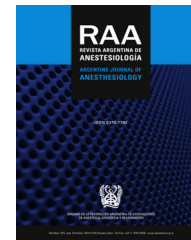


# REVISTA ARGENTINA DE ANESTESIOLOGÍA

[www.elsevier.es/raa](http://www.elsevier.es/raa)



## ARTÍCULO ORIGINAL

### Monitorización de las líneas B con ultrasonido pulmonar en pacientes mayores de 65 años durante cirugía de fractura de cadera



Cecilia M. Acosta<sup>a,\*</sup>, Silvina Longo<sup>b</sup>, Mauro Costantini<sup>a</sup>, Jorge Alvarez<sup>a</sup>,  
Elvio Mazzotta<sup>b</sup>, Leonardo I. Rinaldi<sup>b</sup>, Silvana E. Puca<sup>c</sup>, Martín Díaz<sup>d</sup> y Gerardo Tusman<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Anestesiología, Hospital Privado de Comunidad, Córdoba, Mar del Plata, Argentina

<sup>b</sup> Servicio de Anestesiología, Hospital Universitario Privado de Córdoba, Córdoba, Argentina

<sup>c</sup> Servicio de Diagnóstico por Imágenes, Hospital Privado de Comunidad, Córdoba, Mar del Plata, Argentina

<sup>d</sup> Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Privado de Comunidad, Córdoba, Mar del Plata, Argentina

Recibido el 20 de agosto de 2016; aceptado el 8 de noviembre de 2016

Disponible en Internet el 15 de diciembre de 2016

#### PALABRAS CLAVE

Ultrasonido  
pulmonar;  
Líneas B;  
Disfunción diastólica;  
Adultos mayores;  
Fractura de cadera

#### Resumen

**Introducción:** El manejo anestésico de pacientes programados para cirugía por fractura de cadera constituye un desafío. El ultrasonido cabecera posee gran potencial para la evaluación no invasiva del agua pulmonar extravascular y función cardíaca.

Evaluamos la correlación entre las líneas B utilizando ultrasonido pulmonar (UP) y el grado de disfunción cardíaca mediante ecocardiografía transtorácica en pacientes sometidos a cirugía por fractura de cadera bajo anestesia intratecal.

**Material y métodos:** Estudio multicéntrico, prospectivo, observacional; se incluyeron a 42 pacientes ASA III, mayores de 65 años. Se realizó examen sonográfico con UP y ecocardiografía transtorácica antes y 24 h posquirúrgico. Las líneas B fueron determinadas a través del score eco cometas y patrón B. El grado de disfunción cardíaca e índice de colapsabilidad de la vena cava inferior fueron evaluados por ecocardiografía transtorácica. Fue aplicada fluidoterapia restrictiva.

**Resultados:** El 80% de los pacientes presentó disfunción diastólica. Observamos patrón B en 24 (57%) y 26 (61%) pacientes durante el pre/postoperatorio respectivamente. Encontramos una correlación lineal entre el score eco cometas y la relación E/e' ( $p < 0,0001$ ). El score eco cometas y patrón B no se incrementaron en el postoperatorio ( $p < 0,63$ ;  $p < 0,77$  respectivamente). Observamos reducción significativa del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior durante el pre- y postoperatorio ( $p < 0,0001$ ).

**Discusión:** El UP detectó congestión pulmonar asintomática en estadio preclínico en una gran proporción de pacientes estudiados. No existió un incremento significativo de líneas B durante el postoperatorio.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ceciliamacosta@hotmail.com](mailto:ceciliamacosta@hotmail.com) (C.M. Acosta).

**KEYWORDS**

Lung ultrasound;  
B lines;  
Diastolic dysfunction;  
Elderly patient;  
Hip fracture

**Conclusión:** El UP representa una herramienta que permite evaluar el agua pulmonar extravascular en adultos mayores durante el perioperatorio; podría permitir a los anestesiólogos optimizar la fluidoterapia.

© 2016 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Monitoring B-lines with lung ultrasound in patients over 65 years old during hip fracture surgery

**Abstract**

**Background:** Anaesthetic management in elderly patients scheduled for hip fracture surgery is a challenge for anaesthesiologist. Ultrasound performed at the bedside (point-of-care) has a great potential for the non-invasive evaluation of extravascular lung water and cardiac function.

We assessed B-lines using lung ultrasound (LUS) and their correlation with cardiac dysfunction by transthoracic echocardiography (TTE) in patients undergoing hip fracture surgery with spinal anesthesia.

**Materials and methods:** A multicentre prospective observational study was conducted that included 42 patients, ASA III, older than 65 year-old, and scheduled for hip fracture surgery under spinal anaesthesia. LUS and transthoracic echocardiography were performed before and 24 hours after surgery. B-lines were determined using two scores: Echo Comet Score and B pattern score. Diastolic/systolic cardiac function and inferior vena cava collapsibility index were evaluated by transthoracic echocardiography. Restrictive fluid therapy was applied.

**Results:** Diastolic dysfunction was found in 80% of patients. B-pattern was found in 24 (57%) and 26 (61%) patients during pre/postoperative periods respectively. We found a linear correlation between the ratio of early diastolic mitral inflow velocity to early diastolic velocity of the mitral annulus ( $E/e'$ ) and Echo Comet Score ( $P < .0001$ ). The Echo Comet Score and B-pattern did not increase during the postoperative period ( $P < .63$ ,  $P < .77$ , respectively). A statistically significant reduction was observed in inferior vena cava collapsibility index before and after surgery ( $P < .0001$ ).

**Discussion:** LUS detected asymptomatic lung congestion at a pre-clinical stage in a substantial proportion of elderly patients. B-lines did not increase during the postoperative period in these patients in whom restrictive fluid therapy was applied.

