

Hluboká hypotermie v současné kardiouchirurgii

František Mlejnský, Igor Vykydal, Jaroslav Lindner, Jan Táborský, Tomáš Grus

II. chirurgická klinika – kardiiovaskulární chirurgie, Všeobecná fakultní nemocnice a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha, Česká republika

Mlejnský F, Vykydal I, Lindner J, et al. **Hluboká hypotermie v současné kardiouchirurgii.** *Cor Vasa* 2010;52:759–761.

Autoři uvádějí možnosti využití hypotermie v současné kardiouchirurgii. Na základě vlastních zkušeností hodnotí její rizika a možnosti bezpečného vedení mimotělního oběhu v hluboké hypotermii a techniky cirkulační zástavy. Současně je uveden výčet prostředků používaných pro optimální chlazení a ohřev pacienta a jejich použití.

Klíčová slova: Mimotělní oběh – Hluboká hypotermie – Zástava oběhu

Mlejnský F, Vykydal I, Lindner J, et al. **Deep hypothermia in current cardiac surgery.** *Cor Vasa* 2010;52:759–761.

The authors discuss the potential uses of hypothermia in current cardiac surgery. Based on their own experience, they evaluate its risks and potential for safe management of extracorporeal circulation in deep hypothermia as well as techniques of circulatory arrest. The paper includes a review of tools employed for optimal cooling and rewarming of the patient, and their use.

Key words: Extracorporeal circulation – Deep hypothermia – Circulatory arrest

Adresa: Mgr. František Mlejnský, II. chirurgická klinika – kardiiovaskulární chirurgie, VFN a 1. LF UK, U Nemocnice 2, 128 08 Praha 2, Česká republika, e-mail: frantisek.mlejnsky@vfn.cz

Úvod

V současné době většinu kardiouchirurgických výkonů u dospělých nemocných provádíme v normotermii nebo mírné hypotermii. Důvodem je lepší oběhová stabilita pacientů po operaci, menší výskyt koagulačních poruch, kratší doba intubace, nižší viskozita krve a v neposlední řadě také menší riziko hypertermie při ohřívání.^{1–3}

Hypotermie je stav, kdy teplota tělesného jádra (obsah dutiny lební, hrudní, břišní a vnitřní část svalstva končetin) klesá pod 35 °C. Důvodem pro snížení tělesné teploty v kardiouchirurgii bylo zvýšení tolerance orgánů k případné ischemii. Současně se snižující se teplotou dochází ke zpomalení metabolismu, zachování energetických zásob a snížení orgánové spotřeby kyslíku. Je prokázáno, že při poklesu tělesné teploty o 10 °C klesá spotřeba kyslíku přibližně na polovinu.⁴

Hypotermie zároveň poskytuje čas pro řešení nečekaných technických problémů spojených s mimotělním oběhem. Hypotermii dělíme na mírnou (35–32 °C), střední (31–26 °C), hlubokou (25–20 °C) a velmi hlubokou (19–14 °C).⁵ Hlubokou a velmi hlubokou hypotermii využíváme přibližně u 5 % operovaných. Hluboká a velmi hluboká hypotermie je vyhrazena speciálním indikacím. Jde o výkony, kdy je nutné na určitou dobu zastavit mimotělní cirkulaci, tedy při operacích na aortálním oblouku a při endarterektomii arteria pulmonalis, která je chirurgickou léčbou plicní hypertenze.⁶ Bezpečná doba cirkulační zástavy je závislá především na hloubce hypotermie. Při snížení tělesné teploty jádra na 18 °C je bezpečná doba zástavy cirkulace 30 minut, ovšem za předpokladu nulové mozkové aktivity.⁷

Alternativní metodou ochrany mozku je jeho perfuze. Jde o antegrádní nebo retrográdní perfuzi. Sami preferujeme

antegrádní perfuzi. Je to nejfyziologičtější alternativa ochrany mozku, která umožňuje delší dobu cirkulační zástavy a případnou menší hloubku hypotermie.⁸ Tato metoda je zavedeným postupem při operacích na oblouku aorty, ale není vhodná pro použití při endarterektomii arteria pulmonalis. Při tomto výkonu používáme metodu přerušované cirkulační zástavy s opakovanou reperfuzí, kdy po 20 minutách cirkulační zástavy obnovíme průtok. Je-li tato doba nedostatečná pro úspěšné provedení výkonu, po deseti minutách cirkulace opět mimotělní oběh zastavíme. To nám umožňuje prodloužit celkovou dobu cirkulační zástavy.⁹

Prostředky pro chlazení a ohřev

Chlazení a ohřev pacienta probíhá na mimotělním oběhu pacienta prostřednictvím tepelného výměníku integrovaného do systému mimotělního oběhu. Chlazení nebo ohřívání krve pacienta je neúčinnější způsob regulace pacientovy teploty.

