

# El REBOA como nuevo actor en el control de daños del paciente hemodinámicamente inestable con hemorragia no compresible del torso

## REBOA as a New Damage Control Component in Hemodynamically Unstable Noncompressible Torso Hemorrhage Patients

Carlos A. Ordoñez<sup>1,2,3</sup>  Michael W. Parra<sup>4</sup>  Yaset Caicedo<sup>5</sup>  Natalia Padilla<sup>5</sup>   
Fernando Rodríguez-Holguín<sup>1</sup>  José Julián Serna<sup>1,2,3,6</sup>  Alexander Salcedo<sup>1,2,3,6</sup>   
Alberto García<sup>1,2,3</sup>  Claudia Orlas<sup>7,8</sup>  Luis Fernando Pino<sup>2,6</sup>  Ana Milena del Valle<sup>9</sup>  
David Mejía<sup>10,11</sup>  Juan Carlos Salamea-Molina<sup>12,13</sup>  Megan Brenner<sup>14</sup>  Tal Hörer<sup>15</sup>   
[ordonezcarlosa@gmail.com](mailto:ordonezcarlosa@gmail.com), [carlos.ordonez@fvf.org.co](mailto:carlos.ordonez@fvf.org.co)



### ACCESO ABIERTO

**Citación:** Ordoñez CA, Parra MW, Caicedo Y, Padilla N, Rodríguez HF, Serna JJ, Salcedo A, García A, Orlas C, Pino LF, Del Valle AM, Mejía D, Salamea MJC, Brenner M, Hörer T. **El REBOA como nuevo actor en el control de daños del paciente hemodinámicamente inestable con hemorragia no compresible del torso.** Colomb Med (Cali). 2020; 51(4):e-2014506 <http://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4506>

**Recibido :** 20 Ago 2020  
**Revisado :** 15 Oct 2020  
**Aceptado :** 09 Dic 2020  
**Publicado :** 29 Dic 2020

### Palabras clave:

Balón de resucitación endovascular de oclusión aórtica; control de daños; hemorragia no compresible del torso; hemodinámicamente inestable; heridas penetrantes; puntuación de gravedad de la lesión; centros de trauma; atención de soporte vital avanzado para traumatismos; heridas no penetrantes; procedimientos endovasculares; REBOA

### Keywords:

Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta; damage control; noncompressible torso hemorrhage; hemodynamically unstable; wounds; gunshot; injury severity score; trauma centers; REBOA; advanced trauma life support care; balloon occlusion; nonpenetrating; endovascular procedures.

**1** Fundación Valle del Lili, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Cali, Colombia. **2** Universidad del Valle, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Cali, Colombia. **3** Universidad Icesi, Cali, Colombia. **4** Broward General Level I Trauma Center, Department of Trauma Critical Care, Fort Lauderdale, FL - USA. **5** Fundación Valle del Lili, Centro de Investigaciones Clínicas (CIC), Cali, Colombia. **6** Hospital Universitario del Valle, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Cali, Colombia. **7** Center for Surgery and Public Health, Department of Surgery, Brigham & Women's Hospital, Boston, USA. **8** Harvard Medical School & Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, USA. **9** Hospital Felix Bulness, Division of Surgery, Santiago de Chile, Chile. **10** Hospital Pablo Tobon Uribe, Department of Surgery, Medellín, Colombia. **11** Universidad de Antioquia, Department of Surgery, Medellín, Colombia. **12** Hospital Vicente Corral Moscoso, Division of Trauma and Acute Care Surgery, Cuenca, Ecuador. **13** Universidad del Azuay, Escuela de Medicina, Cuenca, Ecuador. **14** University of California, Department of Surgery Riverside University Health Systems, Riverside, CA, USA. **15** Örebro University Hospital, Faculty of Medicine, Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery, Örebro, Sweden.

## Resumen

La hemorragia no compresible del torso es una de las principales causas de muerte prevenibles alrededor del mundo. Una evaluación eficiente y apropiada del paciente traumatizado con hemorragia activa es la esencia para evitar el desarrollo del rombo de la muerte (hipotermia, coagulopatía, hipocalcemia y acidosis). Actualmente, las estrategias de manejo inicial incluyen hipotensión permisiva, resucitación hemostática y cirugía de control de daños. Sin embargo, los recientes avances tecnológicos han abierto las puertas a una amplia variedad de técnicas endovasculares que logran esos objetivos con una morbilidad mínima y un acceso limitado. Un ejemplo de estos avances ha sido la introducción del balón de resucitación de oclusión aórtica; REBOA (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta, por sus siglas en inglés), el cual, ha tenido gran provecho entre los cirujanos de trauma alrededor del mundo debido a su potencial y versatilidad en áreas como trauma, ginecología y obstetricia, y gastroenterología. El objetivo de este artículo es describir la experiencia lograda en el uso del REBOA en pacientes con hemorragia no compresible del torso. Nuestros resultados muestran

**Copyright:** © 2020 Universidad del Valle.



**Conflicto de intereses:** Ninguno

**Autor de correspondencia:**

Carlos A. Ordóñez, MD, FACS. Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery. Fundación Valle del Lili. Cali, Colombia; Division of Trauma and Acute Care Surgery, Department of Surgery, Universidad del Valle, Cali, Colombia; Universidad Icesi, Cali, Colombia. Email: [ordonezcarlosa@gmail.com](mailto:ordonezcarlosa@gmail.com), [carlos.ordonez@fvl.org.co](mailto:carlos.ordonez@fvl.org.co)

que el REBOA puede usarse como un nuevo actor en la resucitación de control de daños del paciente con trauma severo, para este fin, nosotros proponemos dos nuevos algoritmos para el manejo de pacientes hemodinámicamente inestables: uno para trauma cerrado y otro para trauma penetrante. Se reconoce que el REBOA tiene sus limitaciones, las cuales incluye un periodo de aprendizaje, su costo inherente y la disponibilidad. A pesar de esto, para lograr los mejores resultados con esta nueva tecnología, el REBOA debe ser usado en el momento correcto, por el cirujano correcto con el entrenamiento y el paciente correcto.

