

## Espacio muerto y destete de ventilación mecánica invasiva en residentes de la gran altitud

José Antonio Viruez-Soto\* <sup>1,a</sup>; Amílcar Tinoco-Solórzano <sup>2,3,4,a</sup>; Julian Cerezo Gonzales <sup>1,a</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el valor predictivo del cálculo del espacio muerto a través de la fracción espacio muerto/volumen corriente en el destete de la ventilación mecánica invasiva en pacientes críticamente enfermos en la gran altitud.

**Materiales y métodos:** Estudio epidemiológico, observacional, analítico y prospectivo realizado en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos del Hospital del Norte de la ciudad de El Alto, Bolivia (4090 m s. n. m. y presión barométrica de 453 mmHg) del 01 de noviembre de 2016 al 31 de marzo de 2017. Se estudiaron a los residentes de la gran altitud en ventilación mecánica invasiva. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) residentes de la altitud hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva en ventilación mecánica invasiva, b) pacientes con evidencia de resolución de la causa que motivó su conexión al ventilador mecánico invasivo, c) paciente con criterios e índices de destete positivos, d) prueba de respiración espontánea positiva. Las variables estudiadas fueron el espacio muerto a través de la fracción Vd/Vt y su relación con el éxito o fracaso del proceso de destete de ventilación mecánica. Se calculó la fracción Vd/Vt en los pacientes incluidos en el estudio para luego proceder al destete de la ventilación mecánica invasiva. Se dividió a los pacientes en dos grupos según la necesidad de reintubación y reconexión al ventilador mecánico dentro de las 72 horas.

**Resultados:** Se incluyeron 21 pacientes: 7 mujeres (33 %) y 14 varones (67 %). La media de edad fue 41 años con desviación estándar de 22,38 años. Dieciocho pacientes (86 %) presentaron éxito y tres (14,00 %) fracasaron en el proceso de destete de la ventilación mecánica invasiva. El valor de Vd/Vt en el grupo éxito y fracaso correspondió a 0,43 vs. 0,53 ( $p < 0,011109$ ), con una sensibilidad de 0,61 y especificidad de 1; con valor predictivo positivo de 1 y valor predictivo negativo de 0,3.

**Conclusiones:** El cálculo del espacio muerto a través de la medida de la fracción espacio muerto/volumen corriente predice el éxito del destete de pacientes críticamente enfermos bajo ventilación mecánica invasiva a gran altitud.

**Palabras clave:** Altitud; Destete; Espacio muerto respiratorio; Ventilación mecánica (Fuente: DeCS BIREME).

## Dead space and weaning from invasive mechanical ventilation in high-altitude residents

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the predictive value of the dead space calculation through the dead space/tidal volume fraction at weaning from invasive mechanical ventilation in critically ill patients at high altitude.

**Materials and methods:** An epidemiological, observational, analytical and prospective study carried out in the Adult Intensive Care Unit of the Hospital del Norte in the city of El Alto, Bolivia (4,090 m a.s.l.; barometric pressure: 453 mm Hg) from November 01, 2016 to March 31, 2017. High-altitude residents under invasive mechanical ventilation were studied. The inclusion criteria were: a) Altitude residents hospitalized in the Invasive Mechanical Ventilation Therapy Intensive Care Unit. b) Patients with evidence of resolution of the cause that prompted their connection to the invasive mechanical ventilator. c) Patients with positive weaning criteria and rates. d) Positive spontaneous respiration test. The study variables were the dead space through the Vd/Vt fraction and its relationship with the success or failure of the weaning process from mechanical ventilation. The Vd/Vt fraction was calculated in the study patients and then weaning from invasive mechanical ventilation was performed. Patients were divided into two groups according to the need for reintubation and reconnection to the mechanical ventilator within 72 hours.

