

Možnosti peroperační ochrany mozku při výkonech na aortálním oblouku

RADIM BRÁT, BOHUMIL DOČEKAL, TOMÁŠ DANĚK
Ostrava, Česká republika

BRÁT R, DOČEKAL B, DANĚK T. **Možnosti peroperační ochrany mozku při výkonech na aortálním oblouku.** *Cardiol* 2006;15(3):140–145

Neurologické komplikace jsou jednou z hlavních příčin mortality i pooperační morbidit při výkonech v oblasti aortálního oblouku. Proto efektivita použité ochrany mozku do značné míry ovlivňuje výsledek operace. V současnosti se používají čtyři základní způsoby vedení mimotělního oběhu v průběhu výkonů v oblasti aortálního oblouku. Jsou to hluboká hypotermie a oběhová zástava, retrográdní perfuze mozku, ortográdní perfuze mozku a separátní perfuze horní a dolní poloviny těla v normotermii. V práci jsou uvedeny základní principy jednotlivých metod a jejich modifikace včetně schémat zapojení mimotělního oběhu. Jsou rovněž diskutovány výhody, nevýhody a možnosti použití jednotlivých způsobů peroperační ochrany mozku.

Klíčová slova: oblouk aorty – ochrana mozku – aneuryzma – disekce

BRÁT R, DOČEKAL B, DANĚK T. **Cerebral protection during aortic arch surgery.** *Cardiol* 2006;15(3):140–145

Neurological complication is the main reason for mortality and postoperative morbidity in aortic arch surgery. The result of the operation is influenced by the effectivity of the peroperative cerebral protection. Four main ways of peroperative cerebral protection are currently used – deep hypothermia and circulatory arrest, retrograde cerebral perfusion, orthograde cerebral perfusion and separate perfusion of the upper and the lower part of the body in normothermia. The study describes basic principles of each method and their modifications, including the scheme of extracorporeal circulation. The advantages, disadvantages and the use of different types of peroperative cerebral protection are discussed.

Key words: Aortic arch – Cerebral protection – Aneurysm – Dissection

Specifikem operačních výkonů v oblasti aortálního oblouku je nutnost zastavení krevního průtoku touto oblastí po dobu vlastního operačního výkonu na aortálním oblouku. Vzhledem k tomu, že z aortálního oblouku odstupují větve zásobující mozek, je potřeba při těchto výkonech použít některou z metod peroperační ochrany mozku. Neurologické komplikace jsou jednou z hlavních příčin mortality i pooperační morbidit při výkonech v oblasti aortálního oblouku. Proto efektivita použité ochrany mozku do značné míry ovlivňuje výsledek operace (1). Lze bez nadsázky říct, že historie operací v oblasti aortálního oblouku je historií peroperační ochrany mozku.

V současnosti se používají čtyři základní způsoby vedení mimotělního oběhu v průběhu výkonů v oblasti aortálního oblouku. Jsou to hluboká hypotermie a oběhová zástava, retrográdní perfuze mozku, ortográdní perfuze mozku a separátní perfuze horní a dolní poloviny těla v normotermii. Každá z těchto metod má své výhody a nevýhody, každá má své příznivce a odpůrce. Jednotlivá pracoviště zabývající se problematikou operací v oblasti aortálního oblouku si vypracovávají své modifikace výše uvedených variant. V následujícím textu tedy budou uvedeny základní principy, modifikace, výhody i nevýhody jednotlivých metod.

Hluboká hypotermie a oběhová zástava

Princip této metody je založen na známém faktu, že snížení tělesné teploty vede ke zpomalení tkáňového metabolismu, zachování energetických zásob a snížení orgánové spotřeby kyslíku. První kdo tento předpoklad ověřil v experimentu na zvířeti byl Bieglow v roce 1950 (2). Následně bylo prokázáno, že s každým poklesem teploty organismu o 10 st. C, klesá spotřeba kyslíku přibližně o 50 % (3). Při tělesné teplotě 37 st. C je spotřeba kyslíku 120ml/m²/min, snížením tělesné teploty na 20 st. C spotřeba kyslíku klesne na 33ml/m²/min.

