Originalni rad

AUTOTRANSFUZIJA SMANJUJE POTREBE ZA ALOGENIM TRANSFUZIJAMA I REDUKUJE TRANSFUZIJOM IZAZVAN INFLAMATORNI ODGOVOR U HIRURGIJI ANEURIZME ABDOMINALNE AORTE (značaj autotransfuzije u hirurgiji aneurizme abdominalne aorte)

Anita Vuković³, Milan Lazarević¹, Radmilo Janković^{2,3}, Biljana Stošić^{2,3}, Milena Stojanović³, Aleksandar Nikolić³

¹ Klinika za vaskularnu hirurgiju, Klinički centar u Nišu, Niš, Srbija

² Medicinski fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš, Srbija

³ Centar za anesteziologiju i reanimatologiju, Klinički centar u Nišu, Niš, Srbija

Sažetak

Uvod: Intraoperativno spašavanje krvi je procedura koja zahteva upotrebu posebnih aparata za prikupljanje i obradu izgubljene krvi tokom hirurških intervencija i vraćanja iste nazad u cirkulacioni sistem bolesnika, a sa ciljem redukcije postoperativnog morbiditeta i mortaliteta, povezanih sa komplikacijama nakon primene alogenihi transfuzija. Cilj ove studije bio je ispitivanje efikasnosti intraoperativnog spašavanja krvi kroz smanjenje potrebe za alogenihi transfuzijama, učestalosti upotrebe neinvazivne (NIV) ventilacije i/ili kiseonične suplementacije i nivoa vrednosti markera zapaljenja nakon operacija aneurizme abdominalne aorte. **Metode:** Od februara do oktobra 2010. godine, 51 bolesnik bio je podvrgnut kako hitnim, tako i elektivnim vaskularnim procedurama na trbušnoj aorti. Perioperativno spašavanje krvi pomoću „Haemonetics cell saver 5+” korišćeno je kod 24/51 (47,05 %) pacijenata (CS grupa), dok 27/51 (52,95%) nije dobijalo autotransfuziju (NCS grupa). Praćene su vrednosti markera zapaljenja (broj leukocita, C-reaktivni protein (CRP), procalcitonin (PCT) i fibrinogen), potreba za neinvazivnom ventilacijom (NIV) i kiseoničnom suplementacijom, kao i količina upotrebljene alogene transfuzije. **Rezultati:** Rezultati pokazuju da je potreba za intra i postoperativnim alogenihi transfuzijama krvi bila značajno veća kod bolesnika iz NCS grupe u poređenju sa onima iz CS grupe ($3,63 \pm 1,07$ naspram $0,58 \pm 0,83$ jedinica po pacijentu; $p < 0,001$). Neinvazivna respiratorna potpora je češće korišćena u NCS grupi (4/27) u poređenju sa CS grupom (1/24), ali ova razlika nije bila

Autor za korespondenciju: Vuković Anita, Ul. Prvog ustanka 2, 18220 Aleksinac, Srbija, Telefon: 060/585-56-50, E-mail: anita83p-tr@gmail.com

Original article

INTRAOPERATIVE BLOOD SALVAGE REDUCES THE REQUIREMENTS FOR ALLOGENIC BLOOD TRANSFUSION AND TRANSFUSION RELATED INFLAMMATORY RESPONSE IN ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM SURGERY (blood transfusion and abdominal aortic aneurysm surgery)

Anita Vuković³, Milan Lazarević¹, Radmilo Janković^{2,3}, Biljana Stošić^{2,3}, Milena Stojanović³, Aleksandar Nikolić³

¹ Hospital for vascular surgery, Clinical centre of Nis, Nis, Serbia

² School of Medicine, University of Nis, Nis, Serbia

³ Center for anesthesiology and resuscitation, Clinical centre of Nis, Nis, Serbia

