

Volumen Mediano Efectivo de Cristaloides en la prevención de Hipotensión Arterial en Pacientes Sometidas a la Cesárea con Raquianestesia

ShiQin Xu ¹, HaiBo Wu ², QingSong Zhao ¹, XiaoFeng Shen ³, XiRong Guo, TSA ⁴, FuZhou Wang, TSA ⁵

Resumen: Xu S, Wu H, Zhao Q, Shen X, Guo X, Wang F – Volumen Mediano Efectivo de Cristaloides en la prevención de Hipotensión Arterial en Pacientes Sometidas a la Cesárea con Raquianestesia.

Justificativa y objetivos: La hipotensión materna asociada a la raquianestesia en el parto por cesárea es la complicación más común y problemática, acarrea serios riesgos para la madre y para el compromiso del bienestar neonatal. En ese contexto, el volumen efectivo de cristaloides por vía intravenosa como una estrategia de prevención todavía no ha sido estimado.

Métodos: Fueron elegidas ochenta y cinco parturientes con estado físico ASA I/II sometidas a la cesárea selectiva, y 67 mujeres elegibles fueron designadas para recibir una precarga de cristaloides con 2 mL de bupivacaína hiperbárica al 0,5% (10 mg) más 50 µg de morfina. El volumen de cristaloides quedó determinado por un método secuencial *up-and-down*. Los cristaloides fueron administrados a una tasa de 100 a 150 mL.min⁻¹ antes de la anestesia espinal. El volumen inicial de cristaloides fue de 5 mL.kg⁻¹. Los datos del efecto del volumen se ajustaron para el modelo sigmoidal de máxima eficacia y la mediana del volumen efectivo (VE₅₀). El intervalo de confianza (IC) de 95% fue calculado usando la estimación de máxima verosimilitud y la regresión logística de Firth para la corrección.

Resultados: Sesenta y siete parturientes completaron el estudio y fueron analizadas. Veinte y ocho pacientes (41,8%) desarrollaron hipotensión, con una caída de presión arterial sistólica (PAS) superior al 20% del valor basal. El VE₅₀ de cristaloides fue de 12,6 mL.kg⁻¹ (IC 95%, 11,6 a 14,8 mL.kg⁻¹). Con la corrección de Firth, la probabilidad conjunta del volumen efectivo de cristaloides a 13 mL.kg⁻¹ fue de 50,2% (IC 95%, 30,0% a 83,1%).

Conclusiones: El VE50 estimado de la precarga de cristaloides necesario para prevenir la hipotensión inducida por anestesia espinal en el parto por cesárea es de 13 mL.kg⁻¹ (valor aproximado). Sin embargo, la profilaxis o terapia con vasoconstrictores también debe ser preparada y administrada en el momento oportuno.

Descriptor: ANESTESIA, Regional, raquianestesia; CIRUGÍA, Cesárea; COMPLICACIONES, Hipotensión; HIDRATACIÓN.

Apoyo financiero: Este trabajo contó en parte, con las subvenciones de las siguientes becas de investigación que a continuación exponemos: National Natural Scientific Foundation of China (NSFC) 30901397; Nanjing Municipal Foundation of Medical Science Development ZKX07021, ZKX09014 y ZKX10018; Natural Research Plan of Jiangsu Higher Educational School 06KJD320130; Development Grant of Science and Technology of Nanjing Medical University 07NMUM065, 08NMUZ033, 09NJMUZ39 y 2010NJMZ13.

©2012 Elsevier Editora Ltda. Reservados todos los derechos.

Recibido del Departamento de Anestesiología y Medicina de Cuidados Intensivos, Centro Quirúrgico de Enfermería, Instituto de Pediatría, Affiliated Nanjing Maternity and Child Health Care Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, China. Los restantes participantes aparecen en la lista de Agradecimientos. ShiQin Xu y HaiBo Wu aportaron igualmente para este trabajo.

1. MD; Anestesiólogo Asociado, Nanjing Medical University, China
2. Enfermero Asociado; Equipo de Enfermería y Anestesiología, Nanjing Medical University China
3. Profesor; Director del Departamento de Anestesiología y Cuidados Intensivos, Nanjing Maternity and Child Health Care Hospital, Nanjing Medical University, China
4. Profesor, Vicepresidente, Pediatra de Nanjing Medical University, China
5. MD; Conferenciante Jefe, Nanjing Medical University, China; Consultor de Investigación

Artículo sometido el 05 de julio de 2011.
Aprobado para su publicación el 03 de agosto de 2011.