**Conclusion:** LUS may be a useful bedside tool to assess extravascular lung water in elderly patients during the peri-operative period, and can therefore help anaesthesiologists to optimise fluid therapy.

© 2016 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

Con el incremento de la expectativa de vida, la fractura de cadera constituye la causa de hospitalización más frecuente debida a traumatismo en el paciente anciano. Frecuentemente son portadores de enfermedades como hipertensión arterial y cardiopatía isquémica, las cuales son causa de disfunción diastólica. La existencia de comorbilidades en este grupo de pacientes incrementa la morbimortalidad perioperatoria.

Aunque el estudio de la función cardíaca intraoperatoria habitualmente se centra en la evaluación de la función sistólica, cerca de la mitad de los pacientes con diagnóstico clínico de insuficiencia cardíaca presentan una fracción de eyección normal o casi normal<sup>1</sup>. La disfunción diastólica afecta principalmente a personas de edad avanzada<sup>2,3</sup>,

constituye una entidad subestimada y presenta un riesgo elevado de descompensación aguda en el periodo perioperatorio. La prevalencia de disfunción diastólica reportada en pacientes ancianos es del 60%<sup>4</sup>.

La severidad de la disfunción diastólica es un predictor de mortalidad en pacientes, independientemente de que padezcan o no disfunción sistólica asociada. Dichos pacientes poseen un ventrículo izquierdo (VI) rígido con alteración severa en la distensibilidad, haciendo que la infusión de pequeñas cantidades de líquidos puedan incrementar significativamente la presión diastólica del VI y precipitar edema agudo de pulmón. Por dicho motivo es importante ser cautelosos en el manejo de fluidos durante el perioperatorio.

En los últimos años la ecografía point-of-care ha ganado un terreno importante en la monitorización del paciente crítico, permitiendo la evaluación de la función cardíaca al

lado del paciente, de manera no invasiva y dinámica. Estudios recientes demostraron una precisión aceptable cuando esta evaluación es realizada por médicos no-cardiólogos<sup>5,6</sup>.

El ultrasonido pulmonar (UP) es una herramienta diagnóstica, no invasiva, que puede ser realizada en la cabecera del paciente<sup>7,8</sup>. Es altamente sensible a variaciones del contenido de aire y fluidos pulmonares, constituyendo un verdadero densitómetro del parénquima pulmonar<sup>9</sup>. En presencia de agua pulmonar extravascular, los haces de ultrasonido perciben un engrosamiento de los septos interlobulares, generando artefactos de reverberación denominados «líneas B». Dichos artefactos aparecen frecuentemente en pacientes con insuficiencia cardíaca y poseen una elevada correlación con el agua pulmonar extravascular medidos por método de termodilución, niveles de presión wedge medidas con catéter de Swan-Ganz y hallazgos ecocardiográficos de insuficiencia cardíaca<sup>10-13</sup>.

Las líneas B poseen un comportamiento dinámico<sup>14</sup> por lo que su monitorización constituye una herramienta útil para el seguimiento del paciente. La presencia de múltiples líneas B se asocia a disfunción sistólica y/o diastólica del VI y es altamente indicativa de congestión pulmonar de origen cardíaco<sup>15</sup>.

El objetivo del presente estudio es evaluar la correlación entre las líneas B utilizando UP y el grado de disfunción cardíaca valorada a través de ecocardiografía transtorácica (ETT) en pacientes mayores de 65 años sometidos a cirugía por fractura de cadera.

## Material y métodos

Estudio prospectivo, multicéntrico, observacional, realizado en el Hospital Privado de Comunidad de Mar del Plata y en el Hospital Privado Universitario de Córdoba desde diciembre de 2014 hasta septiembre de 2015. Luego de la aprobación por el Comité de Ética enrolamos pacientes mayores de 65 años programados para osteosíntesis de cadera debido a fractura de fémur, ASA III-IV (American Society of Anesthesiologist physical status classification system) bajo anestesia intratecal. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito previo al estudio.

Los criterios de exclusión fueron: negativa del paciente a participar, presencia de enfermedad respiratoria crónica, fibrilación auricular, miocardiopatía hipertrófica severa, valvulopatía severa, índice de masa corporal > 40, insuficiencia renal crónica en hemodiálisis y pacientes que recibieron anestesia general.

## Examen sonográfico

Con el paciente en decúbito supino 2 anestesiólogos (cegados entre sí) para cada tipo de examen realizaron examen sonográfico del pulmón con sonda microconvex 1-3 MHz y ETT utilizando sonda sectorial 2-5 MHz, (ecógrafo Sonosite Micromaxx, Bothell, EE. UU.), según el siguiente protocolo: 30 min antes de la cirugía y 24 h después de finalizada. Los anestesiólogos que realizaron los exámenes ecográficos no estuvieron en la anestesia del paciente. Las imágenes y videos fueron grabados para su posterior análisis. La duración promedio de ambas examinaciones fue de 20 min.

