

Chirurgická léčba akutní plicní embolie

Miroslav Kolárik, Petr Fila, Petr Němec

Centrum kardiovaskulární a transplantační chirurgie, Brno

Klinika kardiovaskulární a transplantační chirurgie LF MU, Brno

Akutní plicní embolie je onemocnění, které je pořád zatíženo značnou mortalitou. V době moderní medicíny bylo vyvinuto několik metod řešení. Chirurgická léčba zůstává, ve světle dnešních doporučení, rezervována pro ty nejtěžší pacienty projevující se hemodynamickou nestabilitou. Operační postupy a výsledky chirurgické léčby spolu s použitím mechanických srdečních podpor přinášíme v tomto sdělení.

Klíčová slova: plicní embolie, chirurgická léčba, mechanické srdeční podpory.

Surgical treatment of acute pulmonary embolism

Acute pulmonary embolism is still marked with a relatively high mortality burden. In the era of modern medicine, several approaches have been developed. Surgical treatment, in the light of current guidelines, is reserved for the highest-risk patients with hemodynamic instability. Surgical procedures and results along with the use of mechanical circulatory support results have been discussed in this text.

Key words: pulmonary embolism, surgical treatment, mechanical circulatory support.

Žilní trombembolická nemoc se dlouhodobě umísťuje na předních příčkách kardiovaskulární morbidity a mortality ve světě. Klinicky se prezentuje dvěma fenotypy, a to hlubokou žilní trombózou a akutní plicní embolií (PE). Za posledních 20 let vykazuje její incidence setrvalý růst (1).

V minulém století se právě vysoká mortalita spojená s PE, stala hnacím motorem rozvoje nových postupů v kardiochirurgii, ale reálných výsledků se dočkaly metody chirurgické plicní embolektomie až s počátky použití mimotělního oběhu. Po éře prvotních pokusů jako je například Trendelenburghova operace, kterou provázela vysoká úmrtnost, byla první úspěšná chirurgická embolektomie (surgical embolectomy, SE) za použití mimotělního

oběhu (extracorporeal circulation, ECC) provedena v roce 1961 u 37leté ženy. Dnes sice SE není rutinní operací, současné chirurgické techniky nám ale umožňují s vysokou úspěšností léčit hlavně ty nejzávažnější případy plicní embolizace, kde selhává trombolýza a katetrizační léčba (2).

Stratifikace a indikace k léčbě

Riziko mortality u pacientů stratifikujeme na základě hemodynamické stability a echokardiografických známek tlakového přetížení pravé komory na tři stupně (viz tabulka 1).

Jako hemodynamicky nestabilního pacienta hodnotíme, pokud se prezentuje perzistentní hypotenzí (systolický krevní tlak [STK] < 90 mmHg nebo pokles STK o více než 40 mmHg v trvání více než 15 minut, který nevznikl v reakci na novou arytmií, hypovolemii nebo v důsledku septického stavu); obstrukčním šokem (STK < 90 mmHg nebo vazopresory nutné k udržení STK > 90 mmHg navzdory adekvátnímu preloadu a zároveň průkaz orgánové hypoperfuze) nebo srdeční zástavou s nutností kardiopulmonální resuscitace (KPR).

Tab. 1. Stratifikace rizika podle přítomnosti echo známek přetížení pravé komory a stavu hemodynamiky (1)

Riziko	Známky přetížení pravé komory (echo)	Hemodynamický status
Nízké	Žádné	Stabilní
Střední	Přítomny	Stabilní
Vysoké	Přítomny	Nestabilní

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog. 2024;23(2-3):81-84

<https://doi.org/10.36290/kar.2024.024>

Článek přijat redakcí: 29. 10. 2024

MUDr. Miroslav Kolárik

miroslav.kolarik@cktch.cz

Na základě úvodní stratifikace rizika je podle aktuálně platných doporučení zvolena modalita reperfuze terapie. U pacientů se středně nebo nízkorizikovou PE není indikováno rutinně podání trombolýzy, ale mnohdy dochází k dostatečné rezoluci na perorální antikoagulační terapii nebo nízkomolekulárním heparinu. V případě hemodynamické nestability je v třídě I/B indikována záchranná trombolytická léčba nebo alternativně ve třídě IIa/C má být zvážena léčba chirurgická (1).

