

---

## TRABAJOS ORIGINALES

Hospital Universitario "Calixto García Iñiguez".  
J y Universidad, Vedado, municipio Plaza de la  
Revolución, La Habana. Cuba.



### **Maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo**

### **Recruitment alveolar sequential maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome**

Dr. Arlenis San Martín Echemendía<sup>1</sup>, Dr. Alfredo Triolet Gálvez<sup>2</sup>, Dra. Mayra Sánchez León<sup>3</sup>

---

#### **Resumen**

**Introducción:** La ventilación mecánica a pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo constituye una práctica frecuente y un reto para los médicos que tienen a su cargo el manejo de estos enfermos, por lo que la búsqueda de alternativas que mejoren su pronóstico debe ser incesante.

**Objetivo:** Evaluar la efectividad de la maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo en etapa temprana de evolución.

**Método:** A 13 pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo temprano, se les realizó una maniobra de reclutamiento con valores crecientes de PEEP y presión inspiratoria, hasta que la presión media de la vía aérea alcanzó 40 mbar, valor previamente definido para detener el incremento de la PEEP y de la presión inspiratoria. Las variables numéricas se expresaron como media con su desviación estándar. Se consideró como estadísticamente significativo, una  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Después de la maniobra, a iguales valores de ventilación controlada por presión y PEEP, mejoró la distensibilidad del sistema respiratorio (53,08 frente a 34,69 ml/mbar:  $p < 0,001$ ), la  $PaO_2/FiO_2$  (211,19 frente a 162,11 mmHg  $p < 0,001$ ) y aumentó el volumen corriente (5,79 a 6,41 ml/kg  $p < 0,001$ ). Un total de 4 pacientes presentaron hipotensión arterial durante la maniobra de reclutamiento alveolar (26,66 %). No se detectó barotrauma en ningún paciente.

**Conclusiones:** La maniobra de reclutamiento alveolar escalonada aplicada a pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo temprano, es segura y beneficiosa para lograr una mejoría significativa y prolongada de la oxigenación.

**Palabras clave:** ventilación mecánica, reclutamiento alveolar, presión inspiratoria, barotrauma.

## Abstract

**Introduction:** The mechanic ventilation to patients with acute respiratory distress syndrome constitutes a frequent practice and a challenge to the doctors that have to attend the handling of these sick persons and because of this the search of alternatives that to improve their presage should be incessant.

**Objective:** To evaluate the effectiveness of the recruitment alveolar sequential maneuver in patients with an acute respiratory distress syndrome in an early stage of evolution.

**Method:** A recruitment maneuver with growing values of PEEP and inspiratory pressure was carried out to 13 patients with early acute respiratory syndrome until the airway half pressure reached 40 mbar, a value previously defined in order to stop the increment of the PEEP and inspiratory pressure. The numeric variables were expressed as a half with their standard deviation. A significant statistic was considered with a  $p < 0,05$ .

**Results:** After the maneuver, to equal values of controlled ventilation by pressure and PEEP, the elasticity of the breathing system got better (53,08 against 34.69 ml/mbar:  $p < 0,001$ ), the PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub> (211,19 against 162.11 mmHg  $p < 0,001$ ) and the average volume increased (5,79 to 6.41 ml/ kg  $p < 0,001$ ). Four patients presented arterial hypotension during the alveolar recruitment maneuver (26,66%). Barotrauma was not detected in any patient.

**Conclusions:** The recruitment alveolar sequential maneuver applied to patient with acute respiratory distress syndrome is sure and beneficial in order to achieve a significant and lingering improvement of the oxygenation.

**Key words:** mechanic ventilation, alveolar recruitment, inspiratory pressure, barotrauma.

---

<sup>1</sup> Residente de tercer año de Medicina Intensiva y Emergencia.

<sup>2</sup> Especialista de segundo grado en Medicina Interna. Especialista de segundo grado en Medicina Intensiva y Emergencia. Máster en Urgencias Médicas en Atención Primaria. Profesor auxiliar.

<sup>3</sup> Especialista de segundo grado en Medicina Interna. Diplomado en Cuidados Intensivos del Adulto. Profesora Auxiliar de Medicina Interna. Máster en Aterosclerosis. Máster en Infectología.

**Correspondencia:** [arlenis@infomed.sld.cu](mailto:arlenis@infomed.sld.cu)

---

## Introducción

En la segunda mitad de los años sesenta se publicaron varios estudios que mostraban la relación entre la respiración con fracciones inspiradas de oxígeno elevadas y la destrucción de los neumocitos que tapizan la pared alveolar. En 1967, Ashbaugh, Petty y colaboradores, definieron el síndrome de distress respiratorio del adulto como "enfermedad aguda manifestada por disnea, taquipnea, hipoxemia refractaria a terapia con oxígeno, descenso de la distensibilidad pulmonar y evidencia de infiltrados alveolares difusos en las radiografías de tórax".<sup>1</sup>

El síndrome de distress respiratorio agudo (SDRA) es una entidad nosológica asociada con una alta morbilidad y mortalidad.<sup>2</sup> Este se caracteriza por el inicio agudo de un daño de la membrana alvéolo-capilar, acompañado de un incremento significativo de la permeabilidad de la misma.<sup>3</sup>