**Results:** Twenty-one (21) patients were included: 7 (33 %) women and 14 men (67 %). The mean age was 41 years with a standard deviation of 22.38 years. Eighteen (18) patients (86 %) succeeded and 3 (14 %) failed in the weaning process from invasive mechanical ventilation. The Vd/Vt values in the success and failure groups were 0.43 and 0.53 ( $p < 0.011109$ ), respectively, with a sensitivity of 0.61 and specificity of 1; a positive predictive value of 1 and a negative predictive value of 0.3.

**Conclusions:** The calculation of the dead space through the measurement of the dead space/tidal volume fraction predicts the success of weaning of critically ill patients under invasive mechanical ventilation at high altitude.

**Keywords:** Altitude; Weaning; Respiratory dead space; Respiration, artificial (Source: MeSH NLM).

1 Hospital del Norte El Alto, Departamento de Apoyo Crítico. La Paz, Bolivia.

2 EsSalud, Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé, Servicio de Cuidados Intensivos e Intermedios. Huancayo, Perú.

3 Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Medicina Humana, Centro de Investigación de Medicina de Altura. Huancayo, Perú.

4 Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Medicina Humana. Huancayo, Perú.

a Médico especialista en Medicina Intensiva.

\*Autor corresponsal.

## INTRODUCCIÓN

Una población se encuentra en la altitud cuando habita por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.), y un poblador es residente cuando vive en la altitud en forma constante por un año <sup>(1,2)</sup>. La ciudad de El Alto (Bolivia) se encuentra a una altitud promedio de 4090 m s. n. m. con una presión barométrica de 453 mmHg, y tiene una población aproximada de 960 767 habitantes, lo cual la convierte en la ciudad más poblada del mundo ubicada en la gran altitud <sup>(3-5)</sup>. Diversos cambios se reconocen en esta situación, como la disminución del pCO<sub>2</sub> por hiperventilación compensatoria ante la hipoxia hipobárica que hace el papel de agente etiológico tanto por aumento del volumen corriente y la frecuencia respiratoria <sup>(6-12)</sup>.

El destete o *weaning* es el proceso de retiro de la ventilación mecánica invasiva, que implica la desconexión del ventilador mecánico y la extubación del tubo endotraqueal, al asumir que el paciente puede respirar de manera espontánea nuevamente. Del tiempo total de la ventilación mecánica, hasta un 40 % puede estar dedicado a este procedimiento <sup>(13,14)</sup>. El fracaso en el destete de la ventilación mecánica invasiva se define como la necesidad de reintubación y/o reconexión del ventilador mecánico dentro de las 72 horas siguientes a la extubación, y su frecuencia es aún elevada, ya que ocurre en el 12 a 25 % de los pacientes <sup>(15-18)</sup>.

El espacio muerto (Vd) corresponde al porcentaje del volumen corriente que no participa en el intercambio gaseoso y corresponde a las áreas ventiladas que, sin embargo, no reciben perfusión sanguínea. El espacio muerto

puede calcularse a través de la fracción espacio muerto/volumen corriente (Vd/Vt) con la ecuación de Frankelfield simplificada que no requiere calorimetría indirecta. La fracción Vd/Vt (Vd/Vt) se calcula con la siguiente fórmula