Correspondencia para:
Dr. FuZhou Wang
Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine
Affiliated Nanjing Maternity and Child Health Care Hospital
Nanjing Medical University
No. 123, Tianfei Xiang, Mochou Road.
Nanjing 210004, China
E-mail: zfwang50@njmu.edu.cn

INTRODUCCIÓN

La hipotensión materna asociada con la anestesia espinal es la complicación más a común y problemática resultante del bloqueo simpático, que acarrea serios riesgos para la madre y conlleva a un compromiso del bienestar neonatal ¹⁻⁴. La infusión de fluido intravenoso es considerada actualmente como un medio aceptable para prevenir la hipotensión inducida por anestesia espinal, sin embargo, la elección del tipo de líquido (cristaloide o coloide) ⁵⁻⁸, el momento de la intervención (pre-, co- o postanestesia) ⁹⁻¹², la titulación de la velocidad (bajo presión, rápido o lento) ^{13,14} y los volúmenes administrados (alto o bajo) ^{15,16} todavía se están debatiendo y las elecciones diferentes han presentado resultados también diferentes.

Las directrices clínicas recomiendan que la precarga de fluidos por vía intravenosa deba ser usada para reducir el riesgo de hipotensión arterial materna después del bloqueo del neuro eje para la cesárea, pero no existen estrategias detalladas sobre cómo realizar ese procedimiento ^{17,18}. Una re-

cienta revisión sistemática de la Cochrane arrojó una secuencia eficaz de fluidos para reducir la frecuencia de hipotensión en pacientes sometidas a la anestesia espinal (coloides > cristaloides > ningún fluido), pero no se encontraron diferencias para variadas dosis, tasas o métodos de administración de coloides o cristaloides¹⁹, en la cual los estudios incluidos no calcularon el volumen efectivo de los fluidos bajo el bloqueo espinal. La precarga en la circulación tiene el objetivo de lograr la expansión del volumen que alivia la vasodilatación inducida por anestesia regional, pero los regímenes de hidratación durante u después del bloqueo o precarga se propusieron debido al papel mucho más eficaz en la disminución de la tasa de hipotensión⁹⁻¹². Sin embargo, Banerjee y col.²⁰ relataron que independientemente de la estrategia de reposición de volumen utilizada, la incidencia de hipotensión arterial materna en pacientes sometidas a la raquianestesia es elevada todavía (cerca de un 60%). Además de eso, los métodos convencionales de administración de fluidos, sea "liberal" (2.000 mL por persona) o "restringido" (500 mL por persona), no producen efectos ideales en la prevención de la hipotensión y en el equilibrio circulatorio.

En nuestras observaciones anteriores, el régimen de precarga con una única solución en pacientes sometidas a la cesárea, no alcanzó más del 80% de eficacia en la prevención de la hipotensión inducida por raquianestesia. En enero de 2008, iniciamos un estudio para estimar la mediana del volumen efectivo (VE50) de solución cristaloides para prevenir la hipotensión arterial en parturientes sometidas a la raquianestesia para parto por cesárea usando un método escalonado de ubicación secuencial del volumen hacia arriba y hacia abajo.

MÉTODOS

Participantes y ética

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la institución antes de reclutar a las pacientes. Todas las participantes firmaron un Término de Consentimiento Informado y recibieron una pormenorizada explicación sobre la raquianestesia, los anestésicos locales y los opioides utilizados y también sobre los posibles riesgos y complicaciones que podrían surgir durante el estudio. El reclutamiento para este estudio fue realizado entre enero y julio de 2008 en un hospital universitario terciario en China. Los criterios de inclusión fueron participantes parturientes que se someterían al parto por cesárea electivo, con edades entre los 19 y los 40 años y que respetaban los siguientes criterios: edad gestacional \geq 36 semanas, altura > 140 cm o < 175 cm, estado físico I y II según los criterios de la Sociedad Norteamericana de Anestesiólogos (ASA) y embarazo único sin complicaciones.

Criterios de exclusión

Quedaron excluidas del estudio las parturientes que tuvieron uno o más de los siguientes criterios: (1) embarazo múltiple; (2) alergia a anestésicos locales u opioides; (3) historial de

enfermedades psiquiátricas; (4) edad inferior a los 18 años o superior a los 40; (5) aquellas que no estaban dispuestas a participar o que no lograron completar el estudio; (6) hipertensión primaria, hipertensión inducida por el embarazo o preeclampsia/eclampsia; (7) cesárea de emergencia o parturientes que no lograron el parto vaginal con analgesia epidural; y (8) contraindicaciones para la realización de anestesia en el neuro eje.

Características demográficas

Los siguientes datos se recolectaron como características demográficas de las participantes: edad al momento del parto, peso, altura, edad gestacional del feto, estado actual de tabaquismo, condición reproductiva (nulíparas o multíparas) y signos vitales maternos como presión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura oral.

Procedimientos del estudio

Las pacientes recibieron un volumen inicial de 5 mL.kg⁻¹ de solución de Ringer con lactato. Ese volumen se eligió basándonos en nuestra experiencia clínica y simulación estadística en varias dosis a partir de observaciones anteriores (datos no presentados). Cada volumen posterior se administró de acuerdo con la respuesta anterior de la paciente según el método *Dixon's biased-coin design up-and-down sequential*^{21,22}. La alteración del volumen de la solución sufrió un incremento de 1 mL.kg⁻¹. Todas las pacientes que presentaron hipotensión recibieron una nueva prescripción de 6 a 10 mg de efedrina por vía intravenosa. Si la prevención fuese exitosa, la próxima parturiente recibiría el volumen inferior posterior con una probabilidad de 0,1 y para recibir el mismo volumen con una probabilidad de 0,9, como se describe en otro estudio²³. La tasa de infusión de la solución fue definida entre 100 y 150 mL.min⁻¹ para todas las parturientes. La solución de Ringer con lactato a una tasa de titulación de 10 mL.min⁻¹ fue administrada posteriormente a la conclusión de todos los regímenes de soluciones de intervención y el volumen total se calculó al final de la cirugía.

