

Balón de resucitación aórtico endovascular (REBOA) para el control de la hemorragia no compresible de torso. Revisión de la evidencia

Juan P. Ramos P.^{1,2}, Jhonatan Ortega R.¹, Paula D. Loaiza M.¹,
Analía Zinco A.¹, Pablo R. Ottolino L.^{1,2}

Endovascular aortic resuscitation balloon (REBOA) for the control of non-compressible hemorrhage of the torso. Evidence review

Non compressible torso hemorrhage continues to be one of the main causes of mortality in trauma victims. The control of this type of bleeding requires invasive procedures such as resuscitation thoracotomy, that is performed on the patient “in extremis”. The use of REBOA has been reintroduced since 2011, as a form of endovascular occlusion of the aorta and over time it is has already part of the implements that a level I trauma center. REBOA is used within the resuscitation process, while definitive control of bleeding in the torso is carried out, in order to increase the perfusion of organs such as the brain and heart, with two main areas of occlusion at the aortic level. Multiple investigations have been carried out to find the indications and benefits of REBOA within the comprehensive care of a patient with severe trauma, and these are still under development. Its use in a patient with severe trauma is protocolized in different steps that go from arterial access to follow-up of the extremity after removal of the sheath. For this last point, REBOA is among the important implements of resuscitation, however, it does not replace basic concepts such as comprehensive care of the polytraumatized patient, early control of bleeding and resuscitative damage control. Its implementation requires a highly protocolized center with established trauma teams with the aim of reducing complications and optimizing survival.

Key words: trauma; REBOA; non compressible torso hemorrhage; resuscitative endovascular balloon.

Resumen

La hemorragia no compresible de torso continúa siendo unas de las principales causas de mortalidad del paciente víctima de trauma. El control de este tipo de sangrado requiere de procedimientos invasivos como la toracotomía de reanimación, la cual se realiza en el paciente *in extremis*. La utilización de REBOA se re-introduce desde el 2011, como una forma de oclusión endovascular de la aorta y con el tiempo ya forma parte de los implementos con que cuenta un centro de trauma nivel I. Actualmente REBOA se utiliza dentro del proceso de reanimación, mientras se realiza el control definitivo de un sangrado en el torso, con el fin de aumentar la perfusión de órganos como cerebro y corazón, existiendo dos zonas principales de oclusión a nivel aórtico. Múltiples investigaciones se han realizado para encontrar las indicaciones y beneficios de REBOA dentro de la atención integral de un paciente con trauma grave, estando aun estas en desarrollo. La utilización en un paciente con trauma grave se encuentra protocolizada en diferentes pasos que van desde el acceso arterial hasta el seguimiento de la extremidad post retiro del introductor. Por este último punto, REBOA se encuentra dentro de los implementos importantes de la reanimación, sin embargo, no reemplaza conceptos básicos como atención integral del paciente politraumatizado, control precoz del sangrado y el control de daños resucitativo. Su implementación requiere de un centro altamente protocolizado y con equipos de trauma establecidos con el objetivo de disminuir las complicaciones y optimizar la supervivencia.

Palabras clave: trauma; REBOA; hemorragia no compresible de torso; balón de resucitación endovascular.

¹Unidad de Trauma y Urgencias Hospital Dr. Sótero del Río.

²Departamento de Cirugía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Recibido el 2022-09-27 y aceptado para publicación el 2022-10-24

Correspondencia a:

Dr. Juan P. Ramos P.
jramos.med@gmail.com

Introducción

Las lesiones traumáticas causan la muerte de más de 5 millones de personas a nivel mundial, cifra que corresponde al 9% de la mortalidad global, estando el shock hemorrágico como el principal factor desencadenante¹. La hemorragia traumática se divide en compresible (HC) y hemorragia no compresible de torso (HNCT), siendo esta última un cuadro de difícil control y con una tasa de letalidad del 44,6%¹. Los pacientes en los que no se realiza un rápido control de la HNCT, caen rápidamente en una condición “*in extremis*”, en la cual el procedimiento realizado por excelencia ha sido la toracotomía de reanimación (TR) con clampeo de la aorta, como una maniobra de control de daños con el fin de reanimar y redistribuir volumen sanguíneo al cerebro, corazón y pulmón². Sin embargo, la morbilidad asociada a la TR sigue siendo elevada al ser un procedimiento invasivo y además, en escenarios de trauma abdominal y pélvico, requiere la apertura de una segunda cavidad lo cual empeora el pronóstico².