Desde la descripción original del síndrome, la ventilación mecánica con presión positiva espiratoria final (PEEP) forma parte de la estrategia fundamental del tratamiento. Amato y colaboradores, demostraron una mejoría en la supervivencia en pacientes con SDRA, en los que se practicaron técnicas de apertura pulmonar a través del empleo de valores altos de PEEP.<sup>4</sup> El uso de la PEEP, (del inglés positive end-expiratory pressure) abre las unidades alveolares durante la espiración, de forma tal que evita su colapso, homogenizando el parénquima y disminuyendo la elongación del esqueleto alveolar al prevenir, el abrir y cerrar, de forma cíclica las unidades alveolares. Sin embargo, la determinación del nivel óptimo de PEEP sigue siendo materia de controversia en los últimos años.<sup>5</sup> Las maniobras de reclutamiento alveolar (MRA) consisten en incrementos transitorios de la presión media en la vía aérea aplicados con el fin de reclutar unidades alveolares colapsadas. En pacientes adultos sometidos a ventilación mecánica existen distintos protocolos para su aplicación en el SDRA y la lesión pulmonar aguda.<sup>6</sup>

Este estudio tiene por objetivo evaluar las diferentes variaciones en la mecánica pulmonar, así como las variaciones en los parámetros de oxigenación y hemodinámicos analizados, con la aplicación de una maniobra de reclutamiento alveolar escalonada, deteniendo el incremento de la PEEP una vez se alcance el valor de presión media en la vía aérea (PMA) de 40 mbar, en diversos pacientes con SDRA en etapa precoz. Se considera que la PMA representa el valor medio de presión durante un tiempo y está relacionada con el efecto estabilizante del alvéolo y con los efectos hemodinámicos de la presión positiva en la ventilación mecánica asistida,<sup>7</sup> esta se correlaciona con la oxigenación y a su vez depende de varios factores como son el tiempo inspiratorio, la presión inspiratoria pico, la frecuencia respiratoria y la PEEP, su valor normal en pulmones sanos varía entre 10 y 18 mbar.<sup>8</sup>

$$PMA = [(PIP - PEEP) \times TI \times FR]/60 + PEEP$$

Donde PIP es la presión inspiratoria pico, TI el tiempo inspiratorio y FR es la frecuencia respiratoria.

Los aumentos de la PMA pueden tener efectos variables, que dependerán de la ventilación minuto y de la disminución del gasto cardiaco por disminución del retorno venoso que esta puede producir. Es por tanto una meta de este trabajo disminuir la incidencia de efectos adversos hemodinámicos generados por el incremento no controlado de la PMA, al establecer en la MRA el valor de 40 mbar como punto de corte para lograr el mejor equilibrio entre la optimización de la oxigenación y la ocurrencia de efectos hemodinámicos deletéreos.

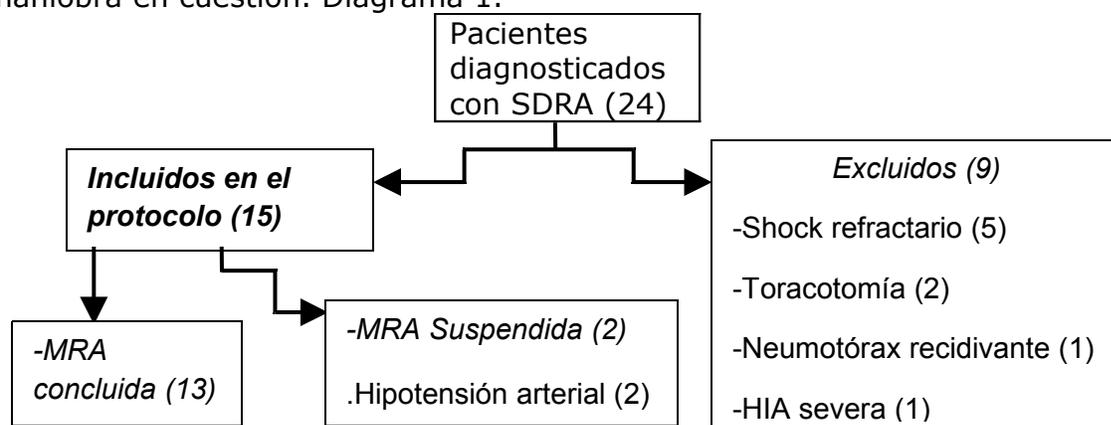
## Objetivos

1. Evaluar la efectividad de la maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con síndrome de distress respiratorio agudo.
2. Determinar el impacto de la maniobra de reclutamiento alveolar sobre la oxigenación, la mecánica del sistema respiratorio y los parámetros hemodinámicos en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo en etapa temprana de la evolución.

## Material y método

Para la ventilación basal se utilizaron respiradores Savina (Dräger), utilizándose el régimen ventilatorio de base del paciente (IPPV ó BIPAP), cuidando de mantener un volumen tidal de 5 a 6 ml/kg, presión inspiratoria de hasta 35 mbar, con frecuencia respiratoria programada de 12 a 14 respiraciones por minuto y tiempo inspiratorio para garantizar la relación inspiración-espíración de 1:2. Se garantizó durante 30 minutos previos a la realización de la prueba una PEEP de 5 mbar y se mantuvo la FiO<sub>2</sub> basal, después de lo cual se tomaron las muestras para el estudio hemogasométrico. Posterior a este momento se practicó la maniobra de reclutamiento alveolar.