Todas las mujeres recibieron raquianestesia con punción entre L3 y L4 en la posición de cuchilla lateral-izquierda, usando 2 mL de bupivacaína hiperbárica al 0,5% (10 mg) más 50 µg de morfina. Después de la conclusión de los procedimientos anestésicos, las pacientes fueron inmediatamente recolocadas en decúbito dorsal con una inclinación lateral hacia la izquierda de 15° a 30°. El bloqueo sensorial más profundo fue verificado y confirmado en el nivel de T3 a T5, determinado bilateralmente por el método de la pérdida de sensibilidad a la picada de la aguja a los 5 y 10 minutos posteriores a la administración del anestésico. El bloqueo motor se midió con la escala de Bromage modificada (0, no bloqueo; 1, incapacidad de elevar la pierna extendida; 2, incapacidad de flexionar la rodilla; y 3, incapacidad de flexionar el tobillo y el pie).

Después de los procedimientos anestésicos, la presión sanguínea arterial fue medida a cada minuto durante 20 minutos y después a cada 3 minutos durante todo el estudio. En nuestro análisis, la hipotensión fue definida como una caída

de la presión arterial sistólica superior al 20% del valor basal. La presión arterial basal fue determinada por medio de tres mediciones a cada 5 minutos con la paciente en la posición supina, con el desplazamiento uterino izquierdo, un día antes de entrar en la sala de operación.

Control y monitoreo en el periparto

Un catéter se insertó en una vena antecubital (derecha o izquierda) para la administración de la solución y del fármaco. Los parámetros maternos monitorizados durante todo el estudio incluyeron la frecuencia cardíaca por electrocardiograma de tres derivaciones, frecuencia respiratoria, presiones arteriales sistólica y diastólica no invasivas, presión arterial promedio, temperatura oral y oximetría de pulso en la punta de los dedos. El Ondansetrón (4 mg) fue administrado por vía intravenosa en caso de náusea o vómito persistente, incluso cuando la hipotensión había sido corregida. Después del parto, 20 UI de ocitocina fueron tituladas posteriormente a la solución de Ringer con lactato.

Análisis estadísticos

Los análisis se hicieron usando el GraphPad Prism versión 5.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA) o el SPSS versión 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Los valores aparecen

como promedio, desviación estándar (DE), intervalo intercuartil (ICR) o números. Todos los test estadísticos fueron bicaudales, y el valor de $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Todos los datos categóricos fueron analizados con el test del Xi-Cuadrado (χ^2) o por el test exacto de Fisher (cuando fuere apropiado). La diferencia en los datos paramétricos se comparó con el test-t de Student. El test "U" de Mann-Whitney fue utilizado en el análisis de las variables de distribución no gaussianas y presentado como medianas e ICRs. Los datos del efecto del volumen fueron ajustados a un modelo sigmoideal de máxima eficacia por medio del software GraphPad Prism. El VE50 y el IC de 95% correspondiente fueron calculados utilizando la estimación de máxima verosimilitud (EMV) y regresión logística con la corrección de Firth.

RESULTADOS

Ochenta y siete parturientes participaron en la selección para la elegibilidad y 16 quedaron excluidas antes de firmar el Término de Consentimiento Informado debido a las razones expuestas en la Figura 1. Dos pacientes se negaron a participar después de firmar el Término de Consentimiento Informado. Finalmente, 67 parturientes completaron el estudio y fueron analizadas.