La oclusión aórtica endovascular no es un concepto nuevo, fue descrito por primera vez en dos pacientes en la guerra de Corea en 1954 por el teniente coronel Hughes³, siendo reportado como un evento anecdótico. No fue hasta 2011 cuando se re-descubre su uso y realiza una descripción técnica como complemento del control hemorrágico precoz en la HNCT⁴. Con múltiples estudios^{4,5} se retoma la investigación de este dispositivo, incluyendo modelos animales para posteriormente realizar los primeros reportes en humanos². La reanimación endovascular con balón de oclusión de la aorta (REBOA) es una técnica endovascular que busca el cese del flujo temporal de la aorta en caso de HNCT, potencialmente mortal⁶. Esta redistribución de flujo, genera cambios fisiológicos aumentando la presión arterial media (PAM) para garantizar la perfusión de órganos vitales sobre el nivel de oclusión, mientras se detiene la hemorragia bajo el nivel de la misma. El interés por este dispositivo ha llevado a su implementación en muchos centros de trauma a nivel mundial y además en múltiples escenarios de emergencia como atención prehospitalaria⁷ y hemorragia ginecológica⁸⁻¹⁰. Los resultados de diversas investigaciones han mostrado beneficios en esta técnica, con reportes favorables. El presente artículo sintetiza los conocimientos teóricos sobre el uso del REBOA, incluyendo sus indicaciones, contraindicaciones, técnica de uso, complicaciones y usos emergentes.

Metodología

Se realizó una revisión de la literatura en la base de datos Pubmed, utilizando las siguientes palabras clave, “*REBOA (OR) Non compressible torso hemorrhage (OR) Resuscitative endovascular balloon*” con ayuda de una búsqueda avanzada encontrando una totalidad de 728 artículos publicados en inglés y español en el periodo del 2011 y 2022 de las cuales se recopilaron 30 de estos teniendo en cuenta el tema de interés, incluyendo guías de práctica clínica, estudios clínicos, reporte de casos y revisiones sistemáticas.

Fisiopatología y zonas de oclusión

Cuando nos referimos a las HNCT, estas ocurren en la región anatómica que comprende el tórax, abdomen y la pelvis, incluyendo el retroperitoneo. A diferencia de las zonas compresibles, en trauma se utiliza la oclusión de la aorta a distintos niveles para disminuir el sangrado en el torso, siendo la oclusión de la aorta torácica mediante toracotomía una maniobra descrita, estudiada y utilizada en pacientes agónicos. Para la oclusión endovascular de la aorta descendente en contexto de trauma, dividiremos a esta en 3 zonas (Figura 1), zona 1 ubicada entre la emergencia de la arteria subclavia izquierda y proximal al tronco celiaco, la zona 2, entre la emergencia del tronco celiaco hacia proximal y posterior a las arterias renales hacia distal, también llamada zona visceral y finalmente la zona 3 distal a ambas arterias renales y proximal a la bifurcación de la aorta¹¹.

Las zonas para utilizar el REBOA son la 1 y 3, pues la zona 2 lleva alto riesgo de lesión de ramas viscerales, que se pueden expresar como hemorragia intraabdominal o trombosis e isquemia mesentérica. Se utilizará en la zona 1 en un paciente con una hemorragia abdominopélvica, mientras que está indicada una oclusión en zona 3 cuando se tiene una hemorragia pélvica con compromiso hemodinámico. Independientemente de que se ocluya la aorta en zona 1 o 3, la utilización de REBOA se debe plantear como una terapia puente, que ofrece un control temporal de la hemorragia, mientras se lleva al paciente a quirófano para un control definitivo.

