

## Artículo Original

### Relación del estado oxigenatorio con la sobrecarga de volumen en pacientes en ventilación mecánica invasiva en la unidad de cuidados intensivos pediátricos de un hospital peruano

Relation between the level of oxygenation with an overbearing volume of patients in invasive mechanical ventilation in the pediatric intensive care unit in a Peruvian hospital

Jim Franco Vásquez-Manrique<sup>1a</sup>, Percy Antonio Morales -Yampufé<sup>2a</sup>, Pedro Michael Baique-Sánchez<sup>3a</sup>, Manuel Enrique Reyes-Manrique<sup>3a</sup>

#### RESUMEN

El estado oxigenatorio de los pacientes pediátricos en ventilación mecánica (VM) podría deteriorarse con la sobrecarga de volumen (SV), debido a esto se investigó la asociación entre la SV con el estado oxigenatorio en los pacientes en VM en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP). **Métodos:** estudio retrospectivo, durante todo el 2013 en pacientes en VM, tomando datos demográficos, valores ventilatorios y gasométricos desde el ingreso hasta un máximo de 10 días. **Resultados:** total de 145 pacientes <15 años, la edad de los pacientes tienen una mediana de 44 meses (DE 54.1), el PRISM III con una mediana de 7 (DE 10.44), en cuanto a los días en ventilación mecánica (DVM), los pacientes tienen una mediana de 3 días (DE 5.4), en cuanto a la Estancia en UCIP, los pacientes tienen una mediana de 6 días (DE 8.9). La relación entre el índice de oxigenación (IO) con la SV que se realizó día por día muestra una fuerte correlación desde el primer día (Pearson  $r=0.533$ ;  $p < 0.0001$ ) hasta el sexto día (Pearson  $r=0.456$ ;  $p < 0.007$ ), perdiéndose esta correlación en los últimos días medidos. En la comparación de características de pacientes con el SV% en grupos, muestra que hay una correlación altamente significativa entre la menor edad, mayor PRISM III, EUCIP y DVM. **Conclusión:** La SV tiene una relación directa con el estado oxigenatorio los primeros días al ingreso a la UCIP en los pacientes pediátricos en ventilación mecánica, además se encontró relación entre la edad, PRISM III, DVM y EUCIP

**Palabras Clave:** Sobrecarga de volumen, ventilación mecánica, índice oxigenatorio, pediatría (Fuente: DeCS-BIREME)

1. Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR). Lima, Perú
  2. Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja (INNSB). Lima, Perú
  3. Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM). Lima Perú
- a. Médico Intensivista Pediatra      Recibido: 15-03-2016      Aprobado: 10-04-2016

**Citar como:** Vásquez-Manrique JF, Morales-Yampufé PA, Baique-Sánchez PM, Reyes-Manrique ME. Relación del estado oxigenatorio con la sobrecarga de volumen en pacientes en ventilación mecánica invasiva en la unidad de cuidados intensivos pediátricos de un hospital peruano. Rev Hisp Cienc Salud. 2016;2(2): 114-122

## ABSTRACT

The oxygenation state of pediatric patients on mechanical ventilation (MV) may deteriorate with fluid overload (FO), because of this we investigated the association between FO with oxygenation state in patients MV in the pediatric intensive care unit (PICU) of a Peruvian hospital. **Methodology:** retrospective study, all patients VM 2013, taking demographics, ventilation and blood gas values from admission to a maximum of 10 days. **Results:** Total of 145 patients <15 years, the age of the patients have a median of 44 months (SD 54.1), the PRISM III with a median of 7 (10.44) in terms of days on mechanical ventilation (DMV), patients have a median of 3 days (5.4), regarding the stay in PICU, patients have a median of 6 days (8.9). The relationship between oxygenation index (OI) with the SV that day was by day shows a strong correlation since day (Pearson  $r = 0.533$ ;  $p < 0.0001$ ) until the sixth day (Pearson  $r = 0.456$ ;  $p < 0.007$ ), losing this correlation in recent measured days. In the comparison of characteristics of patients with the FO% in groups, it shows that there is a highly significant correlation between younger age, higher PRISM III, SPICU and MVD. **Conclusion:** FO has a direct relationship with the state oxygenation the early days admission to the PICU in pediatric patients on mechanical ventilation, also relationship between age, PRISM III, DVM and EUCIP found.

