



## **Trabajo Fin de Grado en Medicina**

### **BALÓN ENDOVASCULAR AÓRTICO DE RESUCITACIÓN (REBOA): UN SALVAVIDAS MÁS ALLÁ DEL HOSPITAL. ANÁLISIS DE CASOS DE LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS**

Resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA): A lifeline beyond the hospital. Case analysis of the last ten years

**Autora:**

Violeta Joven Serrano

**Director:**

Antonio Güemes Sánchez

Departamento de Cirugía

Universidad de Zaragoza. Facultad de Medicina

Zaragoza, junio 2023

## INDICE

<b>GUÍA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.1. Contexto histórico .....	8
1.2. Técnica de colocación .....	9
1.3. Indicaciones y contraindicaciones .....	13
1.4. Ventajas .....	15
1.5. Complicaciones.....	16
1.6. REBOA parcial o intermitente.....	17
1.7. Enfoque multidisciplinario .....	18
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO .....</b>	<b>19</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4. RESULTADOS REBOA.....</b>	<b>21</b>
4.1. Proceso de selección de estudios .....	21
4.2. Características de los estudios seleccionados .....	22
4.2.1. Shock hemorrágico traumático .....	22
4.2.2. REBOA en contexto no traumático.....	26
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
5.1. Limitaciones .....	29
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>8. ANEXO.....</b>	<b>34</b>

## GUÍA DE ABREVIATURAS

REBOA (*Resuscitative balloon occlusion of the aorta*) = balón endovascular aórtico de resucitación

HNCT = hemorragia no compresible del torso

PAS = presión arterial sistólica

OA = oclusión aórtica

AFC = arteria femoral común

PCR = parada cardiorrespiratoria

RCP = reanimación cardiopulmonar

PRAE = puntos de referencia anatómicos externos

## RESUMEN

### Introducción

La hemorragia no compresible en el contexto de un traumatismo grave sigue siendo un reto para el manejo y la supervivencia de estos pacientes. Se han diseñado diferentes técnicas para el control de este tipo de hemorragias, entre ellas el REBOA (Balón endovascular aórtico de resucitación), cuya finalidad es conseguir la oclusión aórtica de manera continua o parcial y estabilizar así al paciente hasta su manejo definitivo.

Su aplicación en un ambiente previo al manejo intrahospitalario es relativamente nueva y las complicaciones asociadas no son escasas, por lo que, la mayor parte de los estudios están enfocados a demostrar la supervivencia frente a otros procedimientos en este contexto.

### Objetivo

Analizar las nuevas actualizaciones del REBOA a partir de su aplicación en casos clínicos reales en los últimos 10 años, así como sus ventajas y desventajas, y su posible utilidad para un futuro.

### Métodos

Se ha realizado una revisión bibliográfica mediante artículos seleccionados en las bases de datos Web of Science y Pubmed. 14 publicaciones fueron seleccionadas para la extracción, análisis y síntesis de sus datos.

### Resultados

Los estudios incluidos ofrecen información acerca de la utilización del REBOA en un ámbito principalmente extrahospitalario para el manejo de una hemorragia exanguinante en un contexto traumático. Se incluyen además artículos del REBOA en otro tipo de situaciones no traumáticas tanto dentro como fuera del hospital.

Entre las variables analizadas se encuentran la causa de la hemorragia, el lugar donde se llevó a cabo el procedimiento, el tiempo de oclusión aórtica, la PAS previa a la oclusión, la zona de despliegue del balón, la técnica de colocación, el personal sanitario que intervino y las posteriores complicaciones.

### Conclusiones

El REBOA ha demostrado ser una técnica eficaz en el manejo prehospitalario de una hemorragia abdomino-pélvica no compresible. Al ocluir temporalmente la aorta se consigue un aumento de la PAS y del flujo sanguíneo coronario, lo que permite actuar como un puente hacia la hemostasia definitiva. Asimismo, el REBOA presenta gran utilidad en otro tipo de situaciones no traumáticas como una PCR, un shock neurogénico o una hemorragia posparto.

No obstante, se requiere más investigación para determinar con una mayor precisión sus indicaciones de uso tanto en el entorno intrahospitalario como extrahospitalario.

**Palabras clave:** REBOA, traumatismo múltiple, manejo prehospitalario, hemorragia, shock, oclusión aórtica, urgencias, caso clínico.

## ABSTRACT

### Background

Non-compressible bleeding in the context of severe trauma remains a challenge for the management and survival of these patients. Different techniques have been designed to control this type of bleeding, including REBOA (resuscitative endovascular aortic balloon), whose purpose is to achieve continuous or partial aortic occlusion and thus stabilize the patient until definitive management.

Its application in a setting prior to in-hospital management is relatively new and associated complications are not rare, so most studies are focused on demonstrating survival versus other procedures.

### Objective

To analyze the new updates of REBOA based on its application in real clinical cases in the last 10 years, as well as its advantages and disadvantages, and its possible usefulness for the future.

### Methods

A literature review was performed using selected articles in the Web of Science and Pubmed databases. Fourteen publications were selected for data extraction, analysis and synthesis.

### Results

The included studies provide information on the use of REBOA in a mainly out-of-hospital setting for the management of exsanguinating hemorrhage in a traumatic context. Also included are articles on REBOA in other types of non-traumatic situations both in and out of hospital.

Among the variables analyzed are the cause of bleeding, the site where the procedure was performed, aortic occlusion time, SBP prior to occlusion, balloon deployment zone, placement technique, intervening healthcare personnel, and subsequent complications.

### Conclusions

REBOA has proven to be an effective technique in the prehospital management of noncompressible abdomino-pelvic hemorrhage. By temporarily occluding the aorta, an increase in SBP and coronary blood flow is achieved, allowing it to act as a bridge to definitive hemostasis. REBOA is also useful in other non-traumatic situations such as CRA, neurogenic shock or postpartum hemorrhage.

However, further research is needed to determine more precisely its indications for use in both in-hospital and out-of-hospital settings.

**Key words:** REBOA, multiple trauma, prehospital management, hemorrhage, shock, aortic occlusion, emergency department, case report.

## 1. INTRODUCCIÓN

La hemorragia constituye la principal causa de muerte evitable en las primeras horas de un paciente con un traumatismo grave (hasta un 50% de las muertes en las primeras 24 horas). Los sistemas de trauma han optimizado el acceso a los medios definitivos de control de la hemorragia; sin embargo, una proporción significativa de muertes ocurre antes de que se pueda lograr su control definitivo. La mitad de los pacientes en shock con una fractura pélvica o una lesión vascular en el torso que finalmente mueren, sufren un paro cardíaco antes o poco después de su llegada al servicio de urgencias, antes de cualquier oportunidad de intervención. [1,2]

Es importante determinar el tipo de hemorragia para llevar a cabo un abordaje adecuado. Se pueden clasificar según el destino de la sangre (externas, internas o exteriorizadas), según el origen (capilares, venosas o arteriales) o en función de si son compresibles o no (en este apartado se incluye la hemorragia no compresible del torso (HNCT)). [3]

La prioridad inmediata es localizar el sitio del sangrado y proporcionar un control directo. A lo largo de la historia se han utilizado diferentes métodos como vendajes hemostáticos tópicos o catéteres de Foley insertados en el trayecto de la herida penetrante. Los torniquetes siguen siendo utilizados hoy en día para hemorragias graves por lesiones penetrantes en extremidades. Asimismo, existen intervenciones radicales para controlar hemorragias exanguinantes del tronco y la pelvis. [4]

Actualmente, la toracotomía de emergencia junto con el pinzamiento cruzado de la aorta es el único medio de control temporal de la HNCT. Este procedimiento es eficaz en pacientes con una fuente torácica de hemorragia que se puede controlar directamente, pero es máximamente invasivo y tiene malos resultados en aquellos con hemorragia subdiafragmática. Para una reducción significativa de la mortalidad por estas lesiones se requieren métodos más novedosos que consigan su control temprano.

Un nuevo dispositivo diseñado para los casos de hemorragia masiva de abdomen y pelvis es el balón endovascular aórtico de resucitación (REBOA). Consiste en colocar un balón endovascular en la aorta proximal o distal como medio de control del flujo de entrada y aumento de la poscarga en pacientes con hemorragia severa no compresible, proporcionando apoyo circulatorio temporal hasta que se pueda lograr la hemostasia. Debe verse como una medida extrema de contemporización para salvar la vida de un paciente desangrado y evitar la toracotomía.

La principal indicación para el REBOA en un contexto prehospitalario es la hipotensión causada por una hemorragia traumática abdominal o pélvica no compresible. No obstante, existen otras situaciones en un contexto no traumático como una ruptura de aneurisma de aorta abdominal,

hemorragia posparto, cirugía pélvica, hemorragia digestiva alta o parada cardiorrespiratoria donde el REBOA también puede estar indicado.

La técnica del REBOA no está exenta de complicaciones: asociadas al sitio de acceso arterial como trombosis o rotura arterial, en relación con la colocación e inflado del balón, debido a un aumento excesivo del flujo sanguíneo por encima de la oclusión y asociadas a la isquemia (mesentérica, de la médula espinal, de extremidades). [5]

Una de las desventajas del REBOA es su complejo manejo multidisciplinar, por lo que se exige la formación de todo el personal sanitario que vaya a participar. Es fundamental la participación de cirujanos vasculares, traumatólogos, cirujanos generales, anestesistas, radiólogos intervencionistas y un equipo de enfermería. Todos ellos deben conocer tanto el manejo como las posibles complicaciones durante y tras la intervención. [6]

El REBOA puede ser la única alternativa hoy en día para el control extrahospitalario de un determinado tipo de hemorragias, como es el caso de las hemorragias abdominales cuya única solución son los cinturones de compresión de la aorta abdominal, que han resultado ser poco prácticos, o aquellos casos cuya única forma de control es el pinzamiento de la arteria a partir de la toracotomía de emergencia. [7-9]

## 1.1. CONTEXTO HISTÓRICO

La oclusión vascular para el control de la hemorragia ha sido siempre uno de los principales retos de la cirugía de control de daños, especialmente en la HNCT.

La primera aplicación de un balón intraluminal para controlar una hemorragia traumática abdominal fue reportada por un militar americano durante la guerra de Corea en 1954, el coronel Carl W. Hughes, el cual utilizó el balón de Dotter-Lukas para conseguir la oclusión. Aunque los 3 pacientes intervenidos no lograron sobrevivir, su uso para el control de la presión arterial y de la hemorragia resultó ser efectivo.

