14. Douglas WW, Rehder K, Beynen FM, Sessler AD, Marsh HM. Improved oxygenation in patients with acute respiratory failure: the prone position. *Am Rev Respir Dis*. 1977;115:559-66.
15. Chiumello D, Cressoni M, Racagni M, Landi L, Bassi GL, Polli F, et al. Effects of thoraco-pelvic supports during prone position in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: a physiological study. *Crit Care*. 2006;10:1-9.
16. Servillo G, Roupie E, De Robertis E, Rossano F, Brochard L, Lemaire F, et al. Effects of ventilation in ventral decubitus position on respiratory mechanics in adult respiratory syndrome. *Intensive Care Med*. 1997;23:1219-24.
17. Brower RG, Ware LB, Berthiaume Y, Matthay MA. Treatment of ARDS. *Chest*. 2001;120:1347-67.
18. Langer M, Mascheroni D, Marcolin R, Gattioni L. The prone position in ARDS patients. *Chest*. 1988;1:103-7.
19. Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Crit Care Med*. 1998;157:387-93.
20. Gattioni L, Tognoni G, Pesenti A, Taccone P, Mascheroni D, Labarta V, et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*. 2001;345:568-73.
21. Gainnier M, Michelet P, Thirion X, Arnal JM, Sainty JM, Papazian L. Prone position and positive end-expiratory pressure in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2003;31:2719-26.
22. Vollman KM, Bander JJ. Improved oxygenation utilizing a prone positioner in patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 1996;22:1105-11.
23. Chatte G, Sab J, Dubois J, Sirodot M, Gaussorgues P, Robert D. Prone position in mechanically ventilated patients with severe acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155:473-8.
24. Jolliet P, Bulpa P, Chevrolet JC. Effects of the prone position on gas exchange and hemodynamics in patients with trauma induced respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 1998;26:1977-85.
25. Voggenreiter G, Neudeck F, Aufmkolk M, Fabbinder J, Hirche H, Obertacke U, et al. Intermittent prone positioning in the treatment of severe and moderate posttraumatic lung injury. *Crit Care Med*. 1999;27:2375-87.
26. Johannigman JA, Davis K, Millar S, Campbell R, Luchette F, Frame S, et al. Prone positioning for acute respiratory distress syndrome in the surgical intensive care unit: who, when, and how long? *Surgery*. 2000;128:708-16.
27. Fridrich P, Krafft P, Hochleuthner H, Mauritz W. The effects of long term prone positioning in patients with trauma induced adult respiratory distress syndrome. *Anesth Analg*. 1996;83:1206-11.
28. Gattioni L, Vagginielli F, Carlesso E, Taccone P, Conte V, Chiumello D, et al. Decrease in PaCO₂ with prone position is predicted

- tive of improved outcome in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2003;31:2727-33.
29. Mentzelopoulos SD, Roussos C, Zakynthinos SG. Prone position reduces lung stress and strain in severe acute respiratory distress syndrome. *Eur Resp J.* 2005;25:534-44.
30. Nakos G, Tsangaris I, Kostanti E, Nathanail C, Lachana A, Koulouras V, et al. Effect of the prone position on patients with hydrostatic pulmonary oedema compared with patients with acute respiratory distress syndrome and pulmonary fibrosis. *Am J Resp Crit Care Med.* 2000;161:360-8.
31. Mancebo J, Fernández R, Blanch L, Rialp G, Gordo F, Ferrer M, et al. A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173:1233-9.
32. Blanch L, Mancebo J, Pérez M, Martínez M, Mas A, Betbese AJ. Short term effects of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 1997;23:1033-9.
33. Guerin C, Badet M, Rosseli S, Heyer L, Sab JM, Langevin B, et al. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. *Intensive Care Med.* 1999;25:1222-30.
34. Kraye S, Rehder K, Vettermann J, Didier P, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. *Anesthesiology.* 1989;70:891-8.
35. Vollman K. Prone positioning for ARDS patient. *Dimens Crit Care Nurs.* 1997;16:184-92.
36. Mure M, Martling CR, Lindahl SGE. Dramatic effect on oxygenation in patients with severe acute lung insufficiency treated in the prone position. *Crit Care Med.* 1997;25:1539-44.
37. Papazian L, Paladini MH, Bregeon F, Huiart L, Thirion X, Saux P, et al. Is a short trial of prone positioning sufficient to predict the improvement in oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome? *Intensive Care Med.* 2001;27:1044-9.
38. Rossetti HB, Machado FR, Valiatti JL, Amaral JL. Effects of prone position on the oxygenation of patients with acute respiratory distress syndrome. *Sao Paulo Med.* 2006;124:15-20.
39. Guerin C, Gailard S, Lemasson S, Ayzac L, Girard R, Beuret P, et al. Effects of systemic prone positioning in hypoxemic acute respiratory failure. *JAMA.* 2004;292:2379-87.
40. Vonggenreiter G, Aunfmkolk M, Stiletto RJ, Baacke MG, Waydhas C, Ose C, et al. Prone positioning improves oxygenation in post-traumatic lung injury: a prospective randomized trial. *J Trauma.* 2005;59:333-43.
41. Stocker R, Neff T, Stein S, Ecknauer E, Trentz O, Russi E. Prone positioning and low volume pressure limited ventilation improve survival in patients with severe ARDS. *Chest.* 1997;111:1008-17.
42. Balas MC. Prone positioning of patients with acute respiratory distress syndrome: applying research to practice. *Crit Care Nurse.* 2000;20:24-36.
43. Esteban A, Fernández-Segoviano P, Frutos-Vivar F, Aramburu JA, Nájera L, Ferguson ND, et al. Comparison of clinical criteria for the acute respiratory syndrome with autopsy findings. *Ann Intern Med.* 2004;141:440-5.
44. Breiburg A, Aitken L, Reaby L, Clancy R, Pierce JD. Efficacy and safety of prone positioning for patients with acute respiratory distress syndrome. *J Adv Nurs.* 2000;32:922-9.
45. Marion BS. A turn for better: prone positioning of patients with ARDS. *Am J Nurs.* 2001;101:26-35.
46. McCormick J, Blackwood B. Nursing the ARDS patient in the prone position: the experience of qualified ICU nurses. *Intensive Crit Care Nurs.* 2001;17:331-40.