

Diez años de la aplicación del reclutamiento alveolar en pediatría

Ten years of alveolar recruitment application in pediatrics

Yamilet Segredo Molina^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-0581-5992>

José Manuel Cartaya Irastorza¹

Katya Bilbao González¹

Luis Enrique Rovira Rivero¹

Idalis Álvarez González¹

Yoandra Acevedo Rodríguez¹

¹Hospital Pediátrico Universitario “José Luis Miranda”. Unidad de Cuidados Intensivos. Villa Clara, Cuba.

*Autor para la correspondencia: segredomy@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El impacto de la ventilación mecánica en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda ha sido ampliamente investigado en la última década, tanto en forma experimental como clínica. Representa uno de los mayores avances efectuados en el campo de los cuidados respiratorios del paciente crítico.

Objetivo: Determinar la efectividad del reclutamiento alveolar en el paciente pediátrico con síndrome de dificultad respiratoria aguda.

Método: Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo entre enero de 2005 y diciembre de 2014, en el Hospital Pediátrico Universitario “José Luis Miranda”. La muestra estuvo conformada por 55 pacientes a los cuales, como terapéutica principal, se les realizó reclutamiento alveolar. Se les indicó gasometría y se calcularon los índices de oxigenación

antes y después de la maniobra. Se empleó, fundamentalmente, para el análisis estadístico la media y la desviación estándar, el coeficiente de correlación de Pearson y la prueba Chi cuadrado.

Resultados: Se obtuvieron valores altamente significativos en relación con el reclutamiento de los tres primeros días, ya que los niveles de presión positiva al final de la espiración óptima requeridos fueron mucho más altos después de su titulación por el método decremental. Se obtuvieron, además, cambios positivos en el índice de Kirby, en la *compliance* dinámica específica y en el volumen tidal a un mismo valor de presión control.

Conclusiones: El reclutamiento alveolar, unido a la utilización de los parámetros de la ventilación protectora, constituye una terapéutica efectiva en el tratamiento aplicado al paciente pediátrico con síndrome de *distress* respiratoria aguda en la etapa temprana.

Palabras clave: reclutamiento alveolar; síndrome de *distress* respiratoria aguda; presión positiva al final de la espiración; *compliance* pulmonar; Índice de Kirby.

ABSTRACT

Introduction: The impact of mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome has been extensively investigated in the last decade, both experimentally and clinically. It represents one of the greatest advances made in the field of critical patient respiratory care.

Objective: To determine the effectiveness of alveolar recruitment in paediatric patients with acute respiratory distress syndrome.

Method: A descriptive, longitudinal and prospective study was conducted from January 2005 to December 2014, at José Luis Miranda University Pediatric Hospital. The sample consisted of 55 patients who underwent alveolar recruitment as the main therapy. Gasometry was indicated and oxygenation rates were calculated before and after the maneuver. Basically, the mean and standard deviation, the Pearson correlation coefficient and the Chi-square test were used for statistical analysis.

Results: Highly significant values were obtained in relation to the recruitment of the first three days, since the levels of positive pressure, at the end of the optimal required

expiration, were much higher after their titration by the decremental method. In addition, positive changes were obtained in the Kirby index, in specific dynamic compliance and in tidal volume at the same control pressure value.

Conclusions: Alveolar recruitment, together with the use of protective ventilation parameters, constitutes an effective therapy in the treatment applied to the pediatric patient with acute respiratory distress syndrome in the early stage.

Keywords: alveolar recruitment; acute respiratory distress syndrome; positive pressure at the end of expiration; pulmonary compliance; Kirby index.

Recibido: 03/03/2018

Aprobado: 19/03/2018

INTRODUCCIÓN

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) sigue siendo un tema muy controversial entre los intensivistas. A pesar de todas las propuestas de tratamiento y de soporte ventilatorio de las últimas décadas, es una enfermedad con una alta mortalidad y representa un reto en su manejo. Desde su primera descripción, en 1967,⁽¹⁾ el síndrome de dificultad respiratoria aguda ha recibido más atención que ninguna otra enfermedad aislada dentro de los cuidados intensivos. Durante el paso de los años (más de cincuenta) se han producido sustanciales avances en el conocimiento de su epidemiología y su fisiopatología, aunque sigue siendo una condición devastadora y su tratamiento es todavía básicamente de soporte.