Pro zkrácení doby chlazení a ohřívání používáme pomocné prostředky. V průběhu operace regulujeme teplotu operačního sálu, současně je pod pacientem umístěna chladicí (ohřívací) podložka, ve které cirkuluje voda požadované teploty. Pokud je to možné, umísťujeme na dolní polovinu těla ohřívací podušku, do které při ohřívání proudí teplý vzduch (obrázek 1). Standardně používáme lokální chlazení hlavy (obrázek 2), které účinně snižuje teplotu mozku, a tím přispívá k jeho lepší ochraně před hypoxickým poškozením při cirkulační zástavě.¹⁰ Při endarterektomii arteria pulmonalis používáme chladicí roušku pod srdce, která napomáhá k ochraně myokardu (obrázek 3).⁶



Obrázek 1 Ohřívací poduška umístěná na pacienta při rouškování

Monitorace

V průběhu operace probíhá standardní monitorace vitálních funkcí pacienta. Vzhledem k případné vasokonstrikci způsobené hypotermií je účelné pro přímé měření tepenného tlaku využít místo arteria radialis arteria femoralis.¹¹ Při endarterektomii arteria pulmonalis monitorujeme také tlaky v plicnici. Teploty měříme v arteriální a venózní lince systému mimotělního oběhu a v tepelné jednotce. Zároveň monitorujeme tělesné teploty v rektu, nasofaryngu a močovém měchýři. V průběhu mimotělního oběhu se orientujeme především podle teploty v močovém měchýři, kterou považujeme za teplotu intermediární. Pro stanovení mozkové aktivity používáme záznam bispektrální analýzy EEG a případně saturaci krve odebrané z jugulárního bulbu. Zástavu mimotělní cirkulace provádíme až při nulové hodnotě bispektrální analýzy a saturaci krve z jugulárního bulbu $\geq 95\%$ (obrázek 4).¹²

Zvláštní medikace a použité materiály

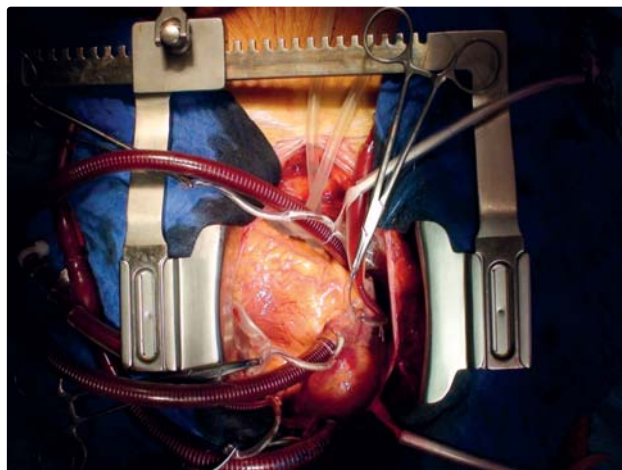
V průběhu chlazení přidáváme do mimotělního oběhu farmaka s cílem ochránit mozek při cirkulační zástavě. K prevenci mozkového edému podáváme methylprednisolonu natrii succinas (Solu-Medrol), thiopentalum natrium (Thiopental) ke snížení metabolismu mozku a antiepileptikum phenytoinum natrium (Epanutin).¹³

Pomocí vasodilatačního účinku milrinonu, který podáváme při spuštění mimotělního oběhu, urychlujeme ochlazování pacienta.¹⁴

Vzhledem k obvyklým délkám výkonů v hluboké hypotermii používáme oxygenátor pro dlouhodobější použití (delší než



Obrázek 2 Lokální chlazení hlavy během cirkulační zástavy



Obrázek 3 Chladicí rouška pod srdce a kanyly mimotělní cirkulace

šest hodin), který má membránu z neporézních dutých vláken (polymethylpenten). Zároveň je celý vnitřní systém mimotělního oběhu ošetřen hemokompatibilním povrchem pro snížení negativních účinků kontaktu krve s cizorodým povrchem.¹⁵

Strategie a postupy

Mimotělní oběh vedeme metodou „alfa-stat“. Jde o strategii vedení mimotělního oběhu, kdy hodnoty pH a pCO_2 udržujeme ve fyziologických mezích při teplotě $37^\circ C$. Tato strategie zachovává autoregulaci mozkové perfuze a optimalizuje celulární aktivitu enzymů. Metodu „pH-stat“, při které je acidobazická rovnováha udržována vzhledem k aktuální teplotě, nepoužíváme.¹⁶

