

Indicações e resultados para o uso expandido da oclusão ressuscitativa por balão endovascular da aorta - REBOA.

Expanding indications and results for the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta - REBOA.

MARCELO AUGUSTO FONTENELLE RIBEIRO JÚNIOR^{1,2}; ANDRESSA DANIEL MAURÍCIO³; CASSIA TIENI KAWASE COSTA³; PAOLA REZENDE NÉDER³; SAMARA DE SOUZA AUGUSTO³; SALOMONE DI-SAVERIO⁴; MEGAN BRENNER⁵

R E S U M O

A oclusão ressuscitativa por balão endovascular da aorta (REBOA) é utilizada para controlar hemorragias não compressíveis do tronco como uma opção menos invasiva e com menos distúrbios fisiológicos quando comparado à toracotomia de emergência com clampeamento da aorta. Isso permite a melhora dos parâmetros hemodinâmicos até que a cirurgia definitiva seja realizada. É utilizada no trauma como uma medida para prevenir o colapso hemodinâmico em pacientes que estão em choque hemorrágico grave, mantendo a perfusão do cérebro e do coração enquanto diminui o sangramento distal até que o controle da hemorragia possa ser realizado. As principais complicações relatadas são insuficiência renal aguda, amputações de membros inferiores e óbitos. O objetivo desse estudo foi avaliar a expansão do uso do REBOA em situações não traumáticas de outras áreas da medicina, assim como, avaliar os resultados obtidos até o momento. Uma pesquisa *online* do PubMed, Medline e SciELO foi realizada com o termo "REBOA" nos últimos cinco anos, e os artigos incluídos foram os 14 que descrevem especificamente o uso do REBOA para condições não traumáticas. Os resultados sugerem que o uso do REBOA levou a um melhor controle do sangramento e aumento da pressão arterial, reduzindo a necessidade de transfusão de sangue e permitindo que os pacientes sobrevivam ao tratamento definitivo das lesões. Concluindo, o uso expandido do REBOA para emergências não traumáticas parece ser eficaz, mas estudos prospectivos e protocolos bem estabelecidos devem ser desenvolvidos para maximizar os resultados.

Descritores: Hemorragia. Hipovolemia. Hemorragia Gastrointestinal. Hemorragia Uterina. Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos.

INTRODUÇÃO

O uso da Oclusão Ressuscitativa por Balão Endovascular da Aorta (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta - REBOA) foi descrito pela primeira vez por Hughes, durante a Guerra da Coreia, em 1954, com o objetivo de controlar hemorragia traumática¹. Séries de casos e estudos das décadas seguintes descreveram seu uso para hemorragia não traumática, bem como, o desenvolvimento e implementação do REBOA para controle temporário da hemorragia em aneurisma de aorta abdominal (AAA) roto²⁻⁴. Os conflitos no Iraque e no Afeganistão aumentaram o interesse no desenvolvimento de abordagens endovasculares para o controle da hemorragia, considerando que os sangramentos não compressíveis de tronco são

responsáveis por altas taxas de mortalidade. Desde então, o uso do procedimento vem aumentando em cenários civis para a hemorragia traumática⁵⁻⁷. Os resultados obtidos com o uso do balão estimularam o desenvolvimento de modelos de treinamento para cirurgiões do trauma em colaboração com cirurgiões militares, o que permitiu o desenvolvimento de crescente experiência com a utilização do REBOA e o surgimento de resultados preliminares. Com o interesse renovado no uso do REBOA para o manejo da hemorragia no trauma, surgiram novos cateteres que reduziram o número de etapas e dispositivos necessários para a oclusão da aorta. O fator acima, em conjunto com a padronização da técnica e das plataformas de treinamento, ajudaram a tornar a adoção e a implementação mais difundidas⁸.

1 - Hospital Moriah, Serviço de Cirurgia do Trauma, São Paulo, SP, Brasil. 2 - Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual de São Paulo (IAMSPE), Programa de Pós-Graduação Stricto sensu em Ciências da Saúde, São Paulo, SP, Brasil. 3 - Universidade Santo Amaro (UNISA), Curso de Medicina, São Paulo, SP, Brasil. 4 - Cambridge University NHS Foundation Trust, Cambridge Biomedical Campus, Department of Surgery, Cambridge, UK, Inglaterra. 5 - Riverside University Health System, Surgical Research, Moreno Valley, CA, Estados Unidos da América.

Em resumo, a técnica consiste na inserção de um cateter balão na aorta por meio de uma pequena bainha introduzida na artéria femoral comum (AFC). O balão é insuflado na aorta abdominal acima da origem estimada do sangramento⁷. A insuflação na zona I (entre a artéria subclávia esquerda e o tronco celíaco) é indicada para hemorragia intra-abdominal, e a zona III (entre as artérias renais e a bifurcação da aorta)

para hemorragia pélvica juncional ou de extremidade alta (Figura 1)^{7,9}. A inserção do cateter balão na AFC pode ser guiada por marcadores anatômicos por meio de punção, dissecação cirúrgica ou ultrassonografia, enquanto a confirmação do posicionamento pode ser realizada através de exames de imagem, como radiografia ou fluoroscopia, ou por palpação manual, no caso de laparotomia exploradora^{5,6}.