$$Vd/Vt = 0,32 + 0,0106 (PaCO_2 - etCO_2) + 0,003 (f) + 0,0015 (edad)$$

En la que f = frecuencia respiratoria; edad = edad en años; PaCO<sub>2</sub> = Presión parcial de CO<sub>2</sub> obtenida por gasometría; etCO<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> al final de la espiración obtenida por capnógrafo <sup>(19,20)</sup>. La diferencia de presión de CO<sub>2</sub> entre la sangre del capilar pulmonar y el contenido del gas alveolar es, generalmente, pequeña en situaciones de normalidad; a su vez, la PCO<sub>2</sub> del final de la espiración es cercana a la PCO<sub>2</sub> alveolar y también arterial. El espacio muerto “fisiológico” es el determinante principal de la diferencia entre la PaCO<sub>2</sub> y del final de espiración conocido también como gradiente PaCO<sub>2</sub>-etCO<sub>2</sub> o DCO<sub>2</sub>, en pacientes con un sistema cardiorrespiratorio normal, por lo que en pacientes “sanos” el gradiente PaCO<sub>2</sub>-etCO<sub>2</sub> es generalmente < 6 mmHg <sup>(21)</sup>. En casos de enfermedad cardiopulmonar se presentan alteraciones en la relación ventilación/perfusión (V/Q) con diferencias en el volumen del espacio muerto y en el *shunt* o cortocircuito intrapulmonares, que afectan también el DCO<sub>2</sub>, por lo que un DPCO<sub>2</sub> > de 5 mmHg se atribuye a anomalías en la relación entre el espacio muerto/volumen corriente (Vd/Vt) y/o a una elevación en la mezcla venosa (porción del gasto cardiaco que no capta oxígeno al pasar por los pulmones) o ambos. La fracción Vd/Vt nos permite calcular el espacio muerto real durante la ventilación mecánica, este índice fue utilizado a diferentes latitudes y alturas, y demostró su utilidad como predictor de éxito en el destete de pacientes en ventilación mecánica <sup>(22,23)</sup> (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de cálculo de espacio muerto/volumen tidal en diferentes estudios

Año	País	Altitud (m s. n. m.)	Revista	Autor	Vd/Vt
2011	México	2250	Rev Asoc Mex Med Crit yTer Int	Magañas C. <sup>(16)</sup>	0,55
2015	Alemania	34	Physiol Meas	Smalichs G. <sup>(19)</sup>	0,73
2016	China	3,5	Chin J Traumatol	Zhang YJ. <sup>(22)</sup>	0,70

m s. n. m.: metros sobre el nivel del mar, Vd/Vt: fracción espacio muerto/volumen corriente

El objetivo del presente estudio es determinar el valor predictivo del cálculo del espacio muerto a través de la fracción espacio muerto/volumen corriente (Vd/Vt) en

el destete de ventilación mecánica invasiva en pacientes críticamente enfermos en la gran altitud.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño y población de estudio

Estudio epidemiológico, observacional, analítico y prospectivo. La población objetivo estuvo conformada por los residentes de la gran altitud hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos del Hospital del Norte de la ciudad de El Alto (Bolivia) que estaban en ventilación mecánica invasiva durante el periodo comprendido entre el 01 de noviembre de 2016 al 31 de marzo de 2017.

### Variables y mediciones

Los criterios de inclusión fueron a) residentes de la altitud hospitalizados en la unidad de terapia intensiva y con ventilación mecánica invasiva, b) pacientes con evidencia de resolución de la causa que motivó su conexión al ventilador mecánico invasivo, c) paciente con criterios e índices de destete positivos, y d) prueba de respiración espontánea positiva. Las variables estudiadas fueron el espacio muerto a través de la fracción  $V_d/V_t$  y su relación con el éxito o fracaso del proceso de destete de ventilación mecánica. Se emplearon ventiladores mecánicos Hamilton C2. La valoración de la fracción  $V_d/V_t$  se realizó según la ecuación de Frankfield dentro la hora previa al destete. La extensión Capnostat se utilizó para la medir el  $etCO_2$  por capnografía en el mismo ventilador mecánico y para el registro de la  $PaCO_2$  y de la frecuencia respiratoria. Se procedió al destete de la ventilación (desconexión y

extubación) y se formaron dos grupos de pacientes: el grupo “éxito”, en el cual el destete de la ventilación mecánica fue exitoso, sin necesidad de reintubación en las siguientes 72 h, y el grupo “fracaso”, que sí necesitó de reintubación y reconexión al ventilador mecánico dentro de las 72 h.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante promedio, desviación estándar y varianza, así como prueba t de Student y elaboración de curva ROC en Stata 0.12. Se consideró estadísticamente significativo si  $p < 0,05$ .