**Key Words:** Fluid overload, mechanical ventilation, oxygenation index, pediatric (*source: MeSH NLM*)

## Introducción

La administración de altos volúmenes de líquidos durante la resucitación de pacientes en estado crítico constituye una frecuente actitud terapéutica por la necesidad de corregir los fenómenos hipovolémicos asociados a distintas condiciones (sepsis, trauma, cirugía), no primariamente caracterizadas por pérdida de volumen, lo que conduce a una SV, en los niños ingresados en la UCIP (1-3). La evidencia de la SV en la enfermedad crítica muestra que sería perjudicial en niños, por lo que conllevaría a utilizar medidas de soporte dialítico en algunos casos (4-6). En múltiples investigaciones se utiliza el Índice Oxigenatorio (IO) para valorar el estado oxigenatorio ya que es un marcador que evalúa la severidad de la falla respiratoria e incluso sirve como marcador pronóstico (7,8). Un marcador usado para medir la severidad de enfermedad y como valor pronóstico de mortalidad es el Pediatric Risk of Mortality score III (PRISM III) (9).

Existen estudios que encontraron que la morbilidad respiratoria en pacientes en VM tendría una afectación negativa debido al equilibrio positivo de fluidos (10, 11). En adultos con problema respiratorio severo se encontró que habría un beneficio en la oxigenación y la duración de la EUCI y menor tiempo de ventilación mecánica en aquellos manejados con estrategias conservadoras de aporte de fluidos, cuidando evitar tener balances hídricos que muestren SV (12). Se ha descrito que aquellos pacientes que tuvieron la necesidad de terapia de reemplazo renal (TRR) fueron aquellos que tuvieron mayor duración de VM, lo que sugiere que SV tendría un valor preponderante en la mecánica pulmonar y la VM en pacientes críticos (13). En el contexto del Síndrome de distress respiratorio agudo (SDRA) y sepsis en niños; la SV temprana se ha asociado de forma independiente con la mortalidad y con una duración mayor de la ventilación mecánica (14, 15).

La SV después de la fase de resucitación para la estabilización hemodinámica afectaría el estado ventilatorio en relación a su IO en pacientes críticamente enfermos pediátricos que no recibieron terapia de reemplazo renal, siendo esta relación independiente del estado de gravedad de los pacientes, incluso coincidiendo el pico de valor de IO con el pico de SV (16). La SV a las 48 horas se asoció con el IO y los días de ventilación mecánica (DVM) en una población general de Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) y no hubo asociación de SV con la mortalidad (17). Cabe resaltar que una publicación que muestra un análisis del grupo Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) no encontró ninguna asociación entre la SV y la duración de VM y resultados de extubación (18), pero esto contrastaría con el resto de publicaciones. Múltiples publicaciones muestran que lograr un balance hídrico negativo es asociado independiente con el destete exitoso en pacientes en VM y en lo que concierne a los pacientes con sepsis, la relación negativa que existe entre estos con un balance hídrico positivo, los DVM así como mortalidad también ha sido mencionada. Esta relación también se ha estudiado en pacientes post operados y en aquellos que presentaron edema agudo de pulmón. También se menciona que los pacientes que no alcancen un balance hídrico negativo de fluidos dentro de los primeros 3 días tienen un mayor riesgo de mortalidad (19, 20, 21, 22, 23). Es por eso que el monitoreo del balance hídrico y su estandarización es una situación compleja en pacientes críticos, y se dificulta por diversos factores propios de la patologías que presenten (24, 25).

Debido a que la información en pacientes pediátricos es limitada, y no existe ninguna publicación previa en nuestro país, nuestro estudio busca como principal objetivo aportar a las investigaciones sobre la SV y su relación con el IO en los

pacientes en ventilación mecánica, así como también su relación los DVM, y EUCIP y la mortalidad en asistencia respiratoria mecánica en niños en una población general de UCIP.

#### **POBLACIÓN Y METODOS**

**POBLACIÓN:** pacientes que ingresaron al servicio desde el 1 de Enero al 31 de Diciembre de 2013 en la UCIP del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins

**DISEÑO DEL ESTUDIO:** Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo

**Criterios de inclusión:** Necesidad de ventilación mecánica invasiva durante > 24, que la historia clínica consigne de manera completa los datos relacionados al estudio, además de un registro de los parámetros ventilatorios relacionados de manera muy cercana con la gasometría. Además un registro adecuado de los ingresos y egresos de fluidos.