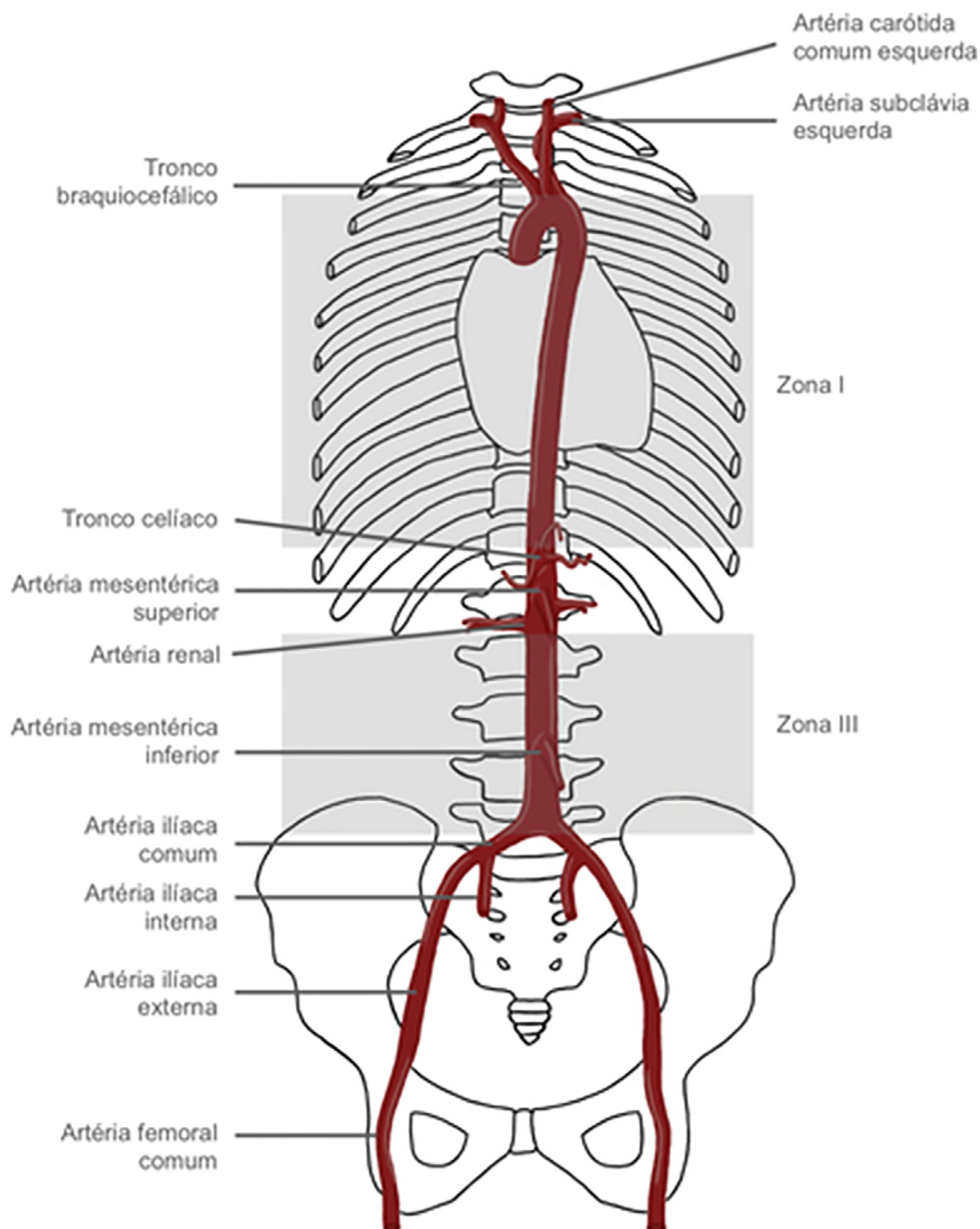


Figura 1. Zonas de oclusão aórtica.

A partir do uso convencional do REBOA com oclusão completa da aorta, foram desenvolvidas variações, que consistem em oclusão parcial ou intermitente. O objetivo da oclusão parcial ou intermitente é reduzir a carga fisiológica associada à isquemia dos tecidos distais^{7,9}. Russo *et al.* compararam a oclusão total e parcial em um modelo suíno de choque hemorrágico e constataram que o REBOA parcial é capaz de reduzir os efeitos deletérios da oclusão total da aorta, permitindo uma maior duração do procedimento. O estudo demonstrou que o REBOA parcial mantém a pressão arterial média (PAM) mais próxima dos valores fisiológicos durante e após o término da intervenção, evitando os extremos hemodinâmicos associados à oclusão completa e, conseqüentemente, resultando em menor dano aos órgãos vitais e menor exacerbação das lesões pré-existentes. Além disso, o REBOA parcial reduz a carga metabólica sistêmica de isquemia e inflamação, reduzindo seus impactos e as disfunções orgânicas, quando comparado ao REBOA total^{10,11}. O REBOA intermitente consiste em um período pré-determinado com o balão totalmente insuflado, seguido do seu esvaziamento gradativo e nova insuflação, todos em momentos pré-determinados¹²⁻¹⁴. Estudos translacionais com suínos relataram menor mortalidade, maior sobrevida e menor número de complicações nos grupos submetidos ao REBOA intermitente, em comparação ao REBOA contínuo¹².