Summary

Introduction. Intraoperative blood salvage (IBS) is a procedure involving recovering blood losses during surgery and reinfusing it into the patient with a purpose to reduce the perioperative morbidity and mortality associated with complications after administration of allogenic transfusion (AT). The aim of this study was to investigate whether the IBS reduces the need for allogenic transfusion requirements and for non-invasive ventilation (NIV) and/or oxygen supplementation and whether it was associated with decreased levels of inflammatory markers following abdominal aortic aneurysm (AAA) surgery. **Methods.** Throughout the period from February to October 2010, 51 patients underwent both elective and emergency AAA surgery. During the study period, IBS using “Haemonetics cell saver 5+” was applied in 24 (46.2%) patients (CS group), while it wasn’t used in 27 (51.9%) cases (NCS group). Values of certain inflammatory biomarkers included: white blood cell count (WBCC), C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT) and fibrinogen were monitored during the first 48 hours postoperatively. Secondary outcome measures included: the need for allogenic transfusion and for non-invasive ventilation (NIV) and/or oxygen supplementation. **Results.** The requirements for intra and postoperative allogenic red blood cells transfusions was significantly higher in patients from NCS group compared to patients in CS group (3.63 vs. 0.58 units per patient; $p < 0.001$). Non-invasive respiratory support was more frequently used in patient from NCS group (4/27) compared to those in CS (1/24) group but difference

Corresponding author: Vuković Anita, Prvog ustanka 2, street, 18220 Aleksinac, Srbija, Mail: anita83ptr@gmail.com, Phone: 060/585-56-50

statistički značajna ($p = 0,17$). Postoperativne vrednosti leukocita su signifikantno bile veće među bolesnicima NCS grupe u poređenju sa CS grupom ($12,89 \times 10^9$ naspram $10,44 \times 10^9$; $p = 0,014$). Vrednosti CRP-a su značajno bile veće u NCS grupi ($67,18 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ naspram $47,54 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $p = 0,015$). **Zaključak:** Intraoperativno spašavanje krvi je efikasno u smanjenju potreba za alogenim transfuzijama krvi i potrebe za neinvazivnom mehaničkom ventilacijom nakon vaskularnih hirurških intervencija i može se dovesti u vezu sa smanjenjem vrednosti markera zapaljenja.

Ključne reči: krv; transfuzija; autotransfuzija; komplikacije

Uvod

Pojavom automatizovanih mašina za intraoperativno spašavanje krvi kreće se u rutinsku primenu ove procedure u mnogim granama hirurgije, tako da je danas autotransfuzija neizostavna metoda u kardiovaskularnoj, torakalnoj hirurgiji, ortopediji i ginekologiji. Ona obezbeđuje praktično apsolutnu sigurnost od prenosa bolesti krvlju davaoca i reakcija senzibilizacije, a pacijent dobija sopstvene oprane eritrocite u roku od 5 minuta, na sobnoj temperaturi, bez neželjenih agregata, koaguluma, citrata, kalijuma koji se alogenim produktima krvi transfunduju^{1,2}. Hirurg iz operativnog polja, putem sterilne dvolumenske aspiracione sukcije i uz pomoć vakuuma aspirira krv, koja se u narednom aktu centrifugira, pri čemu se izdvajaju eritrociti, da bi konačno ušli u fazu pranja i kao takvi bivaju retransfundovani bolesniku. Korišćenje aparata za autotransfuziju omogućava rešavanje rizičnih vaskularnih promena, pri čemu je rizik od iskrvarenja i posledične koagulopatije sveden na minimum^{3,4}.

Primenu alogene transfuzije kako krvi, tako i zamrznute sveže plazme prati mogući razvoj niza komplikacija. Među najbitnijim se izdvajaju alergijske, pirogene reakcije (bakterijska kontaminacija), transfuzijom izazvano akutno oštećenje pluća (Transfusion-related acute lung injury – TRALI), kao i poremećaji u metabolizmu elektrolita, koji mogu dovesti do narušavanja vitalnih funkcija i letalnog ishoda.