V případě kontraindikace k podání trombolýzy nebo při jejím selhání (při progresi hemodynamické nestability nebo selhání pravé komory), je indikována SE (třída doporučení I/C), nebo alternativně perkutánní katérová léčba (třída IIa/C) (3).

Patofyziologie

Akutní plicní embolie vede k oběhové alteraci a omezuje výměnu plynů v plicních alveolech postižené oblasti. Nejčastěji vzniká uvolněním odlitkového trombu z hlubokého žilního systému dolních končetin a jeho migrací do pravostranných srdečních oddílů a konečně k jeho zaklínění ve větvení plicnice. Nejčastěji dochází k obstrukci pravostranných větví a zejména dolních lobárních větví, pravděpodobně vlivem vyššího relativního průtoku krve kaudálními plicními segmenty (4). V brzké době se trombus pokrývá destičkami a fibrinem, čímž se začíná proces intravaskulární koagulace a současné fibrinolýzy, která nám umožňuje zachytit zvýšenou hladinu D-dimerů v séru (5).

Endotelie, ve snaze zachovat průtok plicí, reagují produkcí humorálních působků, které se podílí na výsledné hemodynamické nestabilitě (3). Celková odpověď organismu je závislá na několika faktorech – rozsahu postižení plicního řečiště (velikosti embolu), stavu jak levé, tak pravé komory před embolizací a neurohumorální odpovědi na okluzi plicního řečiště.

Zvýšení afterloadu vede k akutní dilataci poddajné pravé komory (PK), čímž se dočasně zvýší její kontraktilita na základě Frank-Starlingova jevu. Pokud nedochází k odstranění překážky, PK progresivně selhává. Omezením transpulmonálního průtoku klesá preload levé komory, čímž zákonitě dochází k omezení systémového výdeje a definitivně k omezení plnění PK snížením preloadu. Tím začíná bludný kruh (circulus vitiosus) vedoucí

k malperfuzi orgánů a zhroutení hemodynamiky. Z výše uvedeného vyplývá, že selhání PK je hlavní determinantou mortality plicní embolie.

Při rozhodování o chirurgickém řešení má jí nezastupitelnou pozici zobrazovací metody. Pro chirurga hraje největší roli kombinace zobrazení kontrastním CT vyšetřením (které informuje o pozici a rozsahu embolizace) a echokardiografického zobrazení (podávající informace o stavu pravé a levé komory, regurgitaci na trikuspidální chlopi, zkratu na úrovni síní, přítomnosti nových embolů v pravostranných srdečních oddílech ev. zaklíněných ve foramen ovale).

Role mechanických srdečních podpor při léčbě PE

V posledních letech se stále častěji setkáváme s užitím mechanických srdečních podpor (mechanical circulatory support, MCS) pro překlenutí akutní hemodynamické nestability u PE. Nejčastěji se v praxi používá extrakorporální membránová oxygenace (ECMO) ve veno-arteriální (VA) konfiguraci, cestou vena a arteria femoralis, která umožní okamžitou dekompresi pravé komory, zajištění oxygenace a vyřešení orgánové malperfuze z probíhajícího obstrukčního šoku (6). ECMO může být implantováno v rámci kardiopulmonální resuscitace (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR) nebo již preemptivně při progredující nestabilitě. Může být zavedeno s úmyslem přemostění akutní nestability až do zahájení mimotělního oběhu při chirurgickém řešení, kdy postupně snižujeme průtok na ECMO a navyšujeme průtok centrálně zavedeným ECC.

Možností je rovněž použití axiální pumpy (systém Impella) k dekompresi pravé komory u akutní PE v kombinaci s katérovou léčbou masivní PE (7).

Implantace MCS není metodou k definitivní léčbě PE, ale poskytuje pouze možnost hemodynamické stabilizace. Vždy musí být spojeny s některou z forem vedoucí k reperfuzi, ať už se jedná o podání systémové trombolýzy, katetrizační nebo chirurgické odstranění tromboembolu. Dokumentované jsou soubory pacientů, kde byla snaha o rozpuštění tromboembolu pouhou parenterální antikoagulací spojenou s implantací ECMO. Tyto série ale byly zatíženy vysokou mortalitou způsobou

benou zejména krvácením do centrálního nervového systému (8).