### Consideraciones éticas

El trabajo cuenta con la aprobación del Comité de Ética e Investigación Institucional.

## RESULTADOS

Se incluyeron 30 pacientes, 14 mujeres (47 %) y 16 varones (53 %). La media de edad fue 43 años con rango de 61 años y desviación estándar de 24,33 años. Del total de pacientes, 25 (83 %) estaban en el grupo “éxito”, y 5 (17 %) en el grupo “fracaso” en el proceso de destete de la ventilación mecánica invasiva durante el periodo de estudio. La fracción  $V_d/V_t$  del grupo “éxito” del destete fue de 0,43 con una  $p = 0,01109$  en relación al grupo en el que el destete fracasó. Las características y análisis estadístico mediante t de Student se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Relación del  $V_d/V_t$  y el destete de ventilación mecánica Invasiva en residentes de la gran altitud

	Éxito	Fracaso	t Student ( $p < 0,05$ )
Edad	39	62	0,02069
Cap- $etCO_2$	31	27	0,139659
FR	20	33	0,000023
$V_d/V_t$	0,43	0,54	0,01109

$etCO_2$ :  $PaCO_2$  por capnografía

FR: Frecuencia respiratoria

$V_d/V_t$ : Fracción espacio muerto/volumen corriente

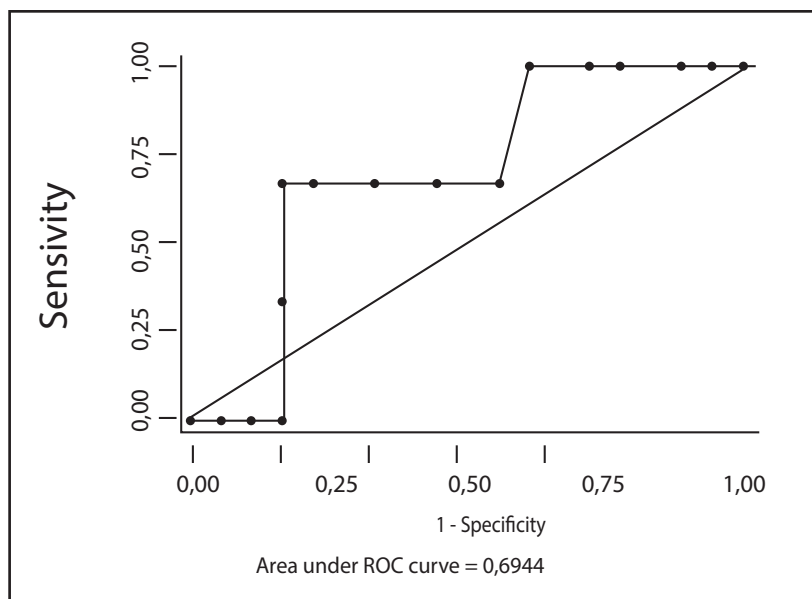
No hubo fallecimientos hasta las 72 horas después de la desconexión y extubación. El análisis según índices

predictivos se observa en las tabla 3, y en la figura 1 se describe el análisis de curva ROC.

**Tabla 3.** Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo según Vd/Vt

Vd/Vt	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
≤ 0,43	0,61	1	1	0,3
≤ 0,45	0,73	1	1	0,365
≤ 0,5	0,86	1	1	0,62
≤ 0,55	0,88	0,33	0,88	0,33

Vd/Vt: Fracción espacio muerto/volumen corriente



**Figura 1.** Curva ROC en relación a Vd/Vt y predicción de fracaso durante el destete a las 72 horas con AUC = 0,6944 (IC 95% 0,634 - 0,752) <sup>(24)</sup>

## DISCUSIÓN

En el mundo existen 385 millones de personas que viven en la altitud, es decir, por encima de los 1500 m s. n. m. La hipoxia hipobárica debida a la altitud determina que los residentes se adapten a nuevas condiciones de normalidad <sup>(25,26)</sup>. La presente investigación encuentra que, estadísticamente, existe diferencia significativa entre el grupo “éxito” y el grupo “fracaso”, y que se establece un punto de corte razonable alrededor de Vd/Vt ≤ 0,5 al evidenciarse una mejora en relación a la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo en pacientes que presentan este valor. Por lo tanto, es factible utilizar el cálculo del espacio muerto como índice predictivo del éxito del destete ventilación mecánica en pacientes críticos de la gran altura.