De un universo de 24 pacientes, fueron excluidos del estudio 9 de ellos, en 15 pacientes se inició la MRA, y en 13 de estos últimos se pudo dar término a la maniobra en cuestión. Diagrama 1.



**Diagrama 1. Diagrama de flujo de pacientes con diagnóstico de SDRA.**

Legenda: HIA: Hipertensión intraabdominal. MRA: Maniobra de reclutamiento alveolar.

Los pacientes incluidos que dieron su consentimiento presentaban SDRA de temprana evolución (< 3 días) e hipoxemia grave con PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 220 mmHg evaluada con PEEP 5 mbar. Se tomaron como criterios de exclusión de la investigación los siguientes:

- ✓ Pacientes con trauma craneoencefálico con presión intracraneal elevada.
- ✓ Pacientes con trauma de tórax abierto.
- ✓ Pacientes con neumotórax.
- ✓ Pacientes con shock.
- ✓ Pacientes con hipertensión intraabdominal.
- ✓ Pacientes con arritmias que conlleven compromiso hemodinámico.
- ✓ Pacientes embarazadas.

Todos los participantes fueron debidamente informados del procedimiento a realizar, y en aquellos que presentaron depresión del nivel de conciencia, con poca cooperación, dicha información se les brindó a sus familiares para obtener su consentimiento. Los pacientes escogidos se mantuvieron bajo continua monitorización de parámetros vitales, con el monitor de parámetros clínicos DOCTUS VI-VII, se evaluaron los siguientes parámetros:

- Ritmo y frecuencia cardíaca.
- Saturación arterial de oxígeno medida por pulsioximetría.
- Ritmo respiratorio.
- Presión arterial.

Fueron monitorizados de forma constante durante la puesta en práctica de la maniobra de reclutamiento alveolar, y hasta 15 minutos después de finalizada esta, los siguientes parámetros ventilatorios:

- Presión pico en vía aérea.
- Volumen corriente espiratorio.
- Presión media en la vía aérea.
- Presión positiva al final de la inspiración
- Resistencia de la vía aérea.
- Compliance.
- Flujo inspiratorio pico.
- Frecuencia respiratoria

Durante el tiempo que duró la maniobra, los pacientes estuvieron bajo los efectos de sedación profunda.

Descripción de la maniobra de reclutamiento alveolar

1- Modo de ventilación: IPPV ó BIPAP.

Con el paciente en decúbito supino y elevación de la cabecera de 30 grados, la frecuencia respiratoria se ajustó para mantener relación inspiración-espriación 1:2. Volumen corriente de 5-6 ml kg de peso ideal. PEEP basal. Se incrementó FiO<sub>2</sub> a 1. Se realizaron incrementos escalonados de PEEP de 2 mbar sobre PEEP inicial con intervalo de tiempo de 3 minutos entre cada incremento de esta, manteniendo diferencia de PEEP con presión inspiratoria de 15 mbar. Se continuaron los incrementos sucesivos de PEEP y presión inspiratoria cada tres minutos hasta lograr presión media en vía aérea de 40 mbar, una vez alcanzada dicha presión se mantuvieron los valores de PEEP y presión inspiratoria durante 3 minutos.

2- Titulación de la PEEP: Posteriormente se redujo progresivamente la PEEP y la presión inspiratoria en 2 mbar, de forma desescalonada, con intervalo de 30 segundos. El descalonamiento de la PEEP se detuvo cuando se reconoció la mayor compliance dentro de los 30 mbar de presión meseta.