El objetivo del REBOA es controlar o disminuir el sangrado y redistribuir el flujo sanguíneo a órganos esenciales como corazón, pulmón y cerebro. Los efectos fisiológicos vistos con la oclusión aórtica en zona 1, incluyen el aumento de la presión arterial media (PAM) entre un 35 a un 84%¹ así como también un aumento de la perfusión cerebral. Mientras que en zona 3 produce solo un aumento leve de la PAM, del 2 al 8%¹². Por este último punto, frente a

un paciente con una HNCT, y compromiso hemodinámico, se sugiere siempre comenzar con una oclusión en zona 1, para luego, posterior la reanimación con hemoderivados, desocluir y cambiar a zona 3 en pacientes que tengan hemorragia pélvica¹³.

Indicaciones

El REBOA, actualmente está indicado para el control temporal de una HNCT, por debajo del diafragma, aunque otros escenarios están en actual investigación. Las indicaciones varían según el centro, la protocolización y la cantidad de recursos disponibles.

Como primera instancia ante un paciente hipotenso con trauma de torso, se recomienda comenzar con la administración precoz de hemoderivados, para luego ver la respuesta hemodinámica, mientras se realiza la evaluación primaria. Para que pacientes con presión arterial sistólica (PAS) mayor a 80 y clara indicación de exploración quirúrgica puedan ser trasladados a quirófano o en su defecto a estudio complementario de imagen. En pacientes que ingresan en paro cardio respiratorio (PCR) y trauma

craneoencefálico¹³, la utilización de REBOA está actualmente en investigación. En la Figura 2 se muestra una adaptación de las indicaciones utilizadas en *Denver Health Medical* publicadas por Biffi et al.¹⁴, utilizadas en la unidad de trauma del hospital Dr. Sótero del Río.

Complicaciones

Las complicaciones de la utilización del REBOA, son variadas y se enmarcan en el contexto de un paciente politraumatizado grave, que se encuentra con sus reservas fisiológicas al límite. Cuando nos referimos solo al proceso de la utilización de REBOA, podemos clasificarlas según la (Figura 4)^{11,16}:

1. Complicaciones del Acceso

Las complicaciones en este nivel pueden ser tanto por sangrado o trombosis, dependiendo de la coagulopatía presentada por el paciente. El sitio de acceso es la arteria femoral común, siendo este punto crítico. Realizar la inserción del introductor en la arteria femoral superficial puede llevar a isquemia de la extremidad por trombosis al tener menor diámetro, y realizarla en la arteria ilíaca externa puede llevar a una hemorragia retroperitoneal catastrófica. Para grupos que comienzan a utilizar REBOA, se recomienda partir con una punción con introductores 5 fr y realizar simulación que involucre al equipo de trauma¹⁷.

2. Posicionamiento del Balón

Cada zona de oclusión puede tener su complicación, siendo más crítica la oclusión en la zona 2, esto por ocasionar no solo isquemia visceral, sino también daño directo a arterias como tronco celiaco o mesentérica superior. Se reportan casos

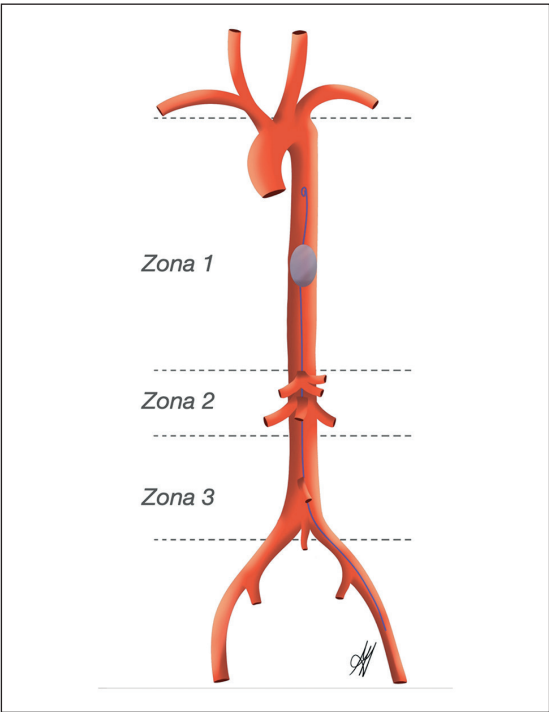


Figura 1. Ilustración de las zonas de oclusión en la aorta descendente para utilizar REBOA. Zona 1 (torácica) va desde la arteria subclavia izquierda hasta el tronco celiaco, zona 2 (visceral) desde el tronco celiaco hasta las arterias renales y zona 3 (pélvica) desde las arterias renales hasta la bifurcación de aorta en ambas arterias ilíacas.