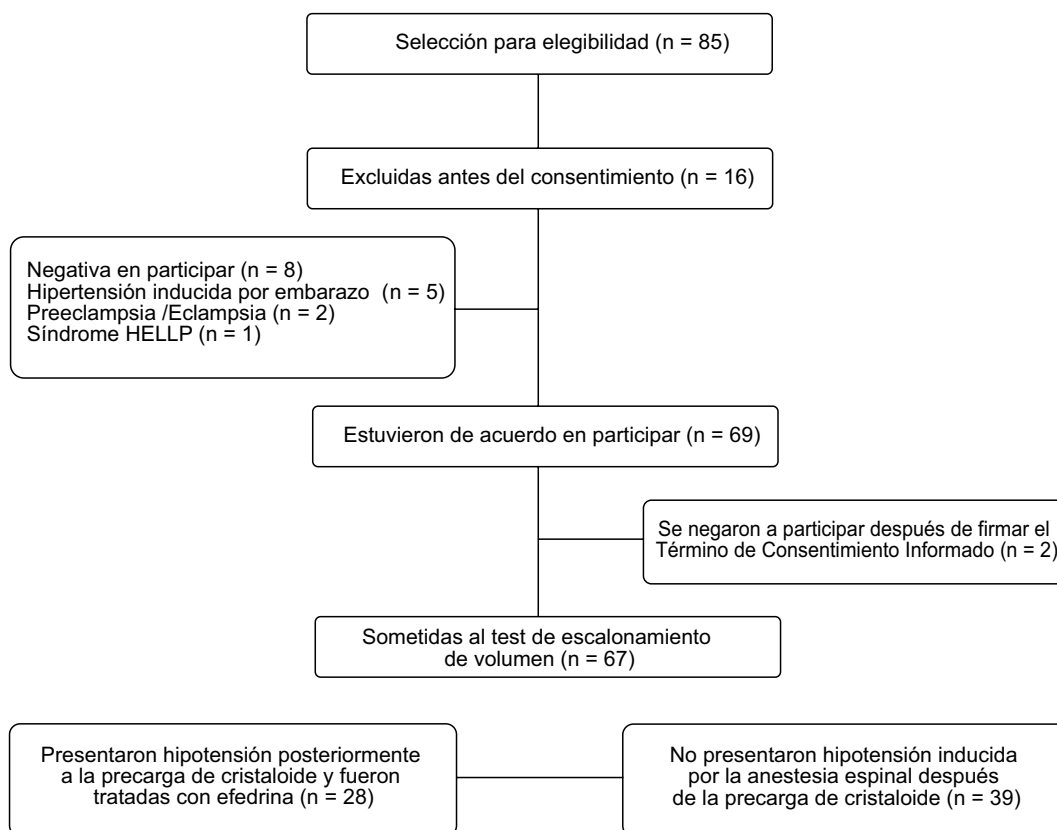


Figura 1 – Diagrama de Flujo de las Parturientes.

*El síndrome HELLP se caracteriza por la hemólisis, enzimas hepáticas elevadas y por un bajo conteo de plaquetas.

La Tabla I muestra el resumen de las características demográficas, señales vitales basales (todos dentro de las variaciones fisiológicas) y variables anestésicas y quirúrgicas. No hubo diferencia estadística significativa entre las mujeres que experimentaron la hipotensión y las que no la experimentaron.

Tabla I – Características Demográficas, Datos Anestésicos y Quirúrgicos de las Participantes*

Variable	Pacientes con Hipotensión (n = 28)	Pacientes sin Hipotensión (n = 39)
Edad en el parto (años)	26 ± 6	27 ± 6
Peso (kg)	61 ± 10	60 ± 11
Altura (cm)	161 ± 11	158 ± 9
Nulípara, n	24 (85.7)	35 (89.7)
Edad gestacional (semanas)	38 (37 – 40)	39 (38 – 40)
Presión sanguínea (mm Hg)		
Presión sistólica	117 ± 13	111 ± 15
Presión diastólica	70 ± 6	68 ± 5
Frecuencia cardíaca (lpm)	77 ± 12	74 ± 11
Frecuencia respiratoria (ipm)	17 ± 2	16 ± 2
Temperatura oral (°C)	36.7 ± 0.4	36.5 ± 0.3
Bloqueo sensorial en 5 min	T4 (T3 – T4)	T3 (T3 – T5)
Bloqueo sensorial en 10 min	T3 (T3 – T4)	T3 (T3 – T4)
Duración de la cirugía (min)	46 (40 – 58)	50 (44 – 67)
Pérdida estimada de sangre (mL)	420 (390 – 550)	450 (380 – 570)
Volumen adicional de fluido (mL)	560 (510 – 660)	520 (490 – 680)

No hubo diferencia estadística significativa entre los pacientes con y sin hipotensión.

* Datos presentados como promedio ± desviación-estándar (DE), promedio (intervalo intercuartil, ICR) o número (%), excepto otras indicaciones.

lpm: latidos por minuto; ipm: inspiraciones por minuto.

Tabla II – Datos Estimados con Regresión Isotónica y Algoritmo de los Grupos Violadores Adyacentes (Pooled-Adjacent-Violators Algorithm)

Volumen (mL.kg ⁻¹)	Eficaz (n)	Testado (n)	Probabilidad (bruto)	Probabilidad (conjunta)
5	0	1	0	0
6	0	1	0	0
7	0	1	0	0
8	0	2	0	0
9	1	3	0,33	0,33
10	1	3	0,33	0,37
11	1	3	0,33	0,37
12	2	4	0,50	0,48
13	6	9	0,67	0,56
14	4	6	0,67	0,56
15	4	6	0,67	0,58
16	5	8	0,63	0,65
17	5	7	0,71	0,65
18	5	7	0,71	0,70
19	3	4	0,75	0,86
20	2	2	1,00	1,00