El mecanismo exacto del reclutamiento pulmonar no está bien establecido, lo que sí se conoce es que se requiere de dos procesos: primero la apertura de las vías aéreas y segundo la apertura de los alvéolos colapsados. Claramente, el método óptimo de reclutamiento pulmonar, que garantice una máxima eficacia y seguridad, aún no se ha

determinado. Básicamente, el reclutamiento alveolar consiste en recuperar las zonas pulmonares colapsadas. Se necesita desarrollar presión en la vía respiratoria lo cual, para este fin, se denomina “presión de apertura”.

En la última década se han desarrollado diversas técnicas que aumentan de forma transitoria las presiones pulmonares destinadas a mejorar la hipoxemia de pacientes con SDRA, o a prevenir la formación de atelectasia en pacientes sometidos a anestesia general, estrategias conocidas con el nombre genérico de estrategias de reclutamiento alveolar. Hasta hoy no existe un consenso sobre cuál de estas estrategias es la más adecuada para cada paciente, ni cómo determinar fácilmente al pie de la cama si estas producen reclutamiento alveolar.

Al realizar este estudio y valorar el grado de variación en la oxigenación, distensibilidad del sistema respiratorio y en el volumen corriente, después de la realización de una maniobra de reclutamiento alveolar, en una muestra de pacientes con SDRA temprano y severo, contribuimos con la búsqueda de un tratamiento eficaz y de impacto en la mortalidad por este síndrome. Nuestro objetivo fundamental fue determinar la efectividad del reclutamiento alveolar en el paciente pediátrico con síndrome de dificultad respiratoria aguda.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo, en el período comprendido de enero de 2005 a diciembre de 2014. La muestra estuvo conformada por 55 pacientes gravemente enfermos que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Pediátrico Universitario “José Luís Miranda”, de Villa Clara, con diagnóstico de síndrome de dificultad respiratoria aguda.

Para la obtención del dato primario se confeccionó un formulario y se analizaron las siguientes variables: edad, sexo, enfermedad básica al ingreso, tipo de lesión: pulmonar o extrapulmonar, presión positiva al final de espiración (PEEP), presión inspiratoria pico,

compliance pulmonar, índice de Kirby, volumen tidal, evolución de la enfermedad y efectividad del reclutamiento.

A los pacientes, como terapéutica principal, se les realizó reclutamiento alveolar. Para este reclutamiento se utilizó la maniobra del Open Lung Tool, preconizada por el Dr. Fernando Sipman-Suárez, pero modificada (realización del reclutamiento, búsqueda de la presión de cierre alveolar, reapertura pulmonar y mantenimiento del pulmón abierto). Se utilizó la presión positiva al final de la espiración en lugar de la presión inspiratoria, el acortamiento del tiempo para titular el nivel de PEEP necesario y el uso de *compliance* dinámica específica (Cdyns) en lugar de la Cdyn.^(2,3)

Procedimiento

Con el paciente acoplado a la ventilación mecánica en la modalidad controlada por presión, sedado y relajado, se inició el tratamiento con fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) de 100, frecuencia respiratoria (FR) de 10 por minutos y tiempo inspiratorio (Ti) de 3 segundos (50 %), relación inspiración - espiración: 1:1 (R: I/E 1:1) y presión inspiratoria (P insp) de 15 cm de H₂O + PEEP de 20 cm de H₂O por 2 min., con presión inspiratoria pico (PIP) de 35 cm de H₂O.

Antes de iniciar medimos: (Cdyn) ml/cm H₂O = VCE / Presión Pico - PEEP total, la Cdyn esp, la S_O₂, la presión inspiratoria pico (PIP), el VCE (volumen corriente espiratorio), la FC (frecuencia cardiaca) y la TA (tensión arterial). A los dos minutos calculamos la Cdyn, VCE y saturación de oxígeno (S_O₂). Luego, se regresó a los parámetros ventilatorios previos que tenía el paciente (R I/E, P insp, FR, FiO₂), pero con una PEEP 2 cm H₂O por encima de la anterior.

