



clínica e investigación en ginecología y obstetricia

www.elsevier.es/gine



REVISIÓN DE CONJUNTO

Decúbito prono en el tercer trimestre del embarazo durante la era COVID-19: un abordaje transdisciplinar



A. Fajardo-Campoverdi^{a,*}, A. Rodríguez^b y C. Chica-Meza^c

^a Unidad de Paciente Crítico, Servicio de Medicina Interna, Head of WeVent (International Mechanical Ventilation Group), Viña del Mar, Chile

^b Unidad de Cuidados Intensivos Obstétricos, Hospital Materno Infantil RPG, TGZ, México

^c Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo (AMCI), Bogotá, Colombia

Recibido el 26 de septiembre de 2022; aceptado el 22 de junio de 2023

Disponible en Internet el 29 de junio de 2023

PALABRAS CLAVE

Prono en gestantes;
Obstetricia crítica;
SDRA;
COVID-19;
Hipoxemia

Resumen Existe evidencia muy limitada respecto del uso de la ventilación en decúbito prono como parte del tratamiento de un síndrome de distrés respiratorio agudo severo para pacientes en periodo de gestación. Actualmente las recomendaciones para el manejo ventilatorio invasivo en esta población son muy escasas y se basan en la extrapolación de las conclusiones obtenidas en estudios de pacientes no gestantes. La literatura disponible asevera que la anatomía y la fisiología de la gestante experimentan complejos cambios adaptativos que deben ser considerados durante el soporte ventilatorio invasivo y el prono. Con la ventilación en decúbito prono, los beneficios obtenidos para el binomio superan ampliamente a los eventuales riesgos. La programación adecuada del ventilador mecánico se correlaciona con un concepto claro y simple: la individualización del soporte. De todas maneras, la decisión del momento oportuno para la interrupción del embarazo debe fundamentarse con un adecuado juicio clínico multidisciplinario y además debe ser respaldado con una estricta monitorización fetal.

© 2023 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Prone position in pregnant women;
Critical obstetrics;
ARDS;
COVID-19;
Hypoxemia

Prone position in the third trimester of pregnancy during the COVID-19 era: A transdisciplinary approach

Abstract There is very limited evidence regarding the use of prone position as part of the treatment of severe acute respiratory distress syndrome in pregnant patients. Currently, recommendations for invasive ventilatory management in this population are very scarce and are based on the extrapolation of conclusions obtained in studies of non-pregnant patients. The available literature asserts that the anatomy and physiology of the pregnant woman undergoes

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: drauriopiotr@gmail.com (A. Fajardo-Campoverdi).

complex adaptive changes that must be considered during invasive ventilatory support and prone position. With prone ventilation, the benefits obtained for the couple far outweigh the eventual risks. Adequate programming of the mechanical ventilator correlates with a clear and simple concept: individualization of support. In any case, the decision on the timing of termination of pregnancy should be based on adequate multidisciplinary clinical judgment and should be supported by strict monitoring of the product.

© 2023 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

A lo largo de la historia, el análisis de los cambios de la oxigenación asociados a los cambios de posición ha sido objeto de estudios de gran relevancia. Hace varias décadas, West describió la importancia de la ventilación y la perfusión pulmonar, y el impacto de la fuerza de gravedad y la posición corporal en la oxigenación y la eliminación de CO_2 ^{1,2}.

Años después, se demostró que existen fuerzas distintas a la gravedad, que influyen en el flujo sanguíneo pulmonar^{3,4}. En 1974, Bryan planteó que la posición prona permitiría una mayor expansión y ventilación de las áreas dorsales de los pulmones⁵.

Poco después, Piehl y Brown demostraron que la posición prona implementada por 4-8 h, aumentaba la presión arterial de oxígeno (PaO_2) en 47 mmHg en promedio; además, propusieron que mejoraba la higiene bronquial⁶. En sus conclusiones argumentaron que al lograr ventilar las zonas dependientes mejoraron la relación ventilación/perfusión (V/Q), y como consecuencia mejoraron la PaO_2 .

El emblemático trabajo de Douglas et al., en 6 pacientes con falla respiratoria, reportó que a un mismo nivel de volumen corriente, FiO_2 y presión positiva al final de la espiración, la posición prona producía un incremento en la PaO_2 de hasta 69 mmHg y una mejoría del gasto cardíaco entre 0,3 y 1,2 l/min⁷.

Ray et al.⁸ mediante ensayos con canes documentaron que el grupo experimental mantenido en la misma posición (sin movilización) se relacionó directamente con una mayor mortalidad al compararse con el grupo control que recibió cambios de posición de forma periódica cada 30 min⁹.

La ventilación en decúbito prono (VDP) es una estrategia ampliamente utilizada para enfrentar una falla respiratoria severa expresada mediante la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (P/F) con un valor < 150 mmHg. El estudio PROSEVA¹⁰ es el mayor ensayo clínico actualmente disponible para fundamentar el beneficio del decúbito prono en pacientes con ventilación mecánica invasiva (VMI) ante un síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) severo. Pese a que este estudio no incluyó pacientes gestantes, la indicación de VDP para este grupo de pacientes parece cumplir con los mismos criterios de beneficio y seguridad¹¹.

Mecánica ventilatoria en prono y fisiología respiratoria aplicada en el embarazo

Existen 2 fuerzas que comandan los movimientos ventilatorios: 1) el gradiente gravitacional que invariablemente tiende a colapsar a los alvéolos y al componente vascular; y 2) las fuerzas de deformación elástica propias del parénquima pulmonar que le permiten adaptarse a la forma de la caja torácica. En supino, las zonas ventrales tienden al colapso por acción de estas 2 fuerzas. En prono, aunque el gradiente gravitacional se mantiene inmodificable, las fuerzas de deformación las compensan al actuar en sentido contrario, logrando un efecto «amortiguador». A esto se suma la liberación del peso (efecto físico gravitacional) que ejercen las estructuras del mediastino (el corazón principalmente) y del pulmón como tal (por edema)¹², provocando una suerte de «reclutamiento» del tejido pulmonar (tabla 1).