Al comparar nuestros resultados con estudios previos, encontramos similitudes con los que muestran que la fracción Vd/Vt es un buen predictor para el éxito del destete de ventilación mecánica. Así, Magaña et al. reportan que 48 pacientes (38, 80 %) del grupo “éxito” obtuvieron un con Vd/Vt de 0,50 con  $p > 0,0001$  en relación al grupo “fracaso” (10,20 %), en una población localizada a 2250 m s. n. m. <sup>(16)</sup>. Mientras que la investigación de González Castro et al. en Santander, España, a 8 m s. n. m. muestra que los 76 pacientes del grupo “éxito” (59, 78 %) mostraron un Vd/Vt con valor de 0,48 y con una  $p < 0,0001$  en relación al grupo “fracaso” (17, 22 %) <sup>(27)</sup>. Hoda et al. encontraron, en una población situada a 30 m s. n. m., que el 51,61 % del grupo “éxito” (84 pacientes) tuvo un Vd/Vt de 0,35 y un valor de  $p < 0,001$  respecto al grupo “fracaso” (33, 39 %) <sup>(18,28)</sup>.

Por el contrario, otras investigaciones no encontraron utilidad en la fracción Vd/Vt tales como la de Ghiasi et al. (Isfahán, Irán) en el 2019 y a 1574 m s. n. m., que reporto 80 pacientes con el valor de Vd/Vt de 0,15 en el grupo “éxito” (68, 85 %) y con  $p = 0,946$  en relación al grupo “fracaso” (12, 15 %) <sup>(29)</sup>. En 2015, Agmy et al. en Menia (Egipto), a 130 m s. n. m., encontró un valor de Vd/Vt de 0,31 en el grupo “éxito” grupo éxito (24, 60 %) y un valor de  $p = 0,74$  en relación al grupo fracaso (16, 40 %) <sup>(30)</sup>.

Resulta interesante observar que la media de Vd/Vt reportada en el grupo de pacientes denominado “éxito” sea menor que los estudios reportados en la literatura, esto estaría en concordancia con los cambios propios en la fisiología por la altitud: mayor volumen corriente y mayor frecuencia respiratoria. Se debe resaltar que el valor de Vd/Vt es mayor al considerado como fisiológico (que es 0,3) y que puede incrementarse en la ventilación mecánica, ya que la presión positiva al final de la espiración aumenta el volumen pulmonar, produce una tracción radial en la vía aérea, e incrementa, a su vez el espacio muerto <sup>(9,16,22)</sup>.

En conclusión, el cálculo del espacio muerto a través de la medida de la fracción espacio muerto/volumen corriente (Vd/Vt) predice el éxito del destete de pacientes críticamente enfermos bajo ventilación mecánica invasiva a gran altitud. Recomendamos que cada hospital y, particularmente, cada unidad de terapia intensiva desarrolle sus propios parámetros para el manejo de pacientes críticos debido a las reconocidas diferencias que existen en los diferentes niveles de altitud. El presente trabajo sirve como base para la realización de estudios posteriores que permitan, con base en una muestra más numerosa para mejorar la potencia estadística, identificar mejores predictores de éxito en el proceso de desconexión de la ventilación mecánica.

**Contribuciones de los autores:** José Antonio Viruez Soto, Amilcar Tinoco Solórzano y Julian Cerezo Gonzales participaron en la generación y diseño del estudio, recolección, análisis e interpretación de los datos, y en la redacción del artículo.

