

Role balonové endovaskulární okluze aorty (REBOA) při záchraně života u pacientů s krvácením z pánve

Role of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) to Save Life in Bleeding in a Patient with a Pelvic Ring Injury

K. ŠMEJKAL^{1,2}, J. ŠIMEK^{1,2}, J. KOČÍ^{3,1}, O. RENC^{4,5}, T. DĚDEK^{2,5}, J. PÁRAL^{1,4,2}

¹ Department of Military Surgery, Faculty of Military Health Sciences Hradec Králové, Defence University Brno

² Department of Surgery, University Hospital Hradec Králové

³ Department of Emergency Medicine, University Hospital Hradec Králové

⁴ Charles University, Faculty of Medicine in Hradec Králové, Hradec Králové

⁵ Department of Diagnostic Radiology, University Hospital Hradec Králové

SUMMARY

The author presents a case study of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion (REBOA) as a suitable alternative to thoracotomy and clamping of the descending aorta to control retroperitoneal bleeding in a patient with a pelvic injury.

The patient who suffered multiple trauma after car accident, type C pelvic injury and retroperitoneal bleeding among other things, was following the pre-hospital ambulance care transported to the department of emergency medicine, with catecholamine infusion to support the blood flow. After the primary survey following the ATLS principles, the patient was taken for a CT scan. The CT examination revealed also multiple sources of retroperitoneal bleeding. Subsequently, the patient was brought to the operating room, where endovascular balloon occlusion of the descending aorta was performed to temporarily control retroperitoneal bleeding, which provided more time to treat the patient in line with the damage control surgery principles.

In bleeding patients who suffered blunt torso traumas and serious haemorrhagic shock, or patients “in extremis”, the survival after emergency thoracotomy ranges only around 1%.

The to date results of REBOA technique applied in same indications are very promising globally. The survival rate increases multiple times especially in hypotensive patients, without the necessity of their immediate cardiopulmonary resuscitation.

Key words: resuscitative balloon occlusion of the aorta, REBOA, haemorrhagic shock, retroperitoneal bleeding.

ÚVOD

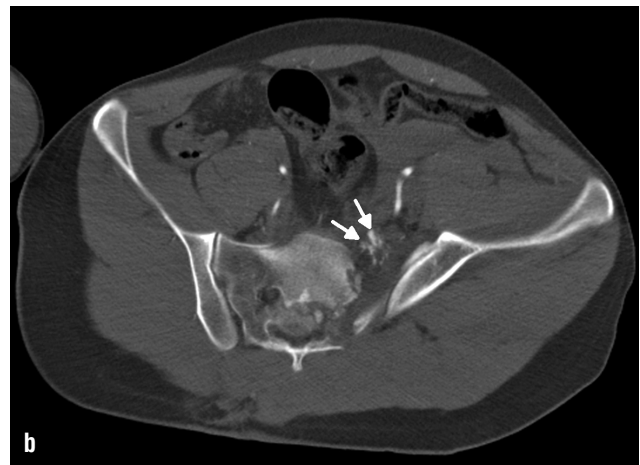
Koncept aortální okluze při řešení dutinového krvácení není ničím novým. Zástava krvácení v co nejkratší době hraje významnou roli v přežití u pacientů v hemoragickém šoku. REBOA (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta) jako metoda dočasného ošetření dokáže poskytnout dostatek času (stabilizaci pacienta) k následnému selektivnímu řešení jednotlivých zdrojů krvácení.