Los parámetros se mantienen de 0,5 a 1 min. Se mide de nuevo la Cdyn, PIP, VCE, S_O₂, TA y FC, y se inicia la próxima maniobra, pero aumentando la PEEP en 5 cm H₂O, hasta un máximo de 40 cm H₂O, que coincide con una PIP de 55 cm H₂O. Estas maniobras se repiten hasta tanto la saturación y la *compliance* vayan aumentando. Cuando esta última no aumente sino disminuya, se llega al punto de inflexión superior.

Determinación de la PEEP óptima (PEEP decremental): con la PEEP en el nivel correspondiente, se comienza a disminuir paulatinamente 1 cm cada 30 segundos. Se mide Cdyn, VCE y SO_2 . Estos parámetros deben aumentar de nuevo para luego disminuir cuando la PEEP se encuentre por debajo del punto de cierre.

Toda maniobra de reclutamiento debe realizarse en un periodo de 20 - 30 min. Después de estabilizado el paciente, la presión pico y/o meseta debe estar por debajo de 30 cm H_2O .

Antes de iniciar el tratamiento y luego de 30 minutos de la maniobra, se determina la relación PaO_2/FiO_2 (presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno) o índice de Kirby y se repite a las 3, 6 u 8 horas después del reclutamiento. En ocasiones, se necesita otro reclutamiento antes de realizar las gasometrías posteriores. Se calcula la *compliance* dinámica específica antes y 5 min. después del reclutamiento.

La maniobra se realiza de 1 a 3 ocasiones diariamente, según las necesidades del paciente, por desreclutamiento (desconexión del equipo por cualquier causa, hiposaturación por secreciones, etc.) y siempre que la hemodinamia permita su realización.

Se definió como efectiva la maniobra de reclutamiento cuando, al aplicarla a los pacientes, más de 80 % presentó mejoría en los índices respiratorios y gasométricos.

El tratamiento de los datos se realizó mediante el empleo de un software de procesamiento estadístico (SPSS), versión 15,0 para Windows. Luego de confeccionar la base de datos, se obtuvieron los resultados y se resumieron en tablas estadísticas. Se determinaron frecuencias absolutas (número de casos) y relativas (porcentajes) en las distribuciones de frecuencia conformadas. Se calculó la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas. Se empleó la prueba T de comparación de medias. Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (R) y el coeficiente de determinación R^2 . Se realizó la prueba chi-cuadrado de independencia entre variables cualitativas y/o cuantitativas discretas y la prueba Z de comparación de proporciones. Para la realización de estas pruebas estadísticas se fijó un nivel de significación alfa igual a 0,05.

RESULTADOS

En el análisis de los volúmenes tidales utilizados, según días de ventilación, se comprobaron diferencias altamente significativas en los primeros cuatro días del reclutamiento, en los que se consiguió un aumento ligero del volumen tidal (Tabla 1).

Tabla 1 - Distribución de los pacientes sometidos a reclutamiento alveolar, según volumen tidal y días de ventilación

Días de ventilación	Volumen Tidal (ml x kg)				Media	D S	Prueba t
	4 a 7		8 a10				
	No.	%	No.	%			
Día 1	32	58,18	23	41,82	7,15	1,606	0,005
Día 2	31	57,41	23	42,59	7,03	1,565	0,009
Día 3	30	57,69	22	42,31	7,12	1,208	0,012
Día 4	27	55,10	22	44,90	7,25	1,187	0,006
Día 5	27	62,79	16	37,21	6,46	1,387	0,289
Día 6	23	60,53	15	39,47	6,67	1,617	0,137
Día 7	20	57,14	15	42,86	6,73	1,33	0,061
Día 8	18	58,07	13	41,93	6,72	1,42	0,305
Día 9	17	56,67	13	43,33	6,4	1,264	0,367
Día 10	17	60,71	11	39,29	6,25	1,388	0,640

Los niveles de PEEP óptima requeridos fueron mucho más altos después de la titulación de la PEEP por el método decremental. Estos resultados demuestran la importancia que tiene la realización de la maniobra de reclutamiento alveolar precozmente en el paciente con SDRA para la titulación de la PEEP óptima: es más efectiva en las primeras 72 horas (fase exudativa de la enfermedad) (Tabla 2). En la comparación de la PEEP utilizada antes y después del reclutamiento, hubo un elevado índice de relación con el primer reclutamiento en los tres primeros días (Tabla 2a).

