

Krevní transfuze a záchrana krve v kardiochirurgii

Robert Wagner

Centrum kardiovaskulární a transplantační chirurgie, Brno, Česká republika

Wagner R. **Krevní transfuze a záchrana krve v kardiochirurgii.** *Cor Vasa* 2010;52:302–306.

Požadavky na krevní transfuzi v kardiochirurgii jsou z historického hlediska proměnlivé, ale obecně vysoké. Za 50 let rozvoje srdeční chirurgie průměrná spotřeba krevních přípravků významně klesla, ale v poslední dekádě byla zaznamenána určitá tendence k vzestupu. Příčinou je hlavně narůstající počet reoperací plus operací u velmi starých, polymorbidních pacientů s krvácivými komplikacemi. Náš přístup obsahuje multimodální strategii záchrany pacientovy krve, která sahá od předoperační přípravy přes chirurgické a autotransfuzní techniky, farmakologickou intervenci až po udržení homeostázy. Podání krevní transfuze zůstává život zachraňujícím opatřením navzdory řadě úskalí. Naše současné postupy umožňují provést srdeční operaci bez podání cizí krevní transfuze (bezkrvné operaci) u 60 % pacientů a v tomto směru lze předpokládat další pozitivní vývoj.

Klíčová slova: Krevní transfuze – Záchrana krve – Rekuperace – Bezkrvné operace

Wagner R. **Blood bank transfusion and blood salvation in cardiac surgery.** *Cor Vasa* 2010;52:302–306.

In cardiac surgery, demand for blood transfusion, while historically variable, has been generally high. During the 50 years of evolution of cardiac surgery, average use of transfusions has decreased significantly, but there has been a trend toward a rise in the last decade. The causes are mainly the increasing number of reoperations and procedures in elderly, polymorbid patients with bleeding complications. Our approach involves a multimodal policy of patient's blood salvation extending from preoperative preparation, through surgery and recuperation procedures up to homeostasis maintenance. Despite numerous problems, blood bank transfusion remains a life saving step. Our current blood conservation policy allows for cardiac surgery without blood bank transfusion (bloodless procedure) in 60% patients and further improvement can be expected.

Key words: Blood bank transfusion – Blood conservation – Recuperation – Bloodless operation

Adresa: MUDr. Robert Wagner, Ph.D., CKTCH, Pekařská 53, 656 91 Brno, Česká republika, e-mail: robert.wagner@cktch.cz

Úvod

Požadavky na krevní transfuzi při operacích srdce v mimotělním oběhu (MO) byly v minulosti vysoké a operativa byla prakticky limitována kapacitou transfuzních stanic. Postupně se transfuzní nároky snížily díky rozvoji kardiochirurgie a dalších specializací včetně kardioanestezie, které společně rozvíjely také principy záchrany krve (autotransfuzi).^{1–4} Klíčové bylo porozumění patologii krvácení po MO,^{5–8} zavedení monitorování koagulačního procesu během operace tzv. rychlými testy včetně tromboelastografie⁹ a zvolení účinné léčby v kontextu celé perioperační péče.^{3,4} Významný pokrok byl zaznamenán také ve vývoji mimotělního oběhu, kde bylo dosaženo větší biokompatibility a miniaturizace.¹⁰ Výsledkem je, že nyní se cizí, tedy homologní krevní transfuze nepodává u více než 60 % operací¹¹ a v koronární chirurgii téměř ve 100 %.¹² Srovnatelné výsledky máme i v Centru kardiovaskulární a transplantační chirurgie (CKTCH) Brno. Nicméně transfuzní převody od cizích dárců jsou stále

vyžadovány asi u 40 % srdečních operací. Z nich 5–10 % má excesivní ztráty (více než normální objem cirkulující krve) a asi 20 % má velké krevní ztráty (více než dva litry). Průměrná spotřeba transfuzí se tak stále pohybuje podle center v rozmezí 2–4 j. erymasy na pacienta.¹³ Odhaduje se, že 10–20 % kapacity transfuzních stanic spotřebuje srdeční chirurgie. Např. v roce 2009 bylo v CKTCH Brno podáno 2 200 j. erymasy, což je 14 % produkce Transfuzní stanice FN Brno-Bohunice. V poslední dekádě jsou postupy perioperační záchrany krve velmi aktuální, protože narůstá počet reoperací plus operací u velmi starých, polymorbidních pacientů s krvácivými komplikacemi.