## Examen sonográfico del pulmón

El grado de congestión pulmonar fue determinado usando 2 scores:

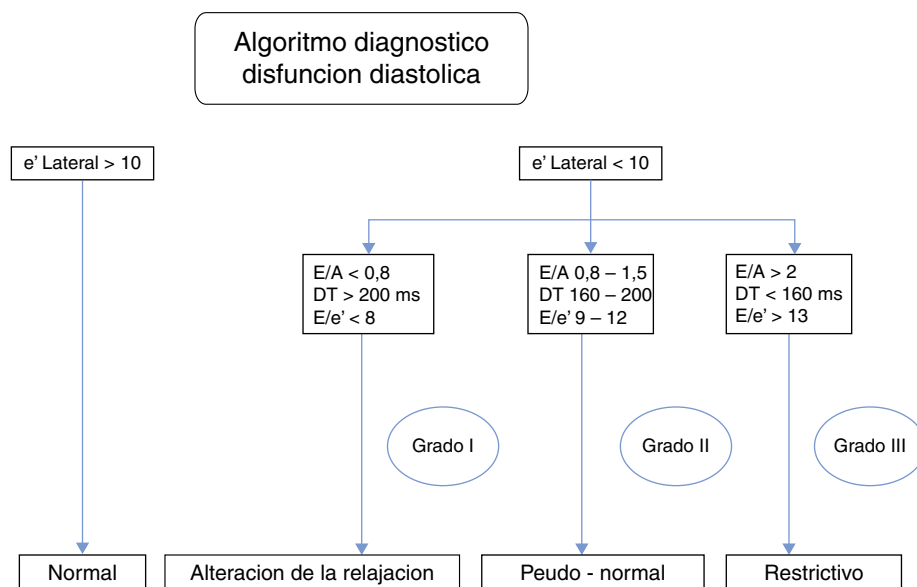
- Score que establece el patrón B: utiliza la técnica sonográfica estandarizada de 8 regiones<sup>8</sup> dividiendo cada hemitórax por las líneas paraesternal, axilar anterior y posterior en 2 áreas anteriores (superior/inferior) y 2 laterales (superior/inferior). La presencia de 3 o más líneas B en un escaneo longitudinal constituyen una región positiva. La presencia de 2 o más regiones positivas por cada hemitórax es diagnóstica de patrón B. El patrón A fue definido por la presencia de menos de 2 regiones positivas. Las líneas B se caracterizan por ser artefactos verticales, hiperecoicos, originados en la línea pleural y se extienden hasta el fondo de la pantalla moviéndose sincrónicamente con la respiración.
- Score eco cometas (SEC) obtenido por el recuento de líneas B en 28 áreas<sup>10</sup>. Cada hemitórax se dividió en áreas anterolateral, trazando una línea paraesternal, medioclavicular, axilar anterior y axilar posterior, y escaneando del segundo al cuarto espacio intercostal del lado izquierdo y del segundo al quinto espacio intercostal del lado derecho. En cada espacio intercostal se registró el número de líneas B, localizando el transductor longitudinalmente sobre los espacios intercostales. En cada sector se realizó la suma de las líneas B observadas.

## Examen ecocardiográfico transtorácico

La ETT fue realizada con el paciente en decúbito supino, obteniendo imágenes en modo B, M, doppler pulsado, tisular, color. Las mediciones se realizaron según las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. Utilizamos las ventanas paraesternal, apical y subxifoidea. Evaluamos función sistólica del VI (visualización directa y método de Teicholz). Se considero una fracción de eyección normal > 55%, disfunción leve 45-54%, moderada 30-44% y severa < 30%<sup>16,17</sup>.

Para evaluar la función diastólica del VI utilizamos doppler pulsado a nivel de la punta de los velos de la válvula mitral durante 3 latidos consecutivos al final de la espiración. Las variables estudiadas fueron velocidad máxima de las ondas E y A; la relación entre ambas y el tiempo de desaceleración (td) de la onda E, valor normal 150-220 ms. Doppler tisular (volumen de muestra de 3 mm) a nivel lateral del anillo mitral, registrando la velocidad máxima: e', a' y s'<sup>18</sup>. Se calculó la relación E/e', la cual es recomendada por su simplificación y menor dependencia con la edad<sup>19</sup>; posee estrecha correlación con la presión de fin de diástole del VI. La disfunción diastólica se clasificó de acuerdo a estos criterios generales en 3 grupos<sup>20</sup> (fig. 1).

Se utilizó ventana subxifoidea para el estudio de la vena cava inferior en visión sagital medida a 1 cm de la desembocadura en la aurícula derecha, se evaluó el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (icVCI) calculado como el diámetro al fin de espiración – diámetro al fin de inspiración/diámetro al fin de espiración × 100<sup>21</sup>. En pacientes con respiración espontáneamente el icVCI > 40% indica que



**Figura 1** Algoritmo diagnóstico de la disfunción diastólica.

Fuente: Nagueh et al.<sup>19</sup>, y Matyal et al.<sup>20</sup>.

será respondedor a fluidos y refleja una presión de aurícula derecha normal (0-5 mmHg)<sup>22,23</sup>.

## Anestesia

Bajo monitorización estándar para este tipo de cirugías, ECG, presión arterial no invasiva, frecuencia cardíaca, pulsioximetría (Cardiicap, Datex Instruments, Corp Helsinki, Finlandia), se obtuvo vía venosa periférica 18-16 G; con el paciente en decúbito lateral se realizó anestesia intratecal utilizando aguja 26 G a nivel L3-4, administrando bupivacaína isobara 0,5% 7,5 mg más fentanilo 20 µg. Se realizó fluidoterapia con solución fisiológica al 0,9% para compensar pérdidas basales y coloides para compensar pérdidas sanguíneas según criterio del anestesiólogo tratante.

Durante el intraoperatorio se registraron hidratación, necesidad de inotrópicos o vasopresores, y variables hemodinámicas: hipotensión arterial (presión arterial sistólica < 90 mmHg), hipertensión arterial (presión sistólica > 160 mmHg).

Finalizada la cirugía se recogieron registros de presión arterial no invasiva, frecuencia cardíaca, cada 6 h las primeras 24 h, y complicaciones postoperatorias: aparición de fibrilación auricular, disnea, taquipnea, edema agudo de pulmón evaluado por criterios clínicos habituales, hipotensión o hipertensión arterial, requerimiento de inotrópicos o vasopresores, presencia de oliguria (diuresis < 0,5 ml/kg/h).

## Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva de variables intervállicas con medias, desviación estándar y valores límites si la distribución es de Student o mediana, cuartiles y valores límites en caso negativo. Las variables cualitativas serán descriptas con frecuencias absolutas y relativas.

La comparación de las 2 mediciones ordinales o intervállicas apareadas se realizó utilizando test de student apareado o prueba de Wilcoxon de rangos señalados. Para comparaciones de 2 mediciones ordinales o intervállicas no apareadas se utilizó prueba de test de student o Mann Whitney; para variables categóricas apareadas se realizó prueba de proporciones apareadas. Para variables categóricas no apareadas se utilizó prueba de chi<sup>2</sup> o Fisher. Se realizó una correlación lineal o Spearman para evaluar la asociación entre el grado de congestión pulmonar y la función del VI.

Para el análisis estadístico se utilizará el programa Stats-Direct (Altrincham, Cheshire, Reino Unido) versión 2.7.2 para Windows.

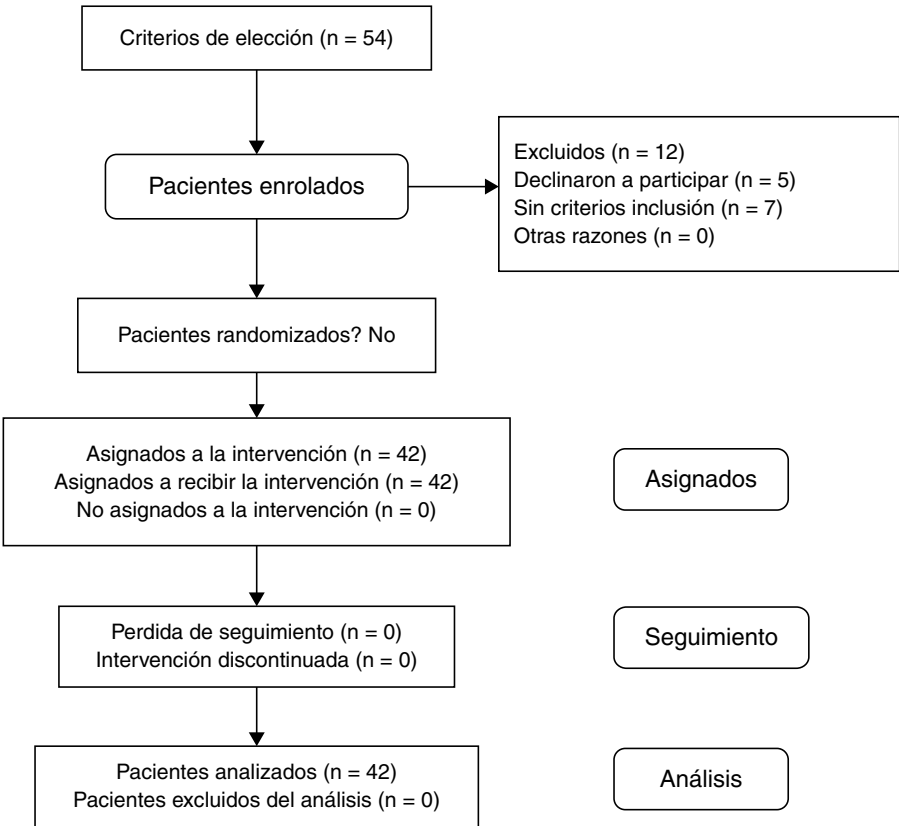
## Resultados

Estudiamos a 42 pacientes ASA III, programados para osteosíntesis de cadera con anestesia intratecal (fig. 2).

En la tabla 1 se encuentran los datos demográficos y del perioperatorio. Doce (28,5%) pacientes presentaron 2 o más comorbilidades asociadas.

La tabla 2 muestra los resultados del análisis sonográfico del pulmón y corazón realizados precirugía y a 24 h del postoperatorio. En 8 (20%) pacientes la disfunción diastólica fue grado I, en 24 (57%) grado II, mientras que la disfunción diastólica fue grado III en 10 (23%) pacientes. No se evidenciaron cambios estadísticamente significativos en las variables registradas, excepto en el icVCI ( $p < 0,0001$ ).

En cuanto a la examinación sonográfica del pulmón, el SEC y el patrón B no mostraron un incremento estadísticamente significativo durante las 2 mediciones ( $p < 0,63$  y  $p < 0,77$  respectivamente). El patrón A se encontró en 18 (43%) pacientes durante el preoperatorio y se asoció a una relación  $E/e' > 9$  en 6 pacientes. En el postoperatorio el patrón A estuvo presente en 16 (39%) pacientes, 5 de ellos presentaron relación  $E/e' > 9$  (fig. 3).



**Figura 2** Consort E-flowchart. Muestra cómo realizamos el enrolamiento de los pacientes.

Encontramos patrón B en 24 (57%) pacientes durante el periodo preoperatorio y en 26 (61%) en el postoperatorio ( $p < 0,77$ ). Durante el preoperatorio el patrón B se asoció en 9 pacientes a una relación  $E/e' > 13$  y en 18 a una relación  $E/e' > 9$ . En el postoperatorio la relación  $E/e' > 9$  se encontró en 17 pacientes y en 10 dicha relación fue  $> 13$ .

Encontramos una correlación lineal entre el SEC y la relación  $E/e'$  ( $Rho: 0,72$ ;  $p < 0,0001$  y  $Rho: 0,75$ ;  $p < 0,0001$ ) durante el preoperatorio y postoperatorio respectivamente. La fracción de eyección presentó una correlación inversa con el SEC ( $Rho: -0,30$ ;  $p < 0,05$ ). No encontramos una correlación entre el SEC y el icVCI ( $Rho: -0,12$ ;  $p < 0,41$ ) (fig. 4).