Při použití hluboké hypotermie a oběhové zástavy hned po spuštění mimotělního oběhu zahájíme chlazení nemocného na centrální teplotu 16 – 20 st. C. V průběhu ochlazování nemocného chirurg preparuje oblast aortálního oblouku, případně provádí výkon v oblasti vzestupné aorty či aortálního bulbu. Důležité je dostatečné ventování srdce (odstraňování krve ze srdečních dutin za pomoci sání), protože po snížení teploty pod 28 st. C dochází většinou ke spontánní fibrilaci komor a bez adekvátního ventování může docházet k distenzi srdečních oddílů se všemi negativními důsledky. K urychlení chlazení nemocného je možno podávat vazodilatační látky. Perfuzionista postupně snižuje průtok mimotělního oběhu v závislosti na poklesu teploty. Po dosažení cílové teploty anesteziolog obloží hlavu pacienta vaky s ledem a jako prevenci edému mozku přidá do mimotělního oběhu kortikosteroidy, manitol, furosemid event. barbituráty. Hod-

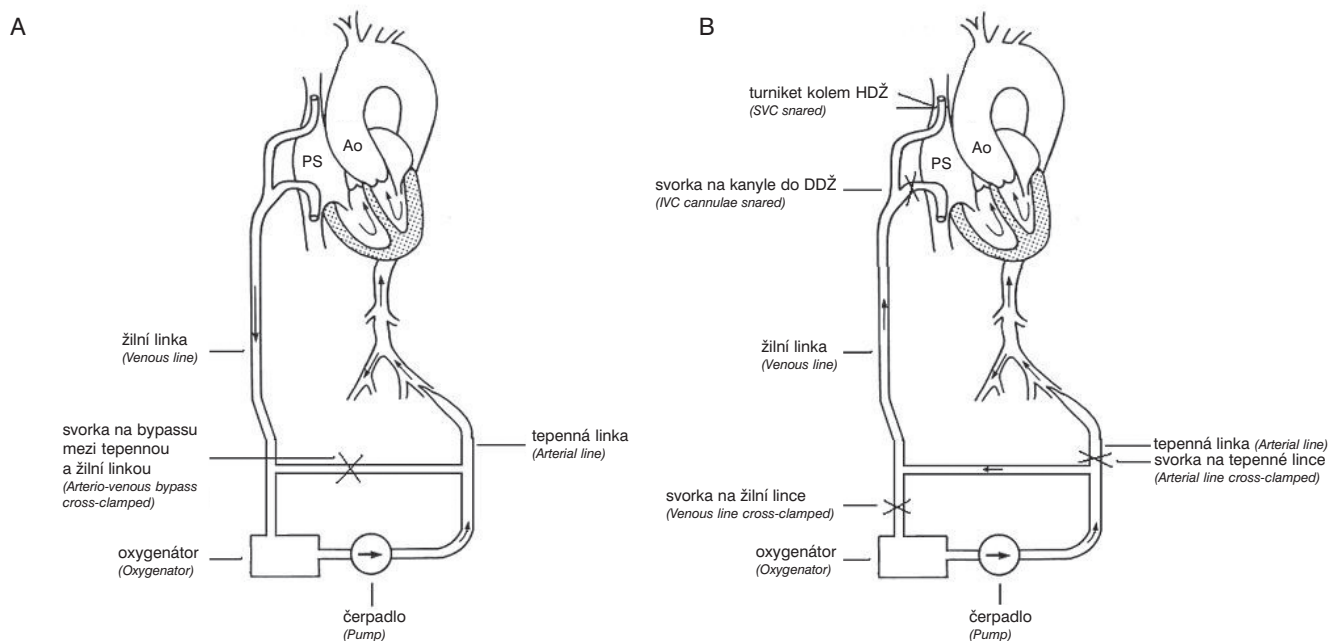
Z Kardiologického centra FNŠP v Ostravě, Česká republika
Do redakce došlo dne 2. augusta 2005; přijaté dne 13. januára 2006
Adresa pre korešpondenciu: MUDr. Radim Brát, PhD., Kardiologické centrum FNŠP Ostrava, 17. listopadu 1790, 708 52 Ostrava, Česká republika, e-mail: radim.brát@fnspo.cz