## Abstract

Noncompressible torso hemorrhage is one of the leading causes of preventable death worldwide. An efficient and appropriate evaluation of the trauma patient with ongoing hemorrhage is essential to avoid the development of the lethal diamond (hypothermia, coagulopathy, hypocalcemia, and acidosis). Currently, the initial management strategies include permissive hypotension, hemostatic resuscitation, and damage control surgery. However, recent advances in technology have opened the doors to a wide variety of endovascular techniques that achieve these goals with minimal morbidity and limited access. An example of such advances has been the introduction of the Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA), which has received great interest among trauma surgeons around the world due to its potential and versatility in areas such as trauma, gynecology & obstetrics and gastroenterology. This article aims to describe the experience earned in the use of REBOA in noncompressible torso hemorrhage patients. Our results show that REBOA can be used as a new component in the damage control resuscitation of the severely injured trauma patient. To this end, we propose two new deployment algorithms for hemodynamically unstable noncompressible torso hemorrhage patients: one for blunt and another for penetrating trauma. We acknowledge that REBOA has its limitations, which include a steep learning curve, its inherent cost and availability. Although to reach the best outcomes with this new technology, it must be used in the right way, by the right surgeon with the right training and to the right patient.

## Contribución del estudio

### 1) ¿Por qué se realizó este estudio?

El objetivo de este estudio fue describir la experiencia obtenida en el uso del REBOA en pacientes con hemorragia no compresible del torso por el grupo de cirugía de trauma y emergencias (CTE) Cali, Colombia

### 2) ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes del estudio?

Se proponen dos nuevos algoritmos de manejo para los pacientes hemodinámicamente inestables con hemorragia no compresible del torso: uno para trauma penetrante y otro para trauma cerrado. El REBOA debe ser usado de la manera correcta, por el cirujano correcto con el entrenamiento correcto y para el paciente correcto.

### 3) ¿Qué aportan estos resultados?

El REBOA puede ser usado como un nuevo componente en la resucitación de control de daños de pacientes con trauma severo

## Introducción

La hemorragia no compresible del torso es una de las principales causas de muerte prevenible alrededor del mundo<sup>1</sup>. La adecuada y eficiente evaluación inicial del paciente politraumatizado con sangrado activo es esencial para evitar el desarrollo del rombo de la muerte (hipotermia, coagulopatía, hipocalcemia y acidosis)<sup>2,3</sup>. Actualmente, las estrategias principales para el manejo del trauma son la hipotensión permisiva, la reanimación hemostática y la cirugía de control de daños<sup>4</sup>. Sin embargo, recientes avances en la tecnología han permitido la disponibilidad de grandes variedades de técnicas endovasculares para alcanzar estos objetivos mediante abordajes mínimamente invasivos<sup>5-7</sup>. Un ejemplo es el balón de resucitación endovascular de oclusión aórtica (*Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta* - REBOA) que ha ganado interés entre los cirujanos de trauma alrededor del mundo dado a su potencial y versatilidad en trauma como en otras las ramas incluyendo ginecología-obstetricia y gastroenterología<sup>8</sup>.

Este artículo es un consenso que sintetiza la experiencia lograda durante los últimos 30 años en el manejo del trauma, cirugía general y cuidado crítico del grupo de cirugía de Trauma y Emergencias (CTE) de Cali, Colombia conformado por expertos de Hospital Universitario Fundación Valle del Lili y el Hospital Universitario del Valle “Evaristo García”, con la Universidad del Valle y la Universidad Icesi, en colaboración con la Asociación Colombiana de Cirugía y la Sociedad Panamericana de Trauma, en conjunto con especialistas nacionales e internacionales de EE.UU, Europa y Latino América.

## Materiales y Métodos

Se realizó un estudio prospectivo y observacional incluyendo todos los pacientes traumatizados (edad >14 años) que se sometieron a una oclusión aórtica (AO) endovascular desde enero 2015 a diciembre 2019 en nuestro centro de trauma de alta complejidad en Cali, Colombia: Fundación Valle del Lili.

La información demográfica del paciente, el curso clínico, las condiciones del procedimiento y los datos de resultados hospitalarios se recopilaron en nuestro registro FVL-REBOA. El estudio fue aprobado por el comité de ética y el equipo de revisión institucional. Cuando se colocaba un REBOA el cirujano de trauma inmediatamente informaba al asistente de investigación quien accedía a la historia clínica y recolectaba los datos en tiempo real. La decisión de la colocación del REBOA siempre fue realizada por el cirujano de trauma tratante y la indicación más común fue la hipotensión sostenida (presión arterial sistólica <90 mmHg) que no respondía a la resucitación inicial.

El acceso arterial se estableció a través de la arteria femoral común mediante una incisión quirúrgica o percutánea guiado por ecográfica. Se insertó un introductor de 7, 11 o 14 Fr (dependiendo de la disponibilidad) a través del cual se colocó el catéter REBOA en Zona 1 (área entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el tronco celiaco). El balón se infló idealmente durante un periodo de tiempo menor a 30 minutos y se reposicionó en Zona 3 (área entre las arterias renales a la bifurcación de la aorta) según los requerimientos del paciente. El REBOA parcial también fue implementado de acuerdo a la evaluación de la respuesta hemodinámica del paciente y el control quirúrgico del sangrado. Con el fin de estandarizar la toma de decisiones de los cirujanos de trauma tratantes, se diseñó un algoritmo institucional que abarca desde la admisión del paciente al servicio de urgencias, donde se siguen los principios del manual de apoyo vital avanzado en trauma (*Advanced Trauma Life Support* - ATLS), se establece tempranamente un acceso vascular arterial, se activa del protocolo de transfusión masiva y se realiza una ultrasonografía extendida focalizada en trauma (*Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma* - E-FAST). El paciente con sangrado activo que no era respondedor a la resucitación de control de daños era trasladado al quirófano y simultáneamente se le colocaba

un REBOA. Todos los REBOA fueron colocados por uno de los tres cirujanos de trauma y emergencias previamente entrenados y certificados en la técnica, quienes siempre fueron asistidos por un médico cirujano *fellow* de trauma. Las variables continuas fueron descritas mediante mediana y rango intercuartílico mientras que las variables categóricas con frecuencias relativa y absoluta. Los análisis estadísticos se realizaron en Lenguaje R 3.5.6.