Los datos de las parturientas que desarrollaron hipotensión por el protocolo del estudio aparecen en la Tabla II. El flujo de la precarga de cristaloides en volúmenes diferentes en las pacientes, en las cuales no se pudo evitar la hipotensión, aparece en la Figura 2. El tiempo promedio de administración de la solución de cristaloides fue de 6,5 minutos (ICR, 4,3 a 8,1 min). Un total de 28 pacientes (41,8%) tuvieron hipotensión, y la mediana de la reducción en la PAS fue de un 23% (ICR, 21% a 26%) a partir de la PAS basal. La dosis de efedrina prescrita para la hipotensión fue 10 ± 4 mg. La mediana del tiempo de administración del anestésico para la

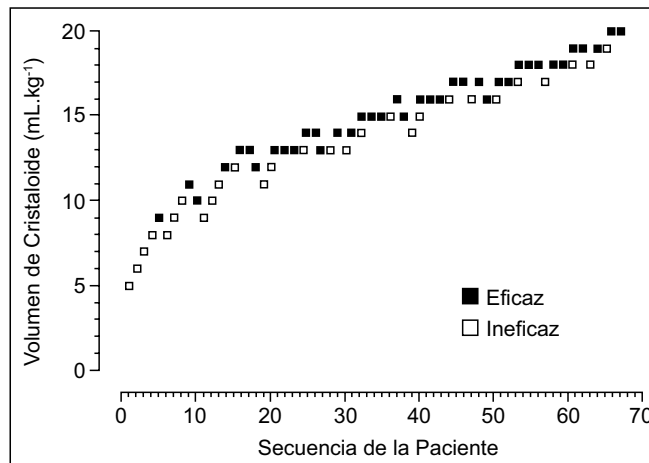


Figura 2 – Esquemas Secuenciales Up-down de las Pacientes. Frecuencia de los volúmenes de la precarga de cristaloides, respuestas de las pacientes y ubicación del volumen posterior.

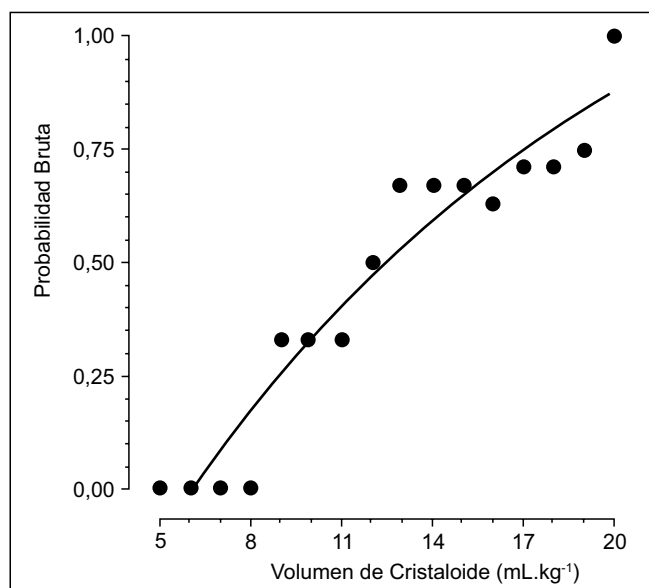


Figura 3 – Probabilidades Brutas. Respuestas efectivas de los volúmenes de la precarga de cristaloides determinados por regresión logística y estimación de máxima verosimilitud (EMV) de los datos observados.

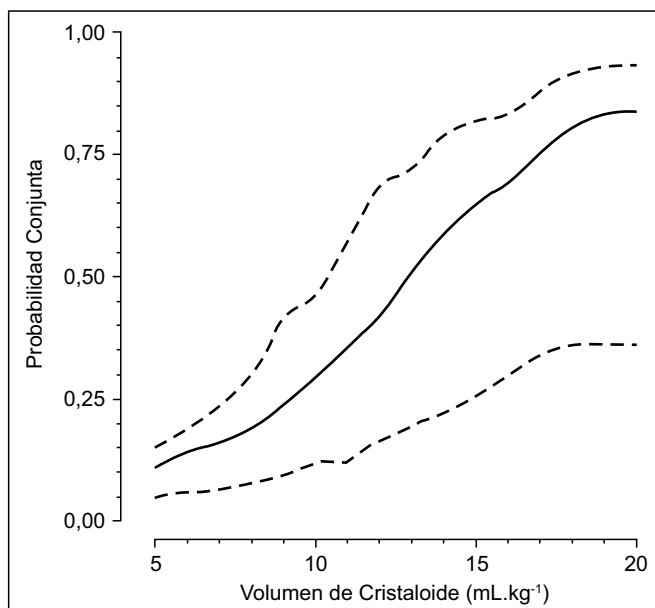


Figura 4 – Probabilidades Conjuntas.