Complicações podem ocorrer durante todos os momentos do procedimento, e têm sido descritas recentemente⁹. As complicações relacionadas ao acesso arterial incluem incapacidade de obter o acesso, sangramento, punção no local incorreto, punção venosa, além de lesões vasculares iatrogênicas, como dissecação aórtica, ruptura e perfuração, levando à embolização, embolia aérea e isquemia periférica^{6,8,9}.

Durante a inserção do cateter balão, as principais complicações que podem ocorrer são incapacidade técnica para obter acesso a AFC ou de localizar o cateter no nível pretendido. Durante a insuflação do balão, os riscos são ruptura do balão e lesão arterial. Na oclusão, as possíveis complicações incluem exacerbação de lesões traumáticas proximais, migração ou prolapso do balão, aumento da isquemia, aumento da isquemia distal ao balão, aumento da pressão arterial proximal acima do balão, trombose, dissecação e/ou ruptura da aorta. Na desinsuflação do balão pode ocorrer colapso cardiovascular, hipotensão, trombose, ruptura do coágulo, retomada da hemorragia, hipercalemia e acidose. Por fim, durante a remoção do cateter, há possibilidade de desenvolvimento de hematoma, pseudoaneurisma, tromboembolismo, dissecação arterial e isquemia de membros, levando à amputação^{3,6,9}. Joseph *et al.* avaliaram as complicações e mortalidade do REBOA em um estudo retrospectivo de caso-controle, com 420 pacientes entre os grupos REBOA (n=140) e não REBOA (n=280), e concluíram que o uso do REBOA não mostrou diferença significativa na transfusão sanguínea em quatro horas e 24 horas, e foi associado à maiores taxas de complicações, como lesão renal aguda e amputações de membros inferiores e mortalidade mais alta¹⁵. Devido a todas as complicações descritas, é indispensável o treinamento adequado das equipes para realizar o procedimento com segurança, identificar e gerenciar as complicações e selecionar apropriadamente os pacientes que podem se beneficiar do REBOA^{2,5,15}.

Considerando o crescente número de indicações para o uso do REBOA não apenas em trauma, mas também em outras condições cirúrgicas, o objetivo deste estudo é identificar outras áreas em que o uso do REBOA possa causar impacto na redução da mortalidade relacionada a grandes sangramentos.

MÉTODOS

Uma pesquisa *online* do PubMed, Medline e SciELO foi realizada com o termo "REBOA", nos últimos cinco anos, resultando em 373 artigos. Destes, após excluídos os artigos duplicados, foram selecionados aqueles com o título com indicações não usuais, resultando em 17 artigos. Após a avaliação dos textos completos, foram excluídos três artigos devido ao tipo de estudo (experimental) ou à indicação de trauma torácico penetrante (contra-indicação atual).

Os artigos incluídos foram os 14 que descrevem especificamente o uso do REBOA para condições não traumáticas.

RESULTADOS

Os artigos, em sua maioria relatos de casos, foram agrupados de acordo com a indicação em pacientes com hemorragias abdominais não traumáticas, as principais sendo sangramento gastrointestinal, aneurisma, sangramento iatrogênico e sangramento de origem desconhecida (Tabela 1)¹⁶⁻²².

Tabela 1. Hemorragia abdominal não traumática.

Autor	Ano de publicação	Tipo de estudo	Indicação	Número de pacientes	Desfecho
Weltz <i>et al.</i> ¹⁶	2015	Estudo de caso	Sangramento da artéria intercostal esquerda durante o desbridamento retroperitoneal por videolaparoscopia em pancreatite necrosante infectada.	1	Não ocorreu nenhuma complicação durante o procedimento. Após 18 dias de internação, o paciente recebeu alta hospitalar.
Sano <i>et al.</i> ¹⁷	2016	Estudo retrospectivo e revisão bibliográfica	Úlcera gástrica, úlcera do duodeno, sangramento anastomótico, aneurisma da artéria gástrica esquerda, câncer de esôfago.	8 casos no estudo retrospectivo e 4 casos na revisão	Após o REBOA, a pressão arterial sistólica aumentou significativamente. Fortes correlações positivas foram encontradas entre o tempo total de oclusão da REBOA e a alta concentração de lactato e entre o escore clínico de Rockwall e a idade, respectivamente.
Lee <i>et al.</i> ¹⁸	2016	Estudo de caso	Paciente com cirrose hepática de origem alcoólica apresentando hematoquezia, com fonte de sangramento desconhecida.	1	A pressão arterial sistólica aumentou abruptamente de 57 para 108 mmHg. O paciente morreu após ressangramento maciço 24 horas após a admissão.

continua...