Před spuštěním a po spuštění mimotělního oběhu provádíme řízenou hemodiluci, jejímž úkolem je snížení hematokritu pacienta na cílovou hodnotu 0,20. Snížením viskozity krve je zajištěna lepší orgánová mikrocirkulace. Při ohřívání upravujeme hodnoty hematokritu zpět pomocí hemofiltrace.¹⁷

Maximální gradient teplot voda-krev-pacient by neměl přesahovat $10^\circ C$ z důvodu rovnoměrného ochlazování (ohřívání) a při ohřívání pro nebezpečí vzniku mikrobublin plynů. Abychom se vyvarovali neurologických komplikací způsobených hypertermií, udržujeme maximální teplotu v tepenné lince do $37,5^\circ C$ (teplota mozkové tkáně kopíruje teplotu v tepenné lince).¹⁸ Mimotělní oběh ukončujeme až při ohřátí tělesného jádra i periferie. Při nedostatečném ohřátí hrozí pokles tělesné teploty po odpojení mimotělního oběhu na operačním sále



Obrázek 4 Monitor vitálních funkcí při cirkulační zástavě

a následně na pooperačním oddělení. Především proces ohřívání pacienta vyžaduje pečlivý a trpělivý přístup.

Závěr

Hluboká a velmi hluboká hypotermie je v současné kardiokirurgii dospělých vyhrazena speciálním indikacím spojeným s nutností dočasné cirkulační zástavy. Cílem popsané metody a postupů je umožnění bezpečného provedení kardiokirurgického výkonu a pacient probuzený do plného vědomí po operačním výkonu.

Literatura

1. Adams DC, Heyer EJ, Simon AE, et al. Incidence of atrial fibrillation after mild or moderate hypothermic cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 2000;28:309–311.
2. Jones T, Roy RC. Should patients be normothermic in the immediate postoperative period? *Ann Thorac Surg* 1999;68:1454–1455.
3. Speziale G, Ferroni P, Ruvoilo G, et al. Effect of normothermic versus hypothermic cardiopulmonary bypass on cytokine production and platelet function. *J Cardiovasc Surg* 2000;41:819–827.
4. Casthely PA, Bergman D. Cardiopulmonary bypass: physiology. Related complications and pharmacology. Mount Kisco, NY: Futura Publishing Company, Inc., 1991:38–84.
5. Wong KC. Physiology and pharmacology of hypothermia. *West J Med* 1983;138:227–232.
6. Lindner J, Jansa P, Kunštýř J, et al. Endarterektomie plicních tepen – chirurgická léčba chronické tromboembolické plicní hypertenze. *Čas Lék Čes* 2006;145:307–312.
7. Pretre R, Turina MI. Deep hypothermic circulatory arrest, neurologic injury after DHCA in clinical practice. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr. (eds.) *Cardiac surgery in the adult*. New York: McGraw-Hill, 2003: 406–407.
8. Martin TD. Thoracic aortic surgery and cardiopulmonary bypass. In: Mora CT, et al. *Cardiopulmonary bypass. Principles and techniques of extracorporeal circulation*. New York: Springer-Verlag, 1995:329–339.
9. Lindner J, Jansa P, Kunštýř J, et al. Implementation of a new programme for the surgical treatment of CTEPH in the Czech Republic -- Pulmonary endarterectomy. *Thorac Cardiovasc Surg* 2006;54:528–531.
10. Pretre R, Turina MI. Deep hypothermic circulatory arrest, cooling and rewarming. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr. (eds.) *Cardiac surgery in the adult*. New York: McGraw-Hill, 2003:405.
11. Manecke GR Jr, Parimucha M, Stratmann G, et al. Deep hypothermic circulatory arrest and the femoral-to-radial arterial pressure gradient. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18:175–179.
12. Hessel EA II, Edmunds LH Jr. Extracorporeal circulation, perfusion systems, deep hypothermic circulatory arrest. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr. (eds.) *Cardiac surgery in the adult*. New York: McGraw-Hill, 2003:335–336.
13. Lindner J, Jansa P, Kunštýř J, et al. Naše první zkušenosti s plicní endarterektomií pro chronickou tromboembolickou plicní hypertenzi. *Cor Vasa* 2004;46:552–555.
14. Kunštýř J, Lindner J, Jansa P, et al. První endarterektomie arteria pulmonalis v ČR – kazuistika. *Anest Intenziv Med* 2005;16:101–104.
15. Wendel HP, Ziemer G. Coating-techniques to improve the hemocompatibility of artificial devices used for extracorporeal circulation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:342–350.
16. Davies LK. Hypothermia: Physiology and clinical use. In: Gravlee GP, Davis RF, Utley JR, et al. *Cardiopulmonary bypass. Principles and practice*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993:140–154.
17. Lonský V. *Mimotělní oběh v klinické praxi*. Praha: Grada Publishing, 2004:78–79.
18. Manecke, GR Jr. Anesthesia for pulmonary endarterectomy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006;18:236–242.