noty hematokritu je vhodné udržovat v rozmezí 0,15 – 0,2, protože při hypotermii stoupá viskozita krve. Důležité je rovněž udržování normoglykémie. Poté nastavíme stůl do Trendelenburgovy polohy, abychom snížili riziko vzduchové embolizace do mozkových tepen. Zastavíme mimotělní oběh a nemocného parciálně exsanguinujeme (část krve vypustíme do krevního rezervoáru, který je součástí přístroje pro mimotělní oběh). Často je k tomu třeba použít přídatný krevní vak. Poté sejmeme svorku z aorty a započneme s vlastní rekonstrukcí aortálního oblouku. Srdce je po dobu operačního výkonu zastaveno a chráněno kardioplegií zvyklým způsobem. Po ukončení této fáze výkonu provedeme důkladné odvědušnění sestupné aorty a aortálního oblouku včetně odstupujících tepen a naložíme svorku na aortu, resp. protézu nahrazující aortu. Perfuzionista spustí mimotělní oběh, zahájí ohřívání nemocného a průtok mimotělního oběhu zvyšuje adekvátně ke stoupající tělesné teplotě nemocného. Anesteziolog koriguje především acidózu a výkyvy glykémie a minerálů. Ohřívání nemocného nesmí být příliš rychlé, protože v důsledku různého stupně rozpustnosti plynů v krvi při různých teplotách mají tyto plyny při ohřívání tendenci se uvolňovat a mohly by vést až k mikroembolizacím. Proto mezi jednotlivými médii – voda – krev – nemocný – nesmí rozdíl teplot přesáhnout 10 st. C (4).

Hlavní výhodou této metody ochrany mozku je její technická nenáročnost a přehledné bezkrevné pole. Základní nevýhodou je však časové omezení, přičemž horní hranice bezpečné délky oběhové zástavy není přesně známa a je výrazně individuální. Jako relativně bezpečná se uvádí při teplotě 15 st. C doba 40 – 45 minut (5). Dalšími nevýhodami je prodloužení celé operace dané nutností nemocného chladit a následně ohřívát a negativní dopad hluboké hypotermie (hemokoagulace, acidobazická rovnováha, endokrinní změny, použití tkáňových lepidel a pod.). Vzhledem k uvedeným výhodám a nevýhodám lze oběhovou zástavu v hluboké hypotermii doporučit pouze pro výkony, kde předpokládáme velmi krátkou dobu oběhové zástavy (do 15 minut) a to především pro ta pracoviště, která nemají zkušenost s některou jinou metodou ochrany mozku.

Retrográdní perfuze mozku

Princip této metody je založen na kombinaci celkové hypotermie, která sníží metabolické nároky mozku a perfuze mozku okysličenou krví prováděnou retrográdně cestou horní duté žíly. Za tímto účelem je mimotělní oběh uzpůsoben tak, že za oxygenátorem je umístěn bypass mezi tepennou a žilní linkou, který je v dosahu perfuzio-



Obrázek 1 Schéma retrográdní perfuze mozku

Figure 1 Retrograde cerebral perfusion

Ao – aorta, PS – pravá síň (Right atrium), HDŽ – horní dutá žíla (SVC – Superior vena cava), DDŽ – dolní dutá žíla (IVC – Inferior vena cava)