Také v kardiochirurgii může být autotransfuze rozdělena do tří odlišných kategorií určených časem odběru a použitou metodou. Rozlišujeme tedy předoperační dárce, peroperační sběr a pooperační záchranu krve. Tyto postupy jsou hlavní součástí multimodální strategie záchrany krve, která sahá od přípravy pacienta přes chirurg-

gické techniky, farmakologickou intervenci až po udržení homeostázy (tabulka 1).

Předoperační dárceství

Účinnost předoperačního dárceství kolísá podle doby mezi vlastním odběrem a plánovanou operací. Při dnešních skladovacích a konzervačních možnostech je možné získat až 2–4 j. plné krve nebo erymasy jako nejdůležitější složky krve. V kombinaci se stimulatory erytropoézy je tento účinek ještě výraznější, ale pro cenové nároky se používá výběrově.¹⁷ Transfuzní stanice, organizující autotransfuzní program, má pro kardiaky kromě anemie řadu kontraindikací, např. těsnou aortální stenózu, idiopatickou subaortální stenózu, ICHS s nestabilní anginou pectoris nebo stenózu kmene levé koronární arterie, pokročilé chronické srdeční selhání (NYHA IV), komorové poruchy rytmu v den odběru a čerstvý infarkt myokardu. Z tohoto pohledu je výběr pacientů k autotransfuzi pro srdeční operaci omezen. Udává se, že asi 10–30 % pacientů je vhodných k autotransfuzi v kardiokirurgii, nicméně jsou pracoviště, která indikují ještě více pacientů, v závislosti na spektru operací a zkušenostech odběrového týmu.

Tabulka 1 Strategie k omezení spotřeby homologní krve v Centru kardiiovaskulární a transplantační chirurgie v Brně

Modalita	Intervence
Maximalizace množství erytrocytů před operací a ev. jejich konzervace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fe, vitaminy (C, foláty, B₁₂), erythropoetin ▪ Autologní odběr 1–3 j. krve <ul style="list-style-type: none"> – Typ A: odběr na transfuzní stanici – Typ B: peroperační izovolemická hemodiluce
Minimalizace krevních ztrát	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peroperační sběr krve přes kardiotorakické sání a rekuperační přístroj. ▪ Sofistikovaná technologie chirurgického řezu v argonové atmosféře (laser, ultrazvuk, mikrovlnný skalpel) a šetrná operační technika ▪ Tkáňová lepidla ▪ Pooperační záchrana krve přes kardiotorakický rezervoár nebo rekuperační přístroj ▪ Časná operační revize pro „chirurgické“ krvácení
Minimalizace hemodiluce během MO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MO okruh s malým plnicím objemem (1 300 ml) ▪ Retrográdní autologní plnění MO¹⁴ ▪ Hemofiltrace
Optimalizace homeostázy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balancovaná hemostáza (řízená fluidita krve) ▪ Balancovaná hemodynamika (řízená hypotenze) ▪ Normotermie ▪ Vnitřní prostředí (pH, ionty, glykemie, krevní plyny)
Dodržování základního transfuzního pravidla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akceptace nejnižší možné a bezpečné anemie v dané klinické situaci¹⁵ ▪ Transfuzní bod doporučený Society of Thoracic Surgeons: Hb 70 ± 10 g/l¹⁶