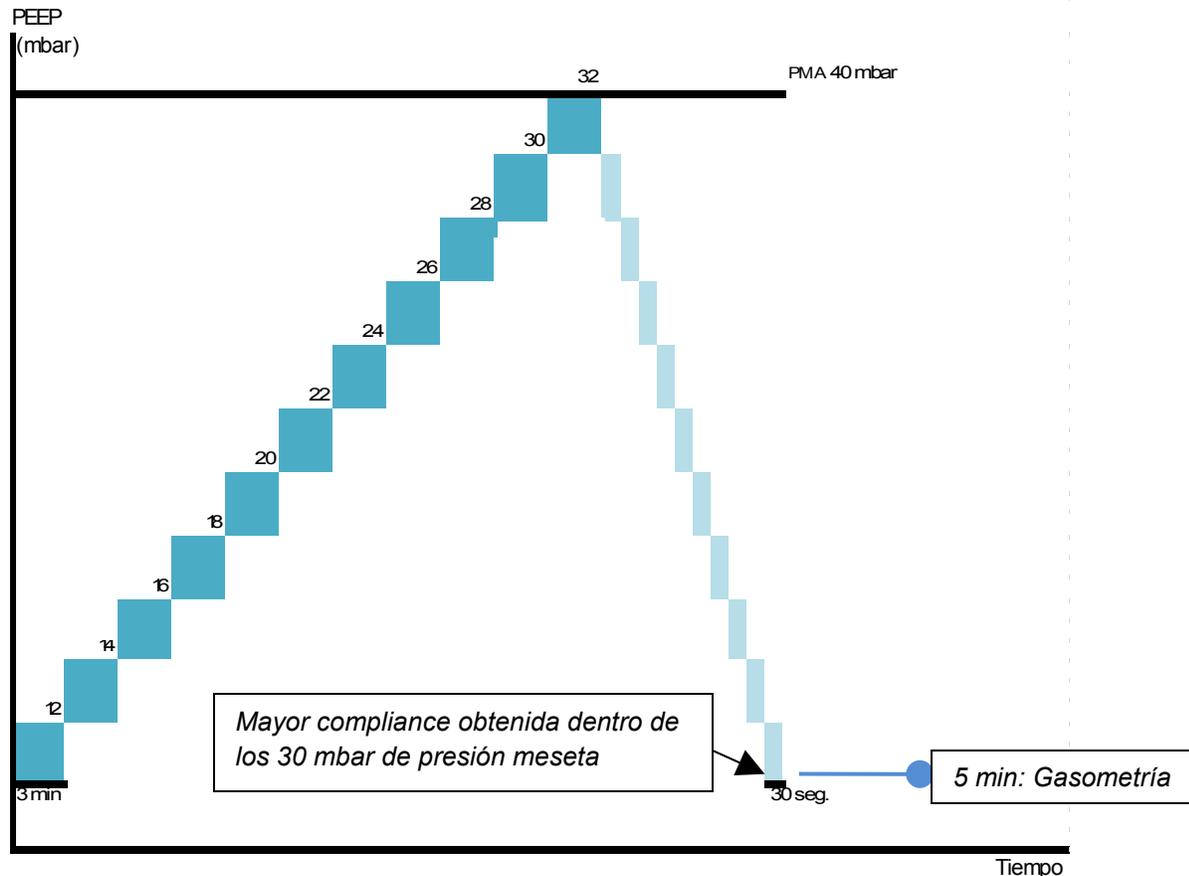
En la totalidad de los pacientes se realizó control hemogasométrico a los 5 minutos de terminada la maniobra. (Figura 1).

Mediciones

En todos los pacientes se realizaron las siguientes mediciones: a) presión media en vía aérea (PMA); b) presión pico en vía aérea (PIP); c) volumen corriente espirado (Vte); d) volumen minuto (Vmin); e) frecuencia respiratoria; f) flujo pico (Fpico); g) resistencia en la vía aérea; h) compliance (Cst); i) presión arterial; j) frecuencia cardíaca; k) oximetría de pulso, durante cada uno de los incrementos de PEEP y presión inspiratoria, además de los valores de dichas variables previa y posterior puesta en práctica de la maniobra de reclutamiento alveolar. Se recogió además a) PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>; b) PCO<sub>2</sub>; c) gradiente alvéolo-arterial de O<sub>2</sub>; d) índice de oxigenación, previa y posterior puesta en práctica de la maniobra de reclutamiento escalonada. Entre otros datos que se obtuvieron figuraron los siguientes: a) nombre; b) edad; c) sexo; d) raza; e) número de historia clínica; f) diagnósticos principales; g) mecanismo causal del SDRA; h) APACHE II; <sup>9</sup> i) días de ventilación mecánica; j) horas desde el inicio del SDRA; k) puntuación de lesión pulmonar aguda de

Murray;<sup>10</sup> l) estado del paciente a los 7 días (de practicada la maniobra en cuestión); m) complicaciones.

**Figura 1. Representación esquemática de la MRA utilizada. PMA: Presión media en la vía aérea. PEEP: Presión positiva al final de la espiración**



pacientes con SDRA secundario (38,5 %). Un total de 6 pacientes con neumonía (46,2 %) y 4 con septicemia (30,8 %), puntuación de Murray promedio de 2,5 [0,4]; 4,9 días de ventilación mecánica [2,8] y 36,0 [26,4] horas de evolución del SDRA. (Tablas 1 y 2).

**Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los pacientes al ingreso en el protocolo.**

No.	Edad	Sexo	Apache II	Tipo de lesión	Días VM	Horas SDRA	PO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	Murray
1	50	F	23	P	10	72	212	2,5
2	39	M	5	S	6	12	189	2,6
3	60	M	8	S	4	60	208	2,0
4	52	F	14	P	1	12	175	2,0
5	71	M	10	P	8	12	140	2,7
6	46	M	19	P	5	72	164	2,5
7	50	F	23	P	9	48	146	2,5
8	45	M	20	S	5	72	144	3,0
9	44	M	20	S	4	48	148	3,0
10	45	F	19	P	3	24	92	3,0
11	35	M	28	P	4	12	195	2,5
12	60	M	8	S	2	12	189	2,0
13	45	F	19	P	2	12	106	2,8

Fuente: Modelo de recolección de datos P: primario, S: secundario, VM: Ventilación Mecánica, Murray: Lung injury Score de Murray

**Tabla 2. Diagnósticos principales de los pacientes al ingreso en el protocolo.**

No.	Diagnósticos
1	Hematoma subdural agudo, neumonía asociada a la ventilación
2	Trauma raquímedular, fractura de vértebras cervicales C4 y C5 operado
3	Peritonitis fecaloidea
4	Bronconeumonía bacteriana nosocomial
5	Miastenia gravis, neumonía aspirativa
6	SIDA, neumonía asociada a la ventilación
7	Hematoma subdural agudo, neumonía asociada a la ventilación
8	Absceso pancreático
9	Pancreatitis aguda
10	Tuberculosis pulmonar, enfermedad renal aguda, EPOC
11	Intoxicación por carbamazepina, bronconeumonía aspirativa
12	Peritonitis fecaloidea
13	Neumonía asociada a la ventilación, enfermedad renal aguda