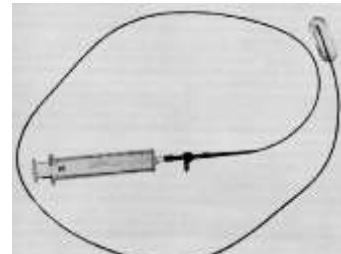


Figura 1. Balón intraluminal del coronel Hughes [11]

Por aquel entonces se había demostrado que la toracotomía de emergencia (descrita por primera vez en humanos en 1880 por Paul Nihans) podía aumentar la supervivencia en estos casos y se siguió utilizando, a pesar de que el balón intraaórtico era significativamente menos invasivo y las complicaciones de la oclusión vascular eran las mismas para ambos: isquemia mesentérica y daño renal, entre otras. [10] Además, la falta de conocimientos sobre la cirugía endovascular y mínimamente invasiva en aquella época también contribuyó para que esta técnica pasara desapercibida.

El término “REBOA” como tal se acuñó a mediados de la década del 2000, cuando se desarrollaron dispositivos específicos para su uso en situaciones de trauma grave y reanimación en el campo de batalla. Sin embargo, fue más adelante cuando el REBOA comenzó a despertar interés y se comenzó a utilizar en pacientes traumáticos para valorar la supervivencia y las complicaciones a largo plazo.

En 2010 se publicó el primer informe que demostraba que la colocación del REBOA estabilizaba al paciente durante el transporte hasta la realización de la angiografía, por lo que podía salvarle la vida. Desde entonces, su uso se ha destinado para el manejo del sangrado no traumático como hemorragia posparto, ruptura de aneurisma de la aorta abdominal, cirugía pélvica oncológica y cirugía ortopédica electiva. Es importante destacar que la aparición de prototipos diseñados específicamente entre 2011 y 2012 en EEUU, seguida de la aprobación del catéter ER-REBOA en 2016, condujo a un punto de inflexión significativo en la utilización de la tecnología del balón endovascular específicamente con el propósito de controlar la hemorragia. Se desarrollaron así diferentes guías prácticas clínicas y cursos de formación como los cursos BEST (The Basic Endovascular Skills for Trauma). [1,10-12]

El primer caso pre-hospitalario del REBOA en el mundo dentro de un ámbito civil tuvo lugar en una ambulancia aérea de Londres (LAA) en 2016. El paciente de 32 años había sufrido una fractura pélvica tras caer de una altura de 15 metros, por lo que la oclusión se llevó a cabo en la zona III. Al llegar al hospital se realizó una angioembolización de la vasculatura pélvica, saliendo del hospital 52 días

después completamente recuperado. A partir de ese momento, la LAA intentó el uso pre-hospitalario del REBOA en la zona III en 21 casos, gran parte de ellos con hemorragia severa en un contexto traumático. El 62% sobrevivieron hasta el alta hospitalaria.

## 1.2. TÉCNICA DE COLOCACIÓN

El diseño del REBOA lo hace apropiado para su colocación en el entorno extrahospitalario y sin necesidad de ayuda radiológica, aunque también puede utilizarse en el entorno hospitalario con las ventajas que ofrecen las técnicas de imagen. A pesar de que la colocación del balón de oclusión mediante fluoroscopia es más segura, existe el riesgo de retrasar la cirugía definitiva. La investigación en curso busca un método seguro y sencillo para implementar el REBOA en la zona I dentro de entornos pre-hospitalarios sin utilizar ninguna técnica de imagen complementaria.

Dado que la implantación del balón debe hacerse siguiendo medidas estándar de distancias desde el lugar de punción y sin ayuda radiológica, es fundamental seguir las indicaciones de colocación precisas para evitar complicaciones graves o efectos secundarios debido a una malposición del balón.

Para su implantación es necesario el acceso de la arteria femoral. El catéter ER-REBOA consiste en un nuevo balón de oclusión aórtico más pequeño, que permite un acceso percutáneo con una vaina de grosor de 7Fr sin la necesidad de un guiator para su canalización ni de la reparación de la arteria tras su extracción. Probablemente se trata de la diferencia más importante con el resto de balones aórticos de oclusión: la reducción del calibre que permite su implantación percutánea sin riesgo de hemorragia tras su retirada y sin necesidad de utilizar sistemas de cierre de la punción arterial.

Este catéter, descubierto en 2015, también permite la monitorización constante de la presión arterial y cuenta con distintas señalizaciones para el control de la longitud a la que debe ser colocado, por lo que puede colocarse sin la necesidad de fluoroscopia. [11,13]

El uso del REBOA no implica una técnica de implantación diferente a las técnicas convencionales de acceso vascular a la arteria femoral. Por lo general, se utiliza la técnica de guías flexibles y dilatadores para colocar el catéter en la arteria femoral, como se hace en otros procedimientos endovasculares: [14]

- 1) **Canalización arterial:** uso de un catéter “puente” de 5F o VVC de una vía (catéter arterial o Introductor pediátrico). Este catéter puede utilizarse para la monitorización de presiones arteriales invasivas, como paso de otro introductor para la realización de la arteriografía o para ser sustituido por el catéter ER-REBOA. Su objetivo es facilitar la canalización del REBOA. La comprobación de la localización arterial del catéter se debería realizar con uno o todas las

siguientes actuaciones: ecografía del sitio de punción, eco-doppler del otro lado, gasometría y línea de presión con curva de presión arterial.



Figura 2. Catéter ER-REBOA [15]

- 2) **Sustitución del introductor 5F** por el introductor del REBOA. Utilización de la guía de 0'035, dilatación de la zona y posterior introducción del catéter ER-REBOA.
- 3) **Medición del balón para su correcta colocación** (41,4 cm- 47,4cm zona I ( **46 cm** ) ; 23,6cm-25,6 cm zona III ( **28 cm** ) ; y como referencias anatómicas externas, zona I por encima del apéndice xifoides, zona III por encima del ombligo).

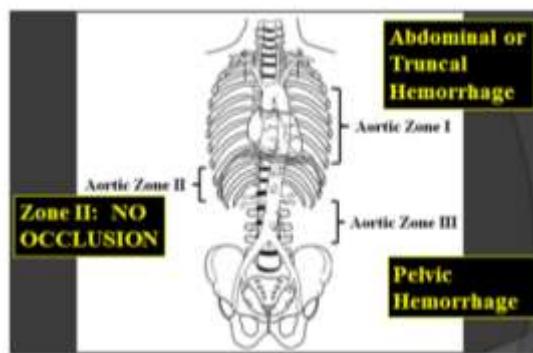


Figura 3. Zonas anatómicas de la aorta para la inflación del balón REBOA. [11]

- 4) **Colocación del balón** siempre y cuando esté completamente desinflado. Confirmación mediante ecografía o radiografía de su colocación en la zona deseada.
- 5) **Inflado del balón:** lento y progresivo (detener en caso de detección de resistencia, especialmente si 8 ml), mediante un medio de inflado de globos o una solución de cloruro de sodio al 0,9%. El tiempo de inflado es equivalente al tiempo de pinzamiento aórtico utilizado en la toracotomía de emergencia. Detención del inflado cuando la PA se estabilice o comience a aumentar y pulsos femorales contralaterales ausentes.



Figura 4. Inflación del REBOA en zona III vs zona I. [11]

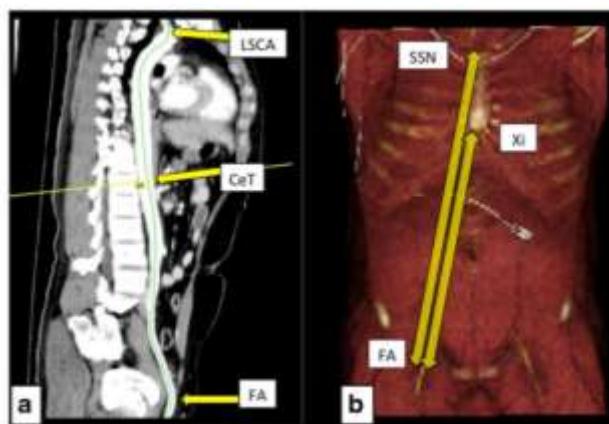
- 6) **Comprobación de la respuesta:** uso de la categorización de la respuesta (aumento de la presión arterial, respuesta parcial, falta de respuesta o empeoramiento), realización de prueba de imagen en la unidad o radiología intervencionista (con una mezcla al 30% de contraste radiológico intravenoso y suero salino), ausencia de pulsos distales o ausencia de flujo con *doppler* en la otra femoral.
- 7) **Retirada del catéter y la vaina:** presión manual en el sitio de punción durante al menos 20 minutos y posterior vendaje compresivo. Reparación quirúrgica en caso de uso de una vaina mayor de 12 Fr.

La razón principal por la que los pacientes con hemorragias que son tratados con el REBOA tienen una mayor tasa de supervivencia es el tiempo reducido entre el momento del traumatismo y la colocación del dispositivo. Este tiempo es crítico para controlar la hemorragia de manera efectiva. Además, la colocación del catéter no requiere el uso de guía por rayos X, lo que permite su uso en un entorno extrahospitalario.

Respecto a las zonas del despliegue del balón, la zona I (desde la arteria subclavia izquierda hasta el tronco celiaco) se utiliza para el control de hemorragias abdominales y torácicas, mientras que la zona III (desde la arteria renal más distal hasta la bifurcación de la aorta) se reserva para hemorragias pélvicas. La zona II (entre el tronco celiaco y la arteria renal más distal) se denomina “zona de no oclusión” debido al riesgo de complicaciones. [11]

### 1.2.1 Puntos de referencia anatómicos externos (PRAE)

Se realizó un estudio en Japón donde se utilizaron 25 casos de trauma cerrado que requirieron TC toraco-abdominal con contraste entre el 1 de octubre de 2016 y el 31 de enero de 2017. Para ello, se utilizaron reconstrucciones multiplanares tridimensionales con la finalidad de medir la longitud desde las arterias femorales comunes (AFC) bilaterales hasta el origen del tronco celiaco (CeT) y el origen de la arteria subclavia izquierda (LSCA), a lo largo del eje central de la aorta. Asimismo, se tomaron medidas de las distancias externas desde AFC a la muesca supraesternal (SSN) y al proceso xifoides (Xi).