Durante el intraoperatorio la incidencia de episodios de hipertensión arterial fue del 33% mientras que un 47% de los pacientes presentaron registros de hipotensión arterial, los cuales requirieron infusión de noradrenalina en dosis de  $0,05-0,1 \mu\text{g/kg/min}$ .

En el postoperatorio 11 (26%) pacientes presentaron registros de hipertensión arterial y 10 pacientes continuaron con infusión de noradrenalina las primeras 6 h del postoperatorio.

Cuatro pacientes (9,5%) presentaron oliguria en el postoperatorio, quienes respondieron a cargas de volumen normalizando el ritmo diurético. Un paciente presentó fibrilación auricular en las primeras 24 h del postoperatorio.

Discusión

En el presente estudio el 80% de los pacientes presento disfunción diastólica grado II-III, dicha incidencia es superior a la reportada en la literatura<sup>4</sup>; la incidencia de disfunción sistólica fue leve. La severidad de la disfunción diastólica es un predictor de la mortalidad, independientemente de que los pacientes posean o no disfunción sistólica asociada.

**Tabla 1** Datos demográficos de los pacientes y del perioperatorio

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| Pacientes estudiados                     | n = 42    |
| <i>Datos epidemiológicos</i>             |           |
| Edad, (años)                             | 86 ± 5    |
| Sexo femenino (n, %)                     | 37 (83)   |
| ASA III (n)                              | 42        |
| índice de masa corporal (kg/m²)          | 24,7 ± 3  |
| <i>Comorbilidades asociadas</i>          |           |
| Diabéticos (n, %)                        | 5 (12)    |
| Hipertensos (n, %)                       | 27 (64)   |
| Enfermedad cardiovascular (n°, %)        | 13 (31)   |
| <i>Datos relativos al perioperatorio</i> |           |
| Días de internación (días)               | 6 ± 3     |
| Tiempo quirúrgico (min)                  | 101 ± 23  |
| Pérdida sanguínea intraoperatoria (ml)   | 220 ± 20  |
| Fluidoterapia intraoperatoria (ml)       | 707 ± 152 |

Los datos son presentados como promedio y desviación estándar, y como frecuencia de porcentaje según sea apropiado.

**Tabla 2** Datos obtenidos de la examinación ecocardiográfica transtorácica y ultrasonido pulmonar

| Datos sonográficos                        | Preoperatorio, n = 42 | Postoperatorio, n = 42 | Valor de p |
|-------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------|
| <b>Ecocardiografía</b>                    |                       |                        |            |
| <i>Función sistólica</i>                  |                       |                        |            |
| Fracción eyección (mediana, IQT)          | 55 (50-60)            | 53,5 (45-60)           | 0,38       |
| <i>Función diastólica</i>                 |                       |                        |            |
| Relación E/A (mediana, IQT)               | 1,4 (1,1-1,7)         | 1,5 (1,2-1,9)          | 0,91       |
| Relación E/e' (mediana, IQT)              | 9 (8-12)              | 9 (8-13)               | 0,85       |
| Tiempo desaceleración (ms) (mediana, IQT) | 182 (133-200)         | 158 (125-184)          | 0,27       |
| icVCI (mediana, IQT)                      | 48,5 (37-65)          | 64 (56-81)             | 0,0001     |
| <b>Ultrasonido pulmonar</b>               |                       |                        |            |
| Patrón B (n, %)                           | 24 (57)               | 26 (61)                | 0,77       |
| SEC, 28 áreas (mediana, IQT)              | 23 (14-32)            | 22 (12-33)             | 0,63       |

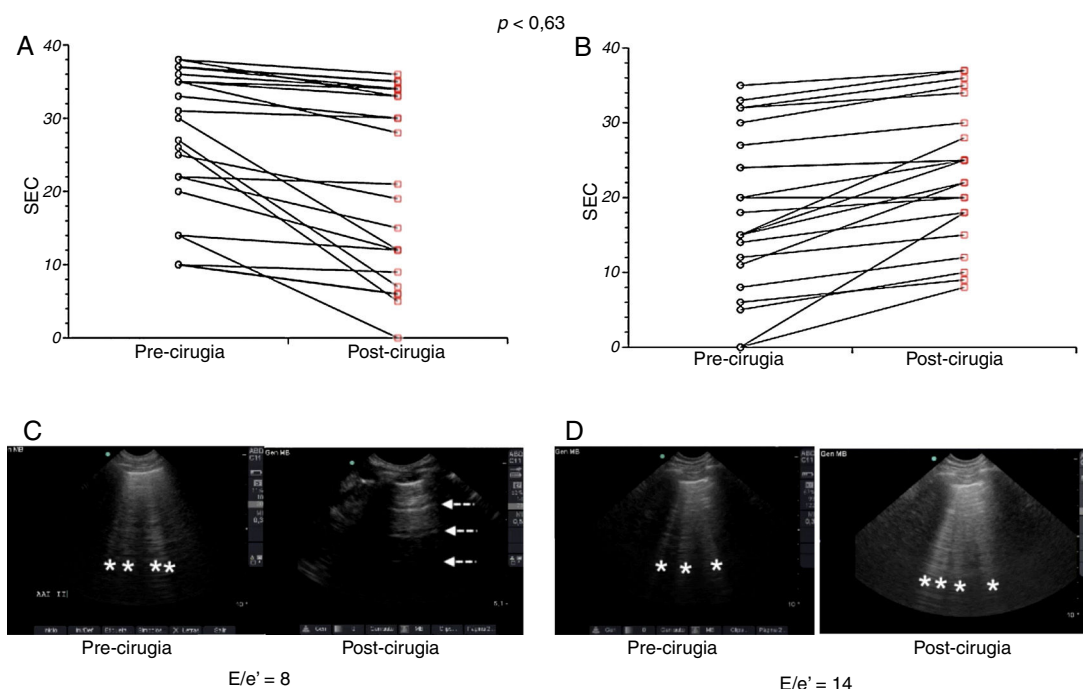
icVCI: índice de colapsabilidad vena cava inferior; SEC: Score eco cometas.