Izovolemická hemodiluce

Mezi předoperační dárceství se zařazuje také odběr krve těsně před vlastní operací v rámci izovolemické hemodiluce, což rozšiřuje autotransfuzní program i pro pacienty, kteří jsou ke standardní autotransfuzi relativně kontraindikováni.^{18,19} Jde o odběr 500–1 000 ml krve cestou centrálního žilního katetru nebo arteriální linky a její náhradu krystaloidními nebo koloidními roztoky do spuštění MO. Při kalkulaci cílového hematokritu (HCT) se musí přičíst účinek náplně MO (min. 1,3 l). Většinou se akceptuje nařazení do 25 % až 20 % HCT, které se také doporučuje z hlediska menšího poškození krevních elementů během mimotělní perfuze. Některá centra, která mají zkušenosti s operacemi u pacientů neakceptujících homologní krevní převod, používají jako transfuzní spouštěč hodnotu HCT 15 %.¹⁵

Výhodou hemodiluce je to, že krevní ztráty obsahují méně červených krvinek a vrácená krev má funkční trombocyty a plazmatické faktory, nicméně o její účinnosti se diskutuje.²⁰ Prakticky jedinou kontraindikací peroperační izovolemické hemodiluce je anemie a hemodynamická nestabilita. Pacienti s koncentrací hemoglobinu pod 130 g/l v kombinaci s jejich srdečním onemocněním nemusejí mít rezervy ke kompenzaci přechodného poklesu erytrocytů a mohou mít známky tkáňové hypoxie či být symptomatictí. Tato technika se může kombinovat se zpracováním krve aferézou.

Plazmaferéza

Předoperační plazmaferéza, v hrudní chirurgii použitá poprvé v roce 1987,²¹ rozděluje plnou krev na plazmu (bez krevních destiček nebo s nimi), erytrocytový koncentrát, a eventuálně na trombokoncentrát. Rozdělení krve na tři složky umožňuje potom lépe načasovat a doplnit specifické deficity krevních složek. Při operacích v mimotělním oběhu dochází touto technologií také k částečné záchrane krevních destiček, které se jinak vychytávají na vnitřním povrchu MO nebo končí jako mikroagregáty s leukocyty v kapilárním řečišti. Aferetická technika autotransfuze je založena na odstředivém principu, podobně jako u většiny rekuperačních přístrojů. Anesteziolog se může rozhodnout, zda bude chtít získat plazmu s obsahem krevních destiček nebo oddělit trombokoncentrát, k jehož dočasnému skladování je potřebný mírný kyvadlový pohyb v tzv. rockeru. K plazmaferéze lze použít i některé rekuperační přístroje, kde o přítomnosti krevních destiček v odebrané plazmě rozhoduje volba otáček centrifugy (2 400–3 600 ot/min). Množství bezpečně odebrané plazmy závisí na klinickém stavu pacienta, ale běžně se udává 20 % kalkulovaného objemu plazmy nebo 12 ml/kg. Naše zkušenosti ukazují na dobrou toleranci odběru i 50 % objemu plazmy (před transplantací ledvin) a v experimentu máme ověřenou ještě tolerovanou 75% výměnu plazmy těsně před MO.²² Takové odběry již vyžadují kontrolu hemokoagulace zaměřené na pevnost krevní sraženiny, např. tromboelastografií. Schémata doplnění cévního objemu se různí podle pracovišť, kombinují se však krystaloidy, škrobové deriváty, eventuálně albumin, a při větším odběru je zapotřebí sledovat ionto-

gram, pH a koncentraci ionizovaného kalcia a magnezia. Účinnost plazmaferézy v kardiochirurgii byla hodnocena v mnoha studiích. Několik klinických prací zjistilo nižší spotřebu alogenních převodů^{23,24} a také nižší pooperační ztráty.²⁵ Pozitivní vliv předoperační plazmaferézy byl doložen také sníženou tendencí k patologické fibrinolýze.²⁶ Nicméně jiní autoři prokázali nízkou účinnost předoperační plazmaferézy v srdeční chirurgii,²⁷ která se dává do souvislosti s předoperační antikoagulační a antiagregační terapií. Pacienti léčení před operací kumarinovými deriváty, hepariny a nesteroidními antiflogistiky vskutku nevykazují z plazmaferézy výrazný užitek.²⁸ Tato technika se v současnosti používá na málo pracovištích.