Transfuzijom udruženo akutno oštećenje pluća (TRALI) je teška transfuzijska komplikacija koja je posledica reakcije između antileukocitnih antitela davaoca i leukocita primaoca. Kliničku sliku TRALI čini sledeća simptomatologija: bilateralni edem

was not statistically significant ($p=0.17$). The postoperatively average WBCC was significantly higher among patients in NCS group compared to those from CS group (12.89×10^9 vs. 10.44×10^9 ; $p=0.014$). Also CRP plasma levels postoperatively were significantly higher in NCS group compared to CS group ($67.18 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ vs. $47.54 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $p=0.015$). **Conclusion(s).** The usage of intraoperative blood salvage reduces postoperative requirements for allogenic blood transfusion and need for non-invasive respiratory support following major vascular surgery and might be associated with decreased levels of certain inflammatory markers.

Key words. blood; transfusion; autotransfusion; complications

pluća, teška hipoksemija, tahikardija, febrilnost, blaga do umerena hipotenzija i cijanoza. Terapija TRALI podrazumeva sprovođenje respiratorne potpore primenom vazduha obogaćenog kiseonikom, primenu neinvazivne mehaničke ventilacije (NIV) i u najtežim slučajevima intubaciju i sprovođenje asistiranе mehaničke ventilacije⁵.

Pirogena reakcija nastaje transfuzijom hemoprodukata inficiranih bakterijama. Ova komplikacija vezuje se uglavnom za endotoksine proizvedene od gram-negativnih bakterija, sposobnih za razmnožavanje na temperaturi frižidera. Karakteriše je: nagla hiperpireksija, porast markera zapaljenja, hipotenzija, groznica, povraćanje, kardiovaskularni kolaps, hiperemija, septički šok⁶.

Važno je istaći da u skladištenoj krvi dolazi i do oslobađanja različitih raspadnih produkata, a posebno prelaska kalijuma u okolnu plazmu⁷. Hiperkalijemija ispoljava efekte na neuromišićnom, digestivnom i kardiovaskularnom sistemu (na EKG monitoringu – proširenje QRS kompleksa, produženje PQ intervala, pojavu visokog T talasa, promene ritma ventrikula). Svakako je najvažniji srčani poremećaj asistolija, pa je stoga prevencija transfuzijske hiperkalijemije od najvećeg značaja, a postiže se primenom autotransfuzije. Posebno su kliničkim manifestacijama podložni bolesnici oboleli od bubrežnih bolesti, dijabetičari, politraumatičani i pacijenti sa obilnim unutrašnjim krvarenjem.

Cilj rada

Cilj rada je bio da se ispituju korisnosti metode intraoperativnog spašavanja krvi u vaskularnoj hirurgiji u cilju smanjenja potreba za alogenim trans-

fuzijama, utvrdi učestalost upotrebe neinvazivne (NIV) ventilacije i/ili kiseonične suplementacije, kao i benefita u redukovanju nivoa vrednosti inflamatornih markera kod bolesnika koji su bili podvrgnuti operaciji aneurizme abdominalne aorte.

Metod

Sprovedena je retrospektivna studija u kojoj je obrađen 51 bolesnik. Bolesnici su operisani na Klinici za vaskularnu hirurgiju KC Niš u periodu od februara do oktobra 2010. godine. Bolesnici kod kojih je primenjivan uređaj za autotransfuziju „Haemonetics cell saver 5+” pripadali su *cell saver* grupi (CS grupa), dok su oni kod kojih isti nije bio primenjivan pripadali *non-cell saver* grupi (NCS grupa). Svi bolesnici su operisani u opštoj endotrahealnoj anesteziji. Korišćeni su podaci iz medicinske dokumentacije koju vode medicinski tehničari Klinike za vaskularnu hirurgiju. Statistička analiza je urađena korišćenjem standardnih programa za obradu statističkih podataka SPSS 10.0. Analitičkom statističkom metodologijom izmerena je statistička značajnost međusobnih razlika frekvenci pojavljivanja određenih obeležja između grupa ispitanika. Testiranja su izvršena χ^2 testom za učestalost upotrebe respiratorne potpore. Za testiranje razlike vrednosti leukocita, CRP-a, PCT-a i fibrinogena ispitivanih grupa je korišćen Mann-Whitney test.