## Resultados

A un total de 56 pacientes se les colocó un REBOA. Cuarenta y ocho (85%) pacientes eran hombres con una mediana de edad de 33 (RIQ: 23-45) años. Treinta y siete (66%) sufrieron trauma penetrante y de estos 30 (81.8%) fueron por heridas de proyectil de arma de fuego y 7 (18.1%) por heridas de arma blanca. Diecinueve (33.9%) sufrieron un traumatismo cerrado. Todos los pacientes estaban hemodinámicamente inestables al ingreso en el servicio de urgencias [ media PAS 69 (RIQ: 58-88) mm Hg; media frecuencia cardíaca (FC) 110 (RIQ: 96-127) lpm ] y diez (17.8%) tuvieron un paro cardíaco antes o al ingreso en el servicio de urgencias. La mediana del índice de severidad de trauma (*Injury Severity Score* - ISS) fue de 25 (RIQ: 25-37), la mediana del índice abreviado de trauma (*Abbreviated Injury Score* - AIS) abdominal fue de 5 (RIQ: 4-5), la mediana AIS de tórax fue de 5 (RIQ: 3-5) y la mediana AIS de pelvis/extremidades fue de 3 (RIQ: 3-3). Se presentaron lesiones vasculares torácicas en 19 (38%) pacientes (5 con lesión en la arteria subclavia, 4 con lesión en la arteria mamaria interna, 4 con lesión en la vena subclavia, entre otras), 11 (22%) tenían lesión vascular abdominal o pélvica (3 con lesión en las arterias iliaca común/externa/interna, 3 con lesión en la vena iliaca, entre otras). Se reportó trauma hepático severo (*American Association for the Surgery of Trauma* - AAST Grado IV-V) en 9 (18%) pacientes y trauma pulmonar severo (AAST Grado IV-V) en 6 (12%) (Tabla 1).

**Tabla 1. Características clínicas de pacientes con Shock Hemorrágico y colocación de REBOA**

Variable	REBOA (n=56)
Edad, mediana (RIQ)	33 (23-45)
Masculino, n (%)	48 (85)
Mecanismo penetrante, n (%)	37 (66)
Arma de fuego, n (%)	30 (81.08)
Arma blanca, n (%)	7 (18.92)
Mecanismo cerrado, n (%)	19 (33.9)
Injury Severity Score*, mediana (RIQ)	25 (25-37)
Tórax AIS, mediana (RIQ)	5 (3-5)
Abdominal AIS, mediana (RIQ)	5 (4-5)
Pelvis/extremidades AIS, mediana (RIQ)	3 (3-3)
<b>Signos vitales</b>	
Presión Arterial Sistólica, mm HG, media (DE)	69(29.1)
Frecuencia cardíaca, lpm, media (RIQ)	110 (96-127)
Escala de Coma de Glasgow, mediana (RIQ)	14 (10-15)
Paro cardíaco, n (%)	10 (17.8)
<b>Requerimiento de resucitación</b>	
Unidad de Glóbulos Rojos, 6 h, mediana (RIQ)	6 (4-9)
Unidad de Plasma Fresco Congelado, 6 h, mediana (RIQ)	4 (3-6)
Plaquetas, 6 h, mediana (RIQ)	6 (0-6)
Crioprecipitado, 6 h, mediana (RIQ)	7 (0-10)
Unidad de Glóbulos Rojos, 24 h, mediana (RIQ)	7 (5-12)
Unidad de Plasma Fresco Congelado, 24 h, mediana (RIQ)	7 (4-11)
Plaquetas, 24 h, mediana (RIQ)	6 (0-12)
Crioprecipitado, 24 h, mediana (RIQ)	10 (4-16)
Cristaloides, 24 h, media (DE)	4,905 (2,752)

AIS: Índice abreviado de trauma - *Abbreviated Injury Score*; DE: Desviación estándar; RIQ: Rango intercuartílico.

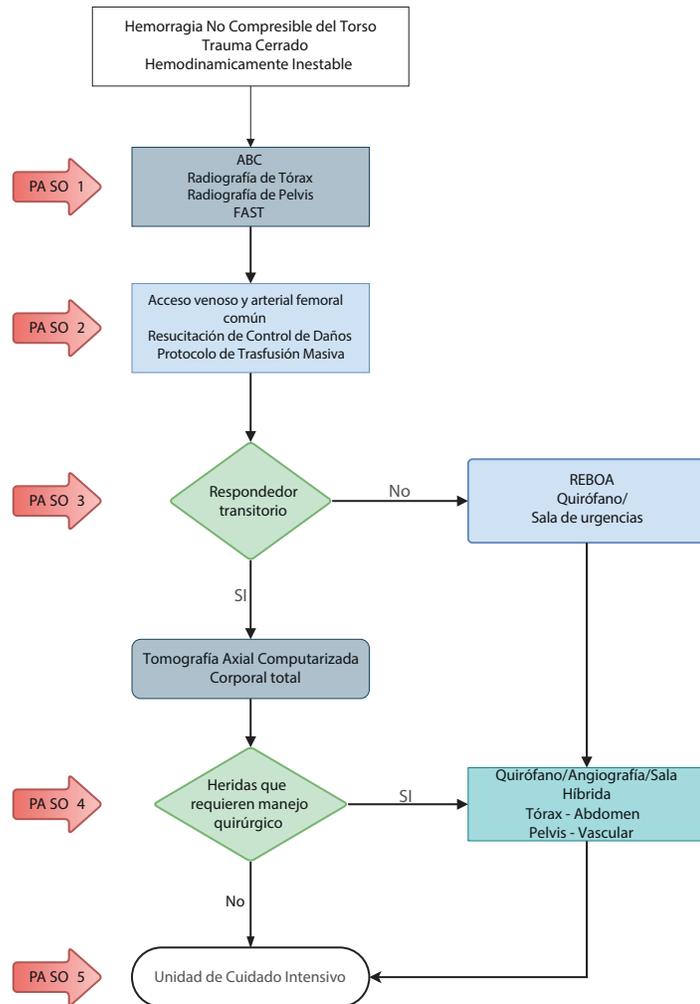
**Tabla 2.** Características relacionadas con la colocación de REBOA como acceso arterial, localización, estado hemodinámico y técnica.