...continuação

Autor	Ano de publicação	Tipo de estudo	Indicação	Número de pacientes	Desfecho
Ologun <i>et al.</i> ¹⁹	2017	Estudo de caso	Ruptura espontânea de aneurisma da artéria esplênica.	1	O curso pós-operatório do paciente foi complicado por pneumonia, insuficiência respiratória aguda, que necessitou de ventilação mecânica prolongada e lesão renal aguda.
Matsumura <i>et al.</i> ²⁰	2017	Estudo retrospectivo	Sangramento gastrointestinal, aneurisma visceral, aneurisma da aorta abdominal, pós-cirurgia abdominal e outros.	31	O REBOA contribuiu para o controle do choque hemorrágico refratário em pacientes não traumatizados e traumatizados. O choque hemorrágico subdiafragmático foi principalmente causado por sangramento em um único local e sua sobrevida em 24 horas foi melhor do que a hemorragia traumática em uma população japonesa submetida à REBOA. No entanto, a mortalidade hospitalar no grupo REBOA não traumatizado aumentou gradualmente durante um período prolongado por causas não hemorrágicas.
Hoehn <i>et al.</i> ²¹	2018	Relatório	Aneurisma visceral roto, hemorragia gastrointestinal, pancreatite necrosante hemorrágica, laceração hepática iatrogênica, sangramento da artéria renal, hemorragia da artéria ilíaca direita.	11	O controle cirúrgico definitivo da fonte de sangramento foi obtido por abordagem cirúrgica aberta (n=6) e abordagem cirúrgica e endovascular combinada (n=4). Sobrevida hospitalar foi de 64%. Não houve complicações locais.

continua...

...continuação

Autor	Ano de publicação	Tipo de estudo	Indicação	Número de pacientes	Desfecho
Goodenough <i>et al.</i> ²²	2018	Estudo de caso	Dissecção iatrogênica do tronco celíaco após tentativa de revascularização da isquemia mesentérica crônica.	1	A intervenção precoce com o REBOA estabilizou o paciente e permitiu que o paciente fosse transportado para o centro cirúrgico para um manejo definitivo.

Para as causas obstétricas, a principal indicação se deu a partir da placenta mórbida aderente (Morbid Adherent Placenta - MAP), onde o REBOA foi usado como profilaxia em cesarianas eletivas a fim de reduzir o sangramento intraoperatório. Ainda em relação à MAP, o REBOA foi utilizado em gestantes com choque hemorrágico já estabelecido durante a cesárea.

Outra indicação foi para a hemorragia pós-parto (Tabela 2)^{20,23-28}.

Entre os estudos descritos, os principais benefícios do uso do REBOA foram o controle da hemorragia e a elevação da pressão arterial, reduzindo a necessidade de transfusão sanguínea e permitindo que os pacientes atingissem o tratamento definitivo das lesões^{16-20,22-24,26,27,29}.

Tabela 2. Hemorragia obstétrica.

Autor	Ano de publicação	Tipo de estudo	Indicação	Número de pacientes	Resultados
Matsumura <i>et al.</i> ²⁰	2017	Estudo retrospectivo	Eventos derivados de obstetrícia e ginecologia.	5	REBOA contribuiu para a recuperação do choque hemorrágico refratário em pacientes sem trauma e traumatizados. O choque hemorrágico subdiafragmático não traumático foi frequentemente causado por sangramento em um único local e sobrevivida de 24 horas foi melhor do que a hemorragia traumática em uma população japonesa submetida à REBOA. No entanto, a mortalidade hospitalar no grupo REBOA sem trauma aumentou gradualmente durante um período prolongado para causas não hemorrágicas.
Stensaeth <i>et al.</i> ²³	2017	Estudo prospectivo	Hemorragia pós-parto com risco de vida.	36	A taxa de sucesso da técnica foi de 100%, sem mortes relacionadas ao REBOA.

continua...

...continuação

Autor	Ano de publicação	Tipo de estudo	Indicação	Número de pacientes	Resultados
Okada <i>et al</i> ²⁴ .	2017	Relato de caso	Choque hemorrágico devido à ruptura uterina com placenta acreta.	1	REBOA pode ser útil para suporte hemodinâmico materno, para prevenir parada cardíaca e contribuir para um campo cirúrgico seco.
Manzano-Nunez <i>et al</i> ²⁵ .	2018	Revisão sistemática	Placenta mórbida aderente (MAP).	336	A colocação pré-operatória do REBOA resultou em menores volumes estimados de perda sanguínea em comparação com o parto cesárea tradicional. Complicações de acesso arterial ocorreram em dois pacientes e não houve mortes maternas.
Ordoñez <i>et al</i> ²⁶ .	2018	Estudo terapêutico (revisão sistemática, meta-análise e series de casos)	Cesárea eletiva em gestantes com MAP.	12 (série de casos) e 441 (revisão sistemática e meta-análise)	A síntese quantitativa (meta-análise) encontrou que o uso do REBOA como profilaxia para a prevenção de grandes hemorragias foi associado com menor quantidade de hemorragia intraoperatória e menor necessidade de transfusões de hemoderivados.
Greer <i>et al</i> ²⁷ .	2018	Relato de caso	Placenta acreta.	1	Oclusão da artéria íliaca externa proximal à inserção do cateter após o uso do REBOA.
Manzano-Nunez <i>et al</i> ²⁸ .	2018	Revisão	Placenta aderente.	-	REBOA é uma intervenção cirúrgica viável e segura que é eficaz na redução do volume de perda de sangue e transfusões em mulheres grávidas com placenta mórbida aderente em cesariana. Redução da mortalidade materna.

