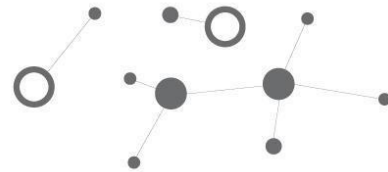


**F**  
**B**

FUNDACIÓN H. A.  
**BARCELÓ**  
FACULTAD DE MEDICINA



# **VALORACION DE RECLUTAMIENTO A TRAVÉS DE LA CURVA PRESIÓN/VOLUMEN EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO**

**DIRECTOR: SANTA CRUZ ROBERTO**

## **INVESTIGADORES COLABORADORES**

Larissa Cordeiro Valente

Marina Rosa Duarte Evangelista

De Paiva Alves, Iuri Jordao

Gabriel Vergolino Eleres

Francesca Simonotto

## **FILIACIÓN DE LOS INVESTIGADORES**

Facultad de Medicina, Fundación Barceló

## **SEDE-LUGAR**

Servicio de Terapia Intensiva, Hospital General Ramos Mejía

## **CONTACTO DEL DIRECTOR**

[roberto.santacruz@fb.edu.ar](mailto:roberto.santacruz@fb.edu.ar)

[roberto.santacruz@umag.cl](mailto:roberto.santacruz@umag.cl)

## **RESUMEN**

**Introducción:** En pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) clásico o secundario a Covid-19 tanto la pérdida de volumen pulmonar aireado como la disminución de la distensibilidad pulmonar estática (DE) son características cardinales del síndrome. El agregado de presión positiva, en aquellos que tienen la capacidad de abrir alveolos colapsados, o sea capacidad de reclutamiento sería de beneficio. Por tal motivo conocer la capacidad de reclutamiento pulmonar en pacientes con SDRA es de importancia. El objetivo de este estudio fue valorar la capacidad de reclutamiento alveolar, a través de la relación entre volumen y presión pulmonar graficado a través de una curva presión/volumen (P/V), en la cual se midió histéresis (H), asumiendo que a mayor H mayor reclutamiento alveolar. Los objetivos secundarios del estudio fueron la valoración de la relación del potencial reclutamiento con otros parámetros respiratorios y clínicos.

**Métodos:** Se incluyeron pacientes con SDRA bajo ventilación mecánica (VM). A todos se les realizó la curva P/V, se midió el área de histéresis (AH). Posteriormente de acuerdo al valor del AH los pacientes fueron divididos en aquellos con capacidad de reclutamiento ( $\geq 28\%$ ) y sin capacidad de reclutamiento ( $< 28\%$ ). Posteriormente se compararon los parámetros ventilatorios de ambos grupos.

**Resultados:** Fueron incluidos 15 pacientes, 9 (60%) fueron masculinos, edad: 45 (37-52) años; APACHE II: 9 (7-15). 7 pacientes presentaron AH ( $\geq 28\%$ ). No encontramos diferencias en los parámetros ventilatorios entre ambos grupos.

**Discusión:** al momento actual, no podemos afirmar que un AH  $> 28\%$  se asocia con reclutamiento alveolar.

## **PALABRAS CLAVE**

Síndrome de distrés respiratorio agudo, reclutamiento alveolar, curva presión/volumen

## **ABSTRACT**

**Introduction:** In patients with classical acute respiratory distress syndrome (ARDS) or secondary to Covid-19, both the loss of aerated lung volume and the decrease in static lung compliance (SD) are cardinal characteristics of the syndrome. The addition of positive pressure, in those who have the capacity to open collapsed alveoli, that is, recruitment capacity, would be beneficial. For this reason, knowing the lung recruitment capacity in patients with ARDS is important. The objective of this study was to assess the alveolar recruitment capacity, through the relationship between volume and lung pressure graphed through a pressure/volume (P/V) curve, in which hysteresis (H) was measured, assuming that the greater the H, the greater the alveolar recruitment. The secondary objectives of the study were the assessment of the relationship of potential recruitment with other respiratory and clinical parameters.

**Methods:** Patients with ARDS under mechanical ventilation (MV) were included. The P/V curve was performed, and the hysteresis area (HA) was measured. Subsequently, according to the HA value, the patients were divided into those with recruitment capacity ( $\geq 28\%$ ) and those without recruitment capacity ( $< 28\%$ ). The ventilatory parameters of both groups were then compared.