Peroperační sběr krve

Peroperační sběr krve z operační rány je integrální součástí kardiochirurgické operace v MO. Tuto techniku je možné rozdělit na dvě části: tzv. kardiotoracké sání, které se používá za plné heparinizace v průběhu MO, a rekuperaci krve za normokoagulace.

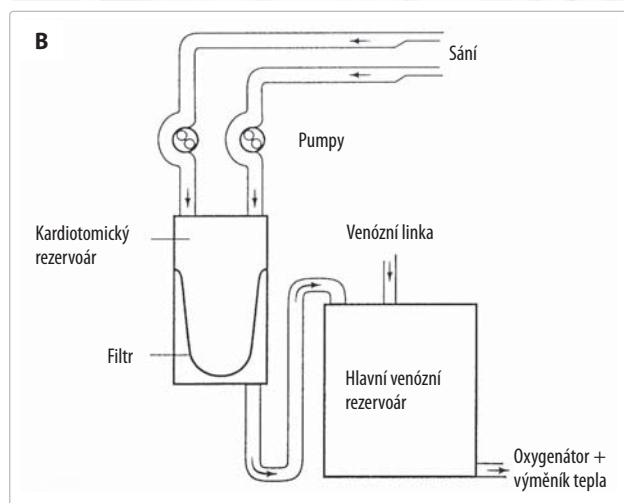
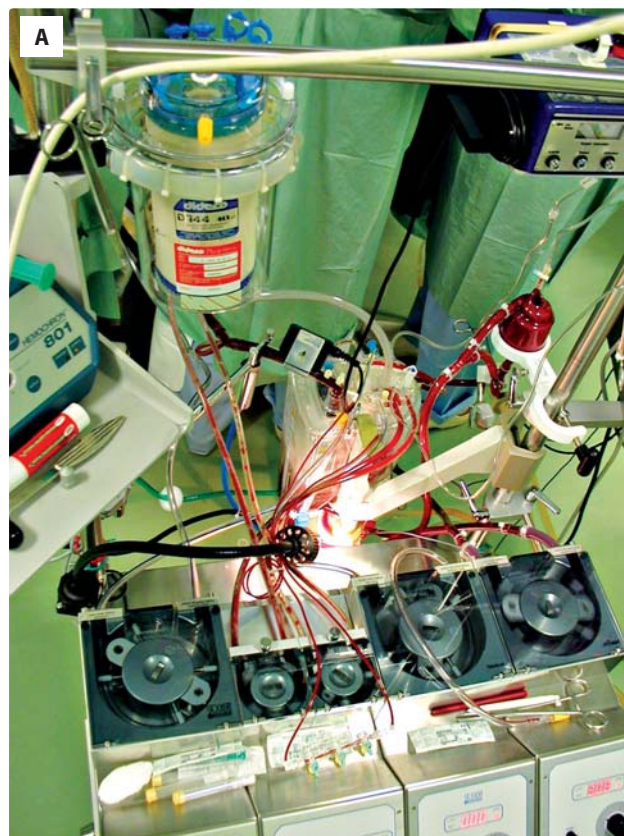
Kardiotoracké sání

Tento systém se obvykle skládá ze dvou sacích linek, dvou pump a tzv. kardiotorackého rezervoáru s filtrem. Chirurg odsává krev nejen z některých oddílů srdečních a aorty, ale přímo z operačního pole, které se neustále plní krví stékající z otevřeného sternu, mezihrudních struktur a kolem zavedených kanyl napojujících MO. Odsávaná krev je aktivně nasávána do rezervoáru s filtrem a potom vrácena přes oxygenátor zpět do oběhu (obrázek 1). Takovým způsobem mohou být pacientovi vráceny během operace řádově litry krve. Expozice krve operační ráně, syntetickým povrchům hadic a vzduchu aktivuje nespecifickou zánětlivou reakci včetně koagulace. Mechanická sání také výrazně přispívají k hemolýze. Bylo by proto prospěšné tuto nasávanou krev zpracovat pomocí autotransfuzního přístroje a oddělit viabilní erytrocyty od zbytku aktivované krve a příměsí. Ačkoli se to v experimentu ukázalo jako prospěšné, v praxi se toho nevyužívá hlavně pro technické problémy se zpracováním velkého objemu krve s nutností substituce plazmy a trombocytů.