DISCUSSÃO

Hemorragia abdominal não traumática

Matsumura *et al.* compararam os desfechos do uso do REBOA em hemorragias traumáticas e não traumáticas (n=36), dentre as quais estão

diversas indicações. A análise deste estudo foi realizada de maneira segmentada, considerando os dois grandes grupos: hemorragia abdominal não traumática (n=31) e hemorragia obstétrica (n=5)²⁰. Entre os estudos que relataram o uso do REBOA para sangramento abdominal não traumático, foram encontrados 58 casos.

O uso do REBOA demonstrou ser efetivo na contenção dos sangramentos e estabilização hemodinâmica, com aumento da pressão arterial sistólica e preservação da perfusão do miocárdio e do cérebro. Esta estabilização permitiu o encaminhamento de alguns pacientes para a realização de exames complementares e para o controle cirúrgico definitivo das lesões^{16-20,22}. Além disso, Goodenough *et al.* relataram que o REBOA permitiu a redução no uso de noradrenalina após a insuflação do balão²².

Com relação às complicações sistêmicas relatadas, Ologun *et al.*, em relato de caso, descreveram que o paciente apresentou pneumonia, falência respiratória aguda com ventilação mecânica prolongada, lesão renal aguda (atribuída à hipotensão grave prolongada durante os períodos pré e perioperatório), evoluindo para realização de traqueostomia e, finalmente, estava aguardando a transferência para uma instituição de longa permanência¹⁹. Hoehn *et al.* relataram que não houve complicações devido ao uso do REBOA, mas seis dos 11 pacientes avaliados apresentaram complicações sistêmicas: quatro pacientes com lesão renal aguda com necessidade de hemodiálise, um caso de isquemia intestinal e um de pneumonia. Não está claro quanto a se o REBOA contribuiu para estas complicações sistêmicas, já que as taxas de lesão renal aguda e falência respiratória são altas em pacientes com episódios similares de choque hemorrágico e doença crítica prolongada²¹.

Sano *et al.* relataram um óbito entre os quatro casos, e dois entre os oito pacientes de seu estudo retrospectivo tiveram falha no tratamento definitivo¹⁷. No relato de caso de Lee *et al.* o paciente morreu por ressangramento maciço da lesão 24 horas após a admissão¹⁸. No estudo de Matsumura *et al.*, no grupo de pacientes com hemorragia abdominal não traumática, houve mortalidade total de 23 pacientes, sendo sete nas primeiras 24 horas.

As causas foram: síndrome de disfunção de múltiplos órgãos (n=13), hemorragia (n=4), outras causas ou causa desconhecida (n=4) e encefalopatia por hipóxia (n=2). A maior taxa de mortalidade destes pacientes em longo prazo, quando comparados com os pacientes com hemorragia traumática, está relacionada a fatores como idade avançada, presença de comorbidades, sequelas pós-operatórias, entre outras²⁰. Hoehn *et al.* relataram, entre os 11 pacientes avaliados, uma taxa de mortalidade hospitalar de 36% (n=4), com uma morte por hemorragia incontrolável (antes da realização do REBOA) e uma morte por intolerância à desinsuflação do balão²¹. Os outros estudos não relataram mortalidade^{16,19,22}.

Atualmente, o uso do REBOA em hemorragias abdominais não traumáticas baseia-se principalmente em relatos de casos, com uma falta de evidência de alto nível na literatura para sua indicação nestes cenários^{16,18,19,21,22}. Estudos prospectivos devem ser realizados para esclarecer o papel do REBOA nestes casos^{17,20}. Muitos autores sugerem que, apesar das possíveis complicações e da ausência de evidência forte, o REBOA poderia ser útil como um passo em direção ao tratamento definitivo se utilizado em cenários clínicos apropriados, quando as outras opções de controle do sangramento forem inviáveis, mórbidas, ou não imediatamente disponíveis^{16,18}. Matsumura *et al.* sugerem que casos de choque hemorrágico subdiafragmático não traumático parecem ser mais controláveis com REBOA e que, apesar das limitações de seu estudo, o REBOA pode melhorar desfechos clínicos para pacientes não traumáticos²⁰.

Em outro estudo, o tempo total de oclusão da aorta, condições prévias do paciente, como escore de Rockall (risco estimado de ressangramento e morte em um paciente com úlcera péptica hemorrágica), e a concentração do lactato sérico durante a oclusão, foram correlacionados com desfechos para pacientes que receberam o REBOA¹⁷.

Hemorragia obstétrica

A principal indicação para o uso do REBOA em gestantes com MAP é hipotensão grave decorrente de hemorragia intraoperatória. Duas revisões sistemáticas e uma série de casos descrevem o uso do REBOA como medida profilática em mulheres com MAP durante cesarianas eletivas (n=787) a fim de reduzir a perda sanguínea e o volume transfundido^{25,26}. Também foi utilizado para controlar o choque hemorrágico em gestantes com MAP (n=4) e controle de hemorragia pós-parto (n=36)^{23-25,27}. O uso do REBOA se mostrou efetivo na estabilização do sangramento e na elevação da pressão arterial sistólica^{23,24,26,27}.

Estudos nesta área vêm demonstrando que o uso do REBOA durante o parto cesárea em mulheres com MAP resulta em menor perda sanguínea, assim como, redução do volume de sangue transfundido^{20,21,23}.