Rezultati

Od ukupno pedeset jednog bolesnika, dvadeset jedan (41,18%) je operisan pod dijagnozom aneurizme trbušne aorte, od kojih devetoro sa rupturiranom aneurizmom i hemoragičnim šokom, dok je od aortookluzivne bolesti operisano 30 bolesnika (58,82%). Zastupljenost muškog pola iznosila je 42/51 (82,35%), a ženskog pola 9/51 (17,65%), prosečne starosti 60 godina i to u intervalu od 50–70 godina. Usled tehničkih problema i nedostataka setova za autotransfuziju, 24/51 (47,05%) bolesnika je podvrgnuto intraoperativnom spašavanju krvi, a sa druge strane 27/51 (52,95%) bolesnika nije dobijalo autotransfuziju. Praćeni parametri tokom studije bili su: perioperativne i postoperativne alogene transfuzije krvi, sprovođenje respiratorne potpore primenom vazduha obogaćenog kiseoni-

kom i primena neinvazivne mehaničke ventilacije (NIV), kao i postoperativni nivoi vrednosti leukocita, CRP-a, PCT-a i fibrinogena.

Rezultati pokazuju da je potreba za intra i postoperativnim alogenim transfuzijama krvi bila značajno veća kod bolesnika iz NCS grupe u poređenju sa onima iz CS grupe ($3,63 \pm 1,07$ naspram $0,58 \pm 0,83$ jedinica po pacijentu; $p < 0,001$). Broj autotransfundovanih jedinica eritrocita u CS grupi u proseku po bolesniku je iznosio 2,45 jedinica (1 jedinica = 225 ml).

Na grafikonu broj 1 jasno je prikazana razlika u potrebama za transfuzijom alogene krvi u grupi sa i bez korišćenja uređaja za spašavanje krvi (sejvera).

Grafikon 1: Potrebe za alogenom transfuzijom

Vrednosti izražene u jedinicama krvi (1 jedinica, 350 ml krvi)
CS – *cell saver* grupa, NCS – *non-cell saver* grupa

Klinička slika progresivne respiratorne insuficijencije se javljala u prva 24–48 h nakon transfuzije krvi. Bolesnici su bili dispnoični, tahipnoični, sa sniženom vrednošću parcijalnog pritiska kiseonika, parcijalni pritisak CO_2 je bio normalan ili snižen, a na rendgenskom snimku su viđene manje ili više prisutne difuzne mrljaste senke obostrano, sa srčanom senkom normalne veličine. Neinvazivna respiratorna potpora (NIV) je češće korišćena u NCS grupi (4/27) u poređenju sa CS grupom (1/24), ali ova razlika nije bila statistički značajna ($p = 0,17$).

Evidentno je da su postoperativne vrednosti leukocita signifikantno bile veće među pacijentima NCS grupe u poređenju sa CS grupom ($12,89 \times 10^9$ naspram $10,44 \times 10^9$; $p = 0,014$), što je prikazano na grafikonu broj 2.

Grafikon 2: Razlika u vrednostima leukocita

CS – cell saver grupa, NCS – non-cell saver grupa

Vrednosti CRP-a su značajno bile veće u NCS grupi (67,18 mg·L⁻¹ naspram 47,54 mg·L⁻¹; $p = 0,015$), dok nije bilo statistički značajne razlike u poređenju vrednosti kako fibrinogena ($p = 0,09$), tako i PCT-a ($p = 0,11$) u obe studijske grupe.