	PCR	PAS < 60	PAS 60-80	PAS > 80
Lesión torácica	Toracotomía	Toracotomía	Toracotomía	Quirófano
Lesión abdominal	Toracotomía	Toracotomía REBOA	Quirófano REBOA	Quirófano
Lesión pélvica	Toracotomía	Toracotomía REBOA	REBOA	Quirófano

Figura 2. Indicaciones de utilización de REBOA en Hemorragia no compresible de torso utilizadas en la unidad de trauma y urgencias del hospital Dr. Sótero del Río. PCR: paro cardio respiratorio, PAS: presión arterial sistólica.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

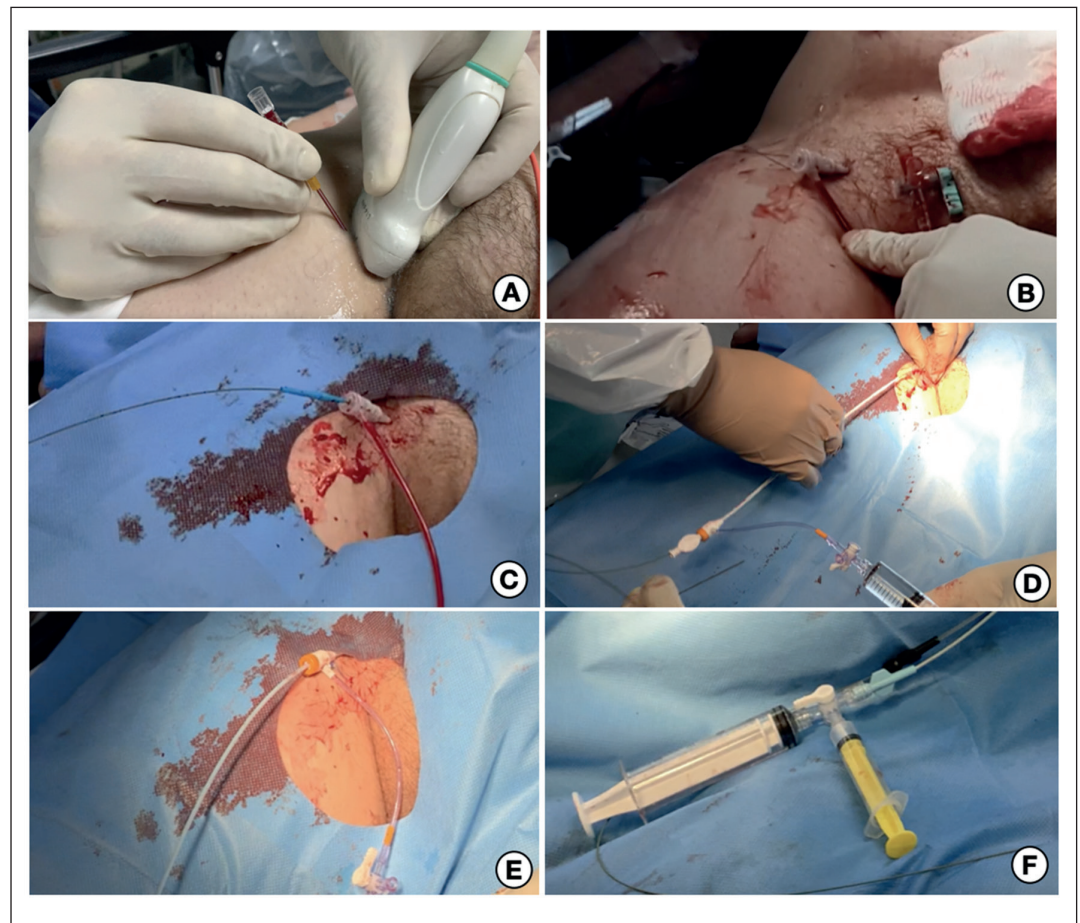


Figura 3. Pasos en la instalación del REBOA. **A.** Acceso arterial bajo ultrasonido. **B.** Inserción del introductor 5 French, y posteriormente evaluar respuesta a reanimación. **C.** Inserción de guía por acceso 5 French. **D.** Se retira introductor 5 French e inserta acceso 7 French. **E.-** Instalación de Balón. **F.** Sistema de oclusión con llave tres pasos.