Fuente: Modelo de recolección de datos. EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

*Mecánica pulmonar (Valores medios).* Una vez alcanzado el cenit de la maniobra de reclutamiento alveolar, la PIP fue de 49,23 mbar (basal 28,23 mbar), PEEP 32,08 mbar (basal 8,92 mbar), PMA 40,15 mbar (basal 15,08 mbar), Vte de 3,58 ml/Kg

(basal 5,79 ml/Kg), Vmin 6,36 L/min (basal 8,43 L/min), Fpico 54,15 L/min (basal 67,08 L/min), Cst 19,0 ml/mbar (basal 34,69 ml/mbar), resistencia en vías aéreas 15,0 mbar/L/seg (basal 12,15 mbar/L/seg). Al término de la maniobra se observó la PIP en 28,38 mbar, PEEP 9,31 mbar, PMA 16,36 mbar, Vte 6,41 ml/Kg, Vmin 9,14 L/min, Fpico 68,69 L/min, Cst 53,08 ml/mbar, resistencia en vías aéreas 13,62 mbar/L/seg. (Tabla 3).

*Variaciones del Volumen corriente y Volumen minuto (Valores medios).* En la cúspide de la maniobra de reclutamiento alveolar se obtuvo una disminución del Vte en 2,21 ml/Kg, y del Vmin de 2,07 L/min. Al término de la maniobra se obtuvo un incremento del Vte en relación al basal de 0,66 ml/Kg (5,79 ml/Kg a 6,45 ml/Kg) y del flujo (Vi) en 0,71 L/min (8,43 L/min – 9,14 L/min). En 8 pacientes se observó un aumento del Vte al finalizar la maniobra (61,54 %), en un paciente permaneció sin variación (7,69 %), y sufrió una disminución en 4 pacientes (30,77 %), con respecto al Vte basal. En relación al Vmin se obtuvo un incremento de este en 9 pacientes (69,23 %), permaneció igual en 1 paciente (7,69 %), y disminuyó su valor con respecto al Vmin basal en 3 pacientes (23,08 %).

**Tabla 3. Valores antes del inicio de la maniobra de reclutamiento, en el pico de la maniobra y al final de la maniobra.**

Parámetro (Um)	Basal [DS]	Maniobra [DS]	Pos-maniobra [DS]
PEEP (mbar)	8,92 [1,89]	32,08 [2,29]	9,31 [1,70] (NS)
PIP (mbar)	28,23 [4,53]	49,23 [2,13]	28,38 [3,15] (NS)
PMA (mbar)	15,08 [2,18]	40,15 [0,38]	16,36 [2,87] (NS)
Vte (ml)	427,38 [70,62]	264,54 [60,31]	473,62 [89,86] (**)
Vte (ml/kg)	5,79 [1,18]	3,58 [0,83]	6,45 [1,29] (**)
Vmin (l/min)	8,43 [2,78]	6,36 [1,92]	9,14 [2,23] (*)
R (mbar/L/seg)	12,15 [3,19]	15,0 [5,48]	13,62 [4,87] (NS)
Cst (ml/mbar)	34,69 [9,15]	19,0 [6,95]	53,08 [15,78] (**)
Fpico(l/min)	67,08 [11,58]	54,15 [12,25]	68,69 [16,86] (NS)
PAS (mmHg)	127,31 [19,71]	124,69 [26,79]	135,15 [21,18] (*)
PAD (mmHg)	75,23 [10,76]	75,15 [15,69]	81,85 [13,29] (*)
FC (lpm)	105,62 [20,02]	113,31 [15,79]	110,92 [17,84] (*)