**Results:** Fifteen patients were included, 9 (60%) were male, age: 45 (37-52) years; APACHE II: 9 (7-15). 7 patients presented AH ( $\geq 28\%$ ). We found no differences in ventilatory parameters between both groups.

**Discussion:** At present, we cannot affirm that an AH  $> 28\%$  is associated with alveolar recruitment.

## **KEY WORDS**

**Acute respiratory distress syndrome, recruitment, pressure/volume curve**

## INTRODUCCIÓN

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) es una lesión pulmonar inflamatoria aguda, que generalmente requiere el uso de ventilación mecánica (VM) invasiva. En pacientes con SDRA, ya sea clásico (SDRAc) o secundario a Covid-19, tanto la pérdida de volumen pulmonar aireado como la disminución de la distensibilidad pulmonar estática (DE) son características cardinales del síndrome. Desde un punto de vista fisiopatológico, el aumento de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) podría mejorar, a través de la apertura de alveolos colapsados, tanto la DE como el intercambio gaseoso, mecanismo denominado reclutamiento pulmonar. La aplicación de PEEP en ausencia de capacidad de reclutamiento puede conducir a sobredistensión pulmonar, disfunción cardíaca y una reducción en el suministro de oxígeno a los tejidos. O sea, altos valores de PEEP no son de beneficio. Por el contrario, en pulmones altamente reclutables, el uso de altos valores de PEEP puede llevar a un aumento del tamaño pulmonar aireado y reducir la tensión alveolar, y a la vez reducir el cierre y reapertura cíclica de los alvéolos durante los ciclos respiratorios (atelectrauma), el cual es un mecanismo de lesión pulmonar. Por tal motivo, poder determinar la capacidad de apertura pulmonar (reclutamiento) de cada paciente mejoraría el manejo de pacientes con SDRA. El objetivo de este estudio fue valorar la capacidad de reclutamiento alveolar, a través de la relación entre volumen y presión pulmonar graficado a través de una curva presión/volumen (P/V), en la cual se midió histéresis (H), asumiendo que a mayor H mayor reclutamiento alveolar. Los objetivos secundarios del estudio fueron la valoración de la relación del potencial reclutamiento con otros parámetros respiratorios y clínicos. Nuestra hipótesis se fundamentó en que en pacientes con SDRA, hay relación entre el reclutamiento pulmonar y el área de histerésis (AH) pulmonar valorado a través de la curva presión/volumen.

## **METODOLOGÍA (MATERIALES Y MÉTODOS)**

Estudio observacional prospectivo. El estudio se llevó a cabo en el Servicio de Terapia intensiva del Hospital General Ramos Mejía. Fueron incluidos pacientes  $\geq 15$  años, con SDRA clásico o secundario a Covid-19, bajo ventilación mecánica. Fueron excluidos: pacientes que hayan presentado neumotórax, o que se encuentren con un tubo de avenamiento pleural, pacientes con diagnóstico o sospecha de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

El estudio ha sido registrado: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05248243>.

El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación institucional (PRIISA: código de registro: 5236).

El tipo de muestreo es no probabilístico intencional.

### Recolección de datos

Los datos fueron recolectados de la Historia Clínica de los pacientes.

### Protocolo

Durante las primeras 72 horas del paciente en VM se realizaron las mediciones, estando el paciente en decúbito supino (DS) o decúbito prono (DP). El paciente se encontraba con una dosis de analgésicos, bajo sedación y relajación muscular y no presentaba ningún estímulo respiratorio.

### Mediciones

Se realizó la valoración de la presión en relación al volumen, a través de la curva presión/volumen (disponible en el respirador). Fueron utilizados respiradores Neumovent TS y Advance.

## **Realización de la curva presión volumen (p/v)**

El paciente debe estar bajo sedación, analgesia y relajación profunda.

Se colocó al respirador para medición: *PV flex*

Se programó un volumen de 1400 ml y una presión de 40 cmH<sub>2</sub>O

- Oprimir para realizar la curva P/V
- Evaluar el valor de presión sobre el limbo inflacionario: cada 100 ml de descenso del volumen en forma descendente (desde 1400 a 100 ml) (la perilla se gira en modo antihorario)
- Evaluar el valor de presión sobre el limbo deflacionario de igual manera (la perilla se gira en modo horario)

## **Plan de análisis**

Con la matriz de datos en Excel se realizó una primera observación, para evaluar el control de calidad de la información recolectada con énfasis en la uniformidad en la escala de valores y la ausencia de datos (datos missing). Posteriormente los datos fueron transferidos desde Excel al paquete estadístico Stata 14 para la realización de todos los test estadísticos.