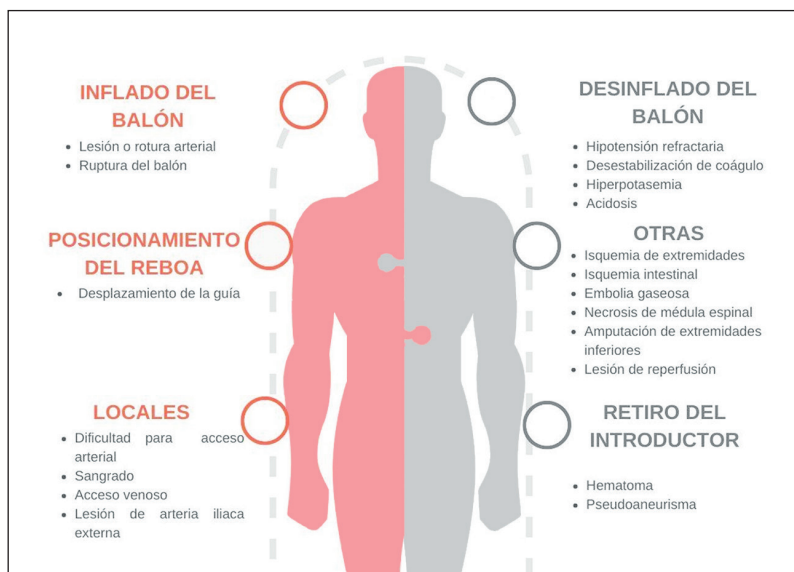


Figura 4. Clasificación de las complicaciones asociadas al uso de REBOA.

de inflado en aorta ascendente e incluso intracardíaco (zona 0). Cuando nos referimos a la zona 3, la guía y posteriormente el balón se puede dirigir a una iliaca interna o inflar el balón en una iliaca común ocasionando daño endotelial o directamente rotura del vaso. Para evitar complicaciones de posicionamiento, se ha optado por guiar este paso por fluoroscopia.

3. Inflado del balón

Las complicaciones descritas con el inflado del balón son por el sobre-inflado y van desde la rotura arterial, hasta la disección de la íntima. Existe riesgo de crear una presión arterial supra fisiológica proximal a la zona de oclusión llevando a la disfunción miocárdica, inflamación pulmonar y edema cerebral.

4. Desinflado del Balón

Este momento es crítico para el paciente, dependiendo del tiempo de oclusión será la reperusión

que se tendrá. El desinflado debe realizarse de una forma progresiva y lenta, administrando calcio para la estabilidad miocárdica y controlando con exámenes tipo *point of care* de forma seriada para evitar los fenómenos de la hiperkalemia como arritmias.

5. Retiro del introductor

El introductor se debe retirar en el momento en que la coagulopatía está resuelta, lo más pronto posible para evitar fenómenos oclusivos de la extremidad. Un introductor 7 French se podría someter a compresión después del retiro, sin embargo, en el paciente que se encuentra con una reanimación activa, se recomienda que este sea bajo visión directa, además de implementar un protocolo de retiro, en donde la evaluación de la perfusión en el tiempo se debe hacer de rutina. Nuestro grupo de trauma en el hospital Dr. Sotero del Río, realiza siempre una angiografía de la extremidad para comprobar permeabilidad y luego en el post operatorio inmediato, se hace seguimiento con ultrasonido *doppler* de forma horaria.