**Fuentes de financiamiento:** Este artículo ha sido financiado por los autores.

**Conflicto de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tinoco-Solórzano A, Román Santamaría A, Charri Victorio J. Gasometría arterial en diferentes niveles de altitud en residentes adultos sanos en el Perú. *Horiz Med.* 2017; 17(3): 6-10.
2. Villacorta-Cordova F, Carrillo-Coba E, Zubia-Olaskoaga F, Tinoco-Solórzano A. Comparación de los valores normales de gases arteriales entre la altitud y el nivel del mar del Ecuador. *Intensivos.* 2020; 13(2): 88-91.
3. Colaboradores de Wikipedia. Distrito de El Alto. En: Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. 2019. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distrito\\_de\\_El\\_Alto&oldid=123961813](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distrito_de_El_Alto&oldid=123961813)
4. Colaboradores de Wikipedia. Ciudades más altas del mundo. En: Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. 2020. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Anexo:Ciudades\\_m%C3%A1s\\_altas\\_del\\_mundo&oldid=127490716](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Anexo:Ciudades_m%C3%A1s_altas_del_mundo&oldid=127490716)
5. Viruez-Soto JA, Tinoco-Solórzano A. Edema agudo de pulmón de reentrada a gran altitud. *Horiz Med.* 2020; 20(3): e943.
6. Monroy A. Ciudades de gran altitud [Internet]. *Medicina y altitud: consejos y experiencias médicas.* 2012. Disponible en: <http://altitudchulec.blogspot.com/2012/12/ciudades-de-gran-altitud.html>
7. Barry PW, Pollard AJ. Altitude illness. *BMJ.* 2003; 326(7395): 915-9.
8. Imray C, Booth A, Wright A, Bradwell A. Acute altitude illnesses. *BMJ.* 2011; 343(4943): 1-10.
9. Schwab M, Jayet P-Y, Allemann Y, Sartori C, Scherrer U. Edema pulmonar de altura: Modelo de estudio de la fisiopatología del edema pulmonar y de la hipertensión pulmonar hipóxica en humanos. *Medicina (Buenos Aires).* 2007; 67(1): 71-81.
10. Faoro V, Huez S, Vanderpool R, Groepenhoff H, de Bisschop C, Martinot J-B, et al. Pulmonary circulation and gas exchange at exercise in Sherpas at high altitude. *J Appl Physiol (1985).* 2014; 116(7): 919-26.
11. Cogo A. The lung at high altitude. *Multidiscip Respir Med.* 2011; 6(1): 14-5.
12. Tinoco-Solórzano A. Edema pulmonar de altura o mal de altura. *Revista Finlay.* 2018; 8(4): 256-7.
13. Esteban A, Alía I, Ibañez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest.* 1994; 106(4): 1188-93.
14. Hernández-López GD, Cerón-Juárez R, Escobar-Ortiz D, Graciano-Gaytán L, Gorordo-Delsol LA, Merinos-Sánchez G, et al. Retiro de la ventilación mecánica. *Med Crit.* 2017; 31(4): 238-45.
15. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest.* 2001; 120(Suppl. 6): S375-95.
16. Magaña Macías C, Salinas Martínez C, Santiago Toledo J, Olvera Guzmán C, Aguirre Sánchez J, Franco Granillo J. Evaluación del espacio muerto ajustado al volumen corriente en pacientes con ventilación mecánica. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Intensiva.* 2011; 25(3): 131-41.
17. Bärtsch P, Swenson ER. Acute high-altitude illnesses. *N Engl J Med.* 2013; 368(24): 2294-302.
18. Tymko MM, Ainslie PN, MacLeod DB, Willie CK, Foster GE. End tidal-to-arterial CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> gas gradients at low- and high-altitude during dynamic end-tidal forcing. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2015; 308(11): R895-906.
19. Guillén-Dolores Y, Molina-Méndez FJ. Monitoreo ventilatorio transoperatorio. ¿Es útil?. *Rev Mex Anestesiología.* 2015; 38(Suppl. 1): 90-2.
20. Schmalisch G, Wilitzki S, Bühner C, Fischer HS. The lung clearance index in young infants: impact of tidal volume and dead space. *Physiol Meas.* 2015; 36(7): 1601-13.
21. Chávez VJV, Juárez PJS, Licona OS. Comparison between mechanical ventilation with and without positive end-expiratory pressure and the gradient of carbon dioxide in laparoscopy. *An Med Asoc Med Hosp ABC.* 2017; 62(4): 251-5.