Autoři prezentují popis případu pacienta po polytraumatu, kde byla v rámci iniciální stabilizace použita technika resuscitační balonkové endovaskulární okluze aorty (REBOA). Jednalo se o pacienta s mnohočetným krvácením zejména v oblasti pánve a retroperitonea, kde dočasná okluze aorty snížila velikost celkové krevní ztráty a vedla ke zvýšení systémového tlaku s možností redukce podpory oběhu katecholaminy a dovolila prvotní stabilizaci pánevního kruhu na chirurgickém operačním sále a následně selektivní embolizaci větví ilických tepen na sále vazografie. U krvácejících pacientů, po tupých poraněních trupu, v závažném hemoragickém šoku, respektive „in extremis“, se přežití po emergentní thorakotomii pohybuje pouze okolo 1 %. Dosavadní výsledky

techniky REBOA ve stejných indikacích se ve světě ukazují být velice slibné. Ve srovnání s emergentní thorakotomií se jedná o miniinvazivní metodu, která má při vzájemném srovnání obou metod lepší klinické výsledky, respektive nižší letalitu (1, 3, 7).

KAZUISTIKA

Pacient byl přivezen na oddělení urgentní medicíny po dopravní nehodě, kdy utrpěl jako řidič osobního automobilu čelní náraz ve vysoké rychlosti, po kterém zůstal zaklíněn ve vozidle. Na místě byl při vědomí, s postupně se rozvíjející oběhovou nestabilitou. Přednemocničně byly zajištěny dýchací cesty orotracheální intubací, naložen krční límec, zajištěny dva periferní žilní vstupy a pacient byl uložen do celotělové vakuové matrace. Doba transportu byla 25 minut. Během transportu bylo pacientovi podáno 500 ml krystaloidů a k podpoře oběhu bylo nutné zahájit podávání katecholaminů. Při primárním vyšetření na oddělení urgentní medicíny jsme zjistili krepitace žeber s oslabeným dýcháním vlevo, proto jsme zavedli hrudní drén. Pro zjištěnou nestabilitu



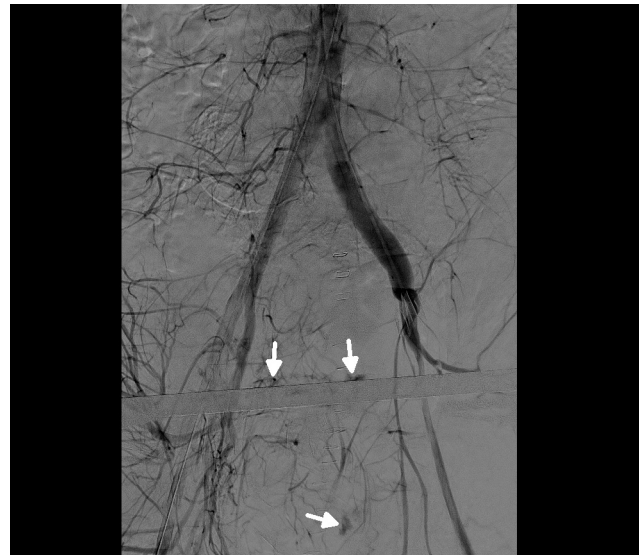
Obr. 1. a – CT angiografie pánve, arteriální fáze – významný extravazát ventrálně od fraktury pars lateralis křížové kosti vlevo (šipky); b – CT angiografie pánve, arteriální fáze, kaudálnější řez – významný extravazát ventrálně od fraktury pars lateralis křížové kosti vlevo (šipky).