nisty a který umožňuje podávání okysličené a ochlazené krve žilní linkou (**obrázek 1a**). Méně vhodnou variantou je vytvoření bypassu mezi tepennou a žilní linkou na operačním stole, kdy potom směřování krevního toku do tepenné či žilní linky provádí chirurg nakládáním svorek na hadicový systém. Začátek operačního výkonu se neliší od výše popsané hluboké hypotermie. Stejným způsobem dosáhneme hypotermie, stejná jsou rovněž opatření anesteziologa. Po dosažení cílové teploty perfuzionista zastaví mimotělní oběh, přičemž je třeba dbát na to, aby nedošlo k zavzdušnění žilní linky. Chirurg dotáhne turniket kolem kanyly zavedené do horní duté žíly a naloží svorku na kanylu do dolní duté žíly. Perfuzionista naloží svorku na tepennou linku za odstupem bypassu do žilní linky a zahájí perfuzi centrální nervová soustava (CNS) (**obrázek 1b**). Perfuze se provádí průtokem 500 ml/min, přičemž tlak v systému nesmí překročit 25 mmHg (6, 7). Krev vytékající z tepen oblouku aorty je odsávána do mimotělního oběhu. Díky variabilitě žilního systému se může stát, že se část krve dostává do lumbálních žil a vrací se do pravé síně cestou dolní duté žíly (8). Dochází potom k postupnému plnění pravé síně, kterou je třeba intermitentně vyprázdnit. Po ukončení výkonu v oblasti aortálního oblouku odvzdušníme sestupnou aortou a aortální oblouk, obnovíme celotělovou perfuzi zvyklým způsobem a zahájíme ohřívání nemocného způsobem uvedeným v předchozí kapitole.

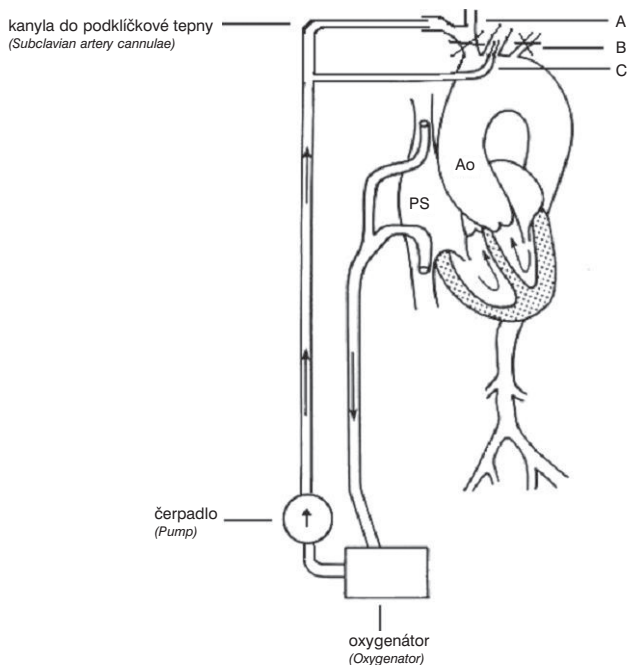
Výhodou retrográdní perfuze mozku je především snížení rizika embolizace jak vzduchové, tak pevných částic do CNS. V porovnání s hlubokou hypotermií bez perfuze mozku je maximální bezpečná délka zástavy oběhu při použití retrográdní perfuze mozku delší (60 – 70 minut), avšak i zde je výrazně individuální a není přesně stanovena. Hlavní nevýhodou retrográdní perfuze mozku je velká variabilita žilního systému a přítomnost funkčních chlopní ve vnitřní jugulární žíle (8). Proto není jasné, jak velká část perfuze je směřována do extrakraniálního a jak velká část do intrakraniálního řečiště. To je také důvodem určité nespolehlivosti této metody. Další nevýhodou je zpětné krvácení z tepen zásobujících mozek do operačního pole, které může významně znesnadňovat operaci. Vzhledem k uvedeným výhodám a nevýhodám je sice některými autory tato metoda používána a doporučována (6, 7), avšak většina pracovišť v současné době preferuje ortográdní perfuzi mozku (1, 9).