**Criterios de exclusión:** Enfermedad cardíaca congénita., pacientes que recibieron Terapia de reemplazo renal (TRR) ya sea en forma de hemodialisis o de diálisis peritoneal, datos insuficientes en la Historia Clínica, desnutrido severo según de la OMS (menos de 3 desviaciones estándar), reingreso antes de los 28 días de alta de la UCIP.

#### **VARIABLES PRINCIPALES:**

1.- **INDICE OXIGENATORIO (IO):** (presión media de vía aérea  $\times$  Fio2 100/Pao2) .Se calculó el peor de IO para un día determinado utilizando el registro del Pao2 más bajo con la presión media de la vía aérea y Fio2 más cercano en tiempo para la medición de PaO2 en particular. 2.- **PORCENTAJE DE SOBRECARGA DE VOLUMEN:** que se medirá en porcentaje.  $SV \% = (\text{ingreso de líquido en mililitros} - \text{egreso de líquidos en ml a partir de la admisión en UCIP}) / \text{entre el peso al ingreso a UCIP}; \text{este resultado por } 100\%.$

- Ingresos: ingesta de líquidos incluido todo por vía enteral o parenteral, más líquidos administrados, incluyendo derivados sanguíneos y medicamentos por vía intravenosa.

- Egresos: salida de líquidos incluida la orina, las heces, la producción nasogástrica, la pérdida de sangre, o cualquier otra salida de quirúrgica por drenajes, sumado más las pérdidas insensibles.

VARIABLES SECUNDARIAS: Sexo, edad (meses), peso (Kg), diagnóstico de base (Neurológicos, Hemato-Oncológicos, Respiratorios, Infecciosos, Trauma, Cardiopatías, Otros), PRISM III, DVM, EUCIP, mortalidad (dentro de los 28 días del ingreso a UCIP).

#### TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE

DATOS: Se realizó revisión de las historias clínicas que hayan ingresado desde el 01 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2013.

PLAN DE ANALISIS: las variables continuas se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar y mediana (rango intercuartil). Se presentaron variables categóricas como proporciones. Nuestra relación primaria de interés fue el Porcentaje de Sobrecarga de Volumen (SV%) y el Índice Oxigenatorio (IO), y se examinó la relación entre estas variables utilizando el análisis de correlación, usando el coeficiente de Pearson (la correlación analiza el grado de relación o asociación entre dos variables varía entre:  $-1 \leq r \leq 1$ ) y la prueba de hipótesis de correlación para analizar si la relación es significativa ( $p < 0.05$ ) o no es significativa ( $p > 0.05$ ). A continuación se examinó la relación entre cada día de estudio SV% y el valor más alto del IO proporcionando información sobre si el SV% se asoció con el IO en un día determinado. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis

para probar si existían diferencias entre las variables y los grupos de sobrecarga de volumen pico y la prueba de chi-cuadrado para probar las diferencias en proporciones entre grupos. Se usó el paquete estadístico SPSS Ver.22.

#### CONSIDERACIONES ETICAS

El presente trabajo se realizó con la anuencia de la Oficina de Docencia e Investigación del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, del comité de ética del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, así como con el permiso de la Jefatura de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, del Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y de la Unidad de Investigación, Ciencia y Tecnología de la Facultad de Medicina Alberto Hurtado de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

#### RESULTADOS:

Luego de la exclusión del total de 310 (13 con datos incompletos, 48 no ventilados, 51 ventilados menos de 24 horas y 53 con otros criterios de exclusión), se tiene un total de 145 pacientes. La edad de los pacientes tienen una mediana de 44 meses (1-167 meses)(DE +/-54.1meses), encontrándose las dos terceras partes entre 6.5 y 114 meses,; en cuanto al PRISM III hay una mediana de 7 (0-45)(DE 10.44), en cuanto a los DVM, los pacientes tienen una mediana de 3 días (1-33)(DE +/-5.4), en cuanto a la EUCIP, los pacientes tienen una mediana de 6 días(1-45) (DE +/-8.9) (Tabla 1). El 44.8% de los pacientes son de sexo femenino. Los pacientes postoperados son la tercera parte del total. Los tumores cerebrales llegan casi a la quinta parte (19,3%), el 20% de los pacientes presentan neumonía como diagnóstico de ingreso sin ninguna otra patología de fondo. Fallecieron el 17.2% de pacientes (Tabla 2).