Respuestas efectivas de los volúmenes de la precarga de cristaloides determinados usando la regresión de Firth con intervalos de confianza de un 95% (IC 95%).

hipotensión fue de 5,8 minutos (ICR, 4,2 a 9,7 min). El VE_{50} de la precarga de cristaloides, calculado con la EMV de los datos observados para prevenir la hipotensión inducida por la raquianestesia fue $12,6 \text{ mL.kg}^{-1}$ (IC 95%, $11,6$ a $14,8 \text{ mL.kg}^{-1}$) (Figura 3). La Figura 4 muestra la probabilidad combinada de una respuesta efectiva a la precarga de cristaloides corregida con la regresión de Firth, y la probabilidad con 13 mL.kg^{-1} fue de 50,2% (IC 95%, 30,0% a 83,1%).

DISCUSIÓN

En este estudio fue estimado que el VE_{50} de cristaloides necesario para prevenir la hipotensión inducida por la raquianestesia en pacientes sometidas al parto por cesárea es de 13 mL.kg^{-1} cuando la solución se administra antes de la anestesia. De acuerdo con la literatura, este es el primer estudio que determina el volumen efectivo de la precarga de cristaloides en las pacientes sometidas a la raquianestesia para parto por cesárea, por medio de una ubicación secuencial del tipo *up and down*. El resultado está a tono con lo que es normalmente relatado en la práctica clínica en donde 500 a 1.000 mL de cristaloides debe ser la precarga antes de la inducción anestésica.

La administración de soluciones cristaloides para prevenir la hipotensión inducida por la raquianestesia en el parto por cesárea ha venido siendo discutida hace décadas^{9-12,24}, pero los volúmenes precisos todavía no han sido determinados. Aquellos que defienden la terapia “liberal” de administración de soluciones sugieren que el aumento del volumen sanguíneo con la precarga debe ser lo suficientemente grande como

para poder resultar en un aumento significativo de la producción cardíaca para la prevención eficaz de la hipotensión y en sus estudios, por lo menos 1.500 a 2.000 mL de cristaloides están recomendados^{5,6}. Por otro lado, aquellos que defienden la terapia “restringida” consideran que la expansión extrema del volumen sanguíneo con soluciones profilácticas podría ejercer efectos negativos en los resultados de las madres y de los recién nacidos y proponen que un volumen relativamente bajo de cristaloides (p. ej., 1.000 mL) sería lo recomendado²⁴⁻²⁶. Sin embargo, varios estudios no aprueban el régimen de carga de soluciones cristaloides porque no descubrieron la diferencia significativa con cualquier uno de los volúmenes administrados^{11,16,27}. En la revisión sistemática de Benerjee, aproximadamente un 60% de las pacientes desarrollaron hipotensión en los regímenes tanto de la precarga como de la hidratación durante u después del bloqueo²⁰. En nuestro estudio, cerca de un 42% de las pacientes presentaron hipotensión y el VE_{50} de cristaloides fue 13 mL.kg^{-1} . La diferencia sugiere que una evaluación más detallada sobre el tema se hace necesaria en las diferentes poblaciones raciales.

El régimen de precarga está recomendado debido a su papel profiláctico en la hipotensión por medio de un aumento previo de la circulación, sin embargo, estudios más recientes han demostrado efectos similares contra esa incidencia tanto con la cogarga como con la postcarga^{10,11}. Williamson y col.¹² sugirieron que un método combinado de pre- y cogarga podría ser un sustituto para la administración de la simple precarga de cristaloides. Dyer y col.¹⁴ consideraron que el tiempo de administración de fluidos es la razón para la ineficacia del método tradicional de precarga, con un período superior a 20 minutos de titulación de los fluidos antes de la inducción de la anestesia, y destacan una rápida infusión de cristaloides después de la raquianestesia. En el presente estudio, los volúmenes-objetivo de cristaloides fueron administrados a una tasa de 100 a 150 mL.min^{-1} , lo que garantizó una rápida infusión, y la mediana del tiempo de administración del fluido fue de 6,3 minutos. Sin embargo, la alta tasa de hipotensión (cerca de 42%) sugiere que la precarga de cristaloides no es un medio absolutamente efectivo para la prevención de la hipotensión en las mujeres sometidas a la raquianestesia. Además, seis mujeres tuvieron recurrencia de hipotensión incluso con la prescripción de la efedrina. Es bueno remarcar que esas seis mujeres recibieron de 5 a 8 mL.kg^{-1} de fluido. Eso sugiere que ellas probablemente necesitan un volumen superior al volumen aplicado en el estudio.

El método de ubicación secuencial *up-and-down* normalmente se usa en farmacología para determinar las dosis efectivas de los fármacos. En este estudio, ese método fue adaptado para estimar la mediana del volumen efectivo usando la regresión isotónica y el algoritmo de los grupos violadores adyacentes (*pooled-adjacent-violators*). Aunque el volumen efectivo de un 90% (VE_{90}) pueda ser más útil clínicamente, el propio contexto del estudio nos impidió su utilización. Intentamos estimar el VE_{90} de cristaloides, pero no lo logramos porque la precarga por sí sola no puede evitar o revertir con éxito la hipotensión asociada a la raquianestesia en pacientes sometidas a la cesárea. Debido a la propiedad natural

de la imprevisibilidad del tiempo y del grado de hipotensión resultantes de la raquianestesia para la cesárea, relatamos apenas el VE_{50} de la precarga de cristaloides que muestra una precisión relativamente mayor que el VE_{90} .