As consequências do REBOA para o feto e recém-nascido não têm sido extensivamente reportadas. Ordoñez *et al.* descreveram que não houve diferença significativa do índice de APGAR entre o grupo controle e o do REBOA, sem registro de APGAR <4 (no primeiro e quinto minutos)²⁶. Entretanto, Okada *et al.* referem em seus relatos que o APGAR observado foi 1 (primeiro minuto) e 5 (quinto minuto). Uma definição mais precisa dos efeitos da utilização do REBOA para os neonatos poderá ser observada, uma vez que o número de casos estudados aumente. Mais estudos do uso do REBOA em gestantes com MAP devem ser realizados a fim de analisar as repercussões para o recém-nascido²⁴.

Complicações do procedimento relacionadas à inserção do REBOA ocorreram em 0,6% dos pacientes no estudo de Ordoñez *et al.*²⁶. A respeito das complicações pós-operatórias, Greer *et al.* relataram oclusão por trombo da artéria íliaca externa, sendo que Stensaeth *et al.* relataram oclusão por trombo da artéria femoral.

Não ocorreram outras complicações relacionadas ao REBOA ou mortes maternas^{23,27}.

Séries de casos do uso de REBOA para MAP e hemorragia peri ou pós-parto sugerem ser uma intervenção temporária viável, segura e efetiva^{25,28}.

Perspectivas futuras

Algumas das novas perspectivas no uso da REBOA estão relacionadas à sua aplicação para hemorragia torácica por trauma penetrante e parada cardíaca não traumática²⁹⁻³¹. Em um estudo de Ordoñez *et al.*²⁶, sete pacientes instáveis com hemorragia torácica por trauma torácico penetrante foram submetidos ao REBOA e à esternotomia mediana simultaneamente, o que permitiu imediato controle proximal da hemorragia acima do nível de oclusão aórtica. Dos sete pacientes, quatro foram por arma de fogo e três por arma branca. Seis dos pacientes sofreram hemorragia vascular intratorácica pelas artérias subclávias (n=2), artérias mamárias internas (n=2), arco aórtico (n=2) e cinco em veias maiores centrais: veia inominada (n=1), veia jugular interna (n=1), veia subclávia (n=2), veia mamária (n=1). Quatro pacientes tiveram uma lesão pulmonar associada²⁹.

O uso de REBOA para o controle da lesão vascular intratorácica não tem sido amplamente recomendado, já que o controle imediato da hemorragia proximal pode ser necessário para prevenir o agravamento da lesão. Um relato de caso demonstra que o REBOA realizado simultaneamente com a esternotomia mediana é um meio viável e eficaz de controlar a hemorragia mais proximal à oclusão e melhorar a perfusão do coração e do cérebro. Dos sete pacientes estudados, apenas um morreu por exsanguinação, o que não pode ser atribuído apenas ao uso de REBOA. Uma complicação após o uso do REBOA foi o sangramento gastrointestinal superior. Apesar do número de casos ser pequeno, os resultados sugerem que, em situações específicas

(capacidade de obter controle proximal concorrente de hemorragia via esternotomia ou toracotomia), o REBOA para trauma torácico penetrante pode ser uma opção viável em ambientes ricos em recursos com provedores experientes em REBOA e procedimentos torácicos emergentes²⁹.

Dois estudos relacionados à parada cardíaca não traumática foram analisados, sendo uma revisão avaliando estudos experimentais e relatos de caso, e um estudo experimental em modelos suínos^{30,31}. Daley *et al.*²⁹, avaliando modelos animais, demonstraram que o REBOA é capaz de melhorar a perfusão cerebral e coronariana durante a ressuscitação, levando à maiores taxas de retorno à circulação espontânea e menor mortalidade.

Em um relato de caso com dois indivíduos, houve aumento na pressão de perfusão coronária. No caso de uma mulher de 74 anos de idade, em parada cardíaca assistólica por infarto do miocárdio, após 30 segundos de oclusão aórtica houve retorno espontâneo da respiração e do pulso, e a paciente foi liberada do hospital sem déficit neurológico. Além disso, dispositivos de perfusão seletiva de arco aórtico (Selective Aortic Arch Perfusion - SAAP), que permitem a infusão de substâncias como hemoglobina purificada ou vasopressina diretamente acima da região ocluída pelo balão, podem melhorar a pressão de perfusão coronariana e as taxas de sobrevivência, sem efeito sobre o fluxo sanguíneo cerebral. Com relação à factibilidade do REBOA, o principal aspecto técnico que dificulta sua utilização é o acesso à artéria femoral, que pode ser facilitado com o uso de ultrassom. Apesar dos benefícios descritos, identificar aqueles pacientes que poderiam se beneficiar do procedimento é difícil: parada cardíaca com etiologia reversível elegível para tratamento imediato após 20 minutos de falha nos procedimentos tradicionais de ressuscitação ou se o paciente demonstrar sinais de vida.

Apesar dos estudos experimentais disponíveis, demonstrando que o REBOA representa uma tecnologia promissora no suporte de vida durante a parada cardíaca não traumática, são necessários mais estudos clínicos antes da sua adoção³⁰.