Rekuperace krve

Zpracování nasáté krve z operační rány se používá hlavně v době, kdy není pacient tzv. plně heparizován, tedy před zahájením nebo po zastavení mimotělní perfuze. Zbývá-li po ukončení perfuze velká náplň krve v rezervoáru s nízkým HCT, je výhodné ji rekuperovat, zvláště jsou-li po operaci problémy s renálními funkcemi. Těto situaci se však často předchází vřazením hemofiltrací cívky do systému MO, která však zbaví perfuzát jen vody a nízkomolekulárních látek (obrázek 2).

Z klinického hlediska má pacient z rekuperační záchrany krve vždy prospěch, protože nedostane žádné krevní přípravky nebo jich dostane méně se všemi s tím spojenými známými negativy. Z ekonomického hlediska se situace liší



Obrázek 1 (A) Mimotělní přístroj. V popředí jsou vačkové pumpy, v levém horním rohu přídatný kardiotoracký rezervoár, za pumpami kapilární oxygenátor a vpravo od něj arteriální výstupní filtr. (B) Schéma kardiotorackého sání s napojením do mimotělního systému.

podle stupně krvácení. Při současných cenách krevních přípravků na straně jedné a spotřebního materiálu na straně druhé je bilance vyrovnaná při získání alespoň dvou jednotek erytrocytárního koncentrátu. To znamená, že u excesivních krevních ztrát je rekuperace ekonomicky prospěšná, u velkých ztrát je v rovnováze a u malých ztrát by byla ztrátová. Taková kalkulace z medicínsko-ekonomického hlediska by byla správná za předpokladu, že krevní transfuze v podobě skladované erytrocytární masy od cizího dárce je stejně hodnotná jako čerstvá autotransfuze. Dnes víme, že tomu



Obrázek 2 (A) Rekuperační přístroj Cell Saver 5 pro záchranu krve při masivních krevních ztrátách; (B) OrthoPAT pro střední a malé ztráty

tak není, byť jsou hlavní rizika transfuze, jako je přenos infekce a imunomodulace, minimalizována. Skladovaná erytrocytární masa je vhodná spíše pro korekci těžké chronické anémie než akutní velké krevní ztráty. Zde transfuze starých erytrocytů nemá schopnost okamžitého uvolňování kyslíku ve tkáních a jejich hromadění v plicním řečišti může způsobit akutní plicní poškození a pravostranné selhávání, paradoxně tedy prohloubit šok. Nicméně pro záchranu exsanguinovaného pacienta je transfuze stále jediná možná volba. Tyto skutečnosti akceptuje stále více center a zavádí rutinní rekuperaci u všech srdečních operací – v Evropě je to nyní asi 50 % a v Severní Americe 60 % a tato čísla pomalu narůstají. V CKTCH Brno jsme od začátku roku 2010 spustili půlroční pilotní program rutinní rekuperace krve, zatím s povzbudivými výsledky.