Ortográdní perfuze mozku

Ortográdní perfuzi mozku poprvé úspěšně použil DeBakey v roce 1957. V současné době je to nejroz-

šířenější způsob peroperační ochrany mozku při výkonech v oblasti aortálního oblouku. Principem je ortográdní perfuze mozku okysličenou krví cestou karotických tepen. Tím je zajištěn dostatečný přísun kyslíku do mozku a jeho perfuze je v zásadě totožná s perfuzí v průběhu normálního mimotělního oběhu. Ortográdní perfuze mozku se dále kombinuje s různým stupněm hypotermie, který má jednak protektivní vliv na dolní polovinu těla, která není perfundována, jednak vytváří bezpečnostní prostor pro krátkodobé přerušení ortográdní perfuze mozku v případě technických obtíží. Míra hypotermie je u této metody uváděna různými autory různě, většinou se však pohybuje v rozmezí 22 – 28 st.C.

Před začátkem mimotělního oběhu do tepenné linky vřadíme odbočku, která bude sloužit k zajištění perfuze mozku. Tepennou kanylu zavádíme do femorální tepny, trunku brachiocephalického nebo pravé axilární či podklíčkové tepny. V poslední době jsou preferovány poslední jmenované přístupy, protože se při nich vyhýbáme retrográdní perfuzi břišní a sestupnou hrudní aortou, což je výhodné zvláště u disekcí hrudní aorty. Navíc tento přístup podstatně zjednoduší vlastní vedení ortográdní perfuze mozku, jak bude popsáno dále. Trunkus brachiocephalicus je možno kanylovat ze střední sternotomie, není tedy třeba separátní incize. Tento přístup preferujeme především u výdutí, kde je širší brachiocephalického trunku většinou dostatečná a zavedená kanyla nevytváří obstrukci. Naopak se kanylací této tepny vyhýbáme u disekcí, které mohou přestupovat i na trunkus a hrozilo by tedy riziko zakanylování falešného lumen. Kanylací pravé axilární či podklíčkové tepny preferujeme u disekcí a u těch nemocných, kde je širší či délka brachiocephalického trunku nedostatečná k zavedení kanyly. Jako přístup volíme incizi v deltoideopektorálním sulku, je rovněž možný přístup z incize v podklíčkové a velmi vzácně i nadklíčkové oblasti. Při preparaci tepny musíme dbát na to, abychom neporanili plexus brachialis. Dle šíře axilární tepny zavádíme kanylu buď přímo do axilární tepny, nebo přes krátkou protézu našitou end to side na axilární tepnu. Žilní kanylu zavádíme zvyklým způsobem. Po spuštění mimotělního oběhu zahájíme ochlazování nemocného. Systémové tlaky monitorujeme na obou radiálních tepnách. Zvláště při přímé kanylací brachiocephalického trunku musíme dbát na to, aby kanyla nevytvářela obstrukci, což by se projevilo diferencí mezi tlaky na obou radiálních tepnách. Pokud jsme kanylovali přímo pravou axilární či podklíčkovou tepnu, potom monitorujeme pouze tlak na levé radiální tepně. Po dosažení požadované míry hypotermie anesteziolog obloží hlavu pacienta vaky s ledem a jako prevenci edému mozku přidá do mimotělního oběhu kortikosteroidy, manitol, furosemid