*Figura 5. Imágenes tridimensionales y volumétricas. a: Reconstrucciones multiplanares tridimensionales desde AFC hasta origen de LSCA y CeT. b: Distancias externas desde AFC hasta SSN y Xi. [16]*

Según los datos recogidos, el catéter con el balón del REBOA debe tener una longitud intermedia entre FA-SSN y FA-Xi para asegurar su colocación dentro de la zona I sin la necesidad de guía radiológica. Es importante tener en cuenta que, aunque los PRAE pueden ser útiles para la implementación segura del REBOA, es necesario confirmar la posición del balón con otros métodos posteriormente. [16]

### 1.3. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Las indicaciones generales para la colocación del REBOA se dan en cualquier paciente con trauma penetrante abdominal o pélvico con inestabilidad hemodinámica y que no responde a la resucitación inicial, con tiempos estimados hasta el control definitivo de la hemorragia de más de 30 minutos. Estos pacientes requieren cirugía urgente o radiología intervencionista y no pueden ser manejados en un entorno extrahospitalario por lo que, debe verse como una medida extrema de contemporización para salvar la vida del paciente y evitar la toracotomía. Asimismo, el REBOA también puede estar indicado a la llegada a la sala de urgencias o durante una intervención quirúrgica.

#### Indicaciones:

- 1- Pacientes con fractura de pelvis inestable (fractura de tipo libro abierto o asociada a hipotensión) que no responden a la resucitación y fijador externo de pelvis.
- 2- Lesión vascular proximal a la arteria femoral con sangrado activo que no se controla por otros medios.
- 3- Pacientes con hemorragia intraoperatoria posterior a procedimientos de cirugía general, urología, obstetricia que no responden a la resucitación, con tiempos estimados hasta el control definitivo de la hemorragia de más de 30 minutos.
- 4- Pacientes con complicaciones inherentes a procedimientos endovasculares.

La colocación del REBOA debe estar integrada en la valoración habitual de estos enfermos. La zona supradiafragmática (zona I) permite el control del sangrado del torso inferior/abdominal. La zona II, denominada zona de no oclusión, es altamente problemática debido a que al situarse entre el tronco celiaco y las arterias renales su alcance es difícil sin contraste o visualización. Por último, el despliegue del balón aórtico por debajo de las arterias renales pero proximal a la bifurcación de la aorta (zona III) se reserva para el control de la hemorragia pélvica y de las extremidades inferiores. Esta última zona es la que cursa con menos complicaciones pues el territorio de isquemia es menor, y por lo tanto permite un tiempo de oclusión más prolongado. [11]

Es común que se observe una preferencia por el uso de la zona I para traumatismos penetrantes y de la zona III para traumatismos contusos. Esta práctica se basa en los resultados del estudio AORTA, que demostró que la zona I lograba una presión arterial sistólica significativamente mayor en comparación con la zona III y se concluyó que la zona I se asocia con un soporte hemodinámico máximo y eficaz en pacientes hipotensos con traumatismos graves. [10]

Respecto a los tiempos de oclusión, en función de las investigaciones basadas en las complicaciones asociadas a la isquemia y la mortalidad, se recomienda que la OA no supere los 60-90 minutos en la zona III, mientras que para la zona I la duración no debe alcanzar los 60 minutos. Es importante tener en cuenta que estos tiempos son solo una guía general y deben ser adaptados a cada paciente en

particular, teniendo en cuenta factores como la edad, el estado general de salud, la gravedad de la lesión, e incluso el tiempo comprendido entre el accidente y el momento de la inserción del catéter. [13]

En todo caso, las indicaciones del REBOA para HNCT en el contexto de traumatismos graves son relativamente nuevas puesto que esta técnica ya había sido utilizada previamente en un ámbito intrahospitalario en el contexto de otras situaciones clínicas. Ejemplos de estas situaciones clínicas son la ruptura de una aneurisma de la aorta abdominal, hemorragia intra y posparto, incluso shock neurogénico refractario. [17–19] Por otro lado, el REBOA también podría tener indicación como complemento en la reanimación de PCR ya sea intra o extrahospitalaria, por antecedente traumático o no, pues es capaz de facilitar el retorno a circulación espontánea gracias a una mejoría de la perfusión coronaria. [20–22]

CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS	CONTRAINDICACIONES RELATIVAS
Lesión aorta torácica/abdominal alta	>70 años
Sangrado intratorácico	Actividad eléctrica sin pulso >10min
TCE severo	Imposibilidad acceso AF
Pacientes pediátricos	Enfermedad terminal / comorbilidades profundas

Tabla 1. Contraindicaciones REBOA

El REBOA presenta contraindicaciones importantes que incluyen lesiones traumáticas de la aorta y hemorragias cerca de las zonas donde se produce la oclusión, tales como el cuello, la axila y el mediastino superior. Además, se deben considerar otras opciones de tratamiento en casos de traumatismo cardíaco, lesiones aórticas y traumatismos penetrantes del cuello o el tórax, ya que la toracotomía de emergencia podría ser una opción más adecuada para el control definitivo de la hemorragia. [11,14] Otras de las limitaciones para su uso son la falta de disponibilidad y la necesidad de un entrenamiento adecuado. [23] No se ha aprobado el uso del REBOA todavía en pacientes pediátricos.

#### 1.4. VENTAJAS

Los beneficios derivados del uso del REBOA son significativos y se basan en gran medida en su naturaleza menos invasiva, disminuyendo así las complicaciones relacionadas con la cirugía abierta. Este procedimiento permite una intervención temprana en casos de hemorragia exanguinante, puesto que ofrece una monitorización inmediata y temprana de la hemorragia antes de alcanzar un colapso cardiovascular. Todo ello puede contribuir a la disminución del requerimiento de transfusiones de productos sanguíneos, un menor estrés en la función cardíaca, una disminución de lesión cerebral y aumentar la probabilidad de supervivencia más allá del servicio de urgencias.

En pacientes que presentan descompensación fisiológica, la principal ventaja del REBOA radica en su capacidad para colocar el catéter en el nivel de oclusión previsto, monitorear la presión intraaórtica con elevada seguridad (con el catéter ER-REBOA) e inflar rápidamente el balón. Además, en el contexto de una hemorragia pélvica grave, el manejo tradicional con taponamiento pélvico y/o ligadura ilíaca interna puede complementarse con el REBOA previamente colocado como un puente hacia la hemostasia definitiva. [9]

En caso de la reanimación en ámbito pre-hospitalario, el material utilizado para el REBOA podría dejarse colocado hasta el manejo definitivo en el hospital e incluso en caso de necesidad de transporte interhospitalario, puesto que este tipo de pacientes suelen estar graves y pueden descompensarse con facilidad. No obstante, hay tres condiciones a tener en cuenta: en primer lugar, el personal debe tener confianza con el REBOA y poder cuidar el catéter durante el transporte; en segundo lugar, debe estar capacitado para el lavado de la vaina con solución salina cada 20 minutos para evitar la trombosis; y, en tercer lugar, debe ser capaz de manejar posibles hemorragias de la AFC en caso de que el movimiento de la vaina provoque alguna fuga. [12]

## 1.5. COMPLICACIONES

El REBOA puede presentar diversas complicaciones que están relacionadas con el acceso arterial, la técnica utilizada y la duración de la oclusión aórtica.

La inserción del catéter puede ocasionar lesiones de los vasos que pueden cursar con disección, ruptura y perforación, pseudoaneurismas, hematomas y formación de trombos una vez extraído el catéter. Asimismo, un inflado excesivo del balón puede producir la ruptura del mismo o lesiones vasculares adicionales. [14]

Una de las mayores limitaciones del REBOA es la isquemia causada por la OA total. La isquemia prolongada seguida de reperfusión puede ocasionar un fallo multiorgánico, incluyendo la insuficiencia hepática y renal, el infarto de la médula espinal, la isquemia intestinal, la rabdomiólisis, la pérdida de extremidades y la muerte. Además, tras el desinflado del balón se genera una rápida liberación de metabolitos isquémicos, como el óxido nítrico y mediadores proinflamatorios, lo que provoca vasodilatación e hipotensión refractaria que puede dar lugar a un colapso hemodinámico. Esta complicación se acentúa en oclusiones que superan los 40 minutos.

La colocación de vainas para el REBOA puede estar asociada con la complicación isquémica grave de las extremidades inferiores, y el uso de vainas de gran tamaño puede ser un factor de riesgo crítico. Sin embargo, se ha demostrado que el introductor de 7 Fr puede ser una alternativa segura y eficaz para vainas de gran calibre y pueden permanecer en su lugar durante la fase de reanimación posterior al procedimiento sin secuelas. [9]

El uso del REBOA también se ha asociado a una profunda lactatemia, hiperpotasemia y una elevación de las troponinas y de la creatinina, así como alteraciones de la coagulación. Estas últimas se producen de manera inespecífica tras el despliegue y se asocian con una obstrucción del flujo y estasis de sangre desoxigenada por debajo del balón. Esta cascada de eventos puede provocar daño celular, la formación de microtrombos, isquemia secundaria y, en última instancia, fallo multiorgánico. Todas estas alteraciones pueden reducirse con el uso de pREBOA, ya que se ha demostrado que se consigue una restauración del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo carotídeo con una mayor supervivencia. [10]

## 1.6. REBOA PARCIAL O INTERMITENTE

El tiempo de oclusión (60-90 minutos para la zona III, 30-60 minutos para la zona I) debe ser limitado debido al riesgo de isquemia y de fallo multiorgánico, por lo que, parte de la investigación se dedica al desarrollo experimental de un uso parcial o intermitente del REBOA con la finalidad de evitar estas situaciones.

A diferencia del REBOA continuo (cREBOA), que consiste en inflar completamente el balón para lograr una oclusión total, el REBOA parcial o intermitente son un grupo de técnicas heterogéneas que comparten el mismo objetivo: aumentar el tiempo de OA y reducir a la vez las complicaciones ligadas a la isquemia. En el caso del REBOA parcial, el balón no se infla por completo, mientras que en el REBOA intermitente, el balón se infla y se desinfla a intervalos regulares. [5,10,24]

En general, se utiliza el concepto de REBOA parcial (pREBOA) en todos los casos dándole distintas definiciones; por un lado, se define como un inflado del balón hasta lograr un gradiente de presión aórtica de proximal a distal del 50% y, por otro lado, se define como una desinflado gradual en pequeños pasos de 1 a 3 ml tras la confirmación de que la PAS se mantiene por encima de 90 mmHg. Además, se ha observado que el pREBOA permite mantener la presión arterial media central por encima de 90mmHg y un flujo sanguíneo carotídeo casi como en el estado basal, mientras que el cREBOA genera una presión arterial media central extrema y un flujo sanguíneo carotídeo suprafisiológico prolongado.