Pooperační záchrana krve

Sběr a retransfuze krve z mediastina v časné pooperační době se používají v srdeční chirurgii od roku 1978.²⁹ Technicky je to jednoduché v tom, že se použije kardiometrický rezervoár z MO a napojí se na mediastinální drény a zdroj podtlaku. Antikoagulace je zajištěna doplněním rezervoáru antikoagulačním citrátovým roztokem. Kardiometrický rezervoár obsahuje 40 mikronový filtr, ale doporučuje se vřadit ještě 20 mikronový filtr do výstupní linky. Takto zachráněná krev má 20–25 % HCT, obsahuje malé množství krevních destiček, volný hemoglobin a žádný fibrinogen. Nevýhodná je přítomnost fibrin-degradačních produktů, srdečních enzymů a dalších faktorů zánětu, což může modifikovat biochemické testy a klinický průběh.^{30,31} Přesto je to celkem bezpečná technika, která může snižovat spotřebu homologní krve především tam, kde jsou krevní ztráty v prvních dvou hodinách větší než 500 ml.³² Námitky proti kvalitě zachráněných erytrocytů zpochybnil Schmidt, který nenalezl rozdíl v životnosti krvinek oproti flebotomizovanému odběru.³³ V současnosti je patrný příklon k použití rekuperační techniky i pro mediastinální krev ve snaze snížit zatížení organismu volným hemoglobinem a mediátory zánětu.³⁴ Nejčastěji jde o pokračování peroperační rekuperace, která se považuje za bezpečnou do 8–12 hodin po převozu na pooperační oddělení. Zde se používá jako antikoagulans heparin, přisávaný v místě spojení s hrudními drény, protože je heparin při centrifugaci odstraněn. Podle zkušeností z CKTCH se zachrání u skupiny pacientů s malými ztrátami stejné množství erytrocytů jako na operačním sále.

Závěr

Požadavky na krevní transfuzi v kardiokirurgii jsou z historického hlediska proměnlivé, ale obecně vysoké. Za 50 let rozvoje srdeční chirurgie jsme zaznamenali významný pokles průměrné spotřeby krevních přípravků, ale v poslední dekádě pozorujeme mírný vzestup. Příčinou je narůstající počet reoperací plus operací u velmi starých, polymorbidních pacientů s krvácivými komplikacemi. Naši odpovědi je multimodální strategie záchranu pacientovy krve, která sahá od předoperační přípravy přes chirurgické a autotransfuzní techniky, farmakologickou intervenci až po udržení homeostázy. Tato strategie přináší výsledky v podobě narůstajícího počtu operací bez podání transfuze, která se blíží 60 % (2009). Poslední možností je podání krevní transfuze, jež přes řadu úskalí zůstává život zachraňujícím opatřením.

Literatura

1. Buxton B, Frazier OH, Westaby S. Ischemic heart disease surgical management. London, U.K.: Mosby International Ltd., 1999.
2. Franco KL, Verrier ED. Advanced therapy in cardiac surgery. Hamilton, Canada: BC Decker Inc., 1999.
3. Kaplan JA, Reich DL, Konstadt SN. Cardiac anesthesia. Philadelphia: W. B. Saunders Comp., fourth ed., 1999.

