



Insuflación de gas traqueal y protección pulmonar en paciente críticamente enfermo con SARS-CoV-2

Tracheal gas insufflation plus lung protect in critical ill SARS-CoV-2 patient

Insuflação de gás traqueal e proteção pulmonar em paciente crítico com SARS-CoV-2

Javier Mauricio Giraldo Sánchez*

RESUMEN

Las alteraciones estructurales que a nivel pulmonar genera la COVID-19 son muy graves cuando se desarrolla SARS-CoV-2 resultando ser determinantes en el desenlace de los pacientes. La carga de enfermedad aportada por la ventilación mecánica invasiva impuesta a este grupo de pacientes desencadena en un porcentaje muy alto la mortalidad conocida. Presentamos una serie de casos de pacientes con SARS-CoV-2 que, frente al fracaso de cánula de alto flujo, de la ventilación mecánica no invasiva y de la posición prono, requirieron estrategia de rescate con insuflación de gas traqueal más ultraprotección pulmonar con resultados favorables.

Palabras clave: insuflación de gas traqueal, lesión pulmonar, hipercapnia, protección pulmonar, distensibilidades.

ABSTRACT

The pulmonary structural alterations by COVID-19 are very serious when SARS-CoV-2 develops, resulting in determinants in the outcome of patients. The burden of disease provided by invasive mechanical ventilation imposed on this group of patients triggers a very high percentage of known mortality. We present a series of cases of patients with SARS-CoV-2 who faced with the failure of high flow cannula, non-invasive mechanical ventilation and prone position required rescue strategy with tracheal gas insufflation plus ultra lung protection with favorable results.

Keywords: tracheal gas insufflation, lung injury, hypercapnea, lung protect, distensibility.

RESUMO

As alterações estruturais que o COVID-19 gera a nível pulmonar são muito graves quando se desenvolve o SARS-CoV-2, revelando-se decisivas na evolução dos doentes. A carga de doença imposta causada pela ventilação mecânica invasiva a esse grupo de pacientes desencadeia em um percentual muito elevado a mortalidade conhecida. Apresentamos uma série de casos de pacientes com SARS-CoV-2 que, devido à falha da cânula de alto fluxo, ventilação mecânica não invasiva e posição prona, necessitaram de estratégia de resgate com insuflação de gás traqueal mais proteção ultrapulmonar com resultados favoráveis.

Palavras-chave: insuflação de gás traqueal, lesão pulmonar, hipercapnia, proteção pulmonar, distensões.

INTRODUCCIÓN

Gracias al conocimiento en el movimiento de los gases en los diferentes compartimentos pulmonares de la vía aérea logramos entender cómo la oxigenación es un proceso dinámico que de acuerdo al principio de inercia a partir de presión y de temperatura puede generar volumen de convección, presión positiva de fin de espiración no mecánica y lavado de vía aérea ahorrando volumen tidal, velocidad de flujo y presión positiva al final de la

espiración con los beneficios que esto concede a la perfusión pulmonar y a la preservación de pulmón homogéneo. Existe casuística clínica diversa, pacientes con pulmón heterogéneo de origen traumático o clínico se beneficiaron de esta estrategia disminuyendo ostensiblemente la lesión relacionada con la ventilación mecánica, fenómeno de relevancia mayor en tiempos de pandemia.¹⁻³