Los datos son presentados como mediana e intercuartiles (IQT), y como frecuencia de porcentaje según sea apropiado.

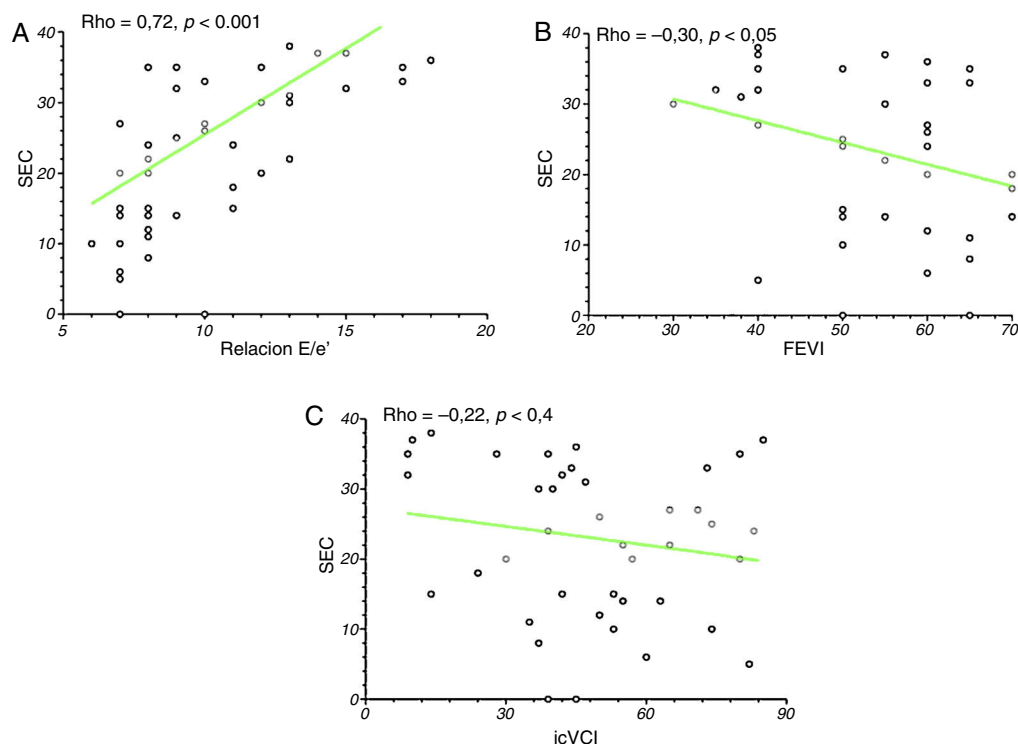
En nuestro estudio la incidencia de episodios de hipertensión arterial durante el intraoperatorio fue del 33% mientras que un 47% de los pacientes presentaron registros de hipotensión arterial con requerimiento de vasopresores intravenosos. La anestesia intratecal provoca una caída de las resistencias sistémicas debido al bloqueo simpático ocasionando en algunos pacientes hipotensión arterial. La administración de fluidos en pacientes con alteración severa en la distensibilidad del VI puede incrementar significativamente la presión diastólica del VI, precipitar edema agudo de pulmón y fibrilación auricular. Por dicho motivo es importante ser cautelosos en el manejo de fluidos durante el perioperatorio. Algunos estudios realizados de

pacientes sometidos a cirugía mayor muestran beneficios en la utilización de regímenes de fluidoterapia restrictivos, evidenciando que la sobrehidratación incrementa la aparición de edema intersticial<sup>24,25</sup>. La administración liberal de fluidos puede deteriorar la función cardiorrespiratoria, gastrointestinal y renal, contribuyendo a la aparición de complicaciones postoperatorias<sup>26,27</sup>.

El examen sonográfico del pulmón demostró una elevada incidencia de patrón B en la población estudiada. El patrón B fue encontrado en 24 (57%) pacientes durante el periodo preoperatorio y en 26 (61%) pacientes en el postoperatorio, no existió un incremento significativo en el postoperatorio ( $p < 0,77$ ); dicho hallazgo se correlaciona



**Figura 3** Score eco cometas (SEC) pre- y posquirúrgico. A: Pacientes en los cuales disminuyó el número de líneas B. B: Pacientes en los cuales aumentó el número de líneas B. Los datos fueron comparados usando el test de Wilcoxon con rangos señalados. C: Paciente examinado con UP escaneo prequirúrgico presenta líneas B (\*), posquirúrgico, ausencia de líneas B, se evidencian líneas A (fecha blanca). D: Paciente examinado con UP, se evidencian líneas B (\*) en el escaneo pre- y posquirúrgico.