Futuras perspectivas

El uso de REBOA y sus indicaciones, están en constante evolución y revisión. Su introducción al manejo integral del paciente con HNCT, ha sido progresiva y ya forma parte de los recursos estándar de los centros de trauma nivel I. Si bien su utilización no se ha expandido con la misma fuerza fuera de los EEUU, en diversos escenarios se ha buscado su beneficio, dentro de los cuales podemos mencionar:

1. REBOA en trauma penetrante de tórax

Si bien REBOA se describe para el control de una hemorragia bajo el diafragma, su uso para el sangrado torácico se ha extendido en algunos grupos de trabajo¹⁸. Un punto controversial de implementar REBOA en trauma torácico es el eventual aumento del sangrado en el sitio de la lesión por aumento de la presión, sin embargo, algunos estudios lo justifican como medida de reanimación en un paciente *in extremis*, en conjunto a un rápido control del sangrado torácico. Actualmente es una indicación controversial y se esperan más investigaciones para observar beneficios^{19,20}.

2. REBOA en paro cardiorrespiratorio traumático

Diversos estudios han evaluado la utilización de REBOA en PCR traumático, encontrando un aumento de PAS y una tasa de supervivencia del

36,6%²¹. Si bien el principio fisiológico es el mismo, se esperan más estudios a futuro para determinar su uso como complemento de la reanimación, destacando que el acceso vascular en un paciente en PCR es complejo y requiere de un operador altamente entrenado.

3. REBOA-parcial (p-Reboa)

A diferencia del REBOA tradicional que realiza un oclusión completa de la aorta, en el p-Reboa, se realiza oclusión que permita PAS proximales de 80-90 mmHg y que así se mantenga un flujo sanguíneo a distal de la oclusión permitiendo la perfusión de los órganos distales a la lesión¹. Estudios iniciales en modelos animales, muestran una menor alteración metabólica, mortalidad y complicaciones a largo plazo. Actualmente se encuentra en estudio este dispositivo en humanos y se esperan próximos resultados²².

4. REBOA intermitente (I-REBOA)

Intentando solucionar el problema de la reperforación del REBOA tradicional, al igual que el P-REBOA la oclusión intermitente de la aorta se ha evaluado en modelos animales, encontrando menor repercusión fisiológica y falla orgánica, al minimizar la isquemia a distal de la oclusión^{1,23}. Se esperan trabajos que exploren este beneficio en humanos y determinen los tiempos de intermitencia de inflado, punto crítico si se utiliza este recurso y aún no está controlado el origen del sangrado²⁴.

5. REBOA y uso prehospitalario

Existen múltiples reportes de casos, en donde se ha utilizado REBOA en el ámbito prehospitalario y por grupos altamente entrenados. La primera experiencia se desarrolla en trauma militar y luego rápidamente se traslada al trauma civil²⁵⁻²⁷. Sin embargo, no existe evidencia suficiente para realizar una revisión sistemática y objetivar beneficios o complicaciones de su uso antes de llegar a un centro de trauma^{26,28-30}.

Conclusión

La utilización de REBOA actualmente está en constante evolución. Su utilización ha sido bien establecida para el control temporal de una HNCT bajo el diafragma, en pacientes que no tienen una respuesta satisfactoria a la reanimación o una respuesta transitoria y es un recurso bien establecido

ARTÍCULO DE REVISIÓN

dentro del manejo multidisciplinario de una fractura de pelvis con compromiso hemodinámico. Cada vez el dispositivo es de menor calibre con el objetivo de reducir complicaciones. Su implementación requiere de un centro altamente protocolizado, siendo el REBOA un recurso complementario al protocolo de transfusión masiva, cirugía de control de daños y manejo del paciente crítico. El punto clave de su utilización es el entrenamiento de los equipos de trauma en el acceso arterial en donde la simulación juega un rol importante.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que en este manuscrito no se han realizado experimentos en seres humanos ni animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación: Ninguna.

Conflictos de interés: Ninguno.