PRESENTACIÓN DEL CASO

Presentamos una serie de casos de cuatro pacientes con SARS-CoV-2 con un compromiso importante de la oxigenación a pesar del uso de sistemas de alto flujo. En la *Tabla 1* se describen grupos etarios, sexo, morbilidades, condiciones clínicas y escalas de severidad pronóstica de ingreso. Evolucionan tórpidamente frente al uso de cánula de alto flujo con índices de Rox por debajo de dos puntos en las primeras 12 horas.⁴ Se inicia ventilación mecánica no invasiva con progresión a falla respiratoria por aumento de la carga inspiratoria, por lo que requirieron protección de vía aérea. Se documenta un serio deterioro de la mecánica ventilatoria con sobredistención, aumento del trabajo respiratorio y caída de las distensibilidades; variables de monitoreo de la ventilación mecánica tomada en zona cero de flujo justo antes de cada inspiración. Adicionalmente evoluciona con importante deterioro de la ventilación minuto alveolar y de la oxigenación frente a la ventilación mecánica instaurada y a la posición prono, con poca tolerancia a la presión positiva direccionada por bucle presión volumen, meseta, fracción inspirada de oxígeno y curva presión tiempo.⁵⁻⁷ Con base en imágenes escanográficas que documentan infiltrados esmerilados, se describen cuatro campos pulmonares y zonas de condensación en las *Figuras 1-4*, además de *compliance* menor de 40 cm y requerimientos de PEEP entre 17 y 20 cm de agua, con el antecedente de volúmenes corregidos espiratorios durante la ventilación mecánica no invasiva entre 15 y 20 puntos se precisa SARS-CoV-2.⁸ Con base en la evolución descrita se decide instaurar protección pulmonar con 3 mL por kilogramo de peso más insuflación de gas traqueal con 5 L por min con el ánimo de ahorrar presión positiva de fin de espiración (PEEP por sus siglas en inglés *positive end expiratory pressure*), volumen tidal

* Unidad de Cuidados Intensivos. Honda, Tolima, Colombia.

Recibido: 15/02/2022. Aceptado: 17/06/2022.

Citar como: Giraldo SJM. Insuflación de gas traqueal y protección pulmonar en paciente críticamente enfermo con SARS-CoV-2. Med Crit. 2023;37(2):150-153. <https://dx.doi.org/10.35366/110452>

Tabla 1: Variables demográficas.

Paciente	1	2	3	4
Edad, [años]	60	55	68	50
Sexo	Masculino	Masculino	Femenino	Masculino
Vacunación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Morbilidades	Diabetes	Hipertensión	Hipertensión	Sin morbilidad
PaFiO ₂ de ingreso (puntos)	95	60	100	90
Apache de ingreso (puntos)	27	25	28	20
Dímero D, [mg/dL]	5	10	9	5
Linfocitos, [mm ³]	430	220	110	320
Prono	16 horas	24 horas	20 horas	16 horas

Condiciones clínicas de ingreso.

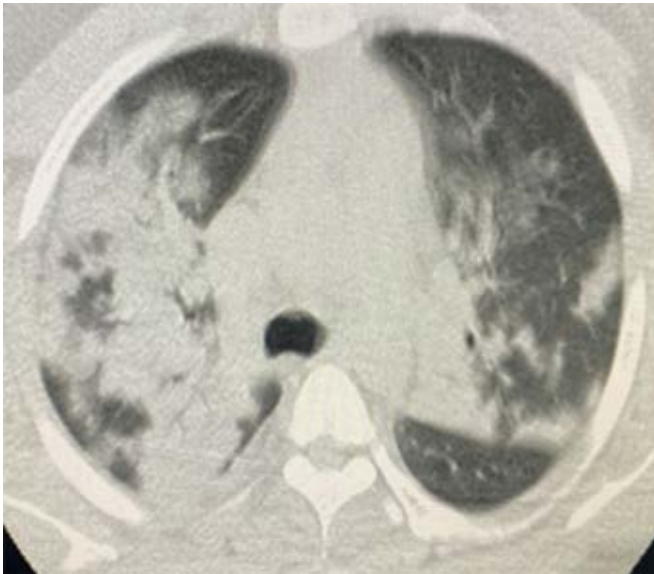


Figura 1: Condensaciones bronconeumónicas cuatro campos pulmonares. Colapso segmento lateral lóbulo medio. Imágenes subpleurales esmeriladas.