Añadido a esto, tras el desinflado, se observa una menor hipotensión de rebote en los grupos en los que se ha utilizado el pREBOA, así como una menor elevación del lactato y menor cantidad de necrosis a nivel histológico. Gracias a esta mejor respuesta hemodinámica se permite por lo tanto un tiempo de oclusión más prolongado. [13]

En un principio, el manejo pre-hospitalario solo tenía lugar en caso de que la indicación del REBOA fuera para la zona III, debido a que una oclusión aórtica completa por encima del tronco celiaco (zona I) implicaba un riesgo de isquemia visceral muy elevado. Sin embargo, desde el descubrimiento de pREBOA esta oclusión también se ha podido llevar a cabo en la zona I en pacientes con hemorragia intraabdominal exanguinante, aumentando así el rango de posibilidades de manejo en estas situaciones. [25]

## 1.7. ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR

Fue a partir de 2012 en EEUU, cuando se comenzó a implementar la tecnología de balón endovascular específicamente con el propósito de controlar la hemorragia.

Los cursos BEST (The Basic Endovascular Skills for Trauma), desarrollados por el “Shock Trauma Center” de la Universidad de Maryland, enseñaban técnicas básicas endovasculares a cirujanos con formación endovascular limitada o nula, y en 2016, el Comité de Trauma del Colegio Estadounidense de Cirujanos autorizó formalmente a estos cursos para facilitar una difusión más amplia del REBOA. [6,12]

Para la implantación debe haber un coordinador del REBOA que será en principio un cirujano, el cual debe estar familiarizado con el procedimiento y sus consecuencias fisiológicas, además de poder llevar un seguimiento del paciente desde la atención continuada.

Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta para conseguir un resultado positivo en la técnica es un esfuerzo multidisciplinario, que debe incluir las tareas específicas de cada miembro del equipo, la revisión de los pasos que se deben llevar a cabo, las expectativas de cooperación y la comunicación con el servicio de urgencias en el momento de la reanimación. Una comprensión compartida de las consecuencias fisiopatológicas de la OA entre el coordinador del REBOA y el médico de cuidados intensivos presente en el posoperatorio es esencial para minimizar la morbilidad y la mortalidad de estos pacientes. Llegar a este entendimiento requiere enseñanza previa, comunicación y capacitación con todos los involucrados en el cuidado de estos pacientes, incluidas las enfermeras de la UCI.

Desde un punto de vista técnico, no se ha especificado quién se encuentra capacitado para realizar esta técnica y cuál es el equipo a preparar. Existen informes donde el acceso arterial, y por ende su colocación, se han llevado a cabo por médicos de urgencias, traumatólogos, intensivistas e incluso radiólogos intervencionistas.

En ciertos países como Japón, el médico de urgencias está incluso más capacitado y puede coger acceso femoral antes de la llegada del cirujano. La participación de anestesia también tiene un papel fundamental, y por ello, deben saber interpretar los múltiples trazados de ondas de presión arterial que se monitorizan con el REBOA. Por otro lado, los radiólogos intervencionistas deben estar capacitados para trabajar en quirófano en caso de que el manejo del paciente tuviera lugar en este. [6,26]

Este sistema también debe tener planes de actuación una vez estabilizado al paciente y conocer los distintos escenarios clínicos que se pueden encontrar. [6]

Debido a las condiciones de extrema emergencia, se trata de un procedimiento no idóneo para ser enseñado y practicado en un contexto real, pues no pueden producirse errores. Por lo tanto, es necesario un aprendizaje previo en un ambiente simulado, así como un entrenamiento continuado, puesto que se ha visto que las habilidades adquiridas comienzan a perderse tres 6 meses en ausencia de casos clínicos reales de REBOA. [23]

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

El REBOA, aunque se trata de un dispositivo innovador de gran utilidad, cuenta con poca evidencia de cara a compararlo con otros métodos que se habían llevado a cabo hasta hoy en día, como la toracotomía de emergencia. A pesar de ofrecer muchas ventajas sobre los métodos tradicionales todavía no se ha implantado de forma completa en los protocolos de actuación.

Debido a su actualidad y a la complejidad de su manejo, son muy pocos casos reales en los que ha podido aplicarse la técnica. Esto conlleva a poca información, además de la dificultad sobrada por la diversidad de pacientes respecto a la edad, tipo de hemorragia y tipo de traumatismo.

La dificultad de realizar ensayos clínicos por la propia naturaleza del trauma y la gran cantidad de variables que deberían estudiarse hace muy difícil el planteamiento de estudios aleatorizados.

El objetivo principal de la revisión es analizar la información de los casos clínicos donde se ha aplicado la técnica del REBOA durante los últimos 10 años, enfocándose en el uso de la técnica en un entorno extrahospitalario o en la sala de urgencias.

Como objetivos secundarios, se pretende recopilar las nuevas actualizaciones sobre sus indicaciones y manejo, determinar el personal sanitario habilitado para su colocación y su formación específica previa, explorar las limitaciones y complicaciones que conlleva y proponer soluciones para su uso futuro.

Aun así, queda mucho recorrido en la investigación para mejorar y controlar todas esas complicaciones que van asociadas al uso del REBOA, y demostrar con una fuerte evidencia las ventajas frente a otro tipo de intervenciones y métodos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica de los casos clínicos reales informados en la literatura, de los artículos publicados sobre el REBOA y sus nuevas actualizaciones. Se exponen, a partir de casos reales seleccionados, las distintas aplicaciones y manejo del procedimiento, así como sus indicaciones y complicaciones.

El enfoque principal de la revisión es el manejo de la hemorragia no controlable en el contexto de traumatismo grave donde el REBOA ha sido aplicado, sin embargo, se incluyen otro tipo de situaciones no relacionadas con traumatismos.

Gran parte de los estudios iban dirigidos a

- 1) Uso temprano del REBOA fuera del hospital para traumatismo cerrado y penetrante con la finalidad de ampliar su uso en el paro cardíaco.
- 2) Uso intrahospitalario del REBOA y su optimización.
- 3) Duración del uso seguro del REBOA y mitigación de la lesión por isquemia-reperfusión.
- 4) Desarrollo experimental o intermitente del REBOA.
- 5) Búsqueda de diferencias significativas sobre la supervivencia de la toracotomía de emergencia vs REBOA y REBOA vs no-REBOA.

Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, Web of Science y Google Académico de los artículos publicados con los términos MESH “REBOA”, “case report” y “hemorrhage” de los últimos 10 años.

Para acceder a los artículos seleccionados y poder completar su descarga en pdf, se utilizó Alzorze (biblioteca de Unizar) en aquellos que eran de pago.

## 4. RESULTADOS REBOA

### 4.1. PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Se documentan un total de 32 artículos, de los cuales, 14 fueron casos clínicos reportados que se incluyeron dentro de los resultados.

En PubMed se encontró un total de 102 artículos con el término MESH “REBOA”, de los cuales, 6 eran ensayos clínicos, 18 revisiones sistemáticas y el resto revisiones bibliográficas. No se encontraron resultados en esta base de datos de casos clínicos reales. En Web of Science se encontró un total de 740 artículos, de los cuales, 73 hacían referencia a casos clínicos reales. En ambas bases de datos se aplicó un filtro para seleccionar artículos dentro de los últimos 10 años.

Se descartaron los artículos que no incluían casos clínicos, así como casos que habían sido reportados más de 10 años atrás. Se incluyó algún caso del REBOA intrahospitalario en un contexto no traumático, sin embargo, la mayoría de los artículos se centraban en el uso del REBOA para hemorragia exanguinante por traumatismo en un entorno prehospitalario o en la sala de urgencias.

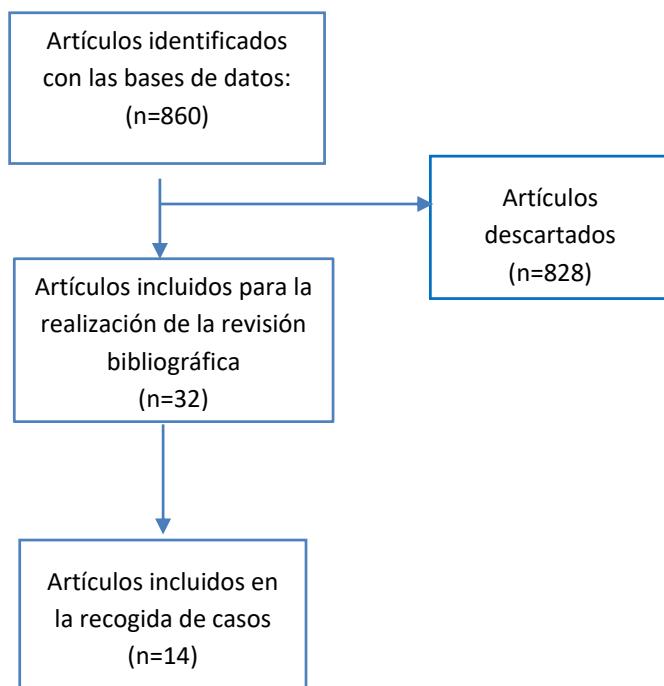


Figura 6. Diagrama de flujo

## 4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS

El uso del REBOA se puede dividir en dos categorías: casos de shock hemorrágico traumático y casos sin traumatismo asociado. (Anexo. Tabla 2. Casos clínicos REBOA)

### 4.2.1. SHOCK HEMORRÁGICO TRAUMÁTICO

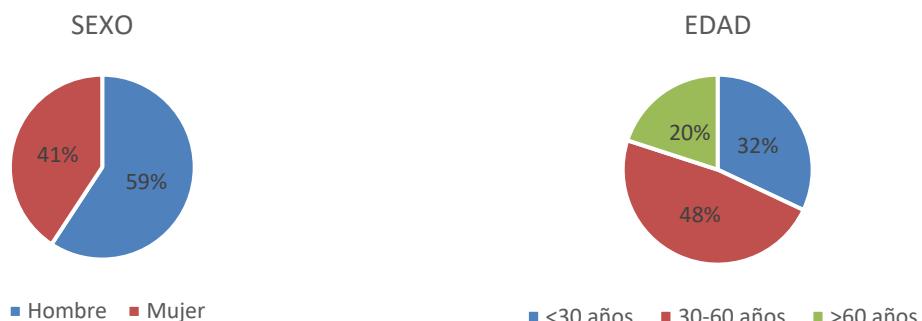
Dentro de este apartado se documentan 27 casos de los 33 que fueron seleccionados (82%). Se documentaron casos REBOA tanto en la zona I como en la zona III, con diferentes técnicas (pREBOA o cREBOA) y distintos tiempos de oclusión.