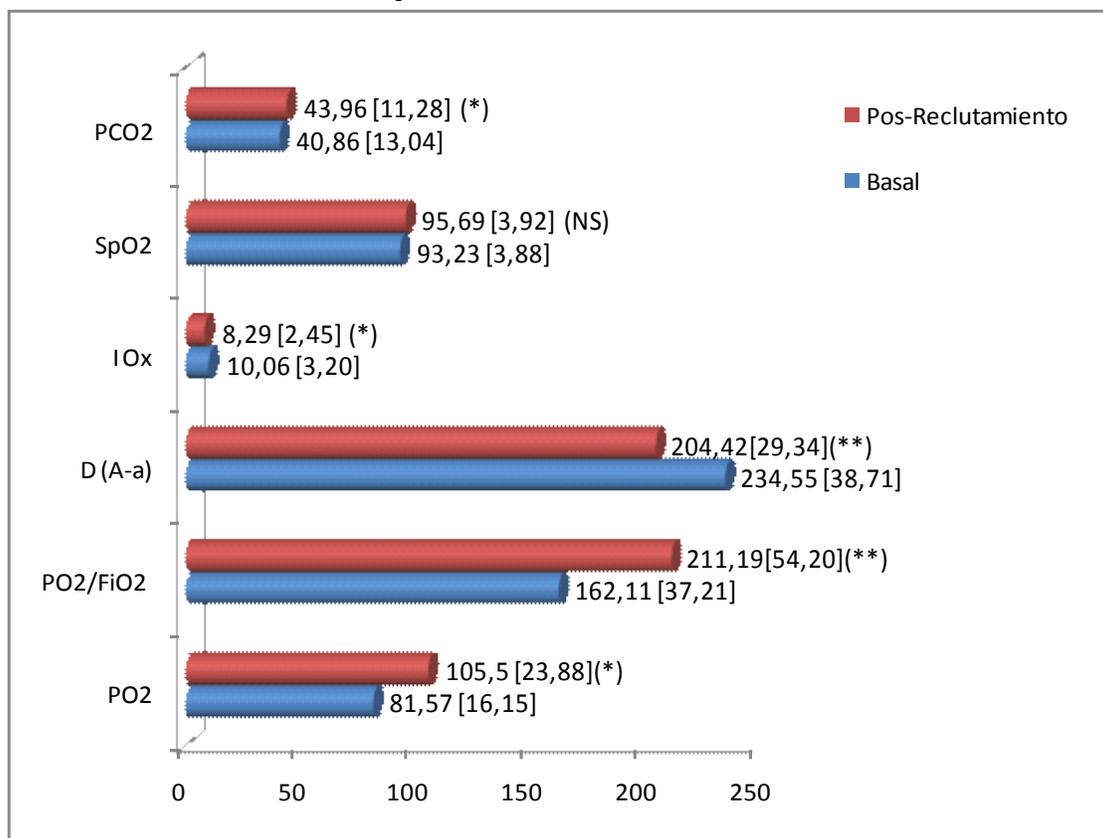
Fuente: Modelo de recolección de datos. Las comparaciones de los resultados obtenidos después de la maniobra se hacen con respecto a los valores basales. (Um): Unidad de medición. [DS]: [Desviación estándar]. (Significación estadística). NS: No significativo. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,001$ . PEEP: Presión positiva al final de la espiración; PIP: Presión inspiratoria pico; PMA: Presión media en la vía aérea; Vte: Volumen corriente espirado; Vmin: Volumen minuto; R: Resistencia en la vía aérea; Cst: Compliance estática; Fpico: Flujo pico; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FC: Frecuencia cardiaca.

*Intercambio gaseoso (Valores medios).* Al término de la maniobra de reclutamiento alveolar se observó un incremento global de la  $PO_2$  de 23,93 mmHg (81,57 mmHg – 105,50 mmHg), el índice  $PO_2/FiO_2$  aumentó 49,07 mmHg (162,11 mmHg – 211,19 mmHg), disminución del gradiente alvéolo-arterial de  $O_2$  de 30,13 mmHg (234,55 mmHg – 204,42 mmHg), mejoría del índice de oxigenación en 1,77 (10,06 – 8,29),

e incremento de la saturación por pulsioximetría en 2,46 % (93,23 % - 95,69 %). Se observó un incremento de la  $PO_2$  y del índice  $PO_2/FiO_2$  en 10 pacientes (76,92 %), disminución de estos en 3 pacientes (23,08 %), 2 de ellos con SDRA primario y uno con SDRA secundario. Tuvo lugar un incremento discreto de la  $PCO_2$  en 3,1 mmHg (40,86 mmHg - 43,96 mmHg). (Gráfico 1).

**Complicaciones.** Un total de 4 pacientes presentaron hipotensión arterial durante la maniobra de reclutamiento alveolar (26,66 %), en dos de estos pacientes fue necesario suspender la maniobra (PEEP 28 mbar y 18 mbar, con PMA 31 mbar y 28 mbar respectivamente); en los dos restantes pacientes se continuó la maniobra de reclutamiento después de la administración de 500 ml de solución de cloruro de sodio al 0,9 % con normalización de la presión arterial. No se presentaron signos clínicos ni radiográficos de barotrauma en ninguno de los pacientes estudiados en los 7 días posteriores a la maniobra de reclutamiento escalonado. De los pacientes ingresados en el protocolo un total de 9 permanecieron vivos y 4 fallecieron (69,2 % y 30,8 % respectivamente). (Tabla 4).

**Gráfico 1. Parámetros de oxigenación evaluados antes del inicio de la maniobra de reclutamiento y al final de la maniobra.**



Fuente: Modelo de recolección de datos. Las comparaciones de los resultados obtenidos después de la maniobra se hacen con respecto a los valores basales. [Desviación estándar]. (Significación estadística). NS: No significativo. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,001$ .  $PCO_2$ : Presión arterial de Dióxido de Carbono.  $SpO_2$ : Pulsioximetría. I

Ox: Índice de Oxigenación. D (A-a): Gradiente alvéolo arterial de oxígeno. PO<sub>2</sub>: Presión arterial de Oxígeno.

**Tabla 4. Estado clínico de los pacientes a los 7 días de practicada la MRA**

Estado a los 7 días	No.	%
Vivos	9	69,2
Fallecidos	4	30,8

Fuente: Modelo de recolección de datos.

Con la realización de este trabajo fue estudiada una nueva forma de practicar la maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con hipoxemia grave secundaria a SDRA en etapa precoz de evolución, dado que se tomó como variable de corte para la culminación de la maniobra la presión media en la vía aérea, una vez que esta alcanzara el valor de 40 mbar, punto de corte propuesto para lograr una ganancia de menor cantidad de episodios de deterioro hemodinámico, durante la aplicación de presiones altas de inflación.