El sistema respiratorio se comporta como un modelo de 2 cuerpos elásticos: el pulmonar y el de la pared torácica. Ambos funcionan como un todo en forma sinérgica. Sin embargo, hay que considerar que también es importante la influencia de la elastancia del mediastino, del diafragma y de la pared abdominal, aunque la importancia de este último está más bien supeditada a la presión del contenido abdominal en dirección cefálica (efecto de masa)¹³. La elastancia de la pared torácica y la elastancia pulmonar determinan la elastancia del sistema respiratorio.

En supino, la ventilación con presión positiva y además con bloqueo neuromuscular el diafragma experimenta un desplazamiento cefálico; en este contexto, las zonas dependientes tienden al colapso y son susceptibles de sufrir atelectrauma. En prono, el sistema elástico pulmonar trabaja entre 2 limitantes físicos rígidos: la columna vertebral y la zona de apoyo ventral. Esto último, y el hecho de que la excursión diafragmática se desarrolle principalmente en las zonas dependientes, logran una mayor homogeneidad de la mecánica pulmonar¹⁴. Ahora bien, la pared anterior del tórax, al estar en contacto directo con la superficie de soporte, podría perder su capacidad de expansión. Dado que la pared dorsal es menos distensible que la ventral, existe disminución de la distensibilidad total de la pared

Tabla 1 Efectos de la ventilación en decúbito prono. Modificaciones fisiológicas que ocurren durante la posición prono^{20,21}

Oxigenación	Ventilación	Pared	Cardiovascular
Distribución más homogénea: V_T , PTP, discordancia forma, expansión simétrica	Aumento de la ventilación alveolar	Región dorsal menos flexible	Mejoría en desempeño del VD
Masa pulmonar y forma: Q y gravedad, cortocircuitos regionales, peso corazón	Hiperinsuflación alveolar	Mejor distribución a zonas ventrales y paradiafragmáticas	Disminución de RVP y poscarga del VD
Elastancia de la pared	Disminución del espacio muerto Cambios en perfusión pulmonar	Aumento de presión (volumen control) Disminución del V_T (presión control)	Aumento del retorno venoso

PTP: presión transpulmonar; Q: perfusión; RVP: resistencia vascular periférica; VD: ventrículo derecho; V_T : volumen tidal.

torácica. El uso de apoyos pélvicos y torácicos a nivel de las prominencias de los hombros podría liberar la pared torácica anterior (y abdominal) y de esta manera conservar su distensibilidad¹⁵. Este último punto debe ser muy considerado cuando se trata de VDP en pacientes grávidas.

Por lo tanto, en prono, la distribución uniforme del gradiente de presión pleural (ΔP_{pl}), y por ende de la presión transpulmonar (ΔP_{tp}), facilita la apertura de las zonas pulmonares con unidades alveolares colapsadas (o parcialmente abiertas) durante el ciclo respiratorio (P_{aw} - P_{pl}) en las zonas dependientes. Contrario a lo que se podría creer, el prono por sí solo no recluta dichas unidades alveolares pero sí facilita este proceso¹⁶. Además, al lograr homogenizar la deformación impuesta por la ventilación mecánica se reduce el estrés resultante¹⁷, lo cual se traduce en estabilidad alveolar, y en consecuencia, menor daño asociado a la ventilación mecánica (VILI) (tabla 1).

Fisiológicamente, el pulmón tiene la capacidad de autorregular su flujo vascular mediante contracción o dilatación de sus capilares. Ante una hipoxemia por SDRA, la microcirculación pulmonar experimenta adaptaciones asociadas a la vasoconstricción con el objetivo de redistribuir el flujo sanguíneo desde zonas pobremente aireadas hacia las que mejor lo están, disminuyendo así el shunt intrapulmonar. El objetivo final de este reflejo es optimizar la oxigenación. Este fenómeno agudo y exclusivo se conoce como reflejo de vasoconstricción pulmonar hipóxico¹⁸.

West¹⁹ describió que el flujo vascular es consecuencia de la diferencia entre la presión de la arteria pulmonar y la presión alveolar, explicando así la mejor perfusión a nivel de las zonas dependientes (zona 3). En decúbito prono, esta relación se vuelve más uniforme, homogenizando la perfusión y disminuyendo el shunt [tabla 1].

Durante el embarazo existen cambios anatómicos y fisiológicos que se van estableciendo conforme pasa el tiempo. Con el crecimiento uterino, la presión intraabdominal aumenta, generando sobre el tórax un reflejo de dicho aumento de la presión, lo que provoca teóricamente una disminución de la elastancia de la pared torácica que finalmente se traduce en una disminución de la elastancia

del sistema respiratorio en aproximadamente un 30%. Para compensar esta incursión abdominal y el consecuente desplazamiento diafragmático de aproximadamente 4 cm hacia cefálico, la pared torácica inferior incrementa su diámetro transversal entre 5-7 cm²². Para compensar la virtual elevación diafragmática, la agudeza angular costal también aumenta desde 68° basales hasta 103°²³.