**Figura 4** Análisis de regresión lineal (Rho: coeficiente de correlación de Spearman y valores de p) entre score eco cometas (SEC) y variables ecocardiográficas estudiadas durante el preoperatorio: A: SEC vs. valores de función diastólica (relación E/e'); B: SEC vs. función sistólica (FEVI), C: SEC vs. índice de colapsabilidad de vena cava inferior (icVCI).

con la fluidoterapia restrictiva que realizamos durante el periodo intraoperatorio. Kosic et al. recientemente reportaron que el aumento en las líneas B se asocia a un incremento en la fluidoterapia durante el intraoperatorio en pacientes sometidos a cirugía por fractura de cadera<sup>28</sup>. Dicho patrón estuvo presente en el 64% de los pacientes con disfunción diastólica moderada-severa, los cuales no presentaron síntomas clínicos de disnea. En un estudio realizado en embarazadas con diagnóstico de eclampsia, el patrón B estuvo presente en el 25% de las pacientes asintomáticas<sup>29</sup>; en estos pacientes el edema intersticial es un paso clínicamente silente que precede el edema pulmonar. El UP puede detectar edema pulmonar antes de que aparezca un deterioro severo en la oxigenación arterial<sup>30</sup>; permite detectar valores anormales de agua pulmonar extravascular con una sensibilidad y especificidad del 98 y 88%<sup>7</sup>. Según lo establecido por el consenso de expertos el UP es superior a la radiografía de tórax para el diagnóstico de síndrome intersticial<sup>8</sup>. El UP a través de la detección del agua pulmonar extravascular representa una valiosa herramienta, permite el diagnóstico y tratamiento de la congestión pulmonar antes de que sea clínicamente evidente; ayudando de esta manera a prevenir complicaciones asociadas al fallo cardíaco.

El tiempo promedio de días de internación hasta la cirugía fue de 6 días, nosotros atribuimos un incremento en la incidencia de patrón B en nuestros pacientes probablemente debido a que la cirugía se realizó pasadas las 48 h de internación.

Numerosas publicaciones han relacionado la intensidad del síndrome alveolointersticial observado a través del UP

con la cuantía del edema pulmonar, en algunas de ellas se ha utilizado como referencia la medición del agua pulmonar extravascular<sup>11,12</sup>; niveles de presión wedge medidas con catéter de Swan-Ganz<sup>11</sup>, niveles de péptido natriurético<sup>13</sup> y hallazgos ecocardiográficos de insuficiencia cardíaca<sup>15</sup>. La presencia de múltiples líneas B se asocia a disfunción sistólica y/o diastólica del VI<sup>15</sup> y es altamente indicativa de congestión pulmonar de origen cardíaco; sin embargo, para cada grado de disfunción cardíaca la respuesta del lecho vascular pulmonar puede ser variable. De esta manera, la presencia de múltiples líneas B en pacientes con presiones de llenado elevadas de VI son indicativas de fallo en la membrana alveolocapilar, lo cual conduce a redistribución del líquido dentro del parénquima pulmonar denotando una «congestión pulmonar», manifestándose ecográficamente a través de las líneas B; mientras que la ausencia de las mismas es indicativo de «congestión hemodinámica» con una membrana alveolocapilar intacta<sup>17</sup>. Esto explica por qué algunos pacientes con disfunción diastólica presentaron patrón A.

El UP nos permite evaluar de una manera dinámica si el paciente presenta «tolerancia a fluidos»; es decir, la presencia de patrón A nos indica que el paciente puede recibir fluidos, mientras que el patrón B nos debe alertar hacia una restricción hídrica y evaluar la necesidad, según la condición clínica del paciente, de administrar diuréticos<sup>12</sup>. En tanto que la ETT nos ayuda identificar el grado de disfunción cardíaca que presenta el paciente y predecir si va a ser «respondedor a la fluidos» a través de distintos parámetros dinámicos y estáticos<sup>31</sup>.

Encontramos una correlación lineal entre el SEC y la relación E/e' (Rho: 0,72; p < 0,0001 y Rho: 0,75; p < 0,0001)

durante el preoperatorio y postoperatorio respectivamente. Nuestros datos concuerdan con lo reportado por Agrícola et al., quienes encontraron una correlación lineal entre el SEC y la relación E/e', constituyendo un marcador sustituto de las presiones de llenado del VI<sup>32</sup>. El grado de disfunción diastólica constituye un marcador no invasivo de presiones de llenado elevadas del VI<sup>33</sup>. Nosotros realizamos la medición de la onda e' con doppler tisular por ser menos afectada por la precarga<sup>20</sup>. Debido a que los pacientes estudiados presentaron disfunción leve del VI con fracción de eyección del 55% (50-60), utilizamos la relación E/e' para evaluar la presión de fin de diástole del VI; recientes estudios demostraron una mejor correlación entre dicha relación y la presión de fin de diástole del VI en pacientes con función sistólica normal<sup>20</sup>.

Evidenciamos un cambio estadísticamente significativo en el icVCI ( $p < 0,0001$ ), y este hallazgo afirma la conducta restrictiva de la fluidoterapia administrada durante el intraoperatorio.

En un reciente estudio las líneas B fueron encontradas en el 37% de los pacientes ancianos, predominantemente en áreas posterobasales; mientras que solo estuvieron presentes en el 10% de los jóvenes<sup>34</sup>. Los pacientes estudiados presentaron una edad promedio de  $86 \pm 5$  años, por lo que probablemente tal vez algunas de las líneas B encontradas correspondan a cambios degenerativos del parénquima pulmonar. Sin embargo, nosotros no consideramos áreas posteriores en la examinación con UP.

## Conclusión

El UP representa una herramienta no invasiva, útil para la evaluación del agua pulmonar extravascular en pacientes ancianos durante el perioperatorio. Permitió detectar congestión pulmonar asintomática en un estadio preclínico en esta población de pacientes de alto riesgo. El UP puede predecir de manera dinámica la «tolerancia a fluidos» en pacientes que presenten un patrón A, optimizando la fluidoterapia intraoperatoria así como también la utilización de vasopresores e inotrópicos al evitar una fluidoterapia excesiva en pacientes con patrón B, que podría precipitar complicaciones cardiovasculares y respiratorias.

El examen sonográfico del pulmón junto con una valoración ecocardiográfica focalizada durante el periodo perioperatorio podrían permitir a los anestesiólogos una evaluación más precisa del estado hemodinámico del paciente, identificando el grado de disfunción diastólica y la volemia, y guiando de una manera no invasiva la estrategia anestésica en esta población de alto riesgo.