#### CASOS CLÍNICOS

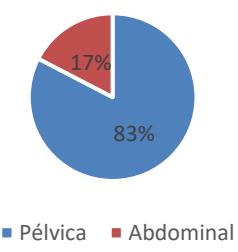
Entre los pacientes seleccionados predominaba el género masculino en un 59% siendo 16 de los pacientes hombres y 11 mujeres. El 48% se encontraba en un rango de edad entre los 30 y 60 años (n=12), sin embargo, se incluyó un 32% menores de 30 años (n=8) y un 20% mayores de 60 años (n=5). El caso de mayor edad fue de 86 años, mientras que el de menor edad presentaba 17 años.

Dentro del tipo de traumatismo, el 58% fue debido a un accidente de tráfico, independientemente del tipo de vehículo (n=15), no obstante, el 23% fueron casos de traumatismos en un contexto militar (herida de bala, artefacto explosivo) (n=6) y el 9% traumatismos por precipitaciones desde alturas considerables.

El 83% de las hemorragias fueron de origen pélvico (n=19) a diferencia del 17% restante (n=4) cuyo origen fue abdominal.



### LOCALIZACIÓN DE LA HEMORRAGIA



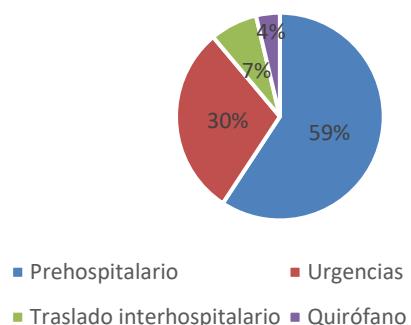
### TIPO DE TRAUMATISMO



### ENTORNO

El 59% de los casos tuvieron lugar en un entorno prehospitalario (n=16), seguido de un 30% en urgencias (n=8). Asimismo, el REBOA fue documentado en 2 casos durante el traslado interhospitalario, siendo un 7% del total (n=2). El 4% restante se encontraba en quirófano (n=1).

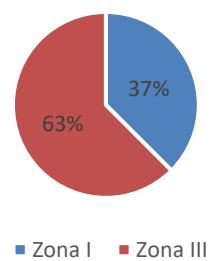
### ENTORNO



### ZONA DE COLOCACIÓN DEL BALÓN

La colocación del REBOA se documentó en la zona III en un 63% (n=15), mientras que el 37% tuvo lugar en la zona I (n=9).

### ZONA DE COLOCACIÓN



## ACCESO ARTERIAL

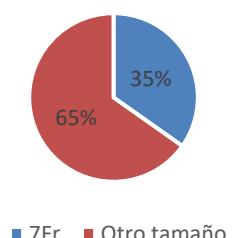
El acceso arterial se tomó en todos los casos en la arteria femoral común (AFC), a excepción de tres pacientes donde se llevó a cabo en la arteria femoral superficial (AFS).

La vaina 7Fr se utilizó en un 35% (n=8), mientras que en el otro 65% (n=15) se utilizaron otros tamaños (6, 8, 10, 11 o 12 Fr). Por último, el 39% de los especialistas que llevaron a cabo el acceso arterial y el posterior manejo del procedimiento fueron cirujanos (n=9). El 61% restante estaba formado por médicos de otras especialidades, entre ellos anestesistas, médicos de urgencias o intensivistas (n=14).

PERSONAL SANITARIO



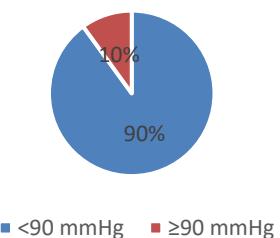
TAMAÑO DE LA VAINA



## PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA PREVIA A REBOA

El 90% se encontraban hipotensos (PAS < 90mmHg) previamente a la colocación del REBOA (n=18).

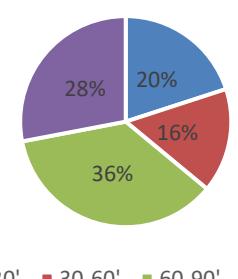
PAS inicial



## TIEMPO DE OCLUSIÓN

Los tiempos de oclusión fueron muy variables: en el 36% de los pacientes se utilizó un tiempo de OA entre 60 y 90 minutos (n=9), mientras que el 28% superó los 90 minutos (n=7). Por otro lado, en el 20% la duración de la OA fue menor de 30 minutos (n=5). El 16% restante se encontró en un rango de entre 30 y 60 minutos (n=4).

TIEMPO DE OCLUSIÓN



■ <30' ■ 30-60' ■ 60-90' ■ >90'

## HALLAZGOS

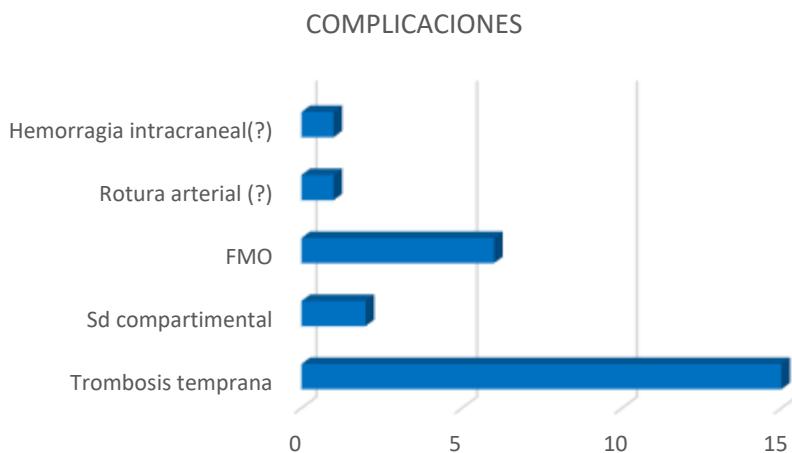
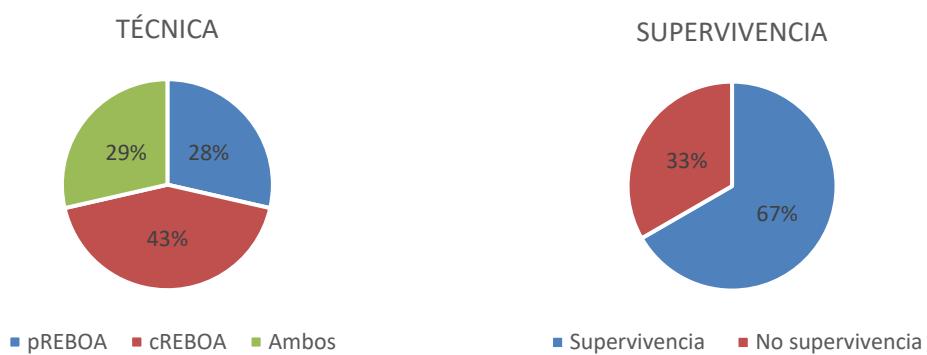
Se documentó una supervivencia del 67% (n=16), mientras que el 33% restante no consiguieron sobrevivir debido a diferentes causas y factores (n=8).

cREBOA fue la técnica predominante en un 43% (n=3) respecto pREBOA en un 28% (n=2). En el 29% restante se utilizaron ambas técnicas en distintos tiempos (n=2).

La complicación predominante en un 60% fue la trombosis temprana tras la retirada del catéter (n=15), seguida por el FMO en un 24% (n=6) y el síndrome compartimental en un 8% (n=2). Asimismo, se documentó un caso de hemorragia intracranial y otro de rotura arterial.

Respecto al cierre del acceso arterial una vez retirado el catéter, en 3 de los casos se consiguió con compresión manual, mientras que en otros 3 se utilizaron puntos. En cinco casos se realizó una angiografía tras la cirugía para comprobar la permeabilidad.

Asimismo, en seis casos se consiguió un control final de la hemorragia con el REBOA sin necesidad de otro procedimiento posterior.



---

#### 4.2.2. REBOA EN CONTEXTO NO TRAUMÁTICO

A continuación, se exponen situaciones diversas tanto intra como extrahospitalarias en las que se ha utilizado el REBOA sin existir un antecedente traumático.