Las variables categóricas fueron presentadas como número y porcentaje mientras que las variables continuas como media y desvío estándar o mediana y rango intercuartilo según corresponda. Fue utilizado el test de Chi cuadrado o el test exacto de Fisher para variables cualitativas y la prueba de Student o el test de Mann-Whitney U para variables cuantitativas. Acorde a las mediciones del índice de reclutamiento, se

considerará media o mediana (acorde a la distribución) con un punto medio, el cual permitirá generar 2 grupos, aquellos con alto reclutamiento y bajo reclutamiento (AH 28% es el punto de corte). Para evaluar correlación serán utilizados el test de Pearson o de Spearman, acorde a la distribución de las variables evaluadas. Acorde a un estudio previo sobre SDRA, el tamaño de la muestra es de 41 pacientes. Será utilizada una  $p \leq 0.05$ .

## **RESULTADOS**

15 pacientes incluidos: 13 SDRAc (de origen pulmonar) y 2 SDRA-Covid.  
9 (60%)

pacientes de sexo masculino. Edad: 45 (37-52); APACHE II: 9 (7-15). 6  
pacientes en supino, 3 en prono. Tanto los valores basales, como la  
comparación entre pacientes con capacidad y sin capacidad de  
reclutamiento se encuentran en la tabla 1.

## **CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN**

Los resultados muestran que acorde a la curva P/V, tanto los pacientes  
con SDRA con y sin capacidad de reclutamiento no muestran diferencias  
en las variables clínicas, gasométricas ni ventilatorias. Al momento actual  
no pueden obtenerse conclusiones definitivas en relación a la asociación  
del área de histéresis de la curva P/V y la capacidad de reclutamiento  
alveolar.

**Tabla 1. Comparación entre pacientes con capacidad y sin capacidad de reclutamiento**

	Total de pacientes (15)	Sin capacidad de reclutamiento (8)	Capacidad de reclutamiento (7)	p
Edad	43 (13,3)	41 (11)	44 (16)	0.72
APACHE II	11 (7-16)	13 (8-24)	9 (7-15)	0.26
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	138 (98-152)	128 (96-152)	138 (129-148)	0.72
IO	15 (12-21)	17 (12-23)	15 (11-21)	0.41
DE	42 (31-47)	42 (34-47)	42 (17-51)	0.56
DP	11 (9-12)	11.5 (9,5-12)	11 (9-18)	0.72
PM	26 (18-29)	27 (23-29)	26 (17-30)	0.72
AH	27 (21-30)	21 (17-22)	30 (29.6-35)	0.001
DMN	39 (30-42)	31 (26-38)	42 (40-58)	0.003
D20	441 (345-503)	400 (289-503)	483 (369-554)	0.25
D20MN	31 (24-39)	31 (20-36)	39 (26-40)	0.08
Mortalidad	9 (60%)	4 (50%)	5 (71.4%)	0.41

Abreviaciones: AH: área de histéresis, el cual surge de la medición a

través de planimetría; APACHE II: puntaje de gravedad que considera variables fisiológicas al ingreso; D20: medición que surge de planimetría; DE: distensibilidad estática: surge de la relación entre el volumen pulmonar y la diferencia de presiones inspiratoria y espiratoria en un ciclo respiratorio; DMN: distancia media normalizada: medición que surge de planimetría; DP: delta de presión: surge de la diferencia de presiones inspiratoria y espiratoria en un ciclo respiratorio; IO: índice de oxigenación: valor que surge de medir la relación entre la presión media en la vía aérea más la presión alveolar de oxígeno y la presión parcial de oxígeno arterial;  $PaO_2/FiO_2$ : relación presión arterial de oxígeno ( $PaO_2$ )/fracción inspirada de oxígeno ( $FiO_2$ ), PM: poder mecánica: fórmula que involucra los parámetros ventilatorios de acuerdo a la ecuación del movimiento respiratorio.

## **Agradecimientos**

Agradecemos el apoyo del sector de Investigación del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud (IUCS) y muy particularmente a la Licenciada Carolina O'Donnell, por su apoyo permanente.