Tabla 2 - La presión positiva al final de la espiración en los pacientes sometidos a reclutamiento alveolar, según día y frecuencia del reclutamiento

PEEP	Día 1			
	Antes		Después	
	Media	D.S	Media	DS
1 ^{er} R	10,02	3,32	11,77	3,85
2 ^{do} R	14,22	4,99	14,33	5,07
3 ^{er} R	16,50	6,36	17,00	5,65
4 ^{to} R	21,50	0,70	21,50	0,70
PEEP	Día 2			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	11,19	3,79	14,30	4,80
2 ^{do} R	13,71	5,02	13,14	6,00
3 ^{er} R	13,50	6,13	13,25	6,39
4 ^{to} R	10,50	4,94	10,50	4,94
PEEP	Día 3			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	12,16	4,26	14,15	13,43
2 ^{do} R	12,16	4,26	14,15	13,43
3 ^{er} R	8,50	0,70	8,50	0,70

Tabla 2a - Procesamiento estadístico para el primer reclutamiento

Estadísticos	Día 1		Día 2		Día 3	
	t	P	t	p	t	p
Primer R	-.543	0,001	3,06	0,022	-.967	0,000

R: Reclutamiento.

Se incrementó el índice de Kirby después de cada maniobra de reclutamiento realizada. Los incrementos del índice fueron más leves fundamentalmente durante el primero; el segundo y el tercer día (Tabla 3). Se apreciaron diferencias significativas en los tres reclutamientos efectuados el primer día en relación con los valores de PaO₂ / FiO₂, antes y después de realizadas las maniobras de reclutamiento alveolar (Tabla 3a).

Tabla 3 - Índice de Kirby en los pacientes sometidos a reclutamiento alveolar, según día y frecuencia del reclutamiento

PaO ₂ / FiO ₂	Día 1 n= 55			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	128,9	49,3	235,5	92,6
2 ^{do} R	117,3	88,4	248,6	62,3
3 ^{er} R	170,0	89,4	235,0	85,0
P/F	Día 2 n= 54			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	215,2	82,2	201,6	135,0
2 ^{do} R	192,4	154,0	204,5	121,7
3 ^{er} R	143,2	62,1	159,5	101,1
P/F	Día 3 n= 52			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	222,7	73,5	205,3	91,5
2 ^{do} R	241,5	13,4	209,5	150,1
3 ^{er} R	251,0	56,5	361,0	39,2

Tabla 3a - Significación estadística del Índice de Kirby, según reclutamientos de los tres primeros días

Estadísticos	Día 1	Día 2	Día 3
	p	p	p
Primer R	0,0000	0,6185	0,5271
Segundo R	0,015	0,7334	0,2479
Tercer R	0,0001	0,4496	0,000

R: Reclutamiento.

En la [tabla 4](#) se muestran los valores de la *compliance* dinámica específica (C_{dyns}), antes y después del reclutamiento, durante los tres primeros días. Se pueden observar valores de alta significación estadística para el primer reclutamiento realizado en los tres primeros días del SDRA (p= 0,009; 0,009; 0,05 respectivamente) ([Tabla 4a](#)). Se comprobó que la maniobra de reclutamiento aplicada a pacientes con SDRA en la etapa temprana fue

beneficiosa pues hubo una mejoría significativa y prolongada de la oxigenación. Los cambios en la Cdyns, unido a la mejoría de la relación PaO₂/FiO₂, nos indican que el pulmón ha sido reclutado.

Tabla 4 - *Compliance* pulmonar en los pacientes sometidos a reclutamiento alveolar, según día y frecuencia del reclutamiento

<i>Compliance</i>	Día 1			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	0,30	0,11	0,23	0,11
2 ^{do} R	0,48	0,92	0,55	0,10
3 ^{er} R	0,32	0,45	0,44	0,33
<i>Compliance</i>	Día 2			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	0,43	0,17	0,32	0,17
2 ^{do} R	0,42	0,69	0,32	0,51
3 ^{er} R	0,48	0,14	0,44	0,11
<i>Compliance</i>	Día 3			
	Antes		Después	
	Media	DS	Media	DS
1 ^{er} R	0,48	0,41	0,33	0,15
2 ^{do} R	0,31	0,15	0,39	0,14
3 ^{er} R	0,63	0,15	0,62	0,22

Tabla 4a - Significación estadística de la *compliance*, según reclutamientos de los tres primeros días

Estadísticos	Día 1/p	Día 2/p	Día 3/p
Primer R	0,0097	0,0096	0,0535
Segundo R	0,6574	0,4994	0,0344
Tercer R	0,1669	0,195	0,8352

R: Reclutamiento.