Por un lado, el informe de Lendrum et al incluyó dos varones UDVP de 57 años a los que se les colocó el REBOA en la zona III en un entorno prehospitalario por una hemorragia pélvica. El procedimiento se llevó a cabo por otros especialistas como anestesistas, médicos de urgencias o intensivistas. Uno de ellos sobrevivió mientras que el otro falleció por hipoxia cerebral, con unos tiempos de OA de 51 y 64 minutos respectivamente. [25]

Se incluyó un caso de ruptura de aneurisma de la aorta abdominal (AAA), cuyo manejo se llevó a cabo con el pREBOA. Se trató de un varón de 71 años de edad, que presentaba un sangrado activo en el retroperitoneo tras la ruptura de la AAA de 9,6cm. El balón del REBOA se colocó en la zona I, con acceso arterial en la AFC derecha y una vaina de 7 Fr bajo guía ecográfica. El balón se infló entre 0,5 y 1 cc cada 30 segundos hasta mantener una PAS de 30-40mmHg y proceder a su reparación, sin embargo, tras 2 horas de OA, el paciente desarrolló numerosas complicaciones en el posoperatorio, entre ellas distrés respiratorio, fallo renal y PCR, siendo incapaz de sobrevivir. [17]

Asimismo, se incluyen dos casos del REBOA como un complemento de la reanimación en situaciones de PCR. Entre ellos, una mujer de 36 años con PCR extrahospitalaria por sospecha de TEP, a la que el médico de cuidados intensivos insertó el catéter del REBOA por la AFC izquierda bajo guía ecográfica en urgencias. El inflado del balón tuvo lugar en la zona I y se confirmó por ETE, consiguiendo así un retorno a la circulación espontánea tras 10 minutos de OA. Se procedió a un desinflado durante 1 minuto cada 10 minutos para evitar la isquemia tras la OA. No obstante, tras la imposibilidad de realizar ECMO la paciente falleció. [27]

El otro caso de PCR tuvo lugar en una mujer de 53 años por perforación arterial como complicación intraoperatoria de radiculopatía L5. Se obtuvo un acceso en la AFC izquierda con una vaina 6Fr en 7 minutos, que posteriormente se cambió a 12 Fr. El balón se infló en la zona I comprobando su colocación con ETE y, tras 90 minutos de RCP, la paciente sobrevivió sin secuelas neurológicas. Sufrió un síndrome compartimental y un pequeño hematoma subdural como complicaciones. [21]

Por último, se incluye un caso de resolución de un probable infarto cardiaco: mujer de 71 años, con el REBOA colocado previamente tras un accidente. El balón se infló en el preoperatorio tras presentar en el ECG depresiones ST y una elevación en AVr. El acceso arterial se obtuvo en urgencias, en la AFC derecha, de manera percutánea bajo guía ecográfica, con una vaina de 5Fr que posteriormente se cambió a 7Fr. La colocación del balón en la zona I se comprobó en un principio con los PRAE, y seguidamente con una radiografía abdominal. El tiempo de OA fue de 10 minutos y la paciente sobrevivió con la resolución del ECG. [28]

## 5. DISCUSIÓN

El REBOA se ha diseñado como un nuevo dispositivo cuya finalidad es el control de hemorragias no compresibles de pelvis y abdomen. Hasta ahora se había utilizado mayoritariamente dentro de quirófano, no obstante, su aplicación en un entorno extrahospitalario o en la sala de urgencias sigue suponiendo un reto.

Varios estudios se han enfocado en comparar la supervivencia del REBOA con técnicas como la toracotomía de emergencia y el pinzamiento cruzado de la aorta, viéndose una diferencia estadísticamente significativa a favor del REBOA. [7–9] Asimismo, se han recopilado estudios que se enfocan de manera específica en casos civiles en un entorno previo al hospital o durante el traslado interhospitalario [12,25], sin embargo, la técnica del REBOA se sigue aplicando con mayor frecuencia en urgencias.

El REBOA comenzó a utilizarse en situaciones de guerra, por lo que, gran parte de los casos se documentan en este contexto. Este dato, junto con una mayor frecuencia de traumatismos en hombres, ha podido contribuir a que haya una mayor prevalencia de género masculino en los artículos seleccionados.

En lo que se refiere a la obtención del acceso arterial, las guías recomiendan el uso de fluoroscopia, a pesar de que esto conlleve una mayor duración para la colocación y la inflación del balón. La técnica de elección es el acceso percutáneo.

La experiencia con el REBOA ha demostrado que los PRAE son fiables para marcar la profundidad de la inserción. Esto se encuentra más estandarizado en un entorno militar, puesto que en el mundo civil sigue siendo más común la utilización de pruebas de imagen como la fluoroscopia, la ETE o la radiografía abdominal.

A pesar de que las complicaciones del sitio de acceso se han reducido con los nuevos dispositivos, varios expertos también recomiendan una angiografía de rutina antes de retirar la vaina, para comprobar así una correcta permeabilidad. [15,29] No obstante, el tamaño de la vaina 7Fr es lo que ha conseguido el éxito del REBOA en un entorno extrahospitalario ya que permite el cierre del acceso mediante compresión manual.

Se ha observado un predominio de la zona III en los casos de hemorragia pélvica, mientras que la zona I frecuenta en los casos de ámbito militar. Los pacientes donde el balón se infló en la zona I presentaban lesiones más variadas, siendo el traumatismo torácico el más destacado, aunque hubo casos donde el balón se podría haber recolocado posteriormente en la zona III una vez localizada la hemorragia.

No son muchos los informes que han documentado el uso del REBOA en hemorragias exanguinantes en un contexto prehospitalario, sin embargo, se ha podido observar un aumento de la PAS en todos los casos donde se ha llevado una correcta colocación del balón.

Es esencial tener en cuenta ciertos factores como la edad del paciente y comorbilidades asociadas antes de realizar su colocación. Los cambios hemodinámicos que produce el REBOA pueden empeorar aún más la situación, por lo que es fundamental que el paciente esté en condiciones de tolerar los trastornos metabólicos asociados a la OA prolongada. A pesar de que la principal indicación para su colocación es la hipotensión, el

factor pronóstico más importante es la presencia de una PAS medible antes de aplicar la técnica, disminuyendo así la tasa de supervivencia en los pacientes con shock hemorrágico o PCR. [12]

El tiempo en esta técnica primordial, pues se ha podido comprobar que una duración prolongada de la OA supone un mayor riesgo vital para el paciente. El REBOA no debe interferir ni prolongar el tiempo para el manejo definitivo, si bien, en seis de los casos fue capaz de detener la hemorragia sin ninguna otra técnica adicional. Todo ello sugiere que esta técnica podría actuar en ciertos casos como una intervención terapéutica definitiva. [25]

Entre las complicaciones más frecuentes se encuentran la trombosis temprana en el sitio de acceso arterial, el FMO y el síndrome compartimental. No obstante, se han reportado casos de muerte por hemorragia intracranal o por imposibilidad de acceso arterial tras ruptura de la arteria, los cuales no se puede descartar que hayan sido complicaciones asociadas al procedimiento. En el caso de la hemorragia intracranal, el REBOA podría haber empeorado el sangrado al aumentar el flujo sanguíneo y la presión carotídea. Es por ello que no existe una evidencia clara sobre la presión arterial que se debe mantener durante la inflación del balón, especialmente en lesiones por encima del diafragma. Por lo tanto, los efectos secundarios del REBOA pueden ser muy elevados, poniendo en peligro la vida de las víctimas si la aplicación no es segura o se dedica tiempo de manera inadecuada. [26,30]

Asimismo, se ha observado que el riesgo de complicaciones asociadas a la isquemia es significativamente mayor en la zona I en comparación con la zona III, puesto que el REBOA en la zona I cubre un área más amplia, incluida la médula espinal.

La técnica pREBOA ha demostrado ser útil para disminuir el riesgo de complicaciones junto con un manejo más prolongado de estos pacientes, por ejemplo, durante el traslado a un centro hospitalario con más medios. En ocasiones, el traslado podía llegar a ser hasta de 4 horas, y con pREBOA fue posible llevar un control de la situación hemodinámica en todo momento como se documenta en el estudio de Beldowicz et al. En este caso, el tiempo de OA en el primer paciente fue excesivamente largo, si bien se piensa que sobrevivió gracias a que la oclusión no fue completa. No obstante, a pesar de los buenos resultados obtenidos con esta técnica, se requiere más estudio para definir las técnicas de inflación parcial e intermitente y ampliar el ámbito de su aplicación tanto en la práctica militar como civil. [12]

Por otro lado, se ha visto que el REBOA también puede utilizarse en otras situaciones no traumáticas como una ruptura de AAA, un shock neurogénico refractario o una hemorragia posparto.

Dentro de un contexto obstétrico, se ha demostrado que el REBOA en zona III puede ser efectivo, con una menor pérdida de sangre estimada, tanto en el control de un shock hemorrágico por placenta mórbidamente adherente como en la profilaxis y posterior cesárea electiva. [19] También se ha podido observar que la colocación del REBOA en la zona I en situaciones de PCR (mientras se realizan las compresiones torácicas) produce un aumento de la perfusión cerebral y coronaria, facilitando así el retorno a la circulación espontánea sin interferir negativamente. Además, el gasto cardíaco alcanzado en la RCP clásica resulta insuficiente, por lo que se propone una mayor investigación para la utilización del REBOA en los casos de paro cardíaco no traumático, tanto intra como extrahospitalarios. [20,27,31]

En los casos donde también sea necesario mantener la perfusión de la médula espinal (arteria de Adamkiewicz entre T8-L2), por ejemplo, en casos de shock neurogénico refractario, el REBOA en la zona III ha resultado ser efectivo tanto de manera continua como parcial. De hecho, se ha propuesto un nuevo algoritmo para el control de daños en estas situaciones. [18]

Asimismo, se ha planteado el uso del REBOA incluso en el contexto de un síndrome coronario agudo. Se ha observado que, tras su colocación, se produce un descenso en los niveles de troponina y una normalización del ECG tras su colocación, probablemente debido al aumento de la perfusión coronaria. No obstante, no existen estudios en humanos que hayan comparado técnicas de OA con las técnicas de soporte estándar de perfusión coronaria. [28]

Para finalizar, en la mayor parte de los artículos seleccionados, el procedimiento se llevó a cabo por cirujanos, sin embargo, se han documentado casos donde intervienen médicos de urgencias, intensivistas y anestesistas. Esto demuestra que no es primordial ser cirujano para poder realizar esta intervención en el entorno prehospitalario o en la sala de urgencias siempre y cuando se haya desarrollado tal habilidad y recibido la formación específica previa. [22,25] Además, esto puede ser de utilidad para ahorrar tiempo en un contexto intrahospitalario en caso de haber más de una víctima al mismo tiempo, como se documenta en el informe de Manley et al. [29]

### 5.1. LIMITACIONES

En la gran parte de los casos donde se ha registrado una supervivencia con el REBOA, no se ha llevado un seguimiento a largo plazo. Por lo tanto, a pesar de que muchos de ellos recibieron el alta en el hospital, no se han podido obtener conclusiones claras sobre las posibles complicaciones derivadas de la isquemia en un futuro más lejano.

Asimismo, a excepción de estudios que incluyen varios pacientes donde se compara la supervivencia, parte de los informes son casos documentados de supervivientes, por lo que es probable que el REBOA se haya utilizado en más ocasiones sin lograr un resultado positivo o incluso sin poder ser colocado debido a otras circunstancias.

Por último, todos los datos recopilados no eran mencionados en todos los artículos, como es el caso del tipo de técnica (cREBOA/pREBOA), la utilización de fluoroscopia para obtener el acceso arterial o el método de cierre tras la retirada del catéter. Esto conlleva una mayor dificultad de cara a analizar con mayor profundidad los datos recopilados.