Variable	REBOA (n=56)
Acceso Arterial	
Incisión quirúrgica, n (%)	46 (82.1)
Percutánea con guía ecográfica, n (%)	10 (17.8)
Localización	
Servicio de urgencias, n (%)	2 (4)
Quirófano, n (%)	53 (94)
Sala angiografía, n (%)	1 (2)
Pre-Oclusión Aortica	
Presión Arterial Sistólica, mm HG, mediana (RIQ)	50 (40-65)
Post- Oclusión Aortica	
Presión Arterial Sistólica, mm Hg, mediana (RIQ)	110 (89-123)
Zona de posición	
Zona 1, n (%)	24 (42.8)
Zona 3, n (%)	6 (10.7)
Zona 1 + Zona 3, n (%)	26 (46.2)
Duración Oclusión Aortica	
Oclusión total, min, mediana (RIQ)	41 (24-60)
Oclusión - Zona 1, min, mediana (RIQ)	25 (19-43)
Oclusión - Zona 3, min, mediana (RIQ)	16 (10-36)
Tipo de Catéter	
CodaTM, n (%)	34 (60.7)
Prytime ER-REBOATM, n (%)	17 (30.3)
Rescue balloonTM, n (%)	3 (5.3)
Jotec balloonTM, n (%)	2 (3.5)
Técnica de Posicionamiento OA	
Fluoroscopia, n (%)	1 (2)
Referentes anatómicos, n (%)	55 (98)
Ecografía, n (%)	0

RIQ: Rango intercuartílico.

A 47 pacientes (94%) les fue colocado el REBOA en el servicio de urgencias, el acceso de la Arteria femoral común se estableció por técnica abierta con incisión quirúrgica en 46 (82,1%) pacientes y por vía percutánea con guía ecográfica en 10 (17,8%). Nuestros primeros REBOA requirieron la colocación de introductores 11 a 14 Fr [ 36 (64,2%) pacientes ]. Se utilizaron referentes anatómicos como guía de inserción en 55 (98%) casos, solo uno requirió fluoroscopia y ninguno fue colocado mediante guía ecográfica. La mediana de PAS pre-OA fue de 50 (RIQ: 40-65) mm Hg, con una mediana de PAS post-OA de 110 (IQR 89-123) mm Hg. La mediana de tiempo entre el inicio del procedimiento y una OA efectiva fue de 5 (RIQ: 5-10) minutos. El REBOA se desplegó en la Zona 1 exclusivamente en 24 (42,8%) pacientes y se reposicionó a la Zona 3 en 26 (48,2%). En general, la mediana del tiempo de oclusión fue de 41 (RIQ: 24-60) minutos y para los pacientes con REBOA en la Zona 1 fue de 25 (IQR 19-43) minutos. Las únicas complicaciones relacionadas con la colocación de REBOA se asociaron con el acceso vascular (1 pseudoaneurisma, 2 trombosis, 4 disección de la arteria femoral y 1 infección local) y los eventos adversos sistémicos asociados fueron 2 casos de hemorragia gastrointestinal, 2 de isquemia mesentérica y 7 de falla renal (Tabla 2).

Simultáneamente a la colocación de REBOA, 10 (17,8%) pacientes fueron sometidos a angioembolización, 40 (72%) a laparotomía, 19 (34%) a esternotomía y 3 (6%) a toracotomía. La cirugía de control de daños del tórax se implementó en 15 (26,7%), cirugía de control de daños abdominal en 33 (58,9%) y 5 (8,9%) requirieron ambas. Todos los pacientes del estudio requirieron transfusión de hemoderivados dentro de las primeras 6 horas después del ingreso [ mediana unidad de glóbulos rojos (UGR) 6 (RIQ: 4-9) unidades; mediana plasma fresco congelado (PFC) 4 (RIQ: 3-6) unidades y mediana plaquetas 6 (RIQ: 0-6) unidades ]. Un total de 13 (26%) pacientes requirieron activación del protocolo de transfusión masiva en una proporción 1:1:1 (Tabla 1). La mediana de la estadía en la unidad de cuidados intensivos fue de 7 (RIQ: 3-19) días, la mediana de la estadía hospitalaria fue de 11 (RIQ: 4-25) días y la mediana del tiempo de ventilación mecánica fue de 4 (RIQ: 2-7) días. La mortalidad hospitalaria general fue del 28,5% (16).