Asimismo, la capacidad residual funcional disminuye entre un 15-25%, impactando directamente sobre la capacidad pulmonar total con una disminución de hasta un 6%²⁴. Como respuesta compensatoria, se aumenta el volumen tidal (V_T) entre un 30-50% y con ello aumenta el volumen minuto (V_E) entre un 20-45%²⁴ produciendo un estado «basal» de alcalosis respiratoria leve ($PaCO_2$ entre 27 y 34 mmHg). Esto podría explicarse debido a que la curva de disociación de la hemoglobina materna se desplaza hacia la derecha como consecuencia del incremento del 2,3 difosfoglicerato²⁵. Además, un incremento de aproximadamente un 50% del volumen espiratorio es debido al aumento del V_T (fig. 1) y no a un incremento poco significativo del 15% de la frecuencia respiratoria²⁶.

Existen cambios hormonales que también influyen en la disminución del umbral del centro respiratorio al CO_2 tal como ocurre con la progesterona, generando hiperventilación en la gestante. Esto es directamente proporcional al incremento de las concentraciones plasmáticas²⁷ de dicha hormona, aunque también está asociado a un aumento del V_T más que a la frecuencia respiratoria, por lo que varios autores consideran que toda taquipnea deberá ser interpretada como patológica²⁸.

Respecto a la oxemia, la evidencia respalda idealmente mantener una $PaO_2 > 70$ mmHg pero < 120 mmHg, ya que ambos extremos podrían ser deletéreos para la unidad materno-fetal²⁹. Hay que considerar que estos valores necesariamente deben ser ajustados a distintas altitudes geográficas. A pesar de los efectos deletéreos bien descritos de la hiperoxia, la recomendación en embarazadas sigue siendo que la saturación periférica se mantenga en un rango no menor a 95% para asegurar una adecuada oxigenación fetal, ya que este tiene una extrema sensibilidad a la hipoxemia materna³⁰.

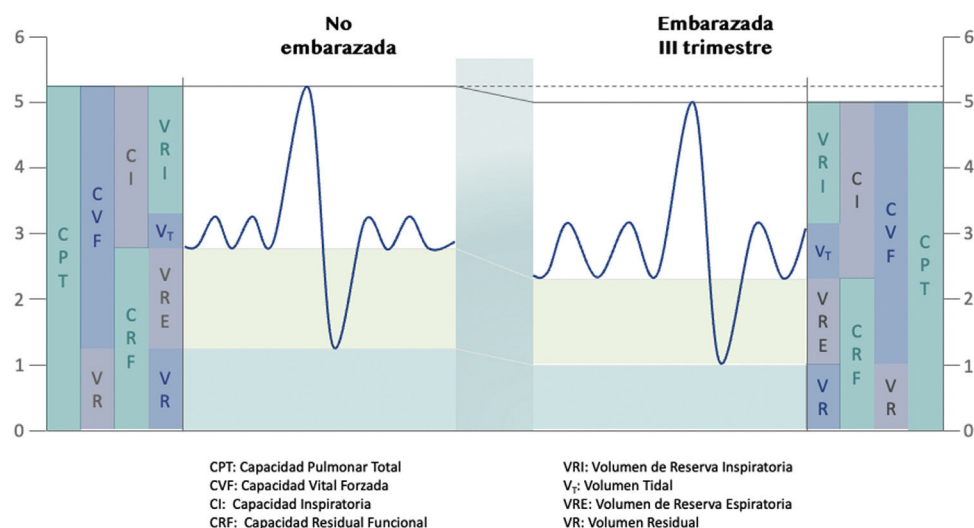


Figura 1 Cambios en los volúmenes pulmonares durante el tercer trimestre del embarazo. Los cambios más significativos son: disminución de la CRF (VRE + VR) y el incremento de la CI y del V_T.

Objetivos de la ventilación mecánica con decúbito prono en embarazadas

En la gestante, la indicación para iniciar VMI es similar a la población no obstétrica. Actualmente continúa sin existir evidencia consistente suficiente que respalde la supremacía de algún modo ventilatorio sobre otro, y en su lugar, la elección está supeditada a la experiencia del personal a cargo. Los objetivos terapéuticos tampoco varían³¹: en el contexto de mediciones estáticas, la *presión meseta* siempre deberá ser inferior a 30 cmH₂O, y por lo tanto habrá que asegurar además una *Driving Pressure* (ΔP) menor de 15 cmH₂O. También será muy importante verificar que las variables dinámicas estén dentro de un rango seguro y por consiguiente, garantizar un *mechanical power* menor a 15 J/min; es actualmente una exigencia³².

La aplicación de un V_T entre 6-8 ml/kg de peso ideal es una verdad irrefutable, histórica y con mucha evidencia que lo soporta³³. Algunos autores sostienen la indicación de una hipercapnia permisiva, aunque con niveles de PaCO₂ por debajo de 60 mmHg³³. Del otro extremo, la hipocapnia y la alcalosis respiratoria disminuyen la perfusión placentaria. Tomimatsu et al.³⁴ demostraron que los fetos que fueron expuestos a hipercapnia permisiva materna tuvieron mejor puntuación APGAR y mejor oxigenación cerebral en comparación con fetos expuestos a hipocapnia materna.

Un análisis post hoc del LUNG-SAFE trial³⁵ demostró que la alcalosis respiratoria se asoció a una mayor mortalidad en UCI. Por otro lado, la titulación del nivel de presión positiva al final de la espiración deberá estar siempre basada en el concepto simple y práctico de la individualización, garantizando paralelamente seguridad hemodinámica.

Ante una falla respiratoria severa, la mejor evidencia disponible soporta a la VMI como la principal herramienta para su tratamiento. La determinación de la severidad por ahora se mantiene supeditada a la relación PaO₂/FiO₂, según la cohorte más grande existente hasta la actualidad³⁶. Ante una P/F < 150 mmHg, indudablemente la mejor estrategia siempre será proporcionar una VDP¹⁰. La evidencia

recomienda sesiones de mínimo 16 h diarias, según sus resultados. En gestantes, estos datos aún no están del todo claros.