## BIBLIOGRAFÍA

Ziehr DR, Alladina J, Petri CR, Maley JH, Moskowitz A, Medoff BD, et al. Respiratory Pathophysiology of Mechanically Ventilated Patients with COVID-19: A Cohort Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2020;201(12):1560-4.

Chiumello D, Busana M, Coppola S, Romitti F, Formenti P, Bonifazi M, et al. Physiological and quantitative CT-scan characterization of COVID-19 and typical ARDS: a matched cohort study. *Intensive Care Medicine*. 2020;46(12):2187-96.

Grasselli G, Cattaneo E, Scaravilli V. Ventilation of coronavirus disease 2019 patients. *Current Opinion in Critical Care*. 2021;27(1):6-12.

Estenssoro E, Loudet Cecilia, Rios FG; Kanoore Edul VS, Plotnikow G, Andrian M, et al. Clinical characteristics and outcomes of invasively ventilated patients with COVID-19 in Argentina (SATICOVID): a prospective, multicentre cohort study. *The Lancet*. 2021; [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00229-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00229-0)

Ball L, Robba C, Maiello L, Herrmann J, Gerard SE, Xin Y, et al. Computed tomography assessment of PEEP-induced alveolar recruitment in patients with severe COVID-19 pneumonia. *Critical Care (London, England)*. 2021;25(1):81.

Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-33.

Pan C, Chen L, Lu C, Zhang W, Xia JA, Sklar MC, et al. Lung Recruitability in COVID-19-associated Acute Respiratory Distress Syndrome: A Single-Center Observational Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2020;201(10):1294-7.

Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri VM, Quintel M, et al. Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *The*

New England Journal of Medicine. 2006;354(17):1775-86.

Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. The New England Journal of Medicine. 2020;382(18):1708-20.

Arabi YM, Fowler R, Hayden FG. Critical care management of adults with community-acquired severe respiratory viral infection. Intensive Care Medicine. 2020;46(2):315-28.

Marini JJ, Gattinoni L. Management of COVID-19 Respiratory Distress. JAMA. 2020;323(22):2329-30.

Tonelli R, Marchioni A, Tabbì L, Fantini R, Busani S, Castaniere I, et al. Spontaneous Breathing and Evolving Phenotypes of Lung Damage in Patients with COVID-19: Review of Current Evidence and Forecast of a New Scenario. Journal of Clinical Medicine. 2021;10(5).

Dhont S, Derom E, Van Braeckel E, Depuydt P, Lambrecht BN. The pathophysiology of 'happy' hypoxemia in COVID-19. Respiratory research. 2020;21(1):198.

Gattinoni L, Coppola S, Cressoni M, Busana M, Rossi S, Chiumello D. COVID-19 Does Not Lead to a "Typical" Acute Respiratory Distress Syndrome. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2020;201(10):1299-300.

Lang M, Som A, Mendoza DP, Flores EJ, Reid N, Carey D, et al. Hypoxaemia related to COVID-19: vascular and perfusion abnormalities on dual-energy CT. The Lancet Infectious Diseases. 2020;20(12):1365-6.

Inui S, Fujikawa A, Jitsu M, Kunishima N, Watanabe S, Suzuki Y, et al. Chest CT Findings in Cases from the Cruise Ship Diamond Princess with Coronavirus Disease (COVID-19). Radiology Cardiothoracic Imaging. 2020;2(2):e200110.

Gattinoni L, Marini JJ, Pesenti A, Quintel M, Mancebo J, Brochard L. The "baby

lung" became an adult. *Intensive Care Medicine*. 2016;42(5):663-73.

Chen L, Del Sorbo L, Grieco DL, Junhasavasdikul D, Rittayamai N, Soliman I, et al. Potential for Lung Recruitment Estimated by the Recruitment-to-Inflation Ratio in Acute Respiratory Distress Syndrome. A Clinical Trial. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2020;201(2):178-87.

Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Critical Care Medicine*. 1985;13(10):818-29.

Vincent JL, de Mendonca A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. Working group on "sepsis-related problems" of the European Society of Intensive Care Medicine. *Critical Care Medicine*. 1998;26(11):1793-800.

Schoenfeld DA, Bernard GR. Statistical evaluation of ventilator-free days as an efficacy measure in clinical trials of treatments for acute respiratory distress syndrome. *Critical Care Medicine*. 2002;30(8):1772-7.