Zápis ze schůze Pracovní skupiny ošetrovatelství v kardiologii ČKS konané 6. listopadu 2010 ve VFN Praha

Přítomni: T. Hess, D. Hetcllová, D. Klemsová, K. Malá, J. Leso
Omluveni: T. Pečánková, E. Sovová, R. Škulec

Z jednání:

Vyhodnocení aktivit v roce 2010: Všechny akce byly dobře organizovány a jejich odborná úroveň včetně diskusí má vzestupný trend.

Kdo se podílel na akcích? **Jarní setkání 3:** J. Panská, Praha.
XVIII. sjezd ČKS: výbor. **SestraFest 2:** ÚVN: K. Malá, T. Pečánková a spol., FN Ostrava; Z. Goliszová, Z. Hrabovská, S. Obidová, S. Voštináková, Kardio ordinace Městská nemocnice Praha 9; S. Bašová, J. Leso, Kardiologie Bulovka; M. Hanzlíková, P. Nováková. **IV. kongres kardiostest Ostrava:** L. Klemsová a spol. (viz zpráva). **Listopadové setkání 4:** J. Leso, Praha (viz zpráva). **Akce 2011:** Viz webové stránky PSOK ČKS. Termíny akcí se mohou změnit!

11th Annual Spring Meeting on Cardiovascular Nursing, 1–2 April 2011

Brusel, Belgie. Byl stanoven deadline pro podání abstrakt 15. 11. 2010! Registrační poplatek zaplacený do 16. 2. 2011 činí 270 eur. **SestraFest 3:** 25. 5. 2011 – podíl PSOK na akci – zajistí D. Hetcllová a spol. z I. interní kliniky FN Olomouc. Téma: Srdce Hané – KV prevence a rehabilitace. **XIX. sjezd ČKS (Brno): První blok PSOK** na téma Urgentní medicína – záchranná služba – zajistí J. Callerová, R. Škulec. **Druhý blok:** Členové výboru. **Sekce volných sdělení:** T. Hess – zajistí recenzenty dle pokynů sekretariátu sjezdu a po vyhodnocení sestaví bloky.

Členská základna: Úkol pro všechny členy výboru včetně pomoci při internetové registraci členů do ČKS včetně PSOK!
Rubrika kardiologických sester v Cor et Vasa: Vítána – odborná sdělení, aktuality (zajímavosti z akcí, z kardiologických pracovišť, z regionů, editorial atd.).

Na webové stránky ČKS – PSOK lze umisťovat i přednášky ve formátu .ppt (vše po souhlase autora). Koordinaci s redakcí *Cor et Vasa* nebo sekretariátem ČKS zajišťuje J. Leso (leso@mnnp.cz).

E-learning (SestraIN): Malý zájem na tvorbě programů? Koordinátorka K. Malá (Kardiologické oddělení, ÚVN Praha)

Standardní ošetrovatelské postupy: Cílem je vytvořit 15 standardů pro potřeby ošetrovatelské péče v kardiologii! Kontinuálně budou zpracovávány dle propozic MZ. Poté budou zveřejněny na sjezdu ČKS, webu ČKS a v budoucnu vydány v nakladatelství Grada.

Certifikovaný kurs: Specifická ošetrovatelská péče o pacienta po diagnostické koronarografii. Byla podána žádost o schválení projektu na MZ. V případě schválení bude realizace oznámena cestou PSOK. Zajišťuje L. Klemsová, Ostrava.

Volební právo pro kardiostest členky PSOK ČKS: Dle informace ze sekretariátu ČKS bude návrh předložen dle platných stanov ČKS na valné hromadě dne 1. 5. 2011. Nejpozději do 15. 2. 2011 bude nutné poslat inovovanou žádost na sekretariát ČKS. Zajistí T. Hess.

Zapsali koordinátorka akcí L. Klemsová a místopředseda PSOK ČKS J. Leso 14. 11. 2010.