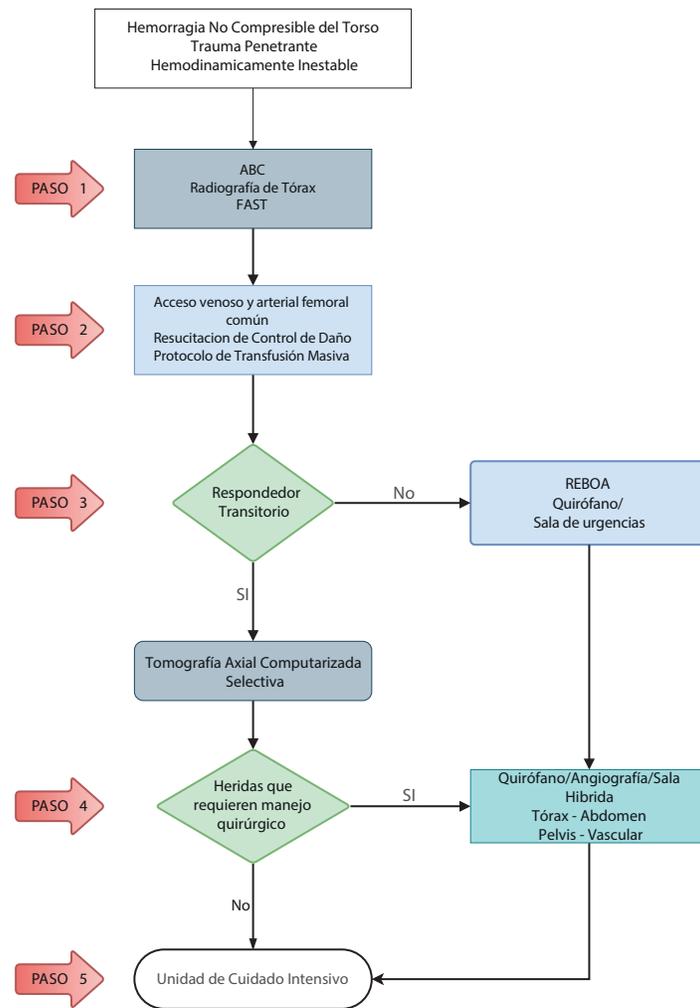
**Figura 1.** Hemorragia no compresible del torso hemodinámicamente inestable: Algoritmo de trauma cerrado; FAST: Ecografía enfocada al trauma (Focussed Assesment with Sonography for Trauma); REBOA: Balón de resucitación endovascular de oclusión aórtica (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta)

### Abordaje quirúrgico con uso del REBOA para el paciente con hemorragia no compresible del torso hemodinámicamente inestable

Hemos creado dos nuevos algoritmos para el abordaje de pacientes con hemorragia no compresible del torso hemodinámicamente inestables en 5 pasos fáciles de entender, uno para el trauma cerrado (Figura 1) y otro para el trauma penetrante (Figura 2):

#### Trauma Cerrado

- PASO 1: Los esfuerzos se deben dirigir a la identificación de todas las lesiones que potencialmente comprometen la vida siguiendo el abordaje ABCDE según el ATLS con radiografías de tórax/pelvis y E-FAST. Todas las lesiones confirmadas en las imágenes iniciales que comprometen la vida del paciente deben ser tratadas inmediatamente antes de continuar con el siguiente paso (por ejemplo: colocación de tubo de tórax/faja pélvica).
- PASO 2: Se deben colocar una línea arterial y una venosa para acceso y monitoreo de la presión arterial, iniciando la resucitación de control de daños agresiva mediante la activación del protocolo de transfusión masiva institucional.

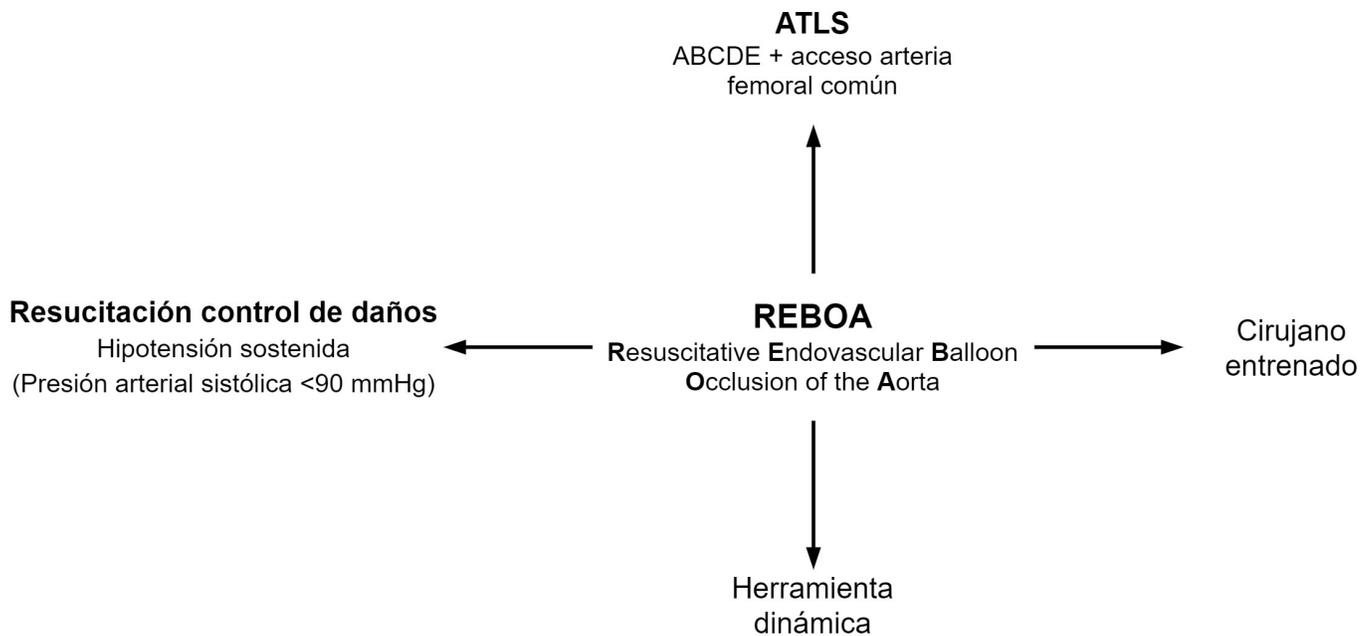


**Figura 2.** Hemorragia no compresible del tórax hemodinámicamente inestable: Algoritmo de trauma penetrante. FAST: Ecografía enfocada al trauma (Focussed Assessment with Sonography for Trauma); REBOA: Balón de resuscitación endovascular de oclusión aórtica (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta)

- PASO 3: Si el paciente es un respondedor transitorio se recomienda realizar una tomografía axial computarizada corporal total (TAC-CT) con el fin de determinar la extensión de las lesiones asociadas. Si el paciente no es un respondedor transitorio, la línea arterial debe ser reemplazada sobre la guía por un introductor para la colocación de un REBOA en Zona 1 ya sea en el servicio de urgencias o en el quirófano.
- PASO 4: Tanto el paciente que es respondedor transitorio y se le realizó TAC-CT con hallazgos quirúrgicos positivos, como el paciente no respondedor transitorio con requerimiento de REBOA en Zona 1, deben ser trasladados inmediatamente al quirófano, angiografía y/o sala híbrida para manejo definitivo o de control de daños.
- PASO 5: Todos los pacientes respondedores transitorios sin hallazgos positivos en TAC-CT y aquellos que requirieron manejo definitivo o de control de daños en el quirófano, angiografía y/o sala híbrida debe ser trasladados a la UCI para completar la resuscitación de control de daños. Aquellos que requirieron cirugía de control de daños deben regresar al quirófano entre las 24 a 72 horas después para manejo definitivo.