En cuanto a la evolución de los pacientes, según el tipo de SDRA, se pudo observar que no hubo diferencias significativas relacionadas con la mortalidad, la cual fue de un 23,64 % (13 fallecidos), baja en comparación con la que describe en el mundo. El comportamiento de los pacientes con SDRA primario y secundario frente a la ventilación mecánica no es el mismo.^(4,5,6,7) Sin embargo, no se encontraron en nuestra investigación diferencias en la etapa temprana de la enfermedad entre SDRA primario y secundario. Los dos tipos se beneficiaron por igual, con una supervivencia al día 28 de un 76,20 % para el SDRA primario o pulmonar, y de 76,48 % para el SDRA secundario o extrapulmonar (Tabla 5).

Tabla 5 - Evolución de los pacientes según tipo de SDRA

Tipo de SDRA	Evolución					
	Vivo		Fallecido		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Pulmonar	16	54,28	5	14,29	21	68,57
Extrapulmonar	26	25,72	8	5,71	34	31,43
Total	42	76,36	13	23,64	55	100

X² de Pearson: 0,048. p: 0,827

DISCUSIÓN

La ventilación protectora se ha convertido en un arma terapéutica eficaz en el tratamiento de los pacientes con SDRA. La ventilación con volúmenes tidales altos mantiene una buena oxigenación, pero destruye la vía aérea terminal y las paredes alveolares por el reclutamiento - desreclutamiento cíclico, cuando, además de volúmenes altos, se aplica baja PEEP, no solo por el cizallamiento mecánico que esto implica, sino por la activación consecuente de citoquinas que ocasiona daño pulmonar.

Al ventilar un paciente con volúmenes tidales bajos y PEEP adecuada, se mantiene abierto el alveolo y la vía aérea tanto en inspiración como en espiración. Con ello además de evitar que ocurra el cizallamiento y la lesión inducida por la ventilación, se garantiza una mejor

oxigenación, ya que el alveolo reclutado está abierto y oxigenado en la espiración, que es el momento del ciclo respiratorio en que ocurre el intercambio gaseoso alveolo - capilar.^(8,9)

Existen investigaciones en las que se ha conseguido mejorar la supervivencia de los pacientes sometidos a una modalidad ventilatoria de bajo V_t ,^(10,11) mientras otros no la consiguen.⁽¹²⁾ Con vista a evaluar los volúmenes de ventilación alveolar, algunos autores utilizaron métodos basados en estudios tomográficos que, por razones obvias, resultaron muy difíciles de aplicar en la mayoría de los pacientes críticos.^(13,14)

Los valores de PEEP y presión media en la vía aérea utilizados en nuestros pacientes fueron altos. Estos resultados coinciden con observaciones recientes que indican que en el SDRA se necesitan valores altos de presión para abrir áreas pulmonares colapsadas.⁽¹³⁾ *Gattinoni* y otros, en un estudio de pacientes con SDRA y control tomográfico, plantearon que es necesario alcanzar presiones meseta de 45 cm H₂O para airear las regiones pulmonares más declives y, por lo tanto, más colapsadas.⁽¹⁴⁾

Estas cifras de PEEP, obtenidas por el método decremental después del reclutamiento, para buscar el punto de cierre alveolar, son más fidedignas cuando se utiliza la *compliance* para su titulación. *Hickling K* plantea que, para utilizar la *compliance* como guía en busca de una mejor PEEP, es necesario primero intentar abrir la mayor cantidad de alvéolos posibles mediante una maniobra de reclutamiento que permita alcanzar presiones en la vía aérea capaces de superar las presiones críticas de apertura del mayor número de unidades alveolares (45 - 60 cm H₂O).⁽¹⁵⁾