Dogan *et al.*³⁰ realizaram um estudo experimental com 27 suínos para avaliar a efetividade do REBOA durante a ressuscitação, comparando diferentes pontos de oclusão aórtica. Para isso, uma subdivisão em zona I foi proposta acima da margem cardíaca superior (Ia), atrás do contorno cardíaco (Ib), e abaixo da margem cardíaca inferior (Ic). Após a avaliação de critérios como pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pH e lactato arterial, a conclusão foi que a oclusão na subzona Ic durante a parada cardíaca pode ser mais eficiente do que na subzona Ib, em termos de pressão arterial e lactato. Ambas as subzonas foram associadas a um equilíbrio ácido-base melhor do que no grupo controle. Portanto, o nível de oclusão pode ser um critério importante no uso do REBOA para parada cardíaca não traumática³¹.

Em ambos os artigos, o uso do REBOA para parada cardíaca foi capaz de melhorar a pressão arterial média, a perfusão cerebral e miocárdica, e o perfil hemodinâmico do paciente durante a ressuscitação. Apesar disso, ambos sugerem novas pesquisas e ensaios randomizados para determinar os benefícios do REBOA como uma ferramenta auxiliar nessas situações^{30,31}.

CONCLUSÃO

O uso do REBOA em emergências não traumáticas pode ser seguro e efetivo. Estudos prospectivos e protocolos para sua implementação devem ser desenvolvidos para incluir o REBOA como uma modalidade para o tratamento de pacientes em choque hemorrágico.

ABSTRACT

Currently, resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) is used in trauma surgery for controlling non-compressible torso hemorrhages, as a less invasive option and with fewer physiologic disturbances compared with an invasive emergent thoracotomy for aortic cross-clamping. This can allow improvements in hemodynamic parameters until definitive surgery is performed. REBOA is also used in trauma to prevent hemodynamic collapse in patients who are in severe hemorrhagic shock, as a method to maintain perfusion of the brain and heart while decreasing distal bleeding until hemorrhage control can take place. The major complications reported are acute kidney injury, lower leg amputations, and even death. As experience with REBOA in emergency surgery grows, new indications have been described in the literature. The aim of this study was to assess the expansion of the use of REBOA in other areas of medicine, as well as evaluating the current published series. We performed an online search of PubMed, Medline and SciELO with the term "REBOA" in the last five years, and the articles included were the 14 specifically describing the use of REBOA for non-traumatic conditions. The results suggest that the use of REBOA led to improved bleeding control and increased arterial pressure, reducing blood transfusion requirements and allowing patients to survive to definitive treatment of injuries. In conclusion, the expanded use of REBOA for non-traumatic emergencies appears to be effective. However, prospective studies and well-established protocols for specific indications should be developed to maximize patient outcomes.

Keywords: Hemorrhage. Hypovolemia. Gastrointestinal Hemorrhage. Postpartum Hemorrhage. Minimally Invasive Surgical Procedures.

REFERÊNCIAS

1. Hughes CW. Use of an intra-aortic balloon catheter tamponade for controlling intra-abdominal hemorrhage in man. *Surgery*. 1954;36(1):65-8.
2. Malina M, Veith F, Ivancev K, Sonesson B. Balloon occlusion of the aorta during endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm. *J Endovasc Ther*. 2005;12(5):556-9.
3. Greenberg RK, Srivastava SD, Ouriel K, Waldman D, Ivancev K, Illig KA, et al. An endoluminal method of hemorrhage control and repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Endovasc Ther*. 2000;7(1):1-7.
4. Veith FJ, Lachat M, Mayer D, Malina M, Holst J, Mehta M, Verhoeven EL, Larzon T, Gennai S, Coppi G, Lipsitz EC, Gargiulo NJ, van der Vliet JA, Blankensteijn J, Buth J, Lee WA, Biasi G, Deleo G, Kasirajan K, Moore R, Soong CV, Cayne NS, Farber MA, Raithel D, Greenberg RK, van Sambeek MR, Brunkwall JS, Rockman CB, Hinchliffe RJ; RAAA Investigators. Collected world and single center experience with endovascular treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Ann Surg*. 2009;250(5):818-24.
5. DuBose JJ, Scalea TM, Brenner M, Skiada D, Inaba K, Cannon J, Moore L, Holcomb J, Turay D, Arbabi CN, Kirkpatrick A, Xiao J, Skarupa D, Poulin N; AAST AORTA Study Group. The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry: data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA). *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(3):409-19.
6. Davidson AJ, Russo RM, Reva VA, Brenner ML, Moore LJ, Ball C, Bulger E, Fox CJ, DuBose JJ, Moore EE, Rasmussen TE; BEST Study Group. The pitfalls of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: risk factors and mitigation strategies. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;84(1):192-202. Erratum in: *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;84(3):544.
7. Ribeiro Jr MAF, Brenner ML, 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(1):e1709.
8. Osborn LA, Brenner ML, Prater SJ, Moore LJ. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: current evidence. *Open Access Emerg Med*. 2019;11:29-38.
9. Ribeiro Junior MAF, Feng CYD, Nguyen ATM, Rodrigues VC, Bechara GEK, de-Moura RR, et al. The complications associated with Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA). *World J Emerg Surg*. 2018;13:20.
10. Russo RM, Williams TK, Grayson JK, Lamb CM, Cannon JW, Clement NF, et al. Extending the golden hour: partial resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in a highly lethal swine liver injury model. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80(3):372-8; discussion 378-80.