Diskusija

Iako je J. Blundell još 1818. godine opisao auto-transfuziju kao metodu nadoknade krvi, vek i po se čekalo na njenu svakodnevnu primenu. Tek je 1970. godine od strane Klebanoff-a, za vreme rata u Vijetnamu, upotrebljen aparat koji je perioperativno prikupljao krv. Danas, potvrda transfuzijom izazvanih infektivnih bolesti, mogućnosti nastanka reakcija senzibilizacije, kao i drugih komplikacija je rezultirala drastično većim troškovima obrade krvi. Uz ekonomske benefite, povećano je interesovanje za transfuziju autologne krvi, tako da se danas široko primenjuje u svim granama hirurgije.

U ovoj retrospektivnoj studiji u navedenim vaskularnim procedurama su veliki gubici krvi, tako da se aspirirana krv nakon obrade u aparatu, odmah administrirala kroz centralnu venu i to u proseku 2,45 jedinice krvi po pacijentu. Jedinice spašene krvi (225 ml) su imale u proseku više od 40 g·L⁻¹ vrednosti Hb. Ovakav pristup je rezultirao mnogo manjim potrebama za nadoknadom krvi u postoperativnom periodu u poređenju sa onima koji su primali alogenu krv, što je prikazano i u sličnim studijama^{4,8,9}. Carless i saradnici su 2010. godine analizirali 75 studija koje ispituju efikasnost intraoperativnog spašavanja krvi i to u ortopediji (36 studija), kardiohirurgiji (33 studi-

je) i vaskularnim procedurama (6 studija) i doneli zaključak da se njegovom upotrebom smanjuje potreba za transfuzijom donorske krvi, kao i to da ne izaziva nastanak ikakvih neželjenih događaja¹⁰. Pored definisanih neželjenih efekata alogene krvi, postoje i oni nedefinisani koji se odnose na dugoročne efekte transfuzije alogene krvi na mortalitet i morbiditet^{11,12,13}. Ispitivano je dugoročno preživljavanje 1915 bolesnika koji su imali neku kardio-hiruršku intervenciju, gde je 649 bolesnika primilo alogenu transfuziju i došlo se do zaključka da je taj broj bolesnika imao kraće preživljavanje za 5 godina u proseku u odnosu na one koji nisu primali donorsku krv¹⁴.

Respiratorne komplikacije nastale nakon transfuzija su prvi put opisane 1950. godine, a danas je u Americi transfuzijom izazvano akutno oštećenje pluća (TRALI) vodeći uzročnik transfuzijom izazvanog mortaliteta i morbiditeta, naročito kod kritično obolelih i povređenih, mada u mnogim slučajevima ova komplikacija nije bila prepoznata i evidentirana^{15,16,17}. U literaturi je ranijih godina pominjan i kao plućna hipersenzitivna reakcija, alergijski plućni edem i nekardiogeni plućni edem. Vršeno je ispitivanje na petoro potvrđenih slučajeva TRALI i kod svih slučajeva je nađeno prisustvo antileukocitnih i limfo-citotoksičnih antitela u serumu krvi koja je transfundovana¹⁸. U jednoj seriji od 36 bolesnika sa TRALI sindromom svi su zahtevali respiratornu potporu kiseonikom 40 sati, mehaničku ventilaciju čak 72%, a mortalitet je iznosio 6%¹⁷.

U našoj studiji su svi ispitanici iz NCS grupe zahtevali supstitucionu terapiju kiseonikom, a na četvero, koji su bili refraktarni na primenu kiseonika putem maske, primenjen je NIV uz napore da se hemodinamski status održi stabilnim i prevenira respiratorna infekcija.