Los hallazgos más importantes resultaron en una mejoría sensible de todos los parámetros de oxigenación evaluados, incremento de la PO<sub>2</sub>, incremento del índice PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, mejoría del gradiente alveolo-arterial de oxígeno, del índice de oxigenación y de la saturación por pulsioximetría, que coincidieron con una discreta mejoría del volumen tidal espirado, y un sensible incremento de la compliance post-reclutamiento. Se observó además un discreto aumento de la resistencia en las vías aéreas. Es de señalar que no hubo complicaciones graves secundarias a la administración de altos valores de PEEP. Estos resultados coinciden con la literatura revisada.<sup>5,6,16</sup>

El estudio realizado por Briel et al<sup>11</sup> demostró la mejoría de la oxigenación con los incrementos progresivos de PEEP en pacientes con SDRA en etapa temprana de evolución; así como en el estudio realizado por Constantin et al<sup>12</sup> donde se obtuvo también una mejoría de los índices de oxigenación, con el uso de presiones altas de inflación, aún a pesar del corto período de tiempo de administración de estas, donde el breve tiempo de aplicación de presiones altas no logra la estabilización de las unidades alveolares con alta tendencia al colapso; esta es una de las razones principales de que la mejoría en la oxigenación se pierda poco tiempo después de la discontinuación de las maniobras de reclutamiento.<sup>13,14</sup>

En este trabajo, a través de la aplicación de incrementos escalonados de PEEP, con intervalo de tiempo prolongados (180 segundos entre cada incremento), con un mayor tiempo total en duración de la maniobra de reclutamiento en comparación a otros métodos (Borges et al<sup>15</sup>: 20 minutos; de Matos et al<sup>16</sup>: 8 minutos) (la duración media de la maniobra del presente estudio fue de 42 minutos), se realizó un intento para disminuir los efectos del colapso alveolar temprano. Esta forma de incrementar la PEEP tuvo como objetivo generar un reacondicionamiento mecánico para minimizar el riesgo de lesión. Por otro lado, debido a que las unidades alveolares en el SDRA focal tienen diferentes constantes de tiempo, se prolongó la duración de la maniobra entre un nivel y el siguiente para permitir que el sistema se estabilice y alcance su equilibrio. Los altos niveles de PEEP alcanzados en este estudio coinciden

con observaciones realizadas por autores que han planteado la necesidad de altos niveles de presiones para abrir áreas pulmonares colapsadas.<sup>17,18</sup>

En relación a la mejoría de la oxigenación observada, esta puede ser producida por el incremento de la compliance obtenido en todos los pacientes al término de la maniobra de reclutamiento, así como a la mejoría del volumen corriente, elementos de origen secundario al uso de altas presiones de inflado por un periodo de duración de la maniobra de reclutamiento más prolongado, y la ganancia en áreas pulmonares aireadas en el período post-reclutamiento, en pacientes con SDRA temprano. En el estudio realizado por Steimback et al<sup>19</sup> se pudo comprobar la mejoría en los parámetros citados; es de señalar que aún no existen suficientes estudios que sustenten el incremento en el volumen tidal como marcador de reclutamiento alveolar.

En cuanto al nivel de oxígeno inspirado, fue descrito por Rothen et al<sup>20</sup> que el uso de altas concentraciones de FiO<sub>2</sub> predispone a la aparición de atelectasias. En este estudio, con el fin de evitar casos con intolerancia a la maniobra y episodios de hipoxemia peligrosa se empleó FiO<sub>2</sub> de 1 durante el tiempo de duración de esta. Aún con dicha medida, el índice PO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> sufrió una caída en un total de tres pacientes (disminución media 26,13 mmHg de la relación PO<sub>2</sub> /FiO<sub>2</sub>), esto en probable relación a la mayor tendencia en estos pacientes al colapso alveolar temprano en período post-reclutamiento. Particularmente en estos tres pacientes se observó un mayor incremento entre los niveles de PCO<sub>2</sub> al inicio y al término de la maniobra de reclutamiento (PCO<sub>2</sub> inicial media 41,5 mmHg vs PCO<sub>2</sub> final media 47,37 mmHg, diferencia de 5,87 mmHg), comparado con el resto de los pacientes, pues la diferencia entre la PCO<sub>2</sub> inicial y la final en estos últimos fue de 2,22 mmHg. Se ha descrito que la aparición de hipercapnia en la puesta en práctica de maniobras de reclutamiento se asocia a alteraciones de la oxigenación,<sup>21</sup> por lo que este puede ser un factor adicional en el empeoramiento de la hipoxemia en dichos pacientes.

La presentación de episodios de hipotensión arterial observados puede estar en relación a la disminución de la precarga, con desplazamiento del septo interventricular y disminución subsiguiente del volumen sistólico, esto originado por la ventilación con altas presiones durante la fase de reclutamiento. La ausencia de hipotensión arterial sostenida, en los pacientes que hubo que detener la maniobra, puede ser explicada por los estrictos criterios de inclusión en este estudio, y por la ausencia de hipovolemia no corregida previa puesta en práctica de la maniobra de reclutamiento alveolar.