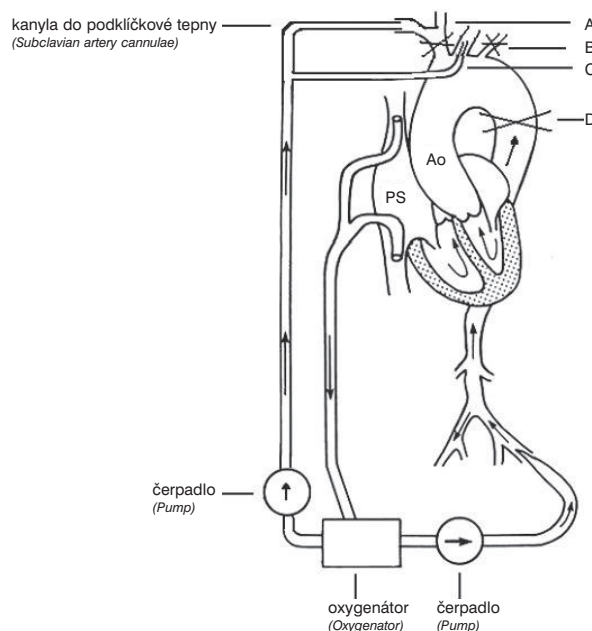


Obrázek 2 Schéma ortográdní perfuze mozku

Figure 2 Orthograde cerebral perfusion

Ao – aorta, PS – pravá síň (Right atrium), A – svorka na trunkus brachiocephalicus (Brachiocephalic trunk cross-clamped), B – svorka na podklíčkové tepně (Subclavian artery cross-clamped), C – kanyla do levé karotidy (Left carotid artery cannulae)

a barbituráty. Nyní v případě perfuze vedené cestou trunkus brachiocephalicus či pravé podklíčkové nebo axilární tepny pouze snížíme průtok na 10 ml/kg/min a naložíme svorku na trunkus brachiocephalicus. Tím máme zajištěnou ortográdní perfuzi mozku cestou arteria axillaris dextra (arteria subclavia, truncus brachiocephalicus) – arteria carotis dextra – circulus arteriosus Willisii – arteria carotis sinistra bez nutnosti zastavení perfuze mozku a bez výraznějšího rizika embolizace. Vzhledem k tomu, že většinou nemůžeme bezpečně vyloučit stenózy v intrakraniálním řečišti, většina pracovišť doporučuje ihned po provedení incize aortálního oblouku zavést odbočku z tepenné linky do odstupu levé krkavice a perfundovat ortográdně mozek rovněž cestou této tepny. Levou podklíčkovou tepnu většinou neperfundujeme a uzavíráme ji svorkou (**obrázek 2**). Pokud jsme mimotělní oběh vedlí cestou stehenní tepny, potom po dosažení požadované míry hypotermie nastavíme stůl do Trendelenburgovy polohy, zastavíme mimotělní oběh, sejmeme svorku z aorty, provedeme incizi aortálního oblouku a zavedeme odbočku z tepenné linky do brachiocephalickeho trunku a levé krkavice, spustíme ortográdní perfuzi mozku a svorkou uzavřeme levou podklíčkovou tepnu. Nevýhodou tohoto postupu je jeho větší komplikovanost, nutnost přerušit krátkodobě perfuzi mozku, větší rizi-



Obrázek 3 Schéma separátní perfuze horní a dolní poloviny těla

Figure 3 Separate perfusion of the upper and the lower part of the body

Ao – aorta, PS – pravá síň (Right atrium), A – svorka na trunkus brachiocephalicus (Brachiocephalic trunk cross-clamped), B – svorka na podklíčkové tepně (Subclavian artery cross-clamped), C – kanyla do levé karotidy (Left carotid artery cannulae), D – svorka na aortě (Aorta cross-clamped)

ko embolizace do CNS a přítomnost většího množství kanyl v operačním poli, které mohou komplikovat vlastní výkon na aortálním oblouku. K zajištění perfuze tepen z aortálního oblouku používáme nejčastěji kanyly s obturačním balónkem na konci (například kanyly používané k podávání retrográdní kardioplegie), je však možno použít i kanyly bez obturačního balónku a kanylu zajistit turniketem. Je výhodou, pokud je kanyla vybavena kanálem pro měření tlaku na špičce kanyly, protože tento nám umožňuje monitorovat tlak v krkavicích.