## 6. CONCLUSIONES

1. La OA no repara el sangrado, sino que su finalidad es actuar como puente para el control definitivo de la hemorragia y poder así ganar tiempo.
2. El REBOA actúa como complemento de toda la cadena de supervivencia de un paciente gravemente herido, a la cual se debe añadir el abordaje precoz por el personal sanitario, el protocolo de transfusión masiva, la cirugía de control de daños, los procedimientos endovasculares y un manejo intensivo.
3. Se propone la colocación del REBOA en la zona I para casos de hemorragia abdominal/torso inferior y parada cardiorrespiratoria, mientras que la zona III se reserva para casos de hemorragia pélvica, isquemia de médula espinal o cuando el paciente no soporte la isquemia consecuente a REBOA en zona I.
4. El pREBOA es una alternativa a la OA completa que presenta mayores beneficios, como un tiempo de oclusión más prolongado y una reducción de las complicaciones asociadas a la isquemia distal que suponen un riesgo vital para el paciente.
5. El REBOA ya había resultado ser efectivo en el control de hemorragias en un contexto no traumático, sin embargo, se valora ampliar su uso en situaciones graves como PCR, TEP o shock neurogénico.
6. Se requiere una mayor investigación para determinar la PAS a alcanzar tras la OA, así como una explicación más detallada de las indicaciones de colocación teniendo en cuenta factores externos como la situación basal del paciente. Asimismo, parte de la investigación podría ir enfocada a valorar el REBOA como una técnica de resolución definitiva de la hemorragia en casos seleccionados.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Journal C, Manzano-nunez R, Milena A, Ordo CA, Rodriguez F, Burbano P, et al. Revista Colombiana de Anestesiología endovascular ( REBOA ) en trauma. 2017;5(S 2):30–8.
2. Llompart-Pou JA, Chico-Fernández M. Traumatic critical hemorrhage. Future challenges Hemorragia crítica traumática. Retos futuros. Med Intensiva. 2022;46:217–20.
3. Acciones de enfermería en situaciones de desastre POR : DRA . MIRIAM GÓMEZ ORTEGA. 2016;
4. Pereira BM, Dorigatti AE, Calderon LGMB, Negrão M, Meirelles G, Duchesne JC. Pre-hospital environment bleeding: From history to future prospects. Anaesthesiol Intensive Ther. 2019;51(3):240–8.
5. 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). Vol. 13, World Journal of Emergency Surgery. BioMed Central Ltd.; 2018.
6. Zakaluzny SA, Beldowicz BC, Salcedo ES, Dubose JJ, Moore LJ, Brenner M. Guidelines for a system-wide multidisciplinary approach to institutional resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta implementation. J Trauma Acute Care Surg. 2019;86(2):337–43.
7. Castellini G, Gianola S, Biffi A, Porcu G, Fabbri A, Ruggieri MP, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in patients with major trauma and uncontrolled haemorrhagic shock: a systematic review with meta-analysis. World J Emerg Surg. 2021;16(1):1–12.
8. 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 non-compressible torso hemorrhage patients. World J Emerg Surg. 2017;12(1):1–9.
9. Junior MAFR, Feng CYD, Nguyen ATM, Rodrigues VC, Bechara GEK, Reis R, et al. The complications associated with Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta ( REBOA ). 2018;1–6.
10. Thirlkill 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. Vol. 29, Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. 2021.
11. Napolitano LM. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta: Indications, Outcomes, and Training. Crit Care Clin. 2017;33(1):55–70.
12. Beldowicz BC, Salcedo ES, Galante JM. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in inter-hospital transfers: Two case reports. J Endovasc Resusc Trauma Manag. 2018;2(1):44–8.

13. de Schoutheete JC, Fourneau 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(1):1–11.
14. Bartley MK. Managing noncompressible torso hemorrhage with REBOA. *Nursing (Lond).* 2020;50(4):24–9.
15. Report C, Glaser CDRJ, Teeter W, Gerlach LT, Fernandez CDRN. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta ( REBOA ) as an Adjunct to Damage Control Surgery for Combat Trauma : A Case Report of the First REBOA Placed in Afghanistan. 2017;1(1):58–62.
16. Okada Y, Narumiya H, Ishi W, Iiduka R. Anatomical landmarks for safely implementing resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA) in zone 1 without fluoroscopy. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2017;25(1):1–5.
17. Cheema F, Rivera A, Shah A, Teperman S, Reddy S, Stone ME, et al. Partial aortic occlusion using resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (P-reboa) in ruptured abdominal aortic aneurysm: A case report. *J Endovasc Resusc Trauma Manag.* 2019;3(2):73–6.
18. Parra MW, Ordoñez CA, Mejia D, Caicedo Y, Lobato JM, Castro OJ, et al. Damage control approach to refractory neurogenic shock: A new proposal to a well-established algorithm. *Colomb Med.* 2021;52(2):1–6.
19. Manzano-Nunez R, Escobar-Vidarte MF, Naranjo MP, Rodriguez 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(4):519–26.
20. Daley J, Cannon K, Buckley R, Aydin A, Latich I, Lozada JCP, et al. A research protocol and case report of emergency department endovascular aortic occlusion (Reboa) in non-traumatic cardiac arrest. *J Endovasc Resusc Trauma Manag.* 2020;4(2):88–93.
21. Fiedler MO, Böckler D, Giese H, Popp E, Schmitt FCF, Weigand MA, et al. Case report: Resuscitative endovascular balloon occlusion after iatrogenic injury of the common iliac artery during neurosurgical dorsal lumbar microdiscectomy. *Front Med.* 2023;10(February):1–4.
22. Brede JR, Lafrenz T, Krüger AJ, Søvik E, Steffensen T, Kriesi C, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest: Evaluation of an educational programme. *BMJ Open.* 2019;9(5):1–8.
23. Ramos Perkis JP, Vela Ulloa J, Zinco Acosta A, Achurra Tirado P, Varas J, Ottolino Lavarte P. Implementación de Balón de Resucitación Aortico Endovascular (REBOA) para el control de hemorragia no compresible de torso. *Rev Cir (Mex).* 2021;73(4):514–8.
24. Nilsson MSKF, Pirouzram TLA, Skoog ATP, Kon KIY. The use of aortic balloon occlusion in traumatic

- shock : first report from the ABO trauma registry. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44(4):491–501.
25. 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(December 2018):6–13.
  26. Uchino H, Tamura N, Echigoya R, Ikegami T, Fukuoka T. REBOA - Is it really safe? A case with massive intracranial hemorrhage possibly due to endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA). *Am J Case Rep.* 2016;17:810–3.
  27. Rola P, St-Arnaud P, Timur K, Brede JR. REBOA-Assisted Resuscitation in Non-Traumatic Cardiac Arrest due to Massive Pulmonary Embolism: A Case Report with Physiological and Practical Reflections. *J Endovasc Resusc Trauma Manag.* 2021;5(2):102–7.
  28. Curtis EE, Russo RM, Nordsieck E, Johnson MA, Williams TK, Neff LP, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta during non-ST elevation myocardial infarction : A case report. *2018;0(0):1–5.*
  29. Manley JD, Le AT, Nam JJ. A Case Report of Simultaneous Hypotensive Patients Managed with Concurrent REBOA in a Single-Surgeon Austere Combat Casualty Environment. *2018;2(2):77–80.*
  30. Özkurtul O, Staab H, Osterhoff G, Ondruschka B, Höch A, Josten C, et al. Technical limitations of REBOA in a patient with exsanguinating pelvic crush trauma: A case report. *Patient Saf Surg.* 2019;13(1):1–7.
  31. Coniglio C, Gamberini L, Lupi C, Cavallo P, Tartaglione M, Chiarini V, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta for Refractory Out-of-Hospital Non-Traumatic Cardiac Arrest-A Case Report. *Prehosp Disaster Med.* 2019;34(5):566–8.
  32. Martín Badía I, Marcos Morales A, Barea Mendoza JA, Mudarra Reche C, García Fuentes C, Chico Fernández M. Primera experiencia con el uso de REBOA en traumatismo abdominal y pélvico: a propósito de 2 casos. *Med Intensiva.* 2020;45:29–30.

## 8. ANEXO

Paciente	Referencia	Caso	Entorno	Zona de colocación	Acceso arterial	PAS inicial (mmHg)	Duración oclusión	Hallazgos
1	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 33 años Caída de 25m Fractura y hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFS derecha Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/intensivistas/ urgencias	60	107'	SV Complicaciones: - Trombosis temprana
2	Lendrum et al (2019) UK [25]	M, 24 años Ciclista aplastado por camión Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/intensivistas/ urgencias	-	67'	SV Complicaciones: - Trombosis temprana
	Lendrum et al (2019)	M, 79 años	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8FR	46	87'	Muerte por rotura miocárdica Complicaciones: - Trombosis temprana

3	UK [25]	Atropello por vehículo Hemorragia pélvica			Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias			
4	Lendrum et al (2019) UK [25]	M, 27 años Caída de 18m Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFS derecha Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	-	94'	SV Complicaciones: - Trombosis temprana
5	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 30 años Accidente de tráfico Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	56	79'	SV Control final de la hemorragia con REBOA Complicaciones: - Trombosis temprana
6	Lendrum et al (2019) UK [25]	M, 64 años Atropello por tren Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr	60	80'	SV Control final de la hemorragia con REBOA Complicaciones: - Trombosis temprana

					Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias			
7	Lendrum et al (2019) UK [25]	M, 30 años Atropello por vehículo Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC derecha Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	-	65'	Muerte por lesión cerebral Control final de la hemorragia con REBOA Complicaciones: - Trombosis temprana
8	Lendrum et al (2019) UK [25]	M, 58 años Aplastamiento por camión Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC derecha Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	68	122'	Muerte por PCR Control final de la hemorragia con REBOA
9	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 53 años Ciclista aplastado por hormigonera Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFS izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	65	115'	SV Complicaciones: - Trombosis temprana

10	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 24 años Aplastamiento por apisonadora Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/intensivistas/ urgencias	57	116'	Muerte por FMO Complicaciones: - Trombosis temprana
	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 22 años Accidente de moto Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/intensivistas/ urgencias	91	75'	SV Control final de la hemorragia con REBOA Complicaciones: - Trombosis temprana
	Lendrum et al (2019) UK [25]	H, 73 años Ciclista aplastado por camión Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda Guía ecográfica Vaina 8Fr Colocación por anestesistas/intensivistas/ urgencias	73	138'	Muerte por FMO Complicaciones: - Trombosis temprana
12	Lendrum et al (2019)	M, 38 años	Prehospitalario (LAA)	Zona III	AFC izquierda	40	77'	SV Control final de la hemorragia con REBOA