Todavía es incierto si la mejoría en los parámetros de oxigenación se traduce en repercusiones clínicamente significativas, tales como el aumento de la sobrevida.<sup>22</sup> En este trabajo se valoró la letalidad a los 7 días de practicada la maniobra de reclutamiento alveolar, los cuales se aproximan a otros estudios realizados,<sup>23</sup> y no es posible asegurar que la mejoría de la oxigenación alcanzada inmediatamente después de la maniobra se traduzca en una disminución de la mortalidad, dado que su eficacia a largo plazo se ve afectada por la estrategia ventilatoria posterior, precisando el ajuste del nivel de PEEP y presión inspiratoria, a la cabecera del enfermo, para el mantenimiento del tejido pulmonar reclutado.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se concluye de este estudio que la aplicación de la maniobra de reclutamiento escalonada, usando la presión media en la vía aérea

como variable de corte para detener el incremento de presiones, aplicada a pacientes con SDRA temprano, es segura y beneficiosa para lograr una mejoría significativa y prolongada de la oxigenación. Los cambios en la compliance y del volumen tidal espirado, y la mejoría de los parámetros de oxigenación evaluados, sugieren la ganancia de unidades alveolares aereadas, con la aplicación de períodos de reclutamiento prolongados.

### Recomendaciones

1. Antes de la puesta en práctica de la maniobra es recomendable corregir la hipovolemia (si existiera), para disminuir la frecuencia de aparición de efectos hemodinámicos adversos.
2. Es necesario realizar estudios adicionales para demostrar la seguridad del empleo de las maniobras de reclutamiento alveolar que reúnan estas características, en pacientes con SDRA temprano.

### Bibliografía

1. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967;2:319-23.
2. Phua J, Badia JR, Adhikari NK, Friedrich JO, Fowler RA, Singh JM, et al: Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased overtime? A systematic review *Am J Respiratory Critical Care Med*. 2009;179:220-7.
3. Angel L, Arroliga A, Anzueto A. Síndrome de Distrés Respiratorio del Adulto. En: Lovesio C, editor. *Medicina Intensiva*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo; 2006.
4. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi - Filho G. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *New Eng J Med*. 1998;338:347-54.
5. Hodgson CL, Tuxen DV, Davies AR, Bailey MJ, Higgins AM, Holland AE, et al. A randomized controlled trial of an open lung strategy with staircase recruitment titrated PEEP and targeted low airway pressures in patients with acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*. 2011;15:R133.
6. Gattinoni L, Carlesso E, Brazzi L. Positive end-expiratory pressure. *Current Opinion Critical Care*. 2010 Feb;16(1):39-44.
7. Caballero A. Principios básicos de la ventilación artificial mecánica. *Terapia Intensiva*. T.2. 2a ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2007. p.34;471.
8. Besso J, España JV, Martínez Pino JL, Guercioni M. Ventilación Mecánica. *Medicina Crítica Estado del Arte*. Caracas: Editorial ATEPROCA C.A.; 2006. p.414.
9. Escarce JJ, Kelley, MA. Admission source to the medical intensive care unit predicts hospital death independent of APACHE II score. *JAMA*. 1990;264:2389.
10. Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR: An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1988;138(3):720-3.
11. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al: Higher vs. lower positive end expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2010; 303(9):865-873.

12. Constantin JM, Jaber S, Futier E, Constantin SC, Verny-Pic M, Jung B, et al: Respiratory effects of different recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome *Critical Care*. 2008;12:R50.
13. Pelosi P, Marcelo Gama de Abreu and Patricia RM Rocco. New and conventional strategies for lung recruitment in acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*. 2010;14:210.
14. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, Panigada M, Carrieri F, Gattinoni L et al: Sigh in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respiratory Critical Care Med*. 1999;159:872-880.
15. Borges JB, Okamoto VN, Matos GF, Caramez MP, Arantes PR, Amato MB et al: Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;174:268-278.
16. De Matos FJ, Stanzani F, Passos RH, Fontana MF, Albaladejo R, Caserta RE, et al: How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography *Critical Care*. 2012;16:R4.
17. Riva DR, Oliveira MB, Rzezinski AF. Recruitment maneuver in pulmonary and extrapulmonary experimental acute lung injury. *Critical Care Med*. 2009;36:1900-8.
18. Wrigge H, Zinserling J, Muders T: Electrical impedance tomography compared with thoracic computed tomography during a slow inflation maneuver in experimental models of lung injury. *Critical Care Med*. 2008;36:903-9.
19. Steimback PW, Oliveira GP, Rzezinski AF. Effects of frequency and inspiratory plateau pressure during recruitment maneuvers on lung and distal organs in acute lung injury. *Intensive Care Medicine*. 2009;35:1120-8.
20. 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.
21. Lim CM, Koh Y, Park W, Chin JY, Shim TS, Lee SD, et al. Mechanistic scheme and effect of "extended sigh" as a recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome: a preliminary study. *Critical Care Med*. 2001;29:1255-60.
22. Talmor D, Sarge T, Malhotra A: Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N England J Med*. 2008 Nov 13;359(20):2095-104.
23. 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. *Medicina Intensiva*. 2003;27(10):662-8.

---

Recibido: 23 de septiembre de 2014

Aprobado: 14 de enero de 2015

Arlenis San Martín Echemendía. Hospital Universitario "Calixto García Iñiguez". J y Universidad, Vedado, municipio Plaza de la Revolución, La Habana. Cuba. Dirección electrónica: [arlenis@infomed.sld.cu](mailto:arlenis@infomed.sld.cu)

---