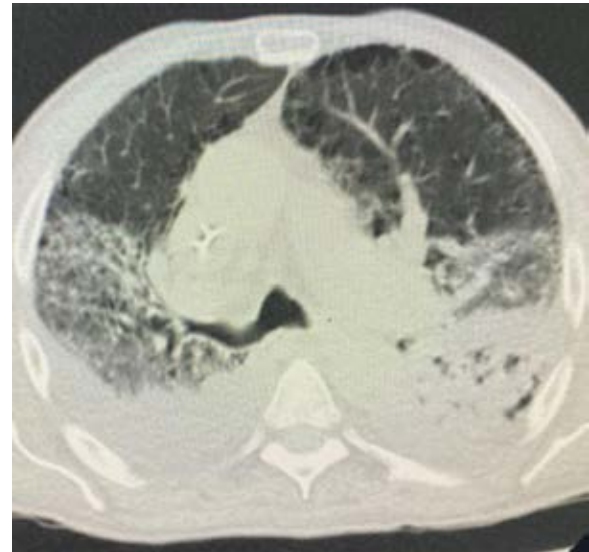


Figura 2: Enfermedad pulmonar intersticial esmerilada cuatro campos pulmonares. Broncograma en la llingula. Colección derecha. Pequeñas bullas subpleurales.

y velocidades de flujo. En la [Tabla 2](#) se registra evolución gasimétrica antes y después de la estrategia. Se descartan coexistencias infecciosas de acuerdo al reporte de la microbiología. En los cuatro pacientes se documentaron defectos segmentarios de distribución vascular compatibles con enfermedad pulmonar tromboembólica. Evolucionan satisfactoriamente permitiendo desmontar estrategia de rescate con base en mecánica ventilatoria e índice de oxigenación,⁹ pudiendo implementar asa cerrada en asistencia proporcional con 40% de asistencia por flujo y volumen, PEEP de 10 cm y fracción inspirada de oxígeno de 50%. Se realizan monitoreos en asa cerrada que se muestran en la [Tabla 3](#), documentándose trabajo respiratorio limítrofe, serio deterioro de las propiedades pulmonares mecánicas dinámicas y estáticas sin poder liberar de manera convencional, por lo que se programa para traqueostomía y traslado a cuidado crónico.

DISCUSIÓN

Los efectos deletéreos de la ventilación mecánica en la arquitectura pulmonar en los grupos de pacientes con órgano heterogéneo como el síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA) o el síndrome respiratorio agudo severo por COVID-19 (SARS-CoV-2) son determinantes de desenlaces fatales.^{10,11} Desde la modificación en la inmunidad humoral de la vía aérea hasta la alteración en la relación alfa 1 antitripsina/elastasa de los polimorfonucleares se ven afectadas por el uso del volumen tidal, del PEEP y de la velocidad de flujo durante la ventilación mecánica en este tipo de pacientes, lo cual es contraproducente y determinante en el riesgo exponencial de lesión asociada al ventilador, de mecanotrauma y de cambios inmersos en la anatomía diafragmática generados por estrés oxidativo.¹²⁻¹⁵ Desde la implementación de la protección

pulmonar en las últimas dos décadas se ha logrado reducir de manera notable la mortalidad al interior de las unidades de cuidados intensivos en pacientes con SDRA; sin embargo, es bien conocido que la protección pulmonar no escapa al impacto mecánico emitido por la velocidad de flujo, la frecuencia respiratoria y el volumen tidal aumentando exponencialmente el riesgo de lesión asociada al ventilador, y de manera lineal los requerimientos de presión positiva también inciden en este sentido.^{15,16} Inducir reposo funcional sin comprometer la oxigenación ni la ventilación genera beneficios importantes para proteger pulmón y evitar la disfunción orgánica múltiple, siendo el pulmón su principal órgano generador. La insuflación de gas traqueal se implementa a través de una manguera lisa conectada a