Los desenlaces neonatales son consideraciones importantes en las parturientes de cesárea sometidas a la anestesia neuroaxial debido a la amenaza de hipotensión, pero estudios recientes han demostrado que, a pesar de la prevalencia de la hipotensión materna, los bebés nacidos a término pueden tolerar ese desafío de la perfusión sanguínea placentaria sin grandes consecuencias negativas²⁸. Otros estudios tampoco constataron secuelas causadas por intervenciones con cristaloides en pacientes sometidas a la cesárea con bloqueo neuroaxial^{27,29,30}. Los resultados de este estudio están a tono con los hallazgos de que la precarga de cristaloides generó poco efecto en la evaluación de las puntuaciones Apgar y neuro-comportamentales, y en los valores del pH arterial del cordón umbilical (datos no mostrados).

Este estudio tiene limitaciones. Primero, aunque la dosificación traduzca la ED_{50} estimada, en términos generales, por cinco cruces durante la ubicación secuencial *up-and-down* para ser robusta, fue usado un intervalo de 1 mL.kg⁻¹ para estimar el VE_{50} de la precarga de cristaloides, de modo que fueron 21 cruces de 5 a 20 mL.kg⁻¹ para el cálculo de la probabilidad. La forma en que eso afectaría los resultados finales se desconoce. Segundo, los efectos de los volúmenes de cristaloides por encima de 20 mL.kg⁻¹ no fueron observados, por tanto, ese hecho debe ser recordado en cuando a las probabilidades estimadas con EMV y la corrección de Firth cuando se use para otras poblaciones.

Resumiendo, el VE_{50} de la precarga de cristaloides para prevenir la hipotensión inducida por la raquianestesia en pacientes sometidas a la cesárea, es aproximadamente 13 mL.kg⁻¹. Esos datos están a tono con los relatos anteriores de que un gran volumen de cristaloides no es necesariamente útil para equilibrar la hemodinámica materna¹⁵. Y aunque la precarga de cristaloides pueda reducir la tasa de hipotensión inducida por la raquianestesia en parturientes sometidas a la cesárea, ella no puede eliminar totalmente su aparición, con una tasa aproximada de un 40% o más. Por tanto, en el momento de la carga de cristaloides, los vasopresores profilácticos o terapéuticos también deben ser preparados y administrados en el tiempo adecuado, considerando que una porción significativa de parturientes todavía puede presentar hipotensión.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los obstetras, pediatras, enfermeros y anestesiólogos que participaron en la recolección de los datos en nuestro hospital, y a los estadísticos por su generosa cooperación para el trabajo estadístico realizado en Nanjing Medical University, Nanjing, China, como también al Comité de Monitoreo de Datos y al Comité de Consulta para Eventos Adversos.

Miembros del Grupo de Estudio CDFM

Liangliang Ele, Yusheng Liu, HongMei Yuan, Wang Wangen, Yanyang Sun, ShanWu Feng, Fan y Xia Jie Shen, Departamento de Medicina Anestesiología y Cuidados Intensivos; Dongying Fu, QinFen Pan y Yang Jie, Centro Quirúrgico, todos funcionarios del *Affiliated Nanjing Maternity and Child Health Care Hospital*, Nanjing Medical University, Nanjing, China.