Al comparar los estudios de *Amato MB*^(10,16) y *SDRA Network* y otros,⁽¹²⁾ en relación con el nivel de PEEP de sus de pacientes estudiados con la estrategia protectora de la ventilación mecánica, se notaron diferencias importantes. En primer lugar, *Amato* utilizó valores de PEEP mucho más altos ($16,3 \pm 0,7$ vs $9,4 \pm 3,6$ cm H₂O) y, en segundo lugar, la diferencia en el nivel de PEEP entre los grupos con ventilación convencional y con estrategia protectora del estudio brasileño es mayor que la observada entre los dos grupos con SDRA Network ($9,4$ vs $0,8$ cm H₂O). El valor de PEEP utilizado fue arbitrario a partir de una escala de necesidad de FiO₂ (10 cm H₂O de PEEP eran sostenidos aún con FiO₂ iguales a 0,7). Esta diferencia en los niveles de PEEP, utilizados en ambos grupos, serían las razones

que justificarían el importante impacto en la mortalidad de la ventilación protectora que preconiza *Amato MB*.^(10,16)

Los mecanismos causantes del incremento de la PaO₂, al aplicar la maniobra de reclutamiento alveolar, serían: la mejoría de la C_d y el aumento del V_t a un mismo valor de presión control, ambos mantenidos después de 30 min de finalizada la maniobra, sin realizar cambios en el modo ventilatorio con respecto al basal. *San Román* y otros obtuvieron también una mejoría altamente significativa de la PaO₂/FIO₂, *compliance* y volumen corriente espiratorio en relación con la medición de esos parámetros, antes de realizar una maniobra de reclutamiento a 18 pacientes con SDRA.⁽¹⁷⁾ Sin embargo, no hay datos en la bibliografía que convaliden el aumento del V_t como expresión de reclutamiento alveolar.

Como demostraron *Rothen* y otros la alta concentración de oxígeno en el gas inspirado predispone a la recurrencia de atelectasias después de la maniobra de reclutamiento.⁽¹⁸⁾ En esta investigación se utilizó durante la maniobra una FiO₂ de uno con el criterio de evitar riesgos en caso de *shock* o intolerancia a la maniobra. Posterior a la maniobra, se regresó al valor basal de FiO₂ previo a la maniobra, aunque, al revisar la literatura, solo se ha podido demostrar los fenómenos de atelectasia por reabsorción con el uso de altas fracciones inspiradas de oxígeno durante períodos prolongados de tiempo, con el consiguiente efecto *shunt* y una bronquitis hiperóxica. En ningún estudio anatomopatológico se ha podido demostrar una lesión supuestamente tóxica, característica de daño alveolar difuso en relación con el empleo de FiO₂.^(19,20)

Recientemente, *Hickling* postuló, en un modelo matemático de SDRA, aplicando incrementos progresivos de PEEP y luego descenso, que la PEEP óptima debería titularse en base a la *compliance* dinámica, durante la fase de descensos de PEEP.⁽¹⁵⁾

Suárez-Sipman, de la Fundación Jiménez de Hospital de Madrid, observó que, ante un incremento de PEEP, se puede evaluar con mayor fidelidad la sobredistensión y la PEEP óptima mediante la *compliance* en lugar de la oxigenación. El estudio tomográfico fue realizado para calcular el porcentaje de colapso. Aun cuando la oxigenación comienza a disminuir, no se aprecia colapso en la tomografía.⁽³⁾ El punto de máxima *compliance*

corresponde a 2 % de colapso. Ello indica que este simple parámetro puede ser calculado al lado de la cama del enfermo, no es invasivo y puede constituir una herramienta útil en la titulación de la PEEP óptima en los protocolos de PEEP decremental.

Existe la evidencia creciente de que la mortalidad por SDRA ha disminuido durante la última década. Muchos estudios han informado datos que demuestran una proporción de mortalidad en pacientes con SDRA de 30 % - 40 %.^(5,10,11,12) Este resultado contrasta con estudios de la serie de los años noventa en los que la tasa de mortalidad era frecuente de 50 % - 90 %.

Las razones exactas de esta probable mejoría pueden estar relacionadas con mejoras en el tratamiento de la enfermedad subyacente, tratamientos más efectivos para la sepsis, cambios en los métodos de ventilación mecánica (como el empleo de la ventilación protectora y las maniobras de reclutamiento alveolar, entre otras), una mejoría en los cuidados de soporte en pacientes críticamente enfermos y una definición más precisa de la enfermedad.