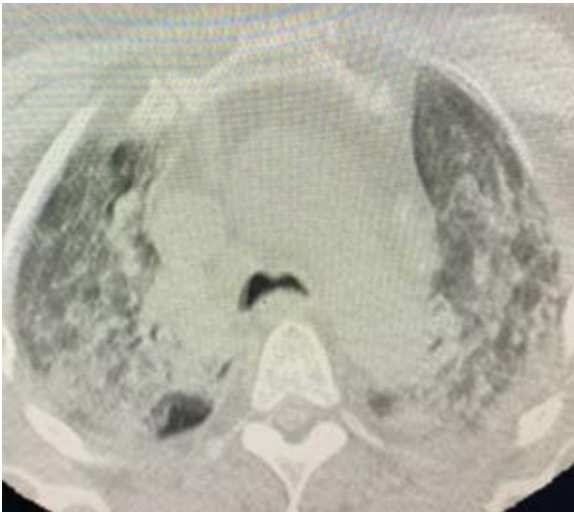


Figura 3: Infiltrados cuatro campos pulmonares y colecciones laminares bilaterales. Condensaciones posterobasales.

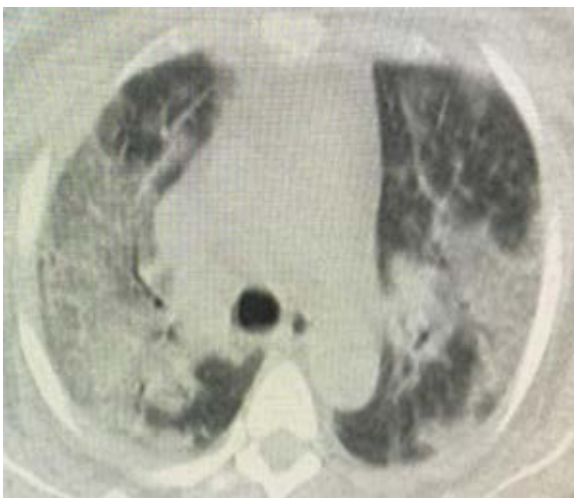


Figura 4: Infiltrados cuatro campos pulmonares esmerilados.

una fuente adicional de oxígeno en la torre de vida del paciente críticamente enfermo y se posiciona en el extremo distal de la vía aérea artificial del paciente justo después de la bifurcación de los circuitos. Su función se argumenta sobre la base del principio de inercia, donde se modifica la densidad del gas por presión, aumenta su difusión por unidad de tiempo generando volumen de convección en los compartimentos pulmonares de la vía aérea proximal venciendo la resistencia de la vía aérea; en los compartimentos pulmonares de la vía aérea intermedia la oxigenación se optimiza a partir de la mezcla de flujos, desacelerante de la ventilación mecánica y continua de la fuente adicional de oxígeno produciendo arremolinamientos, lo cual aporta PEEP no mecánico, freno espiratorio, efecto dispersión de Taylor y reclutamiento. En los compartimentos pulmonares de la vía aérea distal el gradiente generado entre el volumen prefijado y el volumen exhalado produce lavado de la vía aérea y apertura de derivaciones interalveolares, interbronquiales y broncoalveolares, sosteniendo la eficiencia ventilatoria sin alejarse de los beneficios clínicos en términos de antiapoptosis e inmunorregulación de la acidosis hipercápnica.¹⁷⁻²⁵

CONCLUSIONES

La insuflación de gas traqueal asociada a la protección pulmonar es una estrategia que impacta favorablemente en los desenlaces clínicos de los pacientes con pulmón heterogéneo logrando ahorrar presión positiva,

Tabla 2: Evolución gasimétrica.

	PaCO ₂ [mmHg]	PaFiO ₂
Ingreso	105 ± 5	86 ± 15
Día 1	115 ± 8	80 ± 4
Día 2	87 ± 4	93 ± 10
Día 4	76 ± 7	115 ± 7
Día 7	66 ± 6	131 ± 10
Día 9	60 ± 5	149 ± 8
Día 13	55 ± 4	180 ± 6
Día 15	44 ± 5	205 ± 10

Evolución gasimétrica.

graphic.org.mx

Tabla 3: Sistema de asa cerrada.