En pacientes obstétricas de alto riesgo, hoy en día no existe evidencia consistente que soporte dicha estrategia; sin embargo, si hay algunos reportes y series de casos publicados^{37,38} con experiencias positivas al respecto. Por lo expuesto, las guías clínicas vigentes sugieren seguir las recomendaciones del estudio PROSEVA¹⁰ ya que su aplicación demostró disminuir la mortalidad¹⁰.

Tampoco existe evidencia que respalde realizar maniobras de reclutamiento alveolar en pacientes con SDRA grave³², y menos aún en pacientes críticas obstétricas.

En suma, en decúbito prono se obtiene una ventilación más homogénea en términos de mecánica pulmonar, pero también se consigue equilibrar la relación V/Q y con ello se logra disminuir el daño asociado a la ventilación mecánica³⁹.

Síndrome de distrés respiratorio agudo, embarazo y COVID-19

Cole et al.⁴⁰ reportaron una incidencia de 16 a 70 gestantes con SDRA por cada 100.000 embarazos, cifras no muy lejanas a la temible eclampsia, pero también muy similares a los 60 a 120 casos de SDRA por cada 100.000 embarazos reportados por Liu et al.⁴¹. Asimismo, Bhatia et al.⁴² reportaron porcentajes que van del 0,4 al 16% de gestantes con SDRA como causa de ingreso a UCI, e incluso la incidencia podría ser aún mayor debido al aumento de patologías como la preeclampsia, las hemorragias obstétricas masivas y la sepsis^{43,44}. La politransfusión y la broncoaspiración son eventos adversos más frecuentes en pacientes obstétricas que en otras poblaciones⁴⁵.

Reportes de Estados Unidos indican que uno de cada 4 pacientes gestantes presentan disfunción y falla pulmonar, siendo el órgano más frecuentemente involucrado en las gestantes ingresadas a las distintas UCI⁴⁶.

El SDRA de etiología viral representa un alto riesgo para el binomio. Wastnedge et al.⁴⁷ reportaron que la relación entre

gestantes y SARS-CoV-2 tiene un impacto negativo sobre la morbilidad del binomio.

Sin embargo, la duda actual se enfoca en la premisa del embarazo como un factor de riesgo predisponente a peores resultados, cuando se compara con mujeres de la misma edad pero no gestantes. El embarazo *per se* es un factor de riesgo para mayor mortalidad (8% en H₁N₁ y 28,6% en SARS por MERS) y para mayor necesidad de UCI al ser comparado con mujeres de la misma edad y no gestantes. La experiencia adquirida por las pandemias anteriores confirma que las neumonías virales incrementan hasta 6 veces los resultados adversos sobre el producto, tanto en términos de mortalidad perinatal (OR 5,7 [IC 95%: 2,2-15,1]), de restricción en el crecimiento (OR 1,66 [IC 95%: 1,11-2,49]) como de prematuridad (OR 4,0 [IC 95%: 2,7-5,9]) y de todas las complicaciones derivadas de aquello⁴⁸⁻⁵¹.

Las malformaciones debidas a la exposición viral en las primeras semanas de gestación continúan siendo de gran preocupación. La experiencia obtenida de la pandemia por H₁N₁⁴⁸ expone la relación negativa: paladar hendido, defectos del tubo neuronal, cardiopatías congénitas, incremento del riesgo de autismo y mayor riesgo de sufrir trastornos depresivos (HR 1,79 [IC 95%: 1,34-2,40])⁵².

El estudio más grande realizado en Estados Unidos con SARS-CoV-2 incluyó 8207 gestantes entre 15-44 años y las comparó con un total de 91.412 mujeres del mismo rango etario pero no gestantes, asociando directamente la infección viral (no la neumonía ni el SDRA) con un mayor riesgo de requerir hospitalización (RR 5,4 [IC 95%: 5,1-5,6]), de necesidad de ingreso a UCI (RR 1,5 [IC 95%: 1,2-1,8]) y de necesidad de VMI (RR 1,7 [IC 95%: 1,2-2,4])⁵³. Las pacientes que tuvieron peores desenlaces, además de ser gestantes, tenían antecedentes patológicos que también se han descrito como factores de riesgo para la población general: el asma, la hipertensión arterial, la diabetes (OR combinado 1,52 [IC 95%: 1,12-2,06]), el sobrepeso (OR 1,91 [IC 95%: 1,37-2,68]) y la obesidad (OR 2,20 [IC 95%: 1,56-3,10])^{54,55}.

Ventilación en posición prono en gestantes

La VDP actualmente se ha convertido en una estrategia de uso frecuente en pacientes obstétricas. Más allá de los eventuales riesgos, los beneficios y su capacidad de minimizar el daño asociado a la ventilación mecánica (además de mejorar la oxigenación) la han convertido en una herramienta segura para el abordaje de las pacientes gestantes con SDRA severo^{56,57}. La evidencia sobre el impacto positivo en la mortalidad de pacientes gestantes críticas con SDRA grave o falla respiratoria catastrófica, poco a poco va dando un giro a su favor, convirtiéndola en la primera opción dentro de las estrategias de soporte ventilatorio. Su indicación es similar a la de la población no gestante: cuando la relación P/F es < 150 mmHg (FiO₂ > 50%); persistencia de la hipoxemia pese a programar una presión positiva al final de la espiración individualizada, un V_T de 6 ml/kg y la aplicación de estrategias de ventilación protectora⁵⁸⁻⁶⁰.