Trauma Penetrante

- PASO 1: Los esfuerzos se deben dirigir a la identificación de todas las lesiones que potencialmente comprometen la vida siguiendo el abordaje ABCDE del ATLS (radiografías de pelvis y E-FAST). Todas las lesiones confirmadas en a las imágenes iniciales que comprometen la vida deben ser tratadas inmediatamente antes de continuar con el siguiente paso (por ejemplo: colocación de tubo de tórax).
- PASO 2: Se deben colocar una línea arterial y una venosa para acceso y monitoreo de la presión arterial, iniciando la resucitación de control de daños agresiva mediante la activación del protocolo de transfusión masiva institucional.
- PASO 3: Si el paciente es un respondedor transitorio se recomienda realizar una tomografía axial computarizada órgano selectiva (TAC-OS) con el fin de determinar la extensión de las lesiones asociadas. Si el paciente no es un respondedor transitorio, la línea arterial debe ser reemplazada sobre la guía por un introductor para la colocación de un REBOA en Zona 1 ya sea en el servicio de urgencias o en el quirófano.
- PASO 4: Tanto el paciente que es respondedor transitorio y se le realizó TAC-OS con hallazgos quirúrgicos positivos, como el paciente no respondedor transitorio con requerimiento de REBOA en Zona 1, deben ser trasladados inmediatamente al quirófano, angiografía y/o sala híbrida para manejo definitivo o de control de daños.
- PASO 5: Todos los pacientes respondedores transitorios sin hallazgos positivos en TAC-OS y aquellos que requirieron manejo definitivo o de control de daños en el quirófano, angiografía y/o sala híbrida deben ser trasladados a la UCI para completar la resucitación de control de daños. Aquellos que requirieron cirugía de control de daños deben regresar al quirófano entre las 24 a 72 horas después para manejo definitivo.



**Figure 3.** REBOA: Eje conceptual. AFV: Arteria femoral común; ATLS: Soporte vital avanzado en trauma (Advanced Trauma Life Support); ABCDE: Airway (vía aérea), Breathing (ventilación / respiración), Circulation (circulación), Disability (evaluación de la disfunción neurológica) y Exposure (exposición); RCD: Resucitación control de daños; PAS: Presión arterial sistólica; REBOA: Balón de resucitación endovascular de oclusión aortica (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta); RCD: Resucitación control de daños.

## Discusión

El REBOA es una importante herramienta de reanimación que previene el colapso hemodinámico mientras mantiene la perfusión coronaria y cerebral de los pacientes politraumatizados hemodinámicamente inestables, que dado a su naturaleza menos invasiva se ha consolidado como una alternativa a la toracotomía de reanimación<sup>9,16</sup>. Hörer *et al.*, han propuesto el concepto de reanimación endovascular y manejo del trauma como una visión centrada en el paciente que integra un abordaje multidisciplinario con el objetivo de lograr un rápido y efectivo control del sangrado ocasionando el menor daño quirúrgico<sup>6,17</sup>. El REBOA ha sido implementado en nuestra institución desde el 2014 y somos pioneros en Latinoamérica en su utilización, desarrollando nuevas indicaciones a las tradicionalmente descritas por nuestros colegas en Estados Unidos y Europa, como su uso en trauma penetrante y torácico<sup>18-20</sup>. Esto es consecuente a nuestro contexto social, donde las tasas de trauma penetrante alcanzan hasta el 68% a comparación de las descritas alrededor del mundo entre el 7 al 15%<sup>21,22</sup>. Además, nuestros pacientes comúnmente ingresan en choque hemorrágico severo y con altos índices de severidad (ISS >25), lo cual nos ha fortalecido en la implementación del REBOA, incluso en casos de trauma torácico penetrante, con excelentes resultados<sup>8</sup>. Adicionalmente, creamos un abordaje organizado en dos grupos de trabajo independientes, uno encargado del control quirúrgico del sangrado y otro en el manejo simultáneo de la resucitación incluyendo el uso del REBOA. Otra gran diferencia que poseemos es que la mayoría de nuestros REBOA son colocados dentro del quirófano (94%) y no en el servicio de urgencias como se describe mundialmente<sup>23,24</sup>. Nuestra experiencia inició con el uso de introductores de grandes calibres (11-14 Fr) (36 pacientes) causando, como era de esperarse, múltiples complicaciones relacionadas con el lugar de la punción (8 pacientes) y necesidad de reparaciones abiertas<sup>25</sup>. Sin embargo, con la llegada de los nuevos catéteres de menor calibre (7 Fr) ha disminuido significativamente esta tasa de complicaciones relacionadas con el acceso vascular. Nuestra recomendación general es que los centros hospitalarios que estén contemplando adoptar esta nueva tecnología deberían implementar el uso de estos dispositivos de menor calibre<sup>24,26,27</sup>.