Ventilación por asistencia proporcional	
Compliance	32 ± 5 cm
Resistencias	11 ± 3 cm/L/s
PEEP I	2.0 ± 0.5 cm
Elastancia	29 ± 4 cm
Trabajo respiratorio	0.7 jous/L
Índice de Tobin	75 ± 8

Monitoreo en asistencia proporcional.

volumen tidal, velocidad de flujo y frecuencia respiratoria, lo que induce reposo funcional sin afectar la oxigenación ni la ventilación; disminuye ostensiblemente la disfunción orgánica múltiple y optimiza además la impedancia pulmonar con sus componentes en términos de resistencia, *compliance* e inercia. Esto se traduce en variables de impacto, como se ve reflejado en las secuencias gasimétricas de nuestros pacientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la oportunidad concedida como aporte a la academia y gestión del conocimiento

REFERENCIAS

- Pillow JJ. High-frequency oscillatory ventilation: mechanisms of gas exchange and lung mechanics. *Crit Care Med*. 2005;33(3 Suppl): S135-141. doi: 10.1097/01.ccm.0000155789.52984.b7.
- Mentzelopoulos SD, Roussos C, Koutsoukou A, Sourlas S, Malachias S, Lachana A, et al. Acute effects of combined high-frequency oscillation and tracheal gas insufflation in severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2007;35:1500-1508.
- Giraldo J, Gonzales J, Cantillo A, Vargas LF. Protección pulmonar con altas frecuencias más insuflación de gas traqueal en ventilación mecánica ciclada por volumen y modo asistido controlado en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria del adulto. *Acta Colomb Cuid Intensiv*. 2009;9:273-281.
- Chandel A, Patolia S, Brown AW, Collins AC, Sahjwani D, Khangoora V, et al. High-flow nasal cannula therapy in COVID-19: Using the ROX Index to Predict Success. *J Respir Care*. 2021;66(6):909-919. doi: 10.4187/respcare.08631.
- Hess DR. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respir Care*. 2015;60(11):1688-1704. doi: 10.4187/respcare.04409.
- Gattinoni L, Eleonora C, Caironi P. Monitoring of pulmonary mechanics in acute respiratory distress syndrome to titrate therapy. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11(3):252-258. doi: 10.1097/01.ccx.0000160773.43122.35.
- Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, Gong MN, Cook D, Novack V, et al. Effect of titrating positive end-expiratory pressure (PEEP) with an esophageal pressure-guided strategy vs an empirical high PEEP-Fio2 strategy on death and days free from mechanical ventilation among patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *Clinical Trial JAMA*. 2019;321(9):846-857. doi: 10.1001/jama.2019.0555.
- ARDS Definition Task Force; Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, Camporota L, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-2533. doi: 10.1001/jama.2012.5669.
- Giraldo SJM, Vargas F, Cantillo GA. Hipoxemia refractaria bajo ventilación mecánica protectora en paciente con SDRA por aspiración líquida ácida Refractory hypoxemia under lung-protective mechanical ventilation in patients with ARDS due to acid aspiration. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2010;10(2): 121-124.
- Gattinoni L, Giosa L, Bonifazi M, Pasticci I, Busana M, Macri M, et al. Targeting transpulmonary pressure to prevent ventilator-induced lung injury. *Expert Rev Respir Med*. 2019;13(8):737-746. doi: 10.1080/17476348.2019.1638767.
- Curley GF, Laffey JG, Zhang H, Slutsky AS. Biotrauma and ventilator-induced lung injury: clinical implications. *Chest*. 2016;150(5):1109-1117. doi: 10.1016/j.chest.2016.07.019.