Los beneficios adicionales de la VDP en las pacientes con útero grávido son^{16,38,61-63}:

- Alivio de la compresión aorto-cava. Esta es el principal determinante del compromiso hemodinámico que se

experimenta a partir de la semana 20 de gestación (o cuando el fondo uterino supera la cicatriz umbilical), debido al incremento de la poscarga como consecuencia de la compresión aórtica, y disminución del retorno venoso, debido a su vez a la compresión de la vena cava, comprometiendo el gasto cardíaco en el decúbito supino.

- Mejoría de la capacidad residual funcional pulmonar. El útero grávido, al desplazar el diafragma hacia el tórax genera disminución de hasta un 25% de la capacidad residual funcional, produciendo una menor tolerancia a la apnea y un rápido desarrollo de hipoxemia, y a la alcalosis respiratoria que condiciona menor bicarbonato plasmático, predisponiendo el desarrollo de acidosis metabólica severa.
- Disminuye la compresión de la arteria uterina y sus efectos negativos sobre el producto.

Pese a esto, Guntupalli et al.⁶⁴ postulan no utilizar dicha estrategia, y especifican que tendría indicación únicamente durante las primeras semanas de gestación. Siendo el PROSEVA¹⁰ el estudio que cuenta con la evidencia más firme a favor de la VDP, el que no se haya incluido población gestante no necesariamente significa que sea una contraindicación, ya que su beneficio parece superar a sus eventuales riesgos⁶⁴.

Bhatia et al.⁴² sugieren que el riesgo de compresión abdominal, la complejidad de la monitorización fetal y la alta carga asistencial para el personal de salud podrían significar un inconveniente, argumentando que sus beneficios son cortos y que se limitarían al tiempo durante el cual se usa esta estrategia.

El primer reporte de la VDP consistió en 16 h continuas durante 3 días consecutivos, en una gestante de 31 semanas con SDRA por influenza H₁N₁, demostrando mejoría en los índices de oxigenación³⁷. Previo a la pandemia por H₁N₁, los reportes de la eficacia de la VDP en gestantes con y sin SDRA vienen de procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general en los que se demostró que no fueron perjudiciales, y al contrario, generaban mejoría en la oxigenación sin complicaciones materno-fetales^{65,66}. De igual forma, existen reportes de SDRA postrauma de tórax manejados con VDP por hasta 8 h continuas con resultados positivos⁶⁷.

El útero grávido ha sido propósito de estudio para la posición en decúbito prono durante los últimos 5 años. Oliveira et al.⁶⁸ analizaron la influencia de la VDP y aleatorizaron a 33 embarazadas sanas con entre 20 a 37 semanas de gestación. Fueron asignadas a 2 grupos y en ambos aplicaron cambios de posición. El análisis estadístico demostró mejoría de la oxigenación durante el decúbito prono en ambos grupos, y no se reportaron alteraciones hemodinámicas ni eventos adversos. Concluyeron que el decúbito prono fue seguro y además comfortable.

Dennis et al.⁶⁹ estudiaron a 50 gestantes sin patología aparente y 15 gestantes con preeclampsia para comparar las posibles repercusiones del prono sobre la frecuencia cardíaca materna, la frecuencia cardíaca fetal, la saturación periférica y la presión arterial del binomio así como también el bienestar de la gestante. Los cambios de posición requirieron únicamente 5 min y no presentaron cambios significativos en los parámetros de monitorización, a excepción de la presión sistólica que en las preeclámpticas fue

menor (6,6 mmHg) durante el prono ($p=0,019$ [IC 95%: 11,9–1,3 mmHg]). También refirieron mayor bienestar en esta posición.

Ventilación en decúbito prono en obstetricia en la era COVID-19

A falta de estudios con diseño metodológico consistente, empiezan a publicarse interesantes reportes de casos a nivel mundial sobre este tema. Schnettler et al.⁷⁰ reportaron en Ohio una gestante de 31 semanas con COVID-19 y SDRA severo, quien apoyada con VMI y VDP logró mejorar sus niveles de oxigenación. Barile et al.³⁸ reportaron una paciente de 48 años con 27 semanas de gestación, quien requirió 15 días de VMI y 20 días en UCI; la VDP fue realizada de forma intermitente durante 16 h y se le atribuyó la mejoría de la hipoxemia, evitando una cesárea de urgencia y permitiendo continuar con el embarazo a término.

Vibert et al.⁷¹ publicaron el abordaje de una paciente de 21 años con 25 semanas de gestación quien presentó SDRA por COVID-19. Utilizaron una estrategia de prono vigil y oxigenoterapia de alto flujo durante 5 días, con buenos resultados para el binomio. En México, Pozos et al.⁷² reportaron 2 casos en el 2019, uno de ellos fue el de una gestante de 18 semanas quien requirió VMI por SDRA grave, con lo cual mostró mejoría de la mecánica ventilatoria y de la oxigenación durante la VDP.

También existen reportes de VDP en pacientes obesas. Pelayo et al.⁷³ describen el caso de una paciente de 35 años con 36 semanas de gestación, asmática, portadora de un tumor carcinoide gástrico y obesidad mórbida (IMC 51 kg/m²) quien requirió VMI por P/F de 82 mmHg. Mostraron que, pese a la gravidez, a la actividad uterina y a la obesidad mórbida de la paciente, la estrategia fue positiva en el desenlace para el binomio. No obstante, la materna permaneció 6 días en VMI posterior a la finalización del embarazo.

La edad gestacional y la posible compresión vascular han llevado a la renuencia de utilizar esta estrategia durante el embarazo, especialmente durante el segundo y tercer trimestre de gestación.

Durante la pandemia, la OMS recomendó la posición prono solo al principio del embarazo dada la falta de evidencia y recomendó la posición de decúbito lateral como alternativa al final del embarazo⁷⁴.