V jedné ze studií bylo dokumentováno „agresivní“ použití ECMO podpory u všech pacientů s PE. Pokud se po 4 dnech nedosáhlo dostatečné stabilizace funkce pravé komory a reperfuze plicního řečiště, byla provedena chirurgická embolektomie. Tato skupina byla porovnána retrospektivně s historickou skupinou SE bez použití ECMO a bylo prokázáno signifikantně lepší přežívání (73 % vs 96 %) (9).

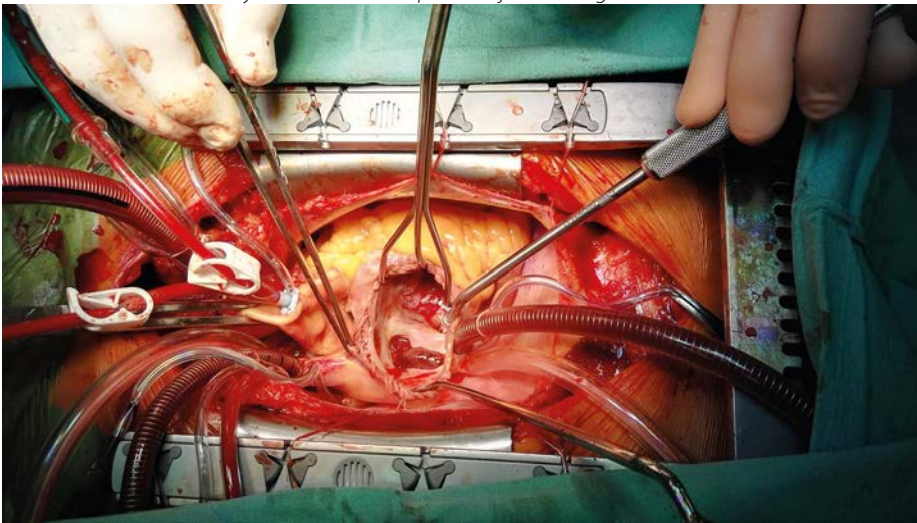
Chirurgická embolektomie

Chirurgická technika embolektomie se provádí z přístupu k srdci cestou mediánní sternotomie. Po kanylaci ascendentní aorty a obou dutých žil separátně je zahájen mimotělní oběh. Bikavální kanylace umožňuje otevření a ideální vizualizaci pravostranných oddílů a vybavení eventuálních embolů z pravé síně a komory. U pacientů, kteří nemají zavedenou ECMO podporu a je pravděpodobná obtížná preparace mediastinálních struktur (především srdeční operace, stp. radiační léčbě), je možno zajistit vstup ECC z alternativních vstupů (femorální cévy, axilární tepna a jugulární žíla).

Snahou je vyhnout se zástavě srdce a naložení příčné svorky na ascendentní aortu, aby již tak zatížená PK nebyla vystavena dalšímu inzultu. V praxi je ale pro lepší viditelnost většina výkonů prováděna na zastaveném srdci. Navíc kompletní dekomprese PK, která bije s minimálním předtížením proti minimálnímu afterloadu umožňuje její reperfuzi a rekondici. Tím se snižuje riziko vzniku postkardiotomického selhání s nutností prolongované vazopresorové nebo mechanické srdeční podpory.

Incizi distálního kmene plicnice s extenzí na levou větev je umožněna evakuace embolů z levé plice. Poté je provedena incize pravé větve a. pulmonalis v prostoru mezi aortou a horní dutou žílou s rozšířením do dolní lobární větve.

Vybaven je často odlitkový embolus obturující lobární větev (Obr. 1) a je zřejmý návrat z distálního povodí. Pokud je podezření na embolizaci trombotických hmot distálně, existuje několik technik umožňujících jejich vybavení. Můžeme použít chirurgické sání, balonové katétry nebo otevřením pleurálního prostoru aktivně „vymasírovat“ emboly z distálního povodí kompresí plicního křídla.