Bibliografía

- Ribeiro Júnior MAF, Brenner M, Nguyen ATM, Feng CYD, De-Moura RR, Rodrigues VC, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): an updated review. *Rev Col Bras Cir.* 2018;45:e1709. English, Portuguese. doi: 10.1590/0100-6991e-20181709. PMID: 29590238.
- Romagnoli A, Teeter W, Pasley J, Hu P, Hoehn M, Stein D, et al. Time to aortic occlusion: It's all about access. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83:1161-4. doi: 10.1097/TA.0000000000001665. PMID: 29190256.
- Thraillkill MA, Gladin KH, Thorpe CR, Roberts TR, Choi JH, Chung KK, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA): update and insights into current practices and future directions for research and implementation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021;29:8. doi: 10.1186/s13049-020-00807-9. PMID: 33407759; PMCID: PMC7789715.
- Stannard A, Eliason JL, Rasmussen TE. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) as an adjunct for hemorrhagic shock. *J Trauma.* 2011;71:1869-72. doi: 10.1097/TA.0b013e31823fe90c. PMID: 22182896.
- Johnson MA, Williams TK, Ferencz SE, Davidson AJ, Russo RM, O'Brien WT Sr, et al. The effect of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, partial aortic occlusion and aggressive blood transfusion on traumatic brain injury in a swine multiple injuries model. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83:61-70. doi: 10.1097/TA.0000000000001518. PMID: 28632582; PMCID: PMC5505178.
- Elias K, Engelhardt M. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: "Überbrückende Maßnahme bis zur operativen Versorgung [Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta : Bridge to surgery]. *Unfallchirurg.* 2018;121:537-43. German. doi: 10.1007/s00113-018-0503-x. PMID: 29947830.
- Lendrum R, Perkins Z, Chana M, Marsden M, Davenport R, Grier G, et al. Pre-hospital Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) for exsanguinating pelvic haemorrhage. *Resuscitation.* 2019;135:6-13. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.12.018. Epub 2018 Dec 27. PMID: 30594600.
- Søvik E, Stokkeland P, Storm BS, Asheim P, Bolås O. The use of aortic occlusion balloon catheter without fluoroscopy for life-threatening post-partum haemorrhage. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2012;56:388-93. doi: 10.1111/j.1399-6576.2011.02611.x. Epub 2012 Jan 19. PMID: 22260088.
- Luo Y, Duan H, Liu W, Min L, Shi R, Zhang W, et al. Clinical evaluation for lower abdominal aorta balloon occluding in the pelvic and sacral tumor resection. *J Surg Oncol.* 2013 Sep;108(3):148-51. doi: 10.1002/jso.23376. Epub 2013 Jul 11. PMID: 23846994.
- Snyder JA, Schuerer DJE, Bochicchio GV, Hoofnagle MH. When REBOA grows wings: Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta to facilitate aeromedical transport. *Trauma Case Rep.* 2022;38:100622. doi: 10.1016/j.tcr.2022.100622. PMID: 35252526; PMCID: PMC8889235.
- Davidson AJ, Russo RM, Reva VA, Brenner ML, Moore LJ, Ball C, et al. The pitfalls of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: Risk factors and mitigation strategies. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;84:192-202. doi: 10.1097/TA.0000000000001711. Erratum in: *J Trauma Acute Care Surg.* 2018 Mar;84(3):544. PMID: 29266052.
- Qasim ZA, Sikorski RA. Physiologic Considerations in Trauma Patients Undergoing Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta. *Anesth Analg.* 2017;125:891-4. doi: 10.1213/ANE.0000000000002215. PMID: 28640785.
- Cralley AL, Moore EE, Fox CJ, Kissau D, DeBot M, Schaid TR, et al. Zone 1 REBOA in a combat DCBI swine model does not worsen brain injury. *Surgery.* 2022;172:751-8. doi: 10.1016/j.surg.2022.04.055. Epub 2022 Jun 9. PMID: 35690490.
- Biffi WL, Fox CJ, Moore EE. The role of REBOA in the control of exsanguinating torso hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78:1054-8. doi: 10.1097/TA.0000000000000609. PMID: 25909430.
- Eliason JL, Derstine BA, Horbal SR, Wang NC, Holcombe SA, Chiu CH, et al. Computed tomography correlation of skeletal landmarks and vascular anatomy in civilian adult trauma patients: Implications for resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;87(1S Suppl 1):S138-S145. doi: 10.1097/TA.0000000000002247. PMID: 31246918.
- Okada Y, Narumiya H, Ishi W, Ryoji I. Lower limb ischemia caused by