Reportes de casos mostraron que el uso de camillas especiales durante la VDP podría evitar la compresión uterina y mejorar la oxigenación^{68,69}.

Mensaje final

Actualmente, en pacientes gestantes que cursen con un SDRA severo, la VDP podría ser considerada como una estrategia de práctica habitual. Independiente de la semana de gestación o incluso durante el puerperio, el beneficio teórico que percibiría la gestante en términos de menor VILI y de mejor oxigenación generará un impacto positivo directo sobre el producto, ergo, su indicación deberá prevalecer por sobre sus eventuales riesgos. La programación individualizada de la VMI permitirá obtener los valores de oxigenación descritos como seguros para el binomio (> 94 vs. > 88% en no

gestantes y $\text{PaO}_2 > 75$ mmHg)^{75,76}, sin perjuicio de garantizar una ventilación con adecuada protección alveolar que considere mediciones estáticas y dinámicas dentro de rangos no deletéreos (*presión meseta* < 30 cmH₂O, $\Delta P < 15$ cmH₂O⁷⁷, *mechanical power* < 15 J/min³²). Por ahora, la recomendación de VDP en paciente gestante con SDRA severo podría ser una indicación discutible en espera de un estudio clínico aleatorizado que le otorgue la consistencia necesaria para que esta estrategia se consolide como obligatoria. Es trascendental mantener una evaluación clínica continua para asegurar el bienestar materno-fetal, evitando los periodos largos de hipoxemia que se asocian directamente a mayor morbilidad perinatal. Finalmente, es necesario desarrollar nuevas iniciativas en investigación sobre las pacientes gestantes y falla ventilatoria, al igual que la posición en prono para el manejo del SDRA severo en este grupo poblacional.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación

El presente manuscrito no ha recibido financiación alguna.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores reconoce conflicto de intereses con el actual manuscrito.

Agradecimientos

Especial agradecimiento a los catedráticos: Carmelo Dueñas (Neumología y Medicina Crítica, UCI Gestión Salud, Cartagena, Colombia), Raúl Carrillo (Academia Nacional de Medicina, Subdirección de Áreas Críticas, Instituto Nacional de Rehabilitación, México), Ximena Olaya (Universidad de Manizales, COINT Grupo de Investigación, Colombia), Fabricio Vera (Medicina Crítica, Hospital General Manta del IESS, Manabí, Ecuador), por su muy valiosa contribución para lograr consolidar este artículo.

Bibliografía

- West J, Dollery C, Naimark A. Distribution of blood flow in isolated lung; Relation to vascular and alveolar pressures. *J Appl Physiol.* 1964;19:713–24.
- Hughes JM, Glazier JB, Maloney JE, West JB. Effect of extra-alveolar vessels on distribution of blood flow in the dog lung. *J Appl Physiol.* 1968;25:701–12.
- Reed JHJ, Wood EH. Effect of body position on vertical distribution of pulmonary blood flow. *J Appl Physiol.* 1970;28:303–11.