REFERENCIAS

1. Nobili C, Sofi G, Bisicchia C-Prevention of hypotension in spinal anesthesia carried out for cesarean section. *Minerva Anestesiol*, 2003;69:392-401.
2. Häger RM, Daltveit AK, Hofoss D et al. – Complications of cesarean deliveries: rates and risk factors. *Am J Obstet Gynecol*, 2004;190:428-434.
3. Balki M, Carvalho JC – Intraoperative nausea and vomiting during cesarean section under regional anesthesia. *Int J Obstet Anesth*, 2005;14:230-241.
4. Chongsuvivatwong V, Bachtiar H, Chowdhury ME et al. – Maternal and fetal mortality and complications associated with cesarean section deliveries in teaching hospitals in Asia. *J Obstet Gynaecol Res*, 2010;36:45-51.
5. Ueyama H, He YL, Tanigami H et al. – Effects of crystalloid and colloid preload on blood volume in the parturient undergoing spinal anesthesia for elective Cesarean section. *Anesthesiology*, 1999;91:1571-1576.
6. Dahlgren G, Granath F, Pregner K et al. – Colloid vs. crystalloid preloading to prevent maternal hypotension during spinal anesthesia for elective cesarean section. *Acta Anesthesiol Scand*, 2005;49:1200-1206.
7. Ko JS, Kim CS, Cho HS et al. – A randomized trial of crystalloid versus colloid solution for prevention of hypotension during spinal or low-dose combined spinal-epidural anesthesia for elective cesarean delivery. *Int J Obstet Anesth*, 2007;16:8-12.
8. Tamilselvan P, Fernando R, Bray J, et al. – The effects of crystalloid and colloid preload on cardiac output in the parturient undergoing planned cesarean delivery under spinal anesthesia: a randomized trial. *Anesth Analg*, 2009;109:1916-1921.
9. Teoh WH, Sia AT – Colloid preload versus coload for spinal anesthesia for cesarean delivery: the effects on maternal cardiac output. *Anesth Analg*, 2009;108:1592-1598.
10. Carvalho B, Mercier FJ, Riley ET et al. – Hetastarch co-loading is as effective as pre-loading for the prevention of hypotension following spinal anesthesia for cesarean delivery. *Int J Obstet Anesth*, 2009;18:150-155.
11. Siddik-Sayyid SM, Nasr VG, Taha SK et al. – A randomized trial comparing colloid preload to coload during spinal anesthesia for elective cesarean delivery. *Anesth Analg*, 2009;109:1219-1224.
12. Williamson W, Burks D, Pipkin J et al. – Effect of timing of fluid bolus on reduction of spinal-induced hypotension in patients undergoing elective cesarean delivery. *AANA J*, 2009;77:130-136.
13. Rout CC, Akoojee SS, Roche DA et al. – Rapid administration of crystalloid preload does not decrease the incidence of hypotension after spinal anesthesia for elective cesarean section. *Brit J Anesth*, 1992;68:394-397.
14. Dyer RA, Farina Z, Joubert IA et al. – Crystalloid preload versus rapid crystalloid administration after induction of spinal anesthesia (coload) for elective cesarean section. *Anesth Intensive Care*, 2004;32:351-357.
15. Park GE, Hauch MA, Curlin F et al. – The effects of varying volumes of crystalloid administration before cesarean delivery on maternal hemodynamics and colloid osmotic pressure. *Anesth Analg*, 1996;83:299-303.

VOLUMEN MEDIANO EFECTIVO DE CRISTALOIDES EN LA PREVENCIÓN DE HIPOTENSIÓN ARTERIAL EN PACIENTES
SOMETIDAS A LA CESÁREA CON RAQUIANESTESIA

16. Muzlifah KB, Choy YC – Comparison between preloading with 10 ml/kg and 20 ml/kg of Ringers lactate in preventing hypotension during spinal anesthesia for cesarean section. *Med J Malaysia*, 2009;64:114-117.
17. National Collaborating Centre for Women's and Children's Health – Cesarean section: anesthesia for CS. Guideline for National Institute for Clinical Excellence (NICE). Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG) press. 2004; pp. 56-61.
18. American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia – Practice guidelines for obstetric anesthesia: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia. *Anesthesiology*, 2007;106:843-863.
19. Cyna AM, Andrew M, Emmett RS et al. – Techniques for preventing hypotension during spinal anesthesia for cesarean section. *Cochrane Database Syst Rev*, 2006; 4: CD002251.
20. Banerjee A, Stocche RM, Angle P et al. – Preload or coload for spinal anesthesia for elective Cesarean delivery: a meta-analysis. *Can J Anesth*, 2010;57:24-31.
21. Durham SD, Flournoy N, Rosenberger WF – A random walk rule for phase I clinical trials. *Biometrics*, 1997;53:745-760.
22. Pace NL, Stylianou MP – Advances in and limitations of up-and-down methodology: a précis of clinical use, study design, and dose estimation in anesthesia research. *Anesthesiology*, 2007;107:144-152.
23. George RB, McKeen D, Columb MO et al. – Up-down determination of the 90% effective dose of phenylephrine for the treatment of spinal anesthesia-induced hypotension in parturients undergoing cesarean delivery. *Anesth Analg*, 2010;110:154-158.
24. Lewis M, Thomas P, Wilkes RG – Hypotension during epidural analgesia for Cesarean section. Arterial and central venous pressure changes after acute intravenous loading with two litres of Hartmann's solution. *Anesthesia*, 1983;38:250-253.
25. Chan WS, Irwin MG, Tong WN et al. – Prevention of hypotension during spinal anesthesia for cesarean section: ephedrine infusion versus fluid preload. *Anesthesia*, 1997;52:908-913.
26. Watson CB – Colloid or crystalloid? *Anesth Analg*, 1981;60:228-229.
27. Siddik SM, Aouad MT, Kai GE et al. – Hydroxyethylstarch 10% is superior to Ringers solution for preloading before spinal anesthesia for Cesarean section. *Can J Anesth*, 2000;47:616-621.
28. Maayan-Metzger A, Schushan-Eisen I, Todris L et al. – Maternal hypotension during elective cesarean section and short-term neonatal outcome. *Am J Obstet Gynecol*, 2010;202:56.e1-e5.
29. Karinen J, Räsänen J, Paavilainen T et al. – Uteroplacental and fetal haemodynamics and cardiac function of the fetus and newborn after crystalloid and colloid preloading for extradural cesarean section anesthesia. *Br J Anesth*, 1994;73:751-757.
30. Littleford J – Effects on the fetus and newborn of maternal analgesia and anesthesia: a review. *Can J Anesth*, 2004;51:586-609.