TABLA 1. Características de pacientes en la UCIP del HNERM, entre Enero a Diciembre 2013

VARIABLES CUANTITATIVAS	MA	ME	DE
Edad (meses )	60.6(1-167)	44(10 – 110)	54.1
PRISM III	10.36(0-45)	7( 2 – 15 )	10.44
D en VM	4.7(1-33)	3( 1 - 5 )	5.4
D EUCIP	9.4(1-45)	6( 4 - 12 )	8.9

MA= Media aritmética, DE= Desviación estándar, ME= Mediana ( rango intercuartil)

TABLA 2. Características de pacientes en la UCIP del HNERM, entre Enero a Diciembre 2013.

VARIABLES CATEGÓRICAS	Pacientes( n=145)	
	N°	%
Sexo		
Femenino	65	44.8
Masculino	80	55.2
POST OPERADOS		
Si	48	33.1
No	97	66.9
NEUMONIA		
Si	42	29
No	103	71
DIAGNOSTICO DE INGRESO		
TUMOR CEREBRAL	28	19.3
NEUMONIA	29	20
TEC	11	7.5
LEUCEMIA	8	5.5
SEPSIS	7	4.8
ESTADO EPILEPTICO	6	4.1
MAV	4	2.8
PARALISIS CEREBRAL	4	2.8
HIC	3	2.1
MENINGITIS	3	2.1
PERITONITIS	3	2.1
ATRESIA ESOFAGO	2	1.4
HEPATOBLASTOMA	2	1.4
TUMOR ABDOMINAL	2	1.4
VOLVULO COLON	2	1.4
OTROS	31	21.3
GRUPOS DIAGNOSTICOS		
1.NEUROLÓGICOS	23	15.9
2.HEMATOLÓGICOS-ONCOLÓGICOS	44	30.3
3.RESPIRATORIOS	30	20.7
4.TRAUMA	11	7.6
5.INFECCIOSOS	25	17.2
6.OTROS	12	8.3
FALLECIDOS		
No	120	82.8
Si	25	17.2

La relación entre el IO con la SV que se realizó día por día muestra una fuerte correlación desde el primer día hasta el sexto día, perdiéndose esta correlación en los últimos días y el porcentaje de sobrecarga de volumen; en cuanto a medidas (1 día: Pearson  $r = 0.533$ ,  $p = 0.000$ ; 6 día:  $r = 0.456$ ,  $p = 0.007$ ; 7 día:  $r = 0.322$ ,  $p = 0.082$ ; 10 día:  $r = 0.162$ ,  $p = 0.508$ ) (tabla 3). El mayor porcentaje de pacientes (38%) llega a un pico máximo de sobrecarga de volumen  $> 15\%$ , y en estos grupos la mayor morbimortalidad. En la comparación de características de pacientes con el porcentaje de sobrecarga de volumen es altamente significativa (Fig. 1) (tabla N°4).

TABLA3. Relación entre Índice Oxigenatorio (IO) con la Sobrecarga de Volúmen (SV) de pacientes en la UCIP del HNERM, entre Enero a Diciembre 2013.

DIAS	R	P
1	0.533	0.001
2	0.534	0.001
3	0.687	0.001
4	0.538	0.001
5	0.593	0.001
6	0.456	0.007
7	0.322	0.082
8	0.338	0.098
9	0.251	0.238
10	0.162	0.508

**r Pearson: coeficiente de correlación de Pearson**  
**p : significancia estadística**

TABLA N°4.Comparación de características de pacientes con %SV por grupos (n=145).

Características	Porcentaje de sobrecarga de Volumen (%SV)				Test Estadístico
	0%≤5% (n=21)	5%≤10% (n=52)	10%≤15% (n=17)	>15% (n=55)	
Edad	104(17-167)	60.5(1-165)	22(2-166)	19(1-167)	$p < 0.001$ (KW)
PRISM III	2(0-22)	5(0-45)	10(0-43)	12(0-44)	$p < 0.001$ (KW)
Mortalidad	0( 0%)	4( 7.7%)	2(11.8%)	19(34.5%)	
D-EUCIP	3(1-26)	5(1-36)	7(1-40)	11(1-45)	$p = 0.0002$ ( $\chi^2$ )
D en VM	1(1 - 12)	2(1 - 6)	4(1-15)	7(2-33)	$P < 0.001$ (KW)
					$p < 0.001$ (KW)

KW = Test Kruskal Wallis  $\chi^2$  = Test Chi cuadrado.