- Rouze A, Voiriot G, Guivarch E, Roux F, Tran Van Nhieu J, et al. Inflammatory cellular response to mechanical ventilation in elastase-induced experimental emphysema: role of preexisting alveolar macrophages infiltration. *Biomed Res Int*. 2018;2018:5721293. doi: 10.1155/2018/5721293.
- Maes K, Stamiris A, Thomas D, Cielen N, Smuder A, Powers SK, et al. Effects of controlled mechanical ventilation on sepsis-induced diaphragm dysfunction in rats. *Cri Care Med*. 2014;42(12):e772-e782.
- Costa ELV, Slutsky AS, Brochard LJ, Brower R, Serpa-Neto A, Cavalcanti AB, et al. Ventilatory variables and mechanical power in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021;204(3):303-311. doi: 10.1164/rccm.202009-3467OC.
- Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringer P, Herrmann P, Moerer O, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med*. 2016;42(10):1567-1575.
- Wolthuis EK, Choi G, Dessing MC, Bresser P, Lutter R, Dzoljic M et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevents pulmonary inflammation in patients without preexisting lung injury. *Anesthesiology*. 2008;108(1):46-54. doi: 10.1097/01.anes.0000296068.80921.10.
- Ni Chonghaile M, Higgins BD, Costello JF, Laffey JG. Hypercapnic acidosis attenuates severe acute bacterial pneumonia-induced lung injury by a neutrophil-independent mechanism. *Crit Care Med*. 2008;36(12):3135-3144. doi: 10.1097/CCM.0b013e31818f0d13.
- Cetti EJ, Moore AJ, Geddes DM. Collateral ventilation. *Thorax*. 2006;61:371-373.
- Giraldo SJ, Badillo E, Pacheco J, Beltran E, Barranco E, Giraldo R, et al. Insuflación de gas traqueal más ventilación mecánica protectora con altas frecuencias y relación I:E simétrica en paciente con hipoxemia refractaria con síndrome de dificultad respiratoria aguda. debido a contusión pulmonar. *Acta Colomb Cuid Intensiv*. 2014;14:320-325.
- Giraldo J, Vargas LF, Figueroa H, Correa R. Hipoxemia refractaria bajo ventilación con liberación programada de presión en la vía aérea en paciente con síndrome de dificultad respiratoria del adulto tratado con insuflación de gas traqueal más ventilación mecánica protectora con frecuencias altas y relaciones i:e simétrica. *Acta Colomb Cuid Intensiv*. 2013;13:200-206.
- Giraldo J, Figueroa H, Correa R, Marti A. Ventilación mecánica protectora más insuflación de gas traqueal en paciente con hipercoagulabilidad por síndrome anticardiolipinas en el escenario clínico de síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA) por embolismo pulmonar. *Acta Colomb Cuid Intensiv*. 2012;12:59-65.
- Giraldo JM, Vargas F, Cantillo GA. Protective mechanical ventilation plus tracheal gas insufflation in a patient with massive pulmonary embolism due to combined deficiency of proteins C. and S and antithrombin III. *J Pulm Respir Med*. 2009;10(2):136-142.
- Giraldo SJM, Cantillo A, Puentes FE. Mechanical ventilation protect and tracheal gas insufflation in patient with pulmonary contusion. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2008;8(4):318-321.
- Giraldo SJM, Badillo E, Pacheco J, Beltran E, Barranco E, Giraldo R, et al. Tracheal gas insufflation as a rescue strategy for refractory hypoxaemia due to multifactorial pulmonary edema in a patient with subarachnoid haemorrhage. *Act Col C Crit*. 2015;15(3):220-226.
- Giraldo SJM, Villamarín R. High frequency oscillation mechanical ventilation plus tracheal gas insufflation in patient with Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) secondary by severe aspiration due opioids. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2008;8(4):312-317.

Correspondencia:

Javier Mauricio Giraldo Sánchez

E-mail: dircientifico@ucihonda.com.co