Ortográdní perfuzi mozku provádíme průtokem 10 ml/kg/min (10 – 12). Po celou dobu ortográdní perfuze mozku monitorujeme tlak v mozkovém řečišti, který by se měl pohybovat v rozmezí 40 – 70 torrů (13 – 15). Nejvýhodnější je monitorovat tlak přímo v krkavicích, pokud jsme nekanylovali přímo pravou podklíčkovou či axilární tepnu, můžeme tlak monitorovat také na pravé radiální tepně. Dále u nemocného monitorujeme saturaci krve z jugulárního bulbu buď intermitentně, nebo lépe kontinuálně. Je rovněž vhodné použít sledování bispektrální analýzou či monitorovat EEG. Jinou možností monitorace nemocného je provádění transkraniální oximetrie. Podle potřeby potom upravujeme průtok. Po ukončení výkonu v oblasti aortálního oblouku odstraníme kanyly zavedené do odstupu z oblouku a sejmeme svorku z levé podklíčkové tep-

ny. V případě oběhu vedeného cestou brachiocephalického trunku či pravé podklíčkové tepny sejmeme svorku z trunku a zvýšíme průtok, čímž obnovíme mimotělní oběh a započneme s ohříváním nemocného. Pokud jsme vedli mimotělní oběh cestou stehenní tepny, můžeme obnovit perfuzi stejnou cestou, nebo častěji přemístíme tepennou kanylu do protězy nahrazující aortální oblouk a spustíme perfuzi ortográdně. V obou případech musíme dbát na důkladné odvodu sestupné aorty a oblouku. Opatření při ohřívání jsou stejná jako bylo uvedeno v kapitole o hluboké hypotermii a oběhové zástavě.

Hlavní výhodou ortográdní perfuze mozku je, že zachovává po celou dobu operace průtok okysličené krve tepenným řečištěm mozku. Tento průtok je dobře monitorovatelný a dobře regulovatelný. Riziko embolizace je zvláště v kombinaci s kanylací podklíčkové tepny velmi malé a metoda není příliš komplikovaná. Při dodržení všech výše uvedených zásad lze považovat takto prováděnou peroperační ochranu mozku za relativně bezpečnou v rozsahu času potřebného k provedení celého spektra výkonů prováděných v oblasti aortálního oblouku. Nevýhodou metody je nutnost alespoň střední hypotermie se všemi důsledky z toho plynoucími.

Separátní perfuze horní a dolní poloviny těla v normotermii

Principem metody je použití dvou nezávislých čerpadel, z nichž jedno slouží k perfuzi mozku a horní poloviny těla a druhé k perfuzi dolní poloviny těla. Tím v zásadě úplně odpadá nutnost hypotermie, přesto většina pracovišť, která tuto metodu používají, z bezpečnostních důvodů používá mírnou hypotermii.

Technické provedení této metody je podobné, jak bylo uvedeno v kapitole o ortográdní perfuzi mozku. Rozdíl spočívá v tom, že nemocného neochlazuje (nebo pouze do mírné hypotermie). Perfuzi mozku a horní polovinou těla provádíme způsobem popsáním v předchozí kapitole, stejné jsou rovněž průtoky a monitorování nemocného. Na rozdíl od předchozí metody však po incizi aortálního oblouku obturujeme aortu pod odstupem levé podklíčkové tepny svorkou nebo obturačním balonem a zahájíme perfuzi dolní poloviny těla separátním čerpadlem kanylou zavedenou do stehenní tepny (**obrázek 3**). Monitorujeme přítom tlak v druhostranné stehenní tepně. Tím máme zajištěnu perfuzi celého těla s výjimkou aortálního oblouku, kde operujeme. Po dokončení výkonu v oblasti aortálního oblouku zastavíme perfuzi dolní poloviny těla, sejmeme svorky ze sestupné aorty a trunku a obnovíme perfuzi cestou podklíčkové tepny.

Výhodou této metody je možnost provedení výkonu v normotermii nebo pouze mírné hypotermii se všemi výhodami z toho plynoucími. Míra peroperační ochrany mozku i míchy a splachnické oblasti je velmi vysoká. Nevýhodou metody je její větší komplikovanost kladoucí vysoké nároky především na perfuzionistu. Další nevýhodou, především u výkonů vedených v normotermii, je časově velmi omezený prostor pro vyřešení případných technických obtíží. Problémem může být rovněž obturace sestupné aorty zvláště u nemocných s těžce kalcifikovanou sestupnou aortou nebo tam, kde distální anastomózu provádíme jako „elephant trunk“.