pánevního kruhu jsme naložili pánevní pás. Vstupní UZ vyšetření neprokázalo přítomnost tekutiny v dutině břišní. Na rtg pánve byla patrná zlomenina pánevního kruhu typu C. Zavedli jsme jeden centrální žilní katétr do v. *subclavia* a jeden intraoseální vstup. Zahájili jsme masivní transfuzní protokol. Pacient byl směřován na CT vyšetření za 25 minut od přijetí. Systolický krevní tlak před CT vyšetřením byl 103 mm Hg, ale s podporou katecholaminů. CT nálezu dominoval objemný hematoma v retroperitoneu s aktivní extravazací kontrastní látky pod bifurkací ilických tepen a presakrálně. Další drobné leaky byly v oblasti kaudálního okraje pravého laloku jater a při žlučníku. Dále jsme zjistili drobný reziduální pneumothorax vlevo, sériové zlomeniny žeber, kontuzi obou plic a nestabilní zlomeniny obratlů Th12 a L1 (obr. 1a, b). Po CT (ve 40. minutě) byl pacient směřován na operační sál ke stabilizaci oběhu. Vstupní systolický krevní tlak na operačním sále byl 90 mm Hg za podpory noradrenalinem. Na sále zavedl nejprve intervenční radiolog z pravého třísla dočasnou endovaskulární balonkovou okluzi aorty v místě nad bifurkací (obr. 2). Poté jsme naložili C svorku supraacetabulárně a ZF na přední segment pánve. Pánevní pás byl ponechán na místě po celou dobu během nakládání C svorky. Nakonec jsme provedli ještě extraperitoneální tamponádu 7 břišními rouškami preperitoneálně. Během pobytu na oddělení urgentní medicíny, CT vyšetření a na operačním sále jsme pacientovi podali celkem 8x erytrocytární masu, 10x plazmu a 2x trombonáprav. Intervence na operačním sále trvala celkem 100 minut, během kterých bylo možné redukovat dávku katecholaminů. Pacient byl následně směřován na vazografický sál k selektivní embolizaci zdrojů krvácení a odstranění neselektivní okluze aorty. Z levé femorální tepny byla, po odstranění balonkové okluze, provedena angiografie břišní aorty a pánevních tepen (obr. 3) s následnou selektivní embolizací krvácejících větví *arteria iliaca interna* bilaterálně pomocí spongostanové pěny a histoakrylátového lepidla (obr. 4a, b). Pacient byl transportován na jednotku intenzivní péče, kde jsme pokračovali v tekutinové resus-

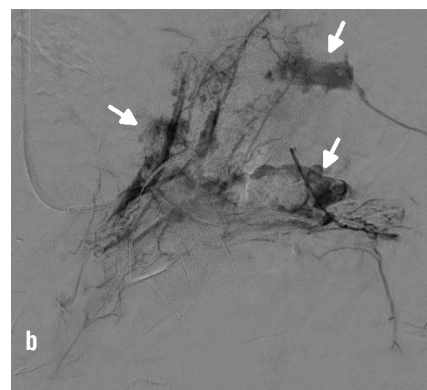
citaci. Po pěti hodinách pobytu na JIP jsme indikovali pacienta k další operační revizi pro nález pneumoperitonea na kontrolním CT a postupné přibývání tekutiny v dutině břišní. Provedli jsme revizi dutiny břišní z horní střední laparotomie. Tekutina (cca 1 l), respektive hemoperitoneum, pocházelo zejména z prosakování objemného retroperitoneálního hematoma. Pro nález několika trhlin na slezině jsme provedli splenektomii a tamponádu levého podbráničního prostoru dvěma mulovými rouškami, další dvě roušky jsme uložili pod játra a jednu do Douglasu. Ostatní orgány dutiny břišní byly bez známek poranění a revizi retroperitonea jsme neprováděli. Laparotomii jsme uzavřeli podtlakovým systémem. Operační výkon trval 75 minut. Následující den jsme pro podezření na počínající břišní kompartment syndrom (anurie) provedli „second look“, kdy jsme znovu zrevidovali veškeré orgány dutiny břišní s negativním nálezem a provedli retamponádu levého podbráničního prostoru, podjaterního prostoru a Douglasu. Poté jsme extrahovali preperitoneální tamponádu pánve a provedli jsme fasciotomie gluteální krajiny vlevo a levého stehna, na které jsme naložili také podtlakový systém. Hýžďové svaly se zdály dostatečně životné, ale s obleněnou kontraktilitou a velkým hematoma mezi svaly. Další den jsme tamponádu dutiny břišní odstranili a provedli převaz a výměnu podtlakového systému. Za další dva dny jsme provedli konverzi C svorky na vnitřní stabilizaci dvěma SI šrouby vlevo a jedním vpravo. Za jeden týden po úrazu jsme provedli uzavěr laparotomie a dermatotomii levého stehna a gluteální krajiny. Po dalších pěti dnech jsme však vzhledem k febrilnímu stavu a nálezu kolekce na CT museli znovu otevřít hýžďovou krajinu, kde jsme vypustili počínající absces při nekróze hýžďových svalů. Provedli jsme nekrektomii v nezbytném rozsahu. Vzniklá dutina zasahovala až k mediálnímu okraji kosti křížové. Znovu jsme naložili podtlakový systém, který jsme poté pravidelně převazovali. Stabilizaci páteře ze zadního přístupu provedl neurochirurg za 2 týdny od úrazu po stabilizaci celkově závažného stavu pacienta.