- resuscitative balloon occlusion of aorta. *Surg Case Rep.* 2016;2:130. doi: 10.1186/s40792-016-0260-4. Epub 2016 Nov 10. PMID: 27834057; PMCID: PMC5104701.
17. Teeter WA, Matsumoto J, Idoguchi K, Kon Y, Orita T, Funabiki T, et al. Smaller introducer sheaths for REBOA may be associated with fewer complications. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;81:1039-45. doi: 10.1097/TA.0000000000001143. PMID: 27244576.
 18. 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. PMID: 32345890.
 19. Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, Tyson GH, McNutt MK, Albarado RP, et al. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;75:506-11. doi: 10.1097/TA.0b013e31829e5416. PMID: 24089121.
 20. Ordoñez CA, Parra MW, Manzano-Núñez 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. PMID: 29697519.
 21. 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.* 2020;54:218-23. doi: 10.1097/SHK.0000000000001500. PMID: 31851119.
 22. Kauvar DS, Schechtman DW, Thomas SB, Prince MD, De Guzman R, Polykratis IA, et al. Effect of partial and complete aortic balloon occlusion on survival and shock in a swine model of uncontrolled splenic hemorrhage with delayed resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;87:1026-34. doi: 10.1097/TA.0000000000002439. PMID: 31658236.
 23. Kemp MT, Wakam GK, Williams AM, Biesterveld BE, O'Connell RL, Vercruysse CA, et al. A novel partial resuscitative endovascular balloon aortic occlusion device that can be deployed in zone 1 for more than 2 hours with minimal provider titration. *J Trauma Acute Care Surg.* 2021;90:426-33. doi: 10.1097/TA.0000000000003042. PMID: 33492106.
 24. Kuckelman J, Derickson M, Barron M, Phillips CJ, Moe D, Levine T, et al. Efficacy of intermittent versus standard resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in a lethal solid organ injury model. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;87:9-17. doi: 10.1097/TA.0000000000002307. PMID: 31259868.
 25. De Schoutheete JC, Fournéau I, Waroquier F, De Cupere L, O'Connor M, Van Cleynenbreugel K, et al. Three cases of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in austere pre-hospital environment-technical and methodological aspects. *World J Emerg Surg.* 2018;13:54. doi: 10.1186/s13017-018-0213-2. PMID: 30479653; PMCID: PMC6249899.
 26. Ching Nga Chan, Bryar Kadir, Zubair Ahmed. The Role of Prehospital REBOA for Hemorrhage Control in Civilian and Military Austere Settings: A Systematic Review. *Trauma Care* 2022;2:63-78; <https://doi.org/10.3390/traumacare2010006>.
 27. Theodorou CM, Salcedo ES, DuBose JJ, Galante JM. Hate to Burst Your Balloon: Successful REBOA Use Takes More Than a Course. *J Endovasc Resusc Trauma Manag.* 2020;4:21-9. doi: 10.26676/jevtm.v4i1.106. PMID: 32587666; PMCID: PMC7316347.
 28. Cakir H, Acar G, Pala S. Fast track occlusion of aorta with atrial septal defect sizing balloon. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83:1182-4. doi: 10.1002/ccd.25379. Epub 2014 Feb 5. PMID: 24403245.
 29. Hatchimonji JS, Sikoutris J, Smith BP, Vella MA, Dumas RP, Qasim ZA, et al. The REBOA Dissipation Curve: Training Starts to Wane at 6 Months in the Absence of Clinical REBOA Cases. *J Surg Educ.* 2020;77:1598-604. doi: 10.1016/j.jsurg.2020.05.003. Epub 2020 Jul 30. PMID: 32741695.
 30. Samuels JM, Sun K, Moore EE, Coleman JR, Fox CJ, Cohen MJ, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta-Interest is widespread but need for training persists. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;89:e112-e116. doi: 10.1097/TA.0000000000002855. PMID: 33009200; PMCID: PMC7830710.