4. Hogg JC, Holst P, Corry P, Ruff F, Housley E, Morris E. Effect of regional lung expansion and body position on pulmonary perfusion in dogs. *J Appl Physiol*. 1971;31:97–101.
5. Bryan AC. Conference on the scientific basis of respiratory therapy. Pulmonary physiotherapy in the pediatric age group. Comments of a devil's advocate. *Am Rev Respir Dis*. 1974;110 6 Pt 2:143–4.
6. Piehl MA, Brown RS. Use of extreme position changes in acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 1976;4:13–4.
7. 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.
8. Ray J, Yost L, Moallem S, Sanoudos GM, Villamena P, Paredes RM, et al. Immobility, hypoxemia and pulmonary arteriovenous shunting. *Arch Surg*. 1974;109:537–41.
9. Wahrenbrock E, Carrico C, Schroeder C, Trummer M. The effect of posture on pulmonary function and survival of anesthetized dogs. *J Surg Res*. 1970;10:13–8.
10. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368:2159–68.
11. Mora-Arteaga JA, Bernal-Ramírez OJ, Rodríguez SJ. The effects of prone position ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. A systematic review and metaanalysis. *Med Intensiva (English Ed.)*. 2015;39:359–72.
12. Olson L, Hoffman E. Lung volumes and distribution of regional air content determined by cine X-ray CT of pneumonectomized rabbits. *J Appl Physiol*. 1985;1994:1774–85.
13. Hedenstierna G. Esophageal pressure: Benefit and limitations. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78:959–66.
14. Froese A, Bryan A. Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. *Anesthesiology*. 1974:242–55.
15. Kallet RH. A comprehensive review of prone position in ARDS. *Respir Care*. 2015;60:1660–87.
16. Cornejo RA, Diaz JC, Tobar EA, Bruhn AR, Ramos CA, Gonzalez RA, et al. Effects of prone positioning on lung protection in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188:440–8.
17. Chiumello D, Carlesso E, Cadringer P, Caironi P, Valenza F, Polli F, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;178:346–55.
18. Fajardo A, Medina A, Modesto V, Gordo-Vidal F. El lado oculto de la hipoxemia. *Rev Chil Anest*. 2020;49:784–95.
19. West JB. Fisiología respiratoria. 8th ed. Lippincott Williams and Walters Kluwer. 2009. p. 53–54.
20. Gattinoni L, Busana M, Giosa L, Macrì MM, Quintel M. Prone positioning in acute respiratory distress syndrome. *Semin Respir Crit Care Med*. 2019;40:94–100.
21. Scholten EL, Beitler JR, Prisk GK, Malhotra A. Treatment of ARDS with prone positioning. *Chest*. 2017;151:215–24.
22. Hegewald MJ, Crapo RO. Respiratory physiology in pregnancy. *Clin Chest Med [Internet]*. 2011;32:1–13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccm.2010.11.001>.
23. Bobrowski RA. Pulmonary physiology in pregnancy. *Clin Obstet Gynecol*. 2010;53:285–300.
24. Templeton A, Kelman GR. Maternal blood-gases (PAO₂-PaO₂), physiological shunt and VD/VT in normal pregnancy. *Br J Anaesth*. 1976;48:1001–4.
25. Rojas-Suárez J, Miranda J. Mechanical ventilation in pregnancy. En: Lapinsky SE, Plante LA, editores. *Respiratory disease in pregnancy*. Cambridge University Press. 2020. p. 233–244.
26. Ghandi A. Principles of critical care in obstetrics. 1st ed. India: Springer; 2016. p. 332–41.
27. Prowse C, Gaenster E. Respiratory and acid-base changes during pregnancy. *Anesthesiology*. 1965;26:381.
28. Chesnutt AN. Physiology of normal pregnancy. *Crit Care Clin*. 2004;20:609–15.
29. Raghuraman N, Temming LA, Stout MJ, MacOnes GA, Cahill AG, Tuuli MG. Intrauterine hyperoxemia and risk of neonatal morbidity. *Obstet Gynecol*. 2017;129:676–82.
30. Jain V, Chari R, Maslovitz S, Farine D, Bujold E, Gagnon R, et al. Guidelines for the management of a pregnant trauma patient. *J Obstet Gynaecol Canada [Internet]*. 2015;37:553–71, [http://dx.doi.org/10.1016/S1701-2163\(15\)30232-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1701-2163(15)30232-2).
31. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E. The LUNG SAFE study: A presentation of the prevalence of ARDS according to the Berlin Definition! *Crit Care*. 2016;20:1–2.
32. Modesto i Alapont V, Medina A, del Villar P, Camilo C, Fernandez-Ureña F, Gordo-Vidal F, et al. OLA strategy for ARDS: Its effect on mortality depends on achieved recruitment (PaO₂/FiO₂) and mechanical power. Systematic review and meta-analysis with meta-regression. *Med intensiva*. 2021, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2021.03.016>.
33. Elsayegh D, Shapiro JM. Management of the obstetric patient with status asthmaticus. *J Intensive Care Med*. 2008;23:396–402.
34. Tomimatsu T, Kakigano A, Mimura K, Kanayama T, Koyama S, Fujita S, et al. Maternal hyperventilation during labor revisited: Its effects on fetal oxygenation. *Reprod Sci*. 2012;19:1169–74.
35. Madotto F, Rezoagli E, McNicholas BA, Pham T, Slutsky AS, Bellani G, et al. Patterns and impact of arterial CO₂ management in patients with acute respiratory distress syndrome: Insights from the LUNG SAFE study. *Chest [Internet]*. 2020;158:1967–82, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2020.05.605>.
36. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2012;307:2526–33.
37. Samanta S, Samanta S, Wig J, Baronia AK. How safe is the prone position in acute respiratory distress syndrome at late pregnancy? *Am J Emerg Med [Internet]*. 2014;32:687e1–3, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2013.12.021>.
38. Barile L, Cerrano M, Locatelli A, Puppo A, Signorile AF, Barzaghi N. Prone ventilation in a 27 week pregnant woman with COVID-19 severe ards. *Signa Vitae*. 2020;16:199–202.
39. Pelosi P, Brazzi L, Gattinoni L. Prone position in acute respiratory distress syndrome. *Eur Respir J*. 2002;20:1017–28.
40. Cole DE, Taylor TL, McCullough DM, Shoff CT, Derdak S. Acute respiratory distress syndrome in pregnancy. *Crit Care Med*. 2005;33 10 Suppl.:269–78.
41. Liu S, Joseph KS, Liston RM, Bartholomew S, Walker M, León JA, et al. Incidence, risk factors, and associated complications of eclampsia. *Obs Gynecol*. 2011;118:987–94.
42. Bhatia P, Biyani G, Mohammed S, Sethi P, Bihani P. Acute respiratory failure and mechanical ventilation in pregnant patient: A narrative review of literature. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2016;32:431–9.
43. Bridwell RE, Carius BM, Long B, Oliver JJ, Schmitz G. Sepsis in pregnancy: Recognition and resuscitation. *West J Emerg Med*. 2019;20:822–32.
44. Trikha A, Singh P. Management of major obstetric haemorrhage. *Indian J Anaesth*. 2018;62:698–703.
45. Westerfield KL, Bhavsar AK, Green S. Aspiration pneumonitis causing respiratory collapse in a pregnant patient not in labor. *Obstet Gynecol*. 2019;134:692–4.
46. Wanderer J, Leffert L, Mhyre J, Kuklina E, Callaghan W, Bateman B. Epidemiology of obstetric-related ICU admissions in Maryland: 1999–2008. *Crit Care*. 2013;41:1844–52.
47. Wastnedge EAN, Reynolds RM, van Boeckel SR, Stock SJ, Denison FC, Maybin JA, et al. Pregnancy and COVID-19. *Physiol Rev*. 2021;101:303–18.
48. Mosby LG, Rasmussen SA, Jamieson DJ. 2009 pandemic influenza A (H1N1) in pregnancy: A systematic review of the