4. Wagner R. Kardioanestezie a perioperační péče v kardiocirurgii. Praha: Grada Publishing, 2009.
5. Umlas J. Fibrinolysis and disseminated intravascular coagulation in open heart surgery. *Transfusion* 1976;16:460.
6. Rinder CS, Bohnert J, Rinder H, et al. Platelet activation and aggregation during cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1991;75:388.
7. Brister SJ, Ofofu FA, Buchanan MR. Thrombin generation during cardiac surgery: is heparin the ideal anticoagulant? *Thromb Haemost* 1993;70:259–262.
8. Despotis GJ, Joist JH. Anticoagulation and anticoagulation reversal with cardiac surgery involving cardiopulmonary bypass: an update. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999;13:18–29.
9. Spiess BD, Tuman KJ, McCarthy RJ, et al. Thromboelastography as an indicator of post-cardiopulmonary bypass coagulopathies. *J Clin Monit* 1987;3:25–30.
10. Utley JR. Cardiopulmonary bypass. *Cardiovasc Engineering* 1996;1:7–26.
11. Goodnough LT, Despotis GJ, Hogue CW, Ferguson TB. On the need for improved transfusion indicators in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1995;60:473–480.
12. Helm RE, Rosengart TK, Klemperer JD, et al. Comprehensive multimodality blood conservation: 100 consecutive CABG operations without transfusion. *Ann Thorac Surg* 1998;65:125–136.
13. Belisle S, Hardy JF. Hemorrhage and the use of blood products after adult cardiac operations: myths and realities. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1908–1917.
14. Rosengart TK, DeBois WJ, Helm RE, et al. Retrograde autologous priming (RAP) for cardiopulmonary bypass: a safe and effective means of decreasing hemodilution and transfusion requirement. *Circulation* 1995;92(Suppl):I-763.
15. Fang WC, Helm RE, Krieger KH, et al. The impact of low hematocrit during cardiopulmonary bypass on outcome in patients undergoing coronary artery surgery. *Circulation* 1996;94(Suppl I):I-170.
16. Ferraris VA, Ferraris SP, Spiess BD, et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg* 2007;83:S27–S86.
17. Schmoeckel M, Nollert G, Mempel M, et al. Effects of recombinant human erythropoietin on autologous blood donation before open heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;41:364–368.
18. Robblee JA. Pro: blood should be harvested immediately before cardiopulmonary bypass and infused after protamine reversal to decrease blood loss following cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Anesth* 1990;4:519–521.
19. Starr NJ. Con: blood should not be harvested immediately before cardiopulmonary bypass and infused after protamine reversal to decrease blood loss following cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Anesth* 1990;4:522–525.
20. Tobe CE, Vocelka C, Sepulveda R, et al. Infusion of autologous platelet-rich plasma does not reduce blood loss and product use after coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:1007.
21. Ferrari M, Zia S, Henriquet F, et al. A new technique for hemodilution, preparation of autologous platelet-rich plasma and intraoperative blood salvage in cardiac surgery. *Int J Artif Organs* 1987;10:47.
22. Wagner R, Černý J, Uchytíl B, Němec P. Preoperative plasma/platelet separation with leucocyte filtration in pigs. 10th Annual Meeting of EACTA, Madrid 1995; abstract book: J10.
23. Jones JW, McCoy TA, Rawitscher RE, et al. Effects of intraoperative plasmapheresis on blood loss in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1990;49:585.
24. Stammers AH, Kratz J, Johnson T, et al. Hematological assessment of patients undergoing plasmapheresis during cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol* 1993;25:6–14.
25. Boldt J, von Borman B, Kling D, et al. Preoperative plasmapheresis in patients undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology* 1990;72:282.
26. Stammers AH, Rasmussen CR, Kratz JM. The effects of platelet-rich plasma on postcardiopulmonary bypass fibrinolysis. *J Extra Corpor Technol* 1993;25:122.
27. Tobe CE, Vocelka C, Sepulveda R, et al. Infusion of autologous platelet-rich plasma does not reduce blood loss and product use after coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:1007–1013.
28. Wong CA, Franklin ML, Wade LD. Coagulation tests, blood loss, and transfusion requirements in platelet-rich plasmapheresed versus nonpheresed cardiac surgery patients. *Anesth Analg* 1994;78:29–36.
29. Schaff HV, Hauer J, Gardner TJ, et al. Routine use of autotransfusion following cardiac surgery: experience in 700 patients. *Ann Thorac Surg* 1979;27:493–499.
30. Wahl GW, Feins RH, Alfieres G, Bixby K. Reinfusion of shed blood after coronary operation causes elevation of cardiac enzyme levels. *Ann Thorac Surg* 1999;53:625–627.
31. Bland LA, Villarino ME, Arduino MJ, et al. Bacteriologic and endotoxin analysis of salvaged blood used in autologous transfusions during cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;103:582–588.
32. Morris JJ, Tan YS. Autotransfusion: is there a benefit in a current practice of aggressive blood conservation? *Ann Thorac Surg* 1994;58:502–508.
33. Schmidt H, Lung JO, Nielson SL. Autotransfused shed mediastinal blood has normal erythrocyte survival. *Ann Thorac Surg* 1996;62:105–108.
34. Griffith LD, Billman GF, Daily PO, et al. Apparent coagulopathy caused by infusion of shed mediastinal blood and its prevention by washing of the infusate. *Ann Thorac Surg* 1989;47:400–406.

*Došlo do redakce 22. 3. 2010
Přijato 20. 4. 2010*