Obr. 1. Masivní tromboemboly vybavené v průběhu chirurgické embolektomie z větví plicnice**Obr. 2.** Embolus zaklíněný ve foramen ovale patens a jeho chirurgická extrakce**Obr. 3.** Extrahován embolus z FOA z Obr. 2

V některých případech je popisována tzv. retrográdní plicní perfuze za použití mimotělního oběhu, která dokáže vyplavit drobné emboly z jinak nedosažitelných větví plicnice. Tato technika je dnes spíše opuštěna, protože nepřinesla přesvědčivě rozdíl v rozsahu reperfuze (10). Je potřeba mít na paměti, že distální řečiště je křehké a může lehce dojít k poranění neopatrnou instrumentací, a to jak u chirurgické, tak u katetrizační léčby.

V případě detekce hmot v pravostranných srdečních oddílech, je doplněna incize pravé síně a extrahovány tyto emboly z pravé síně a komory. Pokud je embolus zaklíněn ve zkratovém defektu na úrovni síní (foramen ovale) – tzv. clot-in-transit, můžeme z tohoto přístupu extrahovat i tyto emboly (Obr. 2 a 3).

Po dostatečném vybavení všech trombů je provedena sutura všech incízi. V průběhu odpojování z ECC, v kooperaci s celým týmem (echokardiografie, anestezie, perfuziologie)

vyhodnocuje chirurg stav pravé komory, nutnost odvodu srdečních oddílů, titraci léčby (vazopresory, NO) a nutnost pokračování zavedené mechanické podpory nebo její novou implantaci (ECMO, RVAD). Po dekancylaci centrálního mimotělního oběhu, pečlivém stavění krvácení a zajištění dostatečné pooperační drenáže perikardu je rána uzavřena po chirurgických vrstvách.

Výsledky

Jak krátkodobé, tak dlouhodobé výsledky chirurgické embolektomie je nutné reflektovat v souladu současných doporučení. SE není metodou první volby u PE v žádné rizikové skupině, ale zastává pozici záchranné (salvage) metody, kdy ostatní modalit selhávají (5). Je potřebné rozlišovat v publikovaných datech o přežití, zda se jedná o populace, u kterých probíhala před chirurgickou léčbou KPR, zdali bylo zavedeno ECMO a zda bylo implantováno v rámci ECPR nebo preemptivně. Rovněž hraje velkou roli, zdali byla indikovaná SE jako záchranná metoda po selhání trombolýzy/katetrizační léčby, nebo jako primární metoda (11). Tyto varianty vnáší do hodnocení nové proměnné, které vylučují jednoduché zobecňování výsledků.

Přežívání

Hospitalizační mortalita pacientů podstupujících SE je silně asociovaná s preoperační KPR a dosahuje v publikacích 2,3–13,2 % (5, 12). Použití ECMO selektuje skupinu nemocných se zcela novými riziky vyplývajícími z těžké hemodynamické nestability a proběhlé KPR. U ECMO implantovaného v průběhu KPR byla dokumentována 7x vyšší mortalita v porovnání s implantací po dosažení obnovy vlastního oběhu (13). Navzdory tomu, časné přežívání s použitím ECMO přináší velmi dobré výsledky kolem 70 % (14).

Zotavení pravé komory a dlouhodobé výsledky

Selhání PK je hlavním rizikovým faktorem podmiňujícím celkovou mortalitu po PE. Opakovaně se proto vyskytují výzvy k zhodnocení dopadu modalit léčby na rekondici PK a užití této metriky jako primárního endpointu. Chirurgická embolektomie dosahuje výborných výsledků v dekompresi PK a v po-

rovnání s trombolýzou i méně dlouhodobých komplikací (poruchy difuze nebo vyšší plicní vaskulární rezistence) (5, 15). Lehnert ve skupině vysoce rizikových pacientů dokumentoval signifikantně vyšší incidenci poruchy plicní difuze u pacientů s intervenční léčbou (71 % vs. 13 %) a rovněž signifikantně vyšší výskyt reziduálních embolů (76 % vs. 31 %).