22. Zhang Y-J, Gao X-J, Li Z-B, Wang Z-Y, Feng Q-S, Yin C-F, et al. Comparison of the pulmonary dead-space fraction derived from ventilator volumetric capnography and a validated equation in the survival prediction of patients with acute respiratory distress syndrome. *Chin J Traumatol.* 2016; 19(3): 141-5.
23. Lucangelo U, Blanch L. Dead space. *Intensive Care Med.* 2009; 30(4): 576-9.
24. Cerda J, Cifuentes L. Uso de curvas ROC en investigación clínica: aspectos teórico-prácticos. *Rev Chil Infectol.* 2012; 29(2): 138-41.
25. Jibaja M, Ortiz-Ruiz G, García F, Garay-Fernández M, de Jesús Montelongo F, Martínez J, et al. Hospital mortality and effect of adjusting PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> according to altitude above the sea level in acclimatized patients undergoing invasive mechanical ventilation. A multicenter study. *Arch Bronconeumol.* 2020; 56(4): 218-24.
26. Cohen JE, Small C. Hypsographic demography: the distribution of human population by altitude. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1998; 95(24): 14009-14.
27. González-Castro A, Suárez-Lopez V, Gómez-Marcos V, González-Fernandez C, Iglesias-Posadilla D, Burón-Mediavilla J, et al. Valor de la fracción de espacio muerto (V<sub>d</sub>/V<sub>t</sub>) como predictor de éxito en la extubación. *Med Intensiva.* 2011; 35(9): 529-38.
28. Abu Youssef HA, Shalaby AEO, Abd El Hafiz AM, Shaban MM, Hamed HAG. Predictive value of rapid shallow breathing index in relation to the weaning outcome in ICU patients. *Egypt J Chest Dis Tuberc.* 2016; 65(2): 465-72.
29. Ghiasi F, Gohari Moghadam K, Alikiaii B, Sadrzadeh S, Farajzadegan Z. The prognostic value of rapid shallow breathing index and physiologic dead space for weaning success in intensive care unit patients under mechanical ventilation. *J Res Med Sci.* 2019; 24: 16.
30. Agmy G, Mohammad H, Hassanin A. The prognostic value of the dead-space fraction and other physiological parameters in the weaning process of mechanical ventilation in patients with obstructive air flow. *Egypt J Bronchol.* 2015; 9(3): 245-52.

#### Correspondencia:

José Antonio Viruez Soto

Dirección: Avenida Juan Pablo II Número 220, Zona Rio Seco, El Alto. La Paz, Bolivia.


Teléfono: +531 78804139

Correo electrónico: antonioviruez@hotmail.com

Recibido: 21 de junio de 2020

Evaluado: 08 de julio de 2020

Aprobado: 17 de agosto de 2020


© La revista. Publicado por Universidad de San Martín de Porres, Perú.  
 Licencia de Creative Commons Artículo en acceso abierto bajo términos de Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

#### ORCID iDs


Jose Antonio Viruez Soto

 <https://orcid.org/0000-0002-0579-5186>

Amílcar Tinoco Solórzano

 <https://orcid.org/0000-0002-4609-3455>

Julian Cerezo Gonzales

 <https://orcid.org/0000-0003-2288-1315>