13	UK [25]	Ciclista aplastado por camión  Hemorragia pélvica			Guía ecográfica  Vaina 8Fr  Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias			Complicaciones:  - Trombosis temprana
	Lendrum et al (2019)  UK [25]	H, 57 años  UDVP – no trauma  Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	-  Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	0	64'	Muerte por hipoxia cerebral
	Lendrum et al (2019)  UK [25]	H, 57 años  UDVP – no trauma  Hemorragia pélvica	Prehospitalario (LAA)	Zona III	-  Colocación por anestesistas/ intensivistas/ urgencias	56	51'	SV
	De Schoutheete et al	H, 25 años	Prehospitalario militar	Zona I	AFC, percutáneo  8min  3 ml para AO	-	30'  pREBOA	Cierre con puntos

17	(2018) Bélgica[13]	Artefacto explosivo			PRAE  Vaina 7Fr  Colocación por cirujano			No información desde la llegada al hospital  Algoritmo decisional MIST
	De Schoutheete et al (2018) Bélgica[13]	M, 54 años  Artefacto explosivo	Prehospitalario militar	Zona I	AFC, corte  9 min  3ml para AO  PRAE  Vaina 7Fr  Colocación por cirujano	-	30'  pREBOA	Complicaciones:  - Trombosis temprana  Cierre con puntos  No información desde la llegada al hospital  Algoritmo decisional MIST
	De Schoutheete et al (2018) Bélgica[13]	H, 40 años  Herida de bala	Prehospitalario militar	Zona I	AFC, corte  5min  3ml para AO  PRAE  Vaina 7Fr  Colocación por cirujano	60	34'  pREBOA	Complicaciones:  - Trombosis temprana  Cierre con parche  No información desde la llegada al hospital  Algoritmo decisional MIST
18	Martín Badía et al (2021)	H, 44 años  Caída de un 7ºpiso	Urgencias	Zona I	AFC  Vaina 6Fr	50	48'  cREBOA	SV  Traqueostomía percutánea por FMO  No complicaciones REBOA

20	España [32]	Traumatismo torácico						21 días en UCI  Dos primeros casos publicados en España (19 y 20)
	Martín Badía et al (2021) España [32]	H, 67 años  Caída desde 12m  Fractura sacra	Urgencias	Zona III	AFC derecha  Vaina 6Fr	45	67' cREBOA	SV  Traqueostomía percutánea por FMO  Síndrome compartimental + amputación  31 días en UCI  Dos primeros casos publicados en España (19 y 20)
	Ramos Perkis et al (2021) Chile [23]	M, 25 años  Caída de 10m  Fractura de pelvis	Urgencias	Zona III	AFC derecha  Vaina 7Fr	50	29'	SV  Primer reporte en Chile para control temporal de HNCT de origen traumático  Angiografía tras cirugía para comprobar la permeabilidad  Extubación día 7
21	Report et al (2017)	H, 18 años  Herida de bala	Quirófano militar	Zona I	AFC, corte  2-3min  10 cc para OA	62	10'	SV  Primer caso en Afganistán para control temporal de hemorragia

22	Afghanistan [15]	Hemorragia abdominopélvica			PRAE  Vaina 5Fr → 10 Fr (7Fr no disponible)  Colocación por cirujano			Cierre con puntos  Alternativa: ajuste del balón en zona III  Angiografía tras cirugía para comprobar la permeabilidad
	Manley et al (2018) USA [29]	H  Artefacto explosivo  Hemorragia abdominal (ecoFAST +)	Centro quirúrgico militar	Zona I	AFC derecha  8ml para OA  PRAE  Guía ecográfica  Vaina 5Fr → 7Fr  Colocación por cirujano	90	28'  +  5'  pREBOA	SV hasta traslado a hospital  Cierre por compresión manual  Paciente 23 y 24 simultáneos: manejo quirúrgico mientras paciente 24 era estabilizado con REBOA.  Angiografía tras cirugía para comprobar la permeabilidad
23	Manley et al (2018) USA [29]	H  Artefacto explosivo  Hemorragia abdominal (ecoFAST +)	Centro quirúrgico militar	Zona I	AFC izquierda  8ml para OA  PRAE  Guía ecográfica  Vaina 5Fr → 7Fr  Colocación por cirujano	80	12'  cREBOA	SV hasta traslado a hospital  Cierre por compresión manual  Paciente 23 y 24 simultáneos: estabilización con REBOA mientras paciente 23 estaba en quirófano  Angiografía tras cirugía para comprobar la permeabilidad

25	Uchino et al (2016)	M, 86 años  Atropello por vehículo  Hemorragia subaracnoidea, hemorragia pélvica y fractura de columna	Urgencias	-	-  Colocación por cirujano	70	-	Muerte por masiva hemorragia intracraneal  No existe evidencia de que REBOA haya sido responsable de la hemorragia pero podría haber empeorado el sangrado al aumentar el flujo y la presión carotidea
	Japón [26]							
26	Özkurtul et al (2019)	M, 17 años  Atropello por camión	Urgencias	-	AFC izquierda	-	-	Muerte en quirófano  Falta de colocación del catéter ER-REBOA por rotura iliaca externa  No se pudo evaluar si se trató de una complicación relacionada con la inserción de la vaina o por el mismo accidente
	Alemania [30]	Aplastamiento pélvico exanguinante						
27	Cheema et al (2019)	H, 71 años  Hemorragia retroperitoneal por ruptura de AAA de 9,6cm	Quirófano	Zona I	AFC derecha  Guía ecográfica  Vaina 7Fr  Colocación por cirujano	60	120' pREBOA	Muerte por FMO en el posoperatorio  PAS de 30-40 mmHg con 0,5-1cc cada 30seg durante la operación para el control de la hemorragia proximal  Primer caso de pREBOA para ruptura de AAA
	USA [17]							

28	Rola et al (2021) Noruega [27]	M, 36 años PCR por TEP	Urgencias	Zona I	AFC izquierda Guía ecográfica Confirmación ETE Colocación intensivista por	60	10'	Muerte Desinflado 1' cada 10' para evitar isquemia Retorno a circulación espontánea tras inflado de REBOA
	Fiedler et al (2021) Alemania [21]	M, 53 años Complicación intraoperatoria PCR tras lesión arterial en cirugía de radiculopatía L5	Quirófano	Zona I	AFC izquierda 7min para AO Confirmación ETE Vaina 6Fr → 12 Fr Colocación por cirujano	-	90'	SV sin secuelas neurológicas Retorno a circulación espontánea; complemento en la cadena de reanimación en PCR Síndrome compartimental y ligero hematoma subdural
	Beldowicz et al (2018) USA [12]	H, 43 años Accidente de moto Hemorragia pélvica	Urgencias – traslado interhospitalario	Zona I	AFC derecha, percutáneo Vaina 7Fr Colocación por cirujano	70	113' pREBOA → cREBOA	SV Transporte interhospitalario: cREBOA con 4ml durante el trayecto por los paramédicos (indicaciones del cirujano) Angiografía tras cirugía para comprobar la permeabilidad Shock séptico, FMO con necesidad de ECMO, parálisis bilateral de EEII en el posoperatorio

31								Alta al día 68  Primeros casos en ámbito de transferencia interhospitalaria en EEUU (30 y 31)
	Beldowicz et al (2018)  USA [12]	H, 60 años  Atropello por vehículo  Hemorragia pélvica	Urgencias – traslado interhospitalario	-	AFC derecha, percutáneo  Colocación por cirujano	-	23' (1er episodio)  24' (2º episodio)	Muerte por PCR en el segundo perioperatorio  Despliegue de REBOA en 1er episodio preoperatorio en urgencias y en 2º episodio durante el traslado interhospitalario (cirujano presente)  Primeros casos en ámbito de transferencia interhospitalaria en EEUU (30 y 31)
32	Curtis et al (2018)  USA [28]	M, 71 años  Accidente de tráfico  SCASEST tras RCP	Urgencias	Zona III	AFC derecha, percutáneo  Guía ecográfica  PRAE → rx abdominal  Vaina 5Fr → 7Fr	45	10' cREBOA	SV, resolución ECG  REBOA para control de la hemorragia en el preoperatorio tras observar en ECG depresiones del segmento ST y una elevación en aVR  Se había colocado previamente por si fuese necesario para RCP, pero no se utilizó  Angiografía para comprobar la permeabilidad  Traslado para recuperación día 14

33	Nilsson et al (2017) n=96 6 países diferentes (Japón 67%) Entre 2011 y 2016 [24]	H 68%, 52±22años Traumatismo cerrado (abdominal y pélvico más frecuente) 88%	Urgencias 66%	Zona I (más frecuente)	AFC Sin guía ecográfica 84% Vaina 7Fr 39% (otros: 10 Fr u 11 Fr) Colocación por médico de urgencias/intensivista 67%	60 aprox. (mayor en pREBOA)	>60' en el 38% para cREBOA y 14% para pREBOA	Muerte en el 48% para pREBOA y 64% para cREBOA (56% día 30) 90% sobrevivieron en urgencias Complicaciones: - Síndrome compartimental (3 casos en cREBOA, 0 casos en pREBOA) - Migración y ruptura del balón (5 casos en pREBOA, 2 casos en cREBOA) - Embolización distal (2 casos en cREBOA, 1 caso en pREBOA) - FMO (6/18 en cREBOA, 4/11 en pREBOA) Alta UCI día 5 aprox.
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2. Casos clínicos REBOA

AFS = arteria femoral superficial; AFC = arteria femoral común; SV = supervivencia; PRAE = puntos de referencia anatómicos externos; M = mujer; H = hombre; LAA = ambulancia aérea de Londres; UDVP = usuarios de drogas por vía parenteral; FMO = fallo multiorgánico; PCR = parada cardiorrespiratoria; AO = oclusión aórtica; ETE = ecografía transesofágica; TEP = tromboembolismo pulmonar; AAA = aneurisma de la aorta abdominal; HNCT = hemorragia no compresible del torso; cREBOA = REBOA completo; pREBOA = REBOA parcial