Závěr

V dnešní době s rozvojem méně invazivních metod se léčba PE v mnohem větší míře

stala doménou nechirurgické péče a intervenční kardiologie.

Chirurgická embolektomie umožňuje odstranit překážku v plicním řečišti rychle a často kompletně, čímž snižuje negativní dopad na PK s výhledem úplné normalizace její funkce. Nadále zůstává pilířem terapie u vysoce rizikové populace s prodělanou masivní PE nebo hrožící paradoxní embolizací u trombu zaklíněného v pravolevém zkratu. V těchto populacích přináší velmi dobré výsledky s hospitalizační mortalitou pod 30 % a umožňuje

úspěšně léčit pacienty, u kterých méně invazivní modalita selhaly.

Použití MCS nám výrazně pomáhá překlenout epizody těžké hemodynamické nestability vyplývající z mechanické obstrukce plicního průtoku a umožnilo výrazně snížit mortalitu i v těch nejrizikovějších skupinách.

Otázkou zůstává načasování implantace MCS a zda paušální implantace ECMO u všech high-risk pacientů s následnou triází k chirurgické embolektomii, dokáže ještě dále zlepšit přežívání nemocných.

LITERATURA

1. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 2020 Jan 21;41(4):543-603.
2. Ilčíšák J, Ničovský J, Němec P. Surgical treatment of simultaneous pulmonary and paradoxical embolism. *Cor Vasa*. 2022 Nov 1;64(5):538-41.
3. Meneveau N, Seronde MF, Blonde MC, et al. Management of Unsuccessful Thrombolysis in Acute Massive Pulmonary Embolism. *CHEST*. 2006 Apr 1;129(4):1043-50.
4. Cohn LH, Adams DH. eds. *Cardiac Surgery in the Adult*, 5e. McGraw-Hill Education; 2017.
5. Johnson ED, Schell JC, Rodgers GM. The D-dimer assay. *American Journal of Hematology*. 2019;94(7):833-9.
6. Goldberg JB, Giri J, Kobayashi T, et al. Surgical Management and Mechanical Circulatory Support in High-Risk Pulmonary Embolisms: Historical Context, Current Status, and Future Directions: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2023 Feb 28;147(9):e628-47.
7. Shokr M, Rashed A, Mostafa A, et al. Impella RP Support and Catheter-Directed Thrombolysis to Treat Right Ventricular Failure Caused by Pulmonary Embolism in 2 Patients. *Tex Heart Inst J*. 2018 Jun;45(3):182-5.
8. Assouline B, Assouline-Reinmann M, Giraud R, et al. Management of High-Risk Pulmonary Embolism: What Is the Place of Extracorporeal Membrane Oxygenation? *J Clin Med*. 2022 Aug 13;11(16):4734.
9. Pasrija C, Shah A, George P, et al. Triage and optimization: A new paradigm in the treatment of massive pulmonary embolism. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 Aug;156(2):672-81.
10. Kjærgaard B, Hønge JL, Magnúsdóttir SO, et al. Retrograde lung perfusion in the treatment of massive pulmonary embolism. A randomised porcine study. *Thrombosis Research*. 2015 Feb 1;135(2):410-4.
11. Azari A, Beheshti AT, Moravvej Z, et al. Surgical embolectomy versus thrombolytic therapy in the management of acute massive pulmonary embolism: Short and long-term prognosis. *Heart Lung*. 2015;44(4):335-9.
12. Keeling WB, Sundt T, Leacche M, et al. Outcomes After Surgical Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism: A Multi-Institutional Study. *Ann Thorac Surg*. 2016 Nov;102(5):1498-502.
13. Scott JH, Gordon M, Vender R, et al. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Massive Pulmonary Embolism-Related Cardiac Arrest: A Systematic Review. *Crit Care Med*. 2021 May 1;49(5):760-9.
14. Hashiba K, Okuda J, Maejima N, et al. Percutaneous cardiopulmonary support in pulmonary embolism with cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012 Feb;83(2):183-7.
15. Lehnert P, Möller CH, Mortensen J, et al. Surgical embolectomy compared to thrombolysis in acute pulmonary embolism: morbidity and mortality. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2017 Feb 1;51(2):354-61.