11. Sadeghi M, Hörer TM, Forsman D, Dogan EM, Jansson K, Kindler C, et al. Blood pressure targeting by partial REBOA is possible in severe hemorrhagic shock in pigs and produces less circulatory, metabolic and inflammatory sequelae than total REBOA. *Injury*. 2018;49(12):2132-41.
12. Morrison JJ, Ross JD, Houston R 4th, Watson JD, Sokol KK, Rasmussen TE. Use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in a highly lethal model of noncompressible torso hemorrhage. *Shock*. 2014;41(2):130-7.
13. Kuckelman J, Barron M, Moe D, Derickson M, Phillips C, Kononchik J, et al. Extending the golden hour for Zone 1 REBOA: improved survival and reperfusion injury with intermittent versus continuous REBOA in a porcine severe truncal hemorrhage model. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;85(2):318-26.
14. Borger van der Burg BLS, Van Schaik J, Brouwers JJWM, Wong CY, Rasmussen TE, Hamming JF, et al. Migration of aortic occlusion balloons in an in vitro model of the human circulation. *Injury*. 2019;50(2):286-91.
15. Joseph B, Zeeshan M, Sakran JV, Hamidi M, Kulvatunyou N, Khan M, et al. Nationwide analysis of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in civilian trauma. *JAMA Surg*. 2019;154(6):500-8.
16. Weltz AS, Harris DG, O'Neill NA, O'Meara LB, Brenner ML, Diaz JJ. The use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta to control hemorrhagic shock during video-assisted retroperitoneal debridement or infected necrotizing pancreatitis. *Int J Surg Case Rep*. 2015;13:15-8.
17. Sano H, Tsurukiri J, Hoshiai A, Oomura T, Tanaka Y, Ohta S. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for uncontrollable nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *World J Emerg Surg*. 2016;11:20.
18. Lee J, Kim K, Jo YH, Lee JH, Kim J, Chung H, et al. Use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in a patient with gastrointestinal bleeding. *Clin Exp Emerg Med*. 2016;3(1):55-8.
19. Ologun G, Sharpton K, Granet P. Successful use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in the treatment of ruptured 8.5-cm splenic artery aneurysm. *J Vasc Surg*. 2017;66(6):1873-5.
20. Matsumura Y, Matsumoto J, Idoguchi K, Kondo H, Ishida T, Kon Y, Tomita K, Ishida K, Hirose T, Umakoshi K, Funabiki T; DIRECT-IABO investigators. Non-traumatic hemorrhage is controlled with REBOA in acute phase then mortality increases gradually by non-hemorrhagic causes: DIRECT-IABO registry in Japan. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017;44(4):503-9.
21. Hoehn MR, Hansraj NZ, Pasley AM, Brenner M, Cox SR, Pasley JD, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for non-traumatic intra-abdominal hemorrhage. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;45(4):713-8.
22. Goodenough CJ, Cobb TA, Holcomb JB. Use of REBOA to stabilize in-hospital iatrogenic intra-abdominal hemorrhage. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2018;3(1):e000165.
23. Stensaeth KH, Sovik E, Haig IN, Skomedal E, Jorgensen A. Fluoroscopy-free Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) for controlling life threatening postpartum hemorrhage. *PLoS One*. 2017;12(3):e0174520.
24. Okada A, Nakamoto O, Komori M, Arimoto H, Rinka H, Nakamura H. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta as an adjunct for hemorrhagic shock due to uterine rupture: a case report. *Clin Case Rep*. 2017;5(10):1565-8.
25. 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.
26. Ordoñez CA, Manzano-Nunez R, Parra MW, Rasmussen TE, Nieto AJ, Herrera-Escobar JP, et al. Prophylactic use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in women with abnormal placentation: a systematic review, meta-analysis, and case series. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;84(5):809-18.
27. Greer JW, Flanagan C, Bhavaraju A, Davis B, Kimbrough MK, Privratsky A, et al. Right external iliac artery thrombus following the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for placenta accreta. *J Surg Case Rep*. 2018;2018(11):rjy313.

28. Manzano-Nunez R, Escobar-Vidarte MF, Orlas CP, Herrera-Escobar JP, Galvagno SM, Melendez JJ, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta deployed by acute care surgeons in patients with morbidly adherent placenta: a feasible solution for two lives in peril. *World J Emerg Surg.* 2018;13:44.
29. Daley J, Morrison JJ, Sather J, Hile L. The role of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) as an adjunct to ACLS in non-traumatic cardiac arrest. *Am J Emerg Med.* 2017;35(5):731-6.
30. Dogan EM, Beskow L, Calais F, Hörer TM, Axelsson B, Nilsson KF. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in experimental cardiopulmonary resuscitation: aortic occlusion level matters. *Shock.* 2019;52(1):67-74.
31. Ordoñez CA, Parra MW, Manzano-Nunes R, Herrera-Escobar JP, Serna JJ, Rodriguez 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(5):752-7.

Recebido em: 22/08/2019

Aceito para publicação em: 01/09/2019

Conflito de interesse: nenhum.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Marcelo Augusto Fontenelle Ribeiro Júnior

E-mail: drmribeiro@gmail.com