**DISCUSIÓN**

Esta investigación demuestra que existe una correlación entre la SV y el IO, desde el ingreso hasta los primeros días. Nuestro estudio es compatible con los resultados encontrados por Sinitzky et al. (17) en un estudio retrospectivo de más de 600 niños que muestra una correlación entre el IO y la SV a las 48% del ingreso a UCIP, a diferencia de que nuestro grupo de pacientes no contemplaba a los pacientes cardiopatas, desnutridos severos o aquellos que han recibido un soporte dialítico, dicho trabajo incluye a estos pacientes, teniendo nosotros una mediana de edad mayor con respecto a este estudio, pero similar tiempo de ventilación mecánica. La relación de la edad, mortalidad, DVM, EUCIP y PRISM III también es coincidente con el estado de SV en dicho trabajo con el nuestro, aunque ellos utilizaron la evaluación de la morbilidad el score PIM 2. Al igual que el trabajo precedente, Arikan et al (16) muestra que la SV en pacientes pediátricos en estado crítico tiene una correlación con el IO, ellos estudiaron las correlaciones hasta los 14 días desde el ingreso, nosotros solo hasta el décimo día, pero coincidimos en los criterios de exclusión. Ambos estudios previos tienen como mayor porcentaje de diagnósticos de ingresos las patologías respiratorias, pero nosotros tenemos como mayor población los neurológicos y hemato-oncológicos. Nuestro estudio encuentra una fuerte relación hasta el sexto día de estudio, y se podría explicar con respecto a que el paciente crítico en la fase temprana recibe aportes de fluidos de resucitación altos, y durante ya los días posteriores influyen otros factores como infecciones, mayor aporte enteral que podría alterar la uniformidad inicial del balance hídrico, y las comorbilidades asociadas de los pacientes. Los DVM y la EUCIP en nuestro estudio se correlacionan directamente con la SV, así como se mencionan en estudios realizados en población adulta que tiene relación con un destete ventilatorio exitoso (11), y en pediátricos donde la SV (>10 ml / kg / 24 h) se asoció la duración prolongada de la VM, independiente de la presencia de fallo del sistema múltiple de órganos y el grado de defecto de la oxigenación (14). Esto difiere con un estudio de más de 300 pacientes 18 años donde la SV no predijo el resultado de la extubación pero en pacientes que tuvieron un protocolo de manejo de ventilación mecánica pero encontraron una asociación entre IO acumulada a la extubación y la duración del destete en los casos no gestionado por un protocolo (18). La mortalidad en nuestro estudio fue mayor en el grupo con mayor sobrecarga de volumen, con significancia estadística, claro está que en nuestro trabajo también este grupo compartía un valor de media mayor de PRISM III lo que podría dar como posible análisis que los que presentan mayor morbilidad y riesgo de mortalidad tendrán como parte de esto una mayor sobrecarga de volumen, estos resultados son similares a los encontrados por Sutherland et al (6) que concluye en su investigación que los participantes que desarrollan una mayor sobrecarga de líquidos antes de la iniciación de TRR experimentan mayor mortalidad que aquellos con menos sobrecarga de volumen, y estos hallazgos son compartidos por otras investigaciones que demuestran esta relación (5, 12, 14) Nuestro trabajo comparte resultados ya estudiados en población pediátrica y es el primero realizado en nuestro país, y estadísticamente es representativo, comparte resultados de otros estudios que demuestran que los primeros días de los pacientes pediátricos críticos tienen una relación directa entre su estado de oxigenación y la SV, además trata de estandarizar este concepto de SV para futuras investigaciones. Nuestra investigación no puede concluir que la mortalidad tiene una asociación independiente del estado SV ya que también existe esta asociación entre el valor de PRISM III.

Además el peso que se toma es al ingreso, y no se realiza un pesaje diario, con lo que no se puede calcular de manera más exacta las pérdidas insensibles.

Una debilidad de nuestra investigación es que no tiene una cohorte de gran magnitud, y además no se realizó de manera multicéntrica, lo que hubiera dado más fortaleza a los hallazgos. La falta de otros datos en nuestro estudio que nos podrían ayudar a explicar porque los primeros días son los que guardan relación entre el IO y la SV es otra de las debilidades de nuestro estudio.

Finalmente, concluimos en que la sobrecarga de volumen tiene una relación directa con el estado oxigenatorio los primeros días al ingreso a la UCIP en los pacientes pediátricos en ventilación mecánica que no hallan recibido terapia de reemplazo renal, además se encontró relación entre la edad, estancia en UCIP, PRISM III y días de ventilación mecánica. Existe la necesidad de un estudio con mayor población y mayores datos para poder encontrar relación independiente de la sobrecarga de volumen y mortalidad.

## FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación del presente artículo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, et al: Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med* 2009; 37:666–688
2. Nguyen TH, Nguyen TL, Lei HY, et al: Volume replacement in infants with dengue hemorrhagic fever/dengue shock syndrome. *Am J Trop Med Hyg* 2006; 74:684–691
3. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al: Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001; 345:1368–1377
4. Foland JA, Fortenberry JD, Warshaw BL, et al: Fluid overload before continuous hemofiltration and survival in critically ill children: A retrospective analysis. *Crit Care Med* 2004; 32:1771–1776
5. Michael M, Kuehnle I, Goldstein SL: Fluid overload and acute renal failure in pediatric stem cell transplant patients. *Pediatr Nephrol* 2004; 19:91–95
6. Sutherland SM, Zappitelli M, Alexander SR, et al: Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: The prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *Am J Kidney Dis* 2010; 55:316–325
7. Trachsel D, McCrindle BW, Nakagawa S, et al: Oxygenation index predicts outcome in children with acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 172:206–211
8. Bayrakci B, Josephson C, Fackler J: Oxygenation index for extracorporeal membrane oxygenation: Is there predictive significance? *J Artif Organs* 2007; 10:6–9
9. Pollack MM, Ruttimann UE, Getson PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med* 2010; 43:546–552
10. Mitchell JP, Schuller D, Calandrino FS, et al: Improved outcome based on fluid management in critically ill patients requiring pulmonary artery catheterization. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145:990–998.



11. Upadya A, Tilluckdharry L, Muralidharan V, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA: Fluid balance and weaning outcomes. *Intensive Care Med* 2005; 31:1643-1647.
12. National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network, Wiedemann HP, AP, et al: Comparison of two fluid management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med* 2006; 354:2564–2575.
13. Hayes LW, Oster RA, Tofil NM, et al: Outcomes of critically ill children requiring continuous renal replacement therapy. *J Crit Care* 2009;24:394–400
14. Flori HR, Church G, Liu KD, et al: Positive fluid balance is associated with higher mortality and prolonged mechanical ventilation in pediatric patients with acute lung injury. *Crit Care Res Pract* 2011; 2011:854-142.
15. Valentine SL, Sapru A, Higginson RA, et al; Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigator's (PALISI) Network; Acute Respiratory Distress Syndrome Clinical Research Network (ARDSNet): Fluid balance in critically ill children with acute lung injury. *Crit Care Med* 2012; 40:2883–2889.
16. Arikan A, Zappitelli M, Goldstein L, Naipaul A, Jefferson L, Loftis L; Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2012; 13:253–258
17. Sinitsky L, Walls D, Nadel S, Inwald DP: Fluid overload at 48 hours is associated with respiratory morbidity but not mortality in a general PICU: retrospective cohort study. *Pediatr Crit Care Med*. 2015 16(3):205-9.
18. Randolph AG, Forbes PW, Gedeit RG, et al: Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI): Cumulative fluid intake minus output is not associated with ventilator weaning duration or extubation outcomes in children. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6:642–647
19. Alsous F, Khamiees M, DeGirolamo A, et al: Negative fluid balance predicts survival in patients with septic shock: A retrospective pilot study. *Chest* 2000; 117:1749–1754
20. Brandstrup B, Tønnesen H, Beier-Holgersen R, et al: Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: Comparison of two perioperative fluid regimens: A randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg* 2003; 238:641–648
21. Alsous F, Khamiees M, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA: Negative fluid balance predicts survival in patients with septic shock: a retrospective pilot study. *Chest* 2000, 117:1749-1754.
22. Hazle MA, Gajarski RJ, Yu S, et al: Fluid overload in infants following congenital heart surgery. *Pediatr Crit Care Med* 2013; 14:44–49
23. Schuller D, Mitchell JP, Calandrino FS, et al: Fluid balance during pulmonary edema. Is fluid gain a marker or a cause of poor outcome? *Chest* 1991; 100:1068–1075
24. Sheppard M: Monitoring fluid balance in acutely ill patients. *Nurs Times* 2000; 96:39–40
25. Toto KH: Fluid balance assessment. The total perspective. *Crit Care Nurs Clin North Am* 1998; 10:383–400

**CORRESPONDENCIA:**

Pedro Michael Baique Sánchez

Email: [pedro.baique@unmsm.edu.pe](mailto:pedro.baique@unmsm.edu.pe)