Závěr

Operace v oblasti aortálního oblouku stále patří mezi jedny z nejnáročnějších kardiokirurgických operací. Výsledek operace do značné míry závisí na efektivitě použité ochrany mozku. V současné době jsou používány čtyři základní možnosti peroperační ochrany mozku. Jsou to hluboká hypotermie a oběhová zástava, retrográdní perfuze mozku, ortográdní perfuze mozku a separátní perfuze horní a dolní poloviny těla v normotermii. Každá z těchto metod má své výhody a nevýhody. Obecně však můžeme říci, že nejpreferovanější metodou se v poslední době stává ortográdní perfuze mozku, která je vhodná i pro rozsáhlé výkony vyžadující delší oběhovou zástavu. Naopak pouze hluboká hypotermie a oběhová zástava bez perfuze mozku je akceptovatelnou metodou pouze pro výkony s krátkou dobou zástavy oběhu.

Literatura

1. Hagl C, Khaladj N, Karck M, et al. Hypothermic circulatory arrest during ascending and aortic arch surgery: the theoretical impact of different cerebral perfusion techniques and other methods of cerebral protection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:371–379.
2. Bieglow WG, Lindsay RC, Greenwood WF. Hypothermia: its possible role in cardiac surgery: an investigation of factors governing survival in dogs at low body temperature. *Ann Surg* 1950;132:849–865.
3. Bregman D. Physiology, related complications and pharmacology. In: Casthely PA. *Cardiopulmonary bypass*. Mount Kisco, NY: Futura Publishing Company, Inc. 1991:37–84.
4. Lonský V. Změny centrální a periferní teploty během hypotermického mimotělního oběhu. In: Lonský V. *Mimotělní oběh v klinické praxi*. Praha: Grada Publishing 2004:84–86.
5. Kirklín JW. Hypothermia, circulatory arrest and cardiopulmonary bypass. In: Kirklín JW, Barratt-Boyes BG. *Cardiac surgery*. Second edition. London:Churchill Livingstone, Inc.1993:61–127.

-
6. Buket S, Alayunt A, Discigil B, et al. Continuous retrograde cerebral perfusion supplies substances for brain metabolism during hypothermic circulatory arrest. *Perfusion* 1995;10:237–244.
 7. Raskin SA, Coselli JS. Retrograde cerebral perfusion: overview, techniques and results. *Perfusion* 1995;10:51–57.
 8. De Brux JL. Retrograde cerebral perfusion: anatomic study of the distribution of blood to the brain. *Ann Thorac Surg* 1995;60:1294–1298.
 9. Griep RB. Cerebral protection during aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:425–427.
 10. Maas C, Kok R, Segers P, et al. Intermittent antegrade/selective cerebral perfusion during circulatory arrest for repair of the aortic arch. *Perfusion* 1997;12:127–132.
 11. Mazzola A, Gregorini R, Villani C, et al. Antegrade cerebral perfusion by axillary artery and left carotid artery inflow at moderate hypothermia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:930–931.
 12. Moriyama Y, Iguro Y, Hisatomi K, et al. Thoracic and Thoracoabdominal Aneurysm Repair Under Deep Hypothermia Using Subclavian Arterial Perfusion. *Ann Thorac Surg* 2001;71:29–32.
 13. Schachner T, Vertacnik K, Laufer G, et al. Axillary artery cannulation in surgery of the ascending aorta and the aortic arch. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2002;22:445–447.
 14. Tasdemir O, Saritas A, Kucuker S, et al. Aortic arch repair with right brachial artery perfusion. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1837–1842.
 15. Yavuz S, Goncu MT, Turk T. Axillary artery cannulation for arterial inflow in patients with acute dissection of the ascending aorta. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2002;22:313–315.