Obr. 2. Peroperační flebografie pánevních žil vlevo a dolní duté žíly k vyloučení žilního krvácení, současně je patrný insuflovaný okluzní balonkový katétr v subrenální aortě nad úrovní bifurkace zavedený z pravé společné femorální tepny (šipka).



Obr. 3. Digitální subtrakční angiografie subrenální aorty a pánevních tepen na angiografickém sále, jsou patrné vícečetné extravazáty z povodí pravé vnitřní pánevní tepny (šipky).



Obr. 4. a – selektivní angiografické vyšetření větví pravé vnitřní pánevní tepny s dvojicí významných extravazátů (šipky), časná fáze;

b – selektivní angiografické vyšetření větví pravé vnitřní pánevní tepny s čtyřmi extravazáty (šipky), pozdní fáze.

Konverzi zevního fixátoru na dlahovou osteosyntézu předního segmentu pánve jsme provedli až za 3 týdny od úrazu. Za další tři dny jsme provedli osteosyntézu levého acetabula dvojicí titanových rekonstrukčních dlah a s ponecháním podtlakového systému na hýžděv krajině. Další abscesy jsme drénovali ze zhojené laparotomie a vnitřní strany lopaty kosti kyčelní. Zhojení měkkých tkání si vyžádalo intenzivní lokální léčbu trvající téměř 5 měsíců a také cílenou antibiotickou terapii a nutriční podporu včetně parenterální i enterální výživy.

DISKUSE

Balonkovou okluzi aorty lze endovaskulárně provádět na urgentním příjmu nebo na operačním sále. A to buď

otevřeně – po chirurgickém přístupu k tepně, nebo perkutánně – pod UZ kontrolou. Výkon zvládne intervenčním radiolog, anesteziolog, intenzivista, nebo úrazový chirurg, podle zvyklosti daného pracoviště a míře proškolení.

V neposlední řadě získaný čas dovolí klidnější definitivní ošetření krvácejícího pacienta, nebo provedení vstupního CT vyšetření i u tzv. „non responder“ pacientů, kde pátráme po zdrojích krvácení, které neodhalilo vstupní ultrazvukové vyšetření, tedy zejména v retroperitoneu a pánvi.

Endovaskulární balonková okluze se původně využívala při operacích aneurysmat abdominální aorty. V rámci řešení trupového krvácení byla poprvé provedena v průběhu Korejské války. Postupně se začala využívat jako emergentní způsob ošetření úrazového krvácení do