Son necesarios estudios prospectivos dirigidos a evaluar el potencial beneficio de esta herramienta.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflicto de intereses

Ninguno por declarar.

## Bibliografía

1. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskampf FA, Rademakers FE, et al. How to diagnose diastolic heart failure: A consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure & Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28:2539–50.
2. Yamada H, Goh PP, Sun JP, Odabashian J, Garcia MJ, Thomas JD, et al. Prevalence of left ventricular diastolic dysfunction by Doppler echocardiography: Clinical application of the Canadian consensus guidelines. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002;15:1238–44.
3. Pedersen F, Raymond I, Mehlsen J, Atar D, Hidebrandt PR. Prevalence of diastolic dysfunction as a possible cause of dyspnea in the elderly. *Am J Med*. 2005;118:25–31.
4. Phillip B, Pastor D, Bellows M, Leung JM. The prevalence of preoperative diastolic filling abnormalities in geriatric surgical patients. *Anesth Analg*. 2003;97:1214–21.
5. Canty DJ, Royse CF, Kilpatrick D, Bowyer A, Royse AG. The impact on cardiac diagnosis and mortality of focused transthoracic echocardiography in hip fracture surgery patients with increased risk of cardiac disease: A retrospective cohort study. *Anaesthesia*. 2012;67:1202–9.
6. Via G, Hussain A, Wells M, Reardon R, ElBarbary M, Noble VE, et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:683.e1–33.
7. Enghard P, Rademacher S, Nee J, Hasper D, Engert U, Jörres A, et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. *Crit Care*. 2015;19:36.
8. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al., Conference Reports and Expert Panel. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38:577–91.
9. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med*. 2013;32:165–71.
10. Gargani L. Lung ultrasound: A new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9:6.
11. Agrícola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. «Ultrasound comet-tail images»: A marker of pulmonary edema: A comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest*. 2005;127:1690–5.
12. Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, Carpinteri G, Tengattini M, Stefanone V, et al. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure. *Anesthesiology*. 2014;121:320–7.
13. Gargani L, Frassi F, Soldati G, Tesorio P, Gheorghide M, Picano E. Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnea: A comparison with natriuretic peptides. *Eur J Hear Fail*. 2008;10:70–7.

14. Noble VE, Murray AF, Capp R, Sylvia-Reardon MH, Steel DJ, Liteplo A. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution. *Chest*. 2009;135:1433–9.
15. Frassi F, Gargani L, Tesorio P, Raciti M, Mottola G, Picano E. Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain. *J Card Fail*. 2007;13:830–5.
16. Porter TR, Schillcutt SK, Adams MS, Desjardins G, Glas KE, Olson JJ, et al. Guidelines for the use of echocardiography as a monitor for therapeutic intervention in adults: A report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:40–56.
17. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:1–39.
18. Caballero L, Kaus S, Dulgheru R, Gonjilashvili N, Athanassopoulos GD, Barone D, et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac Doppler data: Results from the Norre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16:1031–41.
19. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J*. 2016;1–40.
20. Matyal R, Skubas NJ, Shernan SK, Mahmood F. Perioperative assessment of diastolic dysfunction. *Anesth Analg*. 2011;113:449–72.
21. Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S, Blair JE, Hammes M, Shah D, et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1:749–53.
22. Muller L, Bobbia X, Toumi M, Louart G, Molinari N, Ragonnet B, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: Need for cautions use. *Crit Care*. 2012;16:R188.
23. Airapetian N, Maizel J, Alyamani O, Mahjoub Y, Lorne E, Levrard M, et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care*. 2015;19:400.
24. Brandstrup B. Fluid therapy for the surgical patient. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2006;20:265–83.
25. Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G, Weissman C, Einav S, Matot I. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology*. 2005;103:25–32.
26. Holte K, Sharrock NE, Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess. *Br J Anaesth*. 2002;89:622–32.
27. Kulemann B, Timme S, Seifert G, Holzner PA, Glatz T, Sick O, et al. Intraoperative crystalloid overload leads to substantial inflammatory infiltration of intestinal anastomoses—a histomorphological analysis. *Surgery*. 2013;154:596–603.
28. Kosic E, Geminiani E, Forfori F, Gargani L, Carnesecchi P, Giunta F, et al. Lung ultrasound B lines and fluid therapy in hip fracture surgery. *Eur J Anesthesiol*. 2015;32 E-suppl 53:16. Abstract: 1AP4-9.
29. Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brin C, Touret M, Vellin A, Antonini F, et al. Lung ultrasound predicts interstitial syndrome and hemodynamic profile in parturients with severe preeclampsia. *Anesthesiology*. 2014;120:906–14.
30. Gargani L, Lionetti V, di Cristofano C, Bevilacqua G, Recchia FA, Picano E. Early detection of acute lung injury uncoupled to to hypoxemia in pigs using ultrasound lung comets. *Crit Care Med*. 2007;35:2769–74.
31. Guerin L, Monnet X, Teboul JL. Monitoring volume and fluid responsiveness: From static to dynamic indicators. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2013;27:177–85.
32. Agricola E, Picano E, Oppizzi M, Pisani M, Meris A, Fragasso G, et al. Assessment of stress-induced pulmonary interstitial edema by chest ultrasound during exercise echo-cardiography and its correlation with left ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:457–63.
33. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: Background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc*. 1989;64:181–204.
34. Chiesa AM, Ciccarese F, Gardelli G, Bevilacqua G, Recchia FA, Picano E, et al. Sonography of the normal lung: Comparison between young and elderly subjects. *J Clin Ultrasound*. 2015;43:230–4.