Los pacientes con hemorragia no compresible del torso requieren un inmediato control del sangrado quirúrgico y con este objetivo hemos desarrollado dos algoritmos de manejo: uno para trauma cerrado y otro para trauma penetrante. Reiteramos que estos algoritmos deben ser implementados por dos grupos de trabajo independientes, uno encargado de realizar el procedimiento quirúrgico para controlar la hemorragia no compresible del torso y otro únicamente organizado para la colocación, inflación y manipulación del REBOA. Como resultado, el despliegue del REBOA no implicaría ningún retraso quirúrgico en la obtención del control definitivo de la fuente primaria de hemorragia ni se opondría al concepto de la cirugía de control de daños. Por el contrario, sostenemos que el REBOA es un nuevo actor en el concepto de la resucitación de control de daños. Estos dos algoritmos se centran en el siguiente eje conceptual (Figura 3):

- En lugar de la tradicional mnemotécnica “ABCDE” del ATLS seguimos la modificación de Hörer por el “AABCDE”, en el cual la segunda “A” representa un acceso arterial temprano<sup>6,28</sup>.
- La colocación del REBOA requiere de un cirujano adecuadamente entrenado en técnicas endovasculares<sup>8</sup>.
- El REBOA es una herramienta dinámica que exige la atención exclusiva del cirujano para su manejo continuo, dado a las diferentes técnicas de uso (completo versus parcial) y el reposicionamiento desde la Zona 1 a la Zona 3. El objetivo es lograr un adecuado control de la hemorragia mientras se disminuye la probabilidad de daño colateral<sup>29,30</sup>.
- El REBOA es un actor esencial en la resucitación de control de daños para el abordaje del paciente hemodinámicamente inestable con hemorragia no compresible del torso. Debe ser colocado cuando el paciente se encuentra hemodinámicamente inestable (PAS < 90 mm Hg) y no cuando este desarrolle un paro cardíaco, como se indicaba anteriormente para la toracotomía de resucitación<sup>31,32</sup>.

El REBOA tiene el potencial para posicionarse como nuevo miembro del equipo de trauma en el manejo de los pacientes politraumatizados. Al igual que todos los nuevos desarrollos tecnológicos, su efectividad se encuentra limitada por la experticia del humano que lo implementa. Por lo tanto, el REBOA se solidificará como un nuevo actor para el manejo de los pacientes politraumatizados solo cuando el cirujano de trauma adquiera todas las habilidades y destrezas necesarias para su utilización.

## Conclusión

Nuestros resultados demuestran que el REBOA puede ser utilizado como un nuevo actor dentro de la resucitación de control de daños para pacientes politraumatizados y con este objetivo proponemos dos nuevos algoritmos de manejo para pacientes hemodinámicamente inestables con hemorragia no compresible del torso: uno para trauma cerrado y otro para trauma penetrante. Reconocemos que el REBOA tiene sus limitaciones, como lo son: la curva de aprendizaje para la colocación y el costo asociado. Sin embargo, para alcanzar los mejores resultados con el REBOA, este debe ser utilizado de la manera correcta, por el cirujano correcto, con el entrenamiento correcto y en el paciente correcto.

## References

1. White JM, Stannard A, Burkhardt GE, Eastridge BJ, Blackburn LH, Rasmussen TE. The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Ann Surg* 2011;253:1184-9. Doi: 10.1097/SLA.0b013e31820752e3.
2. Moore FA, McKinley BA, Moore EE. The next generation in shock resuscitation. *Lancet* 2004;363:1988-96. Doi: 10.1016/S0140-6736(04)16415-5.
3. Ditzel RM, Anderson JL, Eisenhart WJ, Rankin CJ, DeFeo DR, Oak S, et al. A review of transfusion- And trauma-induced hypocalcemia: Is it time to change the lethal triad to the lethal diamond? *J Trauma Acute Care Surg* 2020;88:434-9. Doi: 10.1097/TA.0000000000002570.
4. Stawicki SP, Brooks A, Bilski T, Scaff D, Gupta R, Schwab CW, et al. The concept of damage control: Extending the paradigm to emergency general surgery. *Injury* 2008;39:93-101. Doi: 10.1016/j.injury.2007.06.011.
5. Hörer TM, Skoog P, Pirouzram A, Nilsson KF, Larzon T. A small case series of aortic balloon occlusion in trauma: lessons learned from its use in ruptured abdominal aortic aneurysms and a brief review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2016;42:585-92. Doi: 10.1007/s00068-015-0574-0.
6. Hörer T, Pirouzram A, Khan M, Brenner M, Cotton B, Duchesne J. Endovascular Resuscitation and Trauma Management (EVTM) - Practical Aspects and Implementation. *Shock*. 2020. doi: 10.1097/SHK.0000000000001529
7. Du Bose JJ, Scalea TM, Brenner M, Skiada D, Inaba K, Cannon J, et al. The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry: Data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA). *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(3):409-19 Doi: 10.1097/TA.0000000000001079.
8. Ordoñez CA, Rodríguez F, Parra M, Herrera JP, Guzmán-Rodríguez M, Orlas C, et al. Resuscitative endovascular balloon of the aorta is feasible in penetrating chest trauma with major hemorrhage: Proposal of a new institutional deployment algorithm. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89:311-9. Doi: 10.1097/ta.0000000000002773.
9. Faulconer ER, Branco BC, Loja MN, Grayson K, Sampson J, Fabian TC, et al. Use of open and endovascular surgical techniques to manage vascular injuries in the trauma setting: A review of the American Association for the Surgery of Trauma PROspective Observational Vascular Injury Trial registry. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;84:411-7. Doi: 10.1097/TA.0000000000001776.