dutiny břišní, retroperitonea a oblasti pánve, a to jak po tupých, tak penetrujících poraněních. Okluzí aorty dochází ke zvýšení středního arteriálního tlaku, zvýší se perfuze mozku a srdečního svalu (7, 8). Nejedná se o definitivní ošetření zdrojů krvácení, ale dokáže poskytnout dostatek času (stabilizaci pacienta) k jeho selektivnímu řešení. CT vyšetření lze provést při řízené desuflaci balonku (6). Jedinou kontraindikací k provedení REBOA jsou klinické nebo radiologické známky možného poranění hrudní aorty. Pro zavedení katétru se využívá nejčastěji společná femorální tepna v oblasti třísla. Katétr se zavádí buď po otevřeném chirurgickém přístupu k tepně, nebo perkutánně pod ultrazvukovou kontrolou, nebo naslepo (4, 5). Podle vstupního vyšetření včetně rtg plic, pánve a ultrazvukového vyšetření břicha se katétr zavádí a balonek insufluje buď v zóně I (tedy mezi odstupem levostranné *a. subclavia* a *truncus coeliacus*) nebo v zóně III. (tedy mezi odstupem nejspodnější renální arterie a větvením aorty na ilické tepny). Jinými slovy zóna I se využívá pro zdroje krvácení v dutině břišní a břišním retroperitoneu a zóna III pro zdroje v oblasti pánve a pánevního retroperitonea. (2, 4, 8).

U krvácejících pacientů in extremis se dosud používala emergentní thorakotomie, která má ale řadu komplikací. Docházelo k otevření velké tělesné dutiny a ztrátám tepla. Někdy byly poraněny interkostální arterie, které mohou být dalším zdrojem krvácení, nebo *a. spinalis anterior*. Také technika provedení není jednoduchá a místo aorty může být snadno klampován jícen (6). Indikace k emergentní thorakotomii jsou zejména penetrující poranění hrudníku se zástavou srdeční nebo pacienti s těžkou hypotenzí (pod 60 mm Hg) jako důsledek nitrohrudního krvácení či tamponády perikardu. Výrazně nižší je její benefit pro pacienty s těžkou hypotenzí jako důsledek krvácení do dutiny břišní, retroperitonea nebo pánve. Kontraindikací provedení emergentní thorakotomie je KPR přesahující 5, respektive 10 minut, nebo tupá poranění s obrazem pouze elektromechanické dissociace, ale bez klinických známek života.

Ve srovnání s emergentní thorakotomií je REBOA metoda miniinvasivní, která má při vzájemném srovnání obou technik lepší klinické výsledky, respektive nižší letalitu. Abe publikoval (1) retrospektivní výsledky z Japonského traumaregistru 234 nemocnic mezi roky 2004 a 2013. Jednalo se o soubor 903 úrazových pacientů. Přežití pacientů po emergentní thorakotomii bylo 10 % proti 33 % po REBOA. Je třeba ale zohlednit vyšší RTS skóre a TRISS skóre (pravděpodobnost přežití) vzhledem k nižší míře závažnosti poranění u pacientů po REBOA oproti skupině pacientů po emergentní thorakotomii. Du Bose (5) nenalezl signifikantní rozdíl v míře přežití u 114 hypotenzních pacientů krvácejících do dutiny břišní a do pánve po emergentní thorakotomii a REBOA. Moore a spol. (7) naproti tomu našli signifikantní vyšší míru přežití u pacientů po REBOA – 37,5 %, oproti skupině pacientů po emergentní thorakotomii – 9,7 %! Největší prospektivně sledovaný soubor úrazových pacientů po emergentní okluzi aorty, respektive dosavadní výsledky z AORTA registru (285 pacientů), publikovali Brenner a spol. (3). Jedná se o multicentrickou prospektivní studii.

Soubor neobsahuje pacienty po penetrujícím poranění hrudníku! Celkové přežití do propuštění z nemocnice bylo pouhých 2,5 % pacientů po emergentní thorakotomii a 9,6 % u pacientů po REBOA. Přežití do propuštění z nemocnice u pacientů vyžadujících kardiopulmonální resuscitaci v přednemocniční fázi, nebo okamžitě po přijetí bylo srovnatelné v obou skupinách, tedy emergentní thorakotomie i REBOA. Avšak přežití do propuštění z nemocnice u pacientů s hypotenzí při příjmu, ale bez nutnosti okamžité kardiopulmonální resuscitace bylo 0% u emergentní thorakotomie ale 44% po REBOA!