- literature. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2011;205:10–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajog.2010.12.033>.
49. Di Mascio D, Khalil A, Saccone G, Rizzo G, Buca D, et al. Outcome of coronavirus spectrum infections (SARS, MERS, COVID-19) during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol*. 2020;2:100107.
50. Dorélien A. The effects of in utero exposure to influenza on birth and infant outcomes in the US. *Popul Dev Rev*. 2019;45:489–523.
51. Pierce M, Kurinczuk JJ, Spark P, Brocklehurst P, Knight M. Perinatal outcomes after maternal 2009/H1N1 infection: National cohort study. *BMJ*. 2011;342, d3214d32148.
52. Al-Haddad BJS, Jacobsson B, Chabra S, Modzelewska D, Olson EM, Bernier R, et al. Long-term risk of neuropsychiatric disease after exposure to infection in utero. *JAMA Psychiatry*. 2019;76:594–602.
53. Ellington S, Strid P, Tong VT, Woodworth K, Galang RR, Zambrano LD, et al. Characteristics of women of reproductive age with laboratory-confirmed SARS-CoV-2 infection by pregnancy status-United States, January 22-June 7, 2020. *Obstet Gynecol Surv*. 2020;75:664–6.
54. Knight M, Bunch K, Vousden N, Morris E, Simpson N, Gale C, et al. Characteristics and outcomes of pregnant women admitted to hospital with confirmed SARS-CoV-2 infection in UK: National population based cohort study. *BMJ*. 2020:369.
55. Tekbali A, Grünebaum A, Saraya A, McCullough L, Bornstein E, Chervenak FA. Pregnant vs nonpregnant severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 and coronavirus disease 2019 hospital admissions: The first 4 weeks in New York. *Am J Obstet Gynecol*. 2020;223:126–7.
56. 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 Respir Crit Care Med*. 1998;157:387–93.
57. Koulouras V, Papathanakos G, Papathanasiou A, Nakos G. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: A pathophysiology-based review. *World J Crit Care Med*. 2016;5:121.
58. Blanch L, Mancebo J, Perez M, Martinez M, Mas A, Betbese AJ, et al. Short-term effects of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 1997;23:1033–9.
59. Beitler J, Shaefi S, Montesi S, Devlin A, Loring S, Talmor D. Prone positioning reduces mortality from acute respiratory distressed syndrome in the low tidal volume era: A meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2014;40:332–41.
60. Lee JM, Bae W, Lee YJ, Cho YJ. The efficacy and safety of prone positional ventilation in acute respiratory distress syndrome: Updated study-level meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Crit Care Med*. 2014;42:1252–62.
61. Ray B, Trikha A. Prone position ventilation in pregnancy: Concerns and evidence. *J Obstet Anaesth Crit Care*. 2018;8:7.
62. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, et al. Prone positioning improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. *Anesth Analg*. 1996;83:578–83.
63. Nakai Y, Mine M, Nishio J, Maeda T, Imanaka M, Ogita S. Effects of maternal prone position on the umbilical arterial flow. *Acta Obs Gynecol Scand*. 1998;77:967–9.
64. Guntupalli KK, Karnad DR, Bandi V, Hall N, Belfort M. Critical illness in pregnancy part II: Common medical conditions complicating pregnancy and puerperium. *Chest*. 2015;148:1333–45.
65. Brown MD, Levi ADO. Surgery for lumbar disc herniation during pregnancy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:440–3.
66. Kim HS, Kim SW, Lee SM, Shin H. Endoscopic discectomy for the cauda equina syndrome during third trimester of pregnancy. *J Korean Neurosurg Soc*. 2007;42:419.
67. Kenn S, Weber-Carstens S, Weizsaecker K, Bercker S. Prone positioning for ARDS following blunt chest trauma in late pregnancy. *Int J Obstet Anesth* [Internet]. 2009;18:268–71, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijoa.2009.02.003>.
68. Oliveira C, Lopes MAB, Rodrigues AS, Zugaib M, Francisco RPV. Influence of the prone position on a stretcher for pregnant women on maternal and fetal hemodynamic parameters and comfort in pregnancy. *Clinics (Sao Paulo)*. 2017;72:325–32.
69. Dennis AT, Hardy L, Leeton L. The prone position in healthy pregnant women and in women with preeclampsia - A pilot study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018;18:445.
70. Schnettler W, Al Ahwel Y, Suhag A. Severe acute respiratory distress syndrome in coronavirus disease 2019 infected pregnancy: obstetric and intensive care considerations. *Am J Obs Gynecol*. 2020;2:100–20.
71. Vibert F, Kretz M, Thuet V, Barthel F, de Marcillac F. Prone positioning and high-flow oxygen improved respiratory function in a 25-week pregnant woman with COVID-19. *Eur J Obs Gynecol Reprod Biol*. 2020;250:257–8.
72. Pozos Cortés KP, Deloya Tomas E, Pérez Nieto OR, Miranda Contreras A, González Rangel LJ, Díaz Carrillo MA, et al. Síndrome de dificultad respiratoria aguda severo en el embarazo. Revisión de la literatura y reporte de dos casos. Vol. 33, *Med Crítica*. 2019;33:209–14.
73. Pelayo J, Pugliese G, Salacup G, Quintero E, Khalifeh A, Jaspán D, et al. Severe COVID-19 in third trimester pregnancy: Multidisciplinary approach. *Case Rep Crit Care*. 2020:2020.
74. World Health Organization WH. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (2019-nCoV) infection is suspected: interim guidance, 28 January 2020. World Health Organization. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330893>
75. Catanzarite V, Willms D, Wong D, Landers C, Cousins L, Schrimmer D. Acute respiratory distress syndrome in pregnancy and the puerperium: Causes, courses, and outcomes. *Obstet Gynecol*. 2001;97:760–4.
76. Deblieux P, Summer W. Acute respiratory failure in pregnancy. *Clin Obs Gynecol*. 1996;39:143–52.
77. Chica-Meza C, Peña-López LA, Villamarín-Guerrero HF, Moreno-Collazos JE, Rodríguez-Corredor LC, Lozano WM, et al. Cuidado respiratorio en COVID-19. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2020;20:108–17.