10. Stannard A, Eliason JL, Rasmussen TE. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) as an adjunct for hemorrhagic shock. *J Trauma - Inj Infect Crit Care* 2011;71:1869-72. Doi: 10.1097/TA.0b013e31823fe90c.
11. Meléndez JJ, Ordóñez CA, Parra MW, Orlas CP, Manzano-Núñez R, García AF, et al. Balón de reanimación endovascular de aorta para pacientes en riesgo de o en choque hemorrágico: experiencia en un centro de trauma de Latinoamérica. *Rev Colomb Cirugía* 2019;34:124-31. Doi: 10.30944/20117582.106.
12. Manzano Nunez R, Naranjo MP, Foianini E, Ferrada P, Rincon E, García-Perdomo HA, et al. A meta-analysis of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) or open aortic cross-clamping by resuscitative thoracotomy in noncompressible torso hemorrhage patients. *World J Emerg Surg* 2017;12:30. Doi: 10.1186/s13017-017-0142-5.
13. McGreevy DT, Abu-Zidan FM, Sadeghi M, Pirouzram A, Toivola A, Skoog P, et al. Feasibility and Clinical Outcome of Reboa in Patients with Impending Traumatic Cardiac Arrest. *Shock*. 2019; 54(2):218-223. Doi: 10.1097/SHK.0000000000001500.
14. Beyer CA, Hoareau GL, Tibbits EM, Davidson AJ, DeSoucy ED, Simon MA, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta induced myocardial injury is mitigated by endovascular variable aortic control. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;87:590-8. Doi: 10.1097/TA.0000000000002363.
15. Tibbits EM, Hoareau GL, Simon MA, Davidson AJ, DeSoucy ES, Faulconer ER, et al. Location is everything: The hemodynamic effects of REBOA in Zone 1 versus Zone 3 of the aorta. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;85:101-7. Doi: 10.1097/TA.0000000000001858.
16. Yamashiro KJ, Wishy AM, Beyer CA, Kashtan HW, Galganski LA, Grayson JK, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in a pediatric swine liver injury model: A pilot study. *J Pediatr Surg* 2020;55:346-52. Doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.10.013.
17. Wikström MB, Krantz J, Hörer TM, Nilsson KF. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the inferior vena cava is made hemodynamically possible by concomitant endovascular balloon occlusion of the aorta-A porcine study. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;88:160-8. Doi: 10.1097/TA.0000000000002467.
18. García AF, Manzano-Nunez R, Orlas CP, Ruiz-Yucuma J, Londoño A, Salazar C, et al. Association of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) and mortality in penetrating trauma patients. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2020;10.1007/s00068-020-01370-9. Doi: 10.1007/s00068-020-01370-9.
19. Manzano-Nunez R, Escobar-Vidarte MF, Naranjo MP, Rodríguez F, Ferrada P, Casallas JD, et al. Expanding the field of acute care surgery: a systematic review of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in cases of morbidly adherent placenta. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018;44:519-26. Doi: 10.1007/s00068-017-0840-4.
20. Ordoñez CA, Parra MW, Manzano-Nunez R, Herrera-Escobar JP, Serna JJ, Rodríguez Ossa P, et al. Intraoperative combination of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta and a median sternotomy in hemodynamically unstable patients with penetrating chest trauma: Is this feasible? *J Trauma Acute Care Surg* 2018;84:752-7. Doi: 10.1097/TA.0000000000001807.
21. Brenner M, Moore L, Teeter W, Hu P, Yang S, Wasicek P, et al. Exclusive clinical experience with a lower profile device for resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA). *Am J Surg* 2019;217:1126-9. Doi: 10.1016/j.amjsurg.2018.11.029.
22. Joseph B, Zeeshan M, Sakran J V, Hamidi M, Kulvatunyou N, Khan M, et al. Nationwide Analysis of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in Civilian Trauma. *JAMA Surg* 2019;154:500-8. Doi: 10.1001/jamasurg.2019.0096.
23. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, Cohen MJ, Como JJ, Cotton BA, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017; 82: 605-17. Doi: 10.1097/TA.0000000000001333.
24. Ryan G, Swift K, Williamson F, Scriven E, Zheng O, Eley R. Feasibility of reboa-resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta-in trauma-related noncompressible torso hemorrhage at two metropolitan trauma centers. *Ochsner J* 2018;18:201-3. Doi: 10.31486/toj.18.0025.

25. Ordoñez CA, Khan M, Cotton B, Perreira B, Brenner M, Ferrada P, et al. The Colombian Experience in Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA): The Progression from a Large Caliber to a Low-Profile Device at a Level I Trauma Center. *Shock*. 2020. Doi: 10.1097/SHK.0000000000001515.
26. Ribeiro Junior MAF, Feng CYD, Nguyen ATM, Rodrigues VC, Bechara GEK, de-Moura RR, et al. The complications associated with Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA). *World J Emerg Surg* 2018;13:20. Doi: 10.1186/s13017-018-0181-6.
27. Vrancken SM, Borger van der Burg BLS, Vrancken PJEM, Kock GAH, Rasmussen TE, Hoencamp R. A contemporary assessment of devices for Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA): resource-specific options per level of care. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2020. Doi: 10.1007/s00068-020-01382-5.
28. Knipp BS, Needham KE, Nguyen PT, Keville MP, Brzuchalski JT, Srivilasa C, et al. Leaning Forward: Early Arterial Access Promotes REBOA Utilization in Battlefield Casualties. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020; 89(2S Suppl 2):S88-S92 Doi: 10.1097/TA.0000000000002790.
29. Beyer CA, Johnson MA, Galante JM, DuBose JJ. Zones matter: Hemodynamic effects of zone 1 vs zone 3 resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta placement in trauma patients. *Injury* 2019;50:855-8. Doi: 10.1016/j.injury.2019.03.013.
30. Kuckelman JP, Barron M, Moe D, Derickson M, Phillips C, Kononchik J, et al. Extending the golden hour for Zone 1 resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: Improved survival and reperfusion injury with intermittent versus continuous resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta of the aorta in a porcine. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;85:318-26. Doi: 10.1097/TA.0000000000001964.
31. Bulger EM, Perina DG, Qasim Z, Beldowicz B, Brenner M, Guyette F, et al. Clinical use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in civilian trauma systems in the USA, 2019: a joint statement from the American College of Surgeons Committee on Trauma, the American College of Emergency Physicians, the National Association of Emergency Medical Services Physicians and the National Association of Emergency Medical Technicians. *Trauma Surg Acute Care Open* 2019;4:e000376. Doi: 10.1136/tsaco-2019-000376.
32. Sadeghi M, Hörer TM, Forsman D, Dogan EM, Jansson K, Kindler C, et al. Blood pressure targeting by partial REBOA is possible in severe hemorrhagic shock in pigs and produces less circulatory, metabolic and inflammatory sequelae than total REBOA. *Injury* 2018;49:2132-41. Doi: 10.1016/j.injury.2018.09.052.