Vliv na přežití při REBOA technice má zejména doba nutné okluze aorty. Tsurukiri (10) retrospektivně hodnotil skupinu 25 pacientů ošetřených technikou REBOA a zjistil signifikantně kratší dobu okluze aorty u pacientů, kteří přežili – 52 minut oproti 97 minutám u pacientů, kteří zemřeli. Také zde byl rozdíl mezi oběma soubory v TRISS skóre (pravděpodobnosti přežití). Obdobné práce na zvířecích modelech dokazují souvislost doby aortální okluze a míry přežití (9). Respektive za bezpečný se považuje u lidí interval mezi 30–60 minutami. Vztah mezi mírou přežití a dobou aortální okluze prokázali také Irahara a spol. (6).

Learning points

- REBOA lze použít k dočasné zástavě krvácení do retroperitonea při poranění pánve;
- REBOA má lepší vliv na přežití než emergentní thorakotomie po tupém trupovém traumatu s krvácením do oblasti břicha, retroperitonea a pánve, a to zejména u pacientů v těžké hypotenzii, ale ještě bez zástavy srdeční;
- REBOA lze provádět v rámci damage control surgery.

Literatura

1. Abe T, Uchida M, Nagata I, Saitoh D, Tamiya N. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta versus aortic cross clamping among patients with critical trauma: a nationwide cohort study in Japan. *Crit Care*. 2016;20:400.
2. Biffl WL, Fox CJ, Moore EE. The role of REBOA in the control of exsanguinating torso hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;78:1054–1058.
3. Brenner M, Aiolfi A, Inaba K, DuBose J, Holcomb J, Moore L, Cannon J, Seamon M, Scarupa D, Ibrahim J, Ball C, Kirkpatrick A, Rasmussen TE, Scaela TM, et al. REBOA is superior to resuscitative thoracotomy in select patients with hemorrhagic shock: early results from the AAST AORTA Registry. 76th Annual Meeting of AAST and Clinical Congress of Acute Care Surgery, At Baltimore, 2017.
4. Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, Tyson GH, McNutt MK, Albarado RP, Holcomb JB, Scaela TM, Rasmussen TE. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75:506–511.
5. DuBose JJ, Scaela 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;81:409–419.

6. Irahara T, Sato N, Moroe Y, Fukuda R, Iwai Y, Unemoto K. Retrospective study of the effectiveness of Intra-Aortic Balloon Occlusion (IABO) for traumatic haemorrhagic shock. *World J Emerg Surg.* 2015;10:1.
7. Moore LJ, Brenner M, Kozar RA, Pasley J, Wade CE, Baraniuk MS, Scalea T, Holcomb JB. Implementation of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta as an alternative to resuscitative thoracotomy for noncompressible truncal hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79:523–530; discussion 530–532.
8. Morrison JJ, Morrison JJ, Galgon RE, Jansen JO, Jansen JO, Cannon JW, Rasmussen TE, Eliason JL. A systematic review of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in the management of hemorrhagic shock. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;80:324–334.
9. Reva VA, Matsumura Y, Hörer T, Sveklov DA, Denisov AV, Telickiy SY, Seleznev AB, Bozhedomova ER, Matsumoto J, Samokhvalov IM, Morrison JJ. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: what is the optimum occlusion time in an ovine model of hemorrhagic shock? *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44:511–518.
10. Tsurukiri J, Akamine I, Sato T, Sakurai M, Okumura E, Moriya M, Yamanaka H, Ohta S. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for uncontrolled haemorrhagic shock as an adjunct to haemostatic procedures in the acute care setting. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:13.

Korespondující autor:

MUDr. Karel Šmejkal, Ph.D.

Oddělení úrazové chirurgie

Chirurgická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové
Sokolská 581

500 05 Hradec Králové

E-mail: k.smejkal@centrum.cz