La aplicación precoz de la maniobra de reclutamiento alveolar en el paciente pediátrico con SDRA es efectiva por lograr una mejoría significativa y prolongada en la oxigenación, evidenciada por los cambios positivos ocurridos en la relación PaO_2/FIO_2 , en la C_{dyn} específica y el aumento del V_t a un mismo valor de presión control.

El reclutamiento alveolar, unido a la utilización de los parámetros de la ventilación protectora; constituyen una terapéutica efectiva en el tratamiento aplicado al paciente pediátrico con SDRA en la etapa temprana pues contribuye, de forma positiva, a la reducción de la mortalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ashbaugh DG, Petty TL, Bigelow DB. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967;2:319-23.

2. Suárez-Sipmann F, Böhm S, Tusman G. Use of dynamic compliance for open lung positive end-expiratory pressure titration in an experimental study. *Crit Care Med.* 2007;35:214-21.
3. Suárez-Sipmann F. Utilidad de las maniobras de reclutamiento (PRO). *Med Intensiva.* 2009;33(3):134-8.
4. Donoso FA, Arriagada SD, Díaz RF, Cruces RP. Estrategias ventilatorias ante el niño con síndrome de distress respiratorio agudo e hipoxemia grave. *Gac Med Mex.* 2015;151:75-84.
5. Matthay MA, Ware LB, Zimmerman GA. The acute respiratory distress syndrome. *J Clin Invest.* 2012;122:2731-40.
6. Cardinal-Fernández P, Esteban A, Thompson BT, Lorente JA. ARDS: lessons learned from the heart. *Chest.* 2015;147:7-8.
7. Cardinal Fernández P, Correger E, Villanueva J, Rios F. Acute Respiratory Distress: from syndrome to disease. *Med Intensiva.* 2016;40:169-75.
8. Janz DR, Ware LB. Approach to the patient with the acute respiratory distress syndrome. *Clin Chest Med.* 2014;35:685-96.
9. Algaba Á, Nin N, GT-IRA de la SEMICYUC. Maniobras de reclutamiento alveolar en el síndrome de distrés respiratorio agudo. *Med Intensiva.* 2013;37(5):355-62.
10. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338:347-54.
11. Acute Respiratory Distress Syndrome Network; Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, et al. The Acute Respiratory Distress Network. Ventilation with Lower Tidal Volumes as compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and The Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301-8.
12. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ, et al; Lung Open Ventilation Study Investigators. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment

maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;299:637-45.

13. Suzumura EA, Figueiró M, Normilio-Silva K. Effects of alveolar recruitment maneuvers on clinical outcomes in patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2014;40:1227-40.

14. Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri VM, Quintel M, et al. Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2006;354:1775-86.

15. Hickling KG. Best compliance during a decremental, but not incremental, positive end-expiratory pressure trial is related to open-lung positive end-expiratory pressure: a mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163:69-78.

16. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Schettino G, Lorenzi Filho G, Kairalla RA, et al. Beneficial effects of the "open lung approach" with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(12):1835-46.

17. San Román JE, Giannasi SE, Ávila R, Saldarini F, Perman M, Butera M, et al. Efectos fisiológicos de una maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con SDRA en etapa precoz. *Med Intensiva*. 2003;27(10):662-822.

18. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hogman M, Hedenstierna G. Influence of gas composition on recurrence of atelectasis after a reexpansion maneuver during general anesthesia. *Anesthesiology*. 1995;82:832-42.

19. Gordo Vidal F, Delgado Arnaiz C, Calvo Herranz E. Lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica. *Med Intensiva*. 2007;31(1):18-26.

20. Tagarro García A, Moreno Pérez D, Andrés Martín A, Moreno Galdó A. ¡Atención!, el oxígeno solo es maquillaje. Respuestas de los autores. *An Pediatr (Barc)*. 2016;84(6):353-54.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Yamilet Segredo Molina. Concepción de la investigación. Redacción del artículo.

José Manuel Cartaya Irastorza. Concepción de la investigación.

Katya Bilbao González. Lectura y aprobación del informe final.

Luis Enrique Rovira Rivero. Lectura y aprobación del informe final.

Idalis Álvarez González. Lectura y aprobación del informe final.

Yoandra Acevedo Rodríguez. Lectura y aprobación del informe final.