Trauma izazvana obimnim hirurškim intervencijama može da dovede do pokretanja različitih procesa u organizmu, kao što su aktivacija komplementa, aktivacija koagulacione kaskade, aktivacija fibrinolitičke i kalikreinske kaskade, aktivacija leukocita, oslobađanje proteaza, slobodnih radikala i proizvodnja citokina¹⁹. Svi ovi faktori mogu da utiču na nastanak i razvoj inflamacije. Zapaljenski odgovor je kompleksan i na njega ne utiče samo hirurška trauma već i anestetici, klemovanje aorte, visceralna ishemija i reperfuzija, kao i transfuzije krvi tokom i nakon operacije^{20,21}. Citokini su ve-

oma važni solubilni faktori uključeni u međucelijsku interakciju tokom imunskih i zapaljenskih procesa i imaju veliki uticaj na amplitudu i dužinu trajanja zapaljenskog odgovora. Tokom hirurške traume, citokini se oslobađaju iz oštećenog i devitaliziranog tkiva, aktiviraju ćelije imunskog odgovora koje i same počinju da sekretuju citokine, zato balans između proinflamatornih i antiinflamatornih citokina u značajnoj meri može da odredi tok nekog oboljenja.²⁰ Uprkos porastu belih krvnih zrnaca i CRP-a, ne smemo zaboraviti da se povišene vrednosti ovih parametara mogu javiti kao odgovor na stres i ishemiju, te bi bilo pretenciozno reći da su ove vrednosti direktno povezane sa upotrebom alogene krvi. Trebalo bi da se ima u vidu da u ovakvim procedurama postoji mogućnost da pridružena stanja poput lošeg CO (cardiac output), hiperglikemije, hipotermije mogu doprineti bržem razvoju infekcije.

Ako govorimo o benefitu autologne transfuzije, neizostavno je reći da je u okviru ove studije objavljen rad koji prati incidencu nepovoljnih srčanih događaja, gde je u NCS grupi kod 6/27 (22,22%) bolesnika putem EKG-a zabeležen nepravilni ventrikularni ritam, a kod ostalih se beležilo usporenje srčanog rada i povećanje amplitude T talasa. Zbog izraženih smetnji, jedan bolesnik je transportovan na Kliniku za kardiologiju, radi opservacije i daljeg lečenja. Naime, svi oni su primali u proseku 5 jedinica tuđe krvi, bolovali od šećerne bolesti i njihova prosečna vrednost postoperativnog nivoa kalijuma je iznosila 5,73 mmol·L⁻¹, sa maksimalnom izmerenom vrednošću kod jednog bolesnika od 6,6 mmol·L⁻¹.²²

Zaključak

Intraoperativno spašavanje krvi se pokazalo kao bezbedna tehnika koja je efikasna u smanjenju potreba za alogenim transfuzijama krvi, a razlog leži u visokim vrednostima hemoglobina i hematokrita u finalnom produktu dobijenog sa sejvera.

Potrebe za neinvazivnom mehaničkom ventilacijom nakon vaskularnih hirurških intervencija su bile veće u grupi koja je primala alogenu krv, naročito kod bolesnika sa rupturiranom aneurizmom, kod kojih su nadoknade bile opsežne. Kada je reč o vrednostima markera zapaljenja, njihove vrednosti su bile povišene u grupi kod koje nije primenjivana tehnika intraoperativnog spašavanja krvi.

Literatura

1. National Blood Resource Education Program Expert Panel. The use of autologous blood. *JAMA* 1990; 263:414–7.
2. Appleby LH. Autotransfusion. *Can Med Assoc J* 1925; 15:36.
3. Brener BJ, Raines JK, Darling RC. Intraoperative Autotransfusion in Abdominal Aortic Resections. *Arch Surg* 1973; 107:78.
4. Madjdpour C, Spahn DR. Allogeneic red blood cell transfusions: efficacy, risks, alternatives and indications. *Br J Anaesth* 2005; 95:33–42.
5. Balint B. Transfuzijske reakcije. U: Balint B. *Transfuziologija*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 2004. p. 641–63.
6. Goldman M, Blajchman M. Bacterial contamination. In: Popovsky MA, editor. *Transfusion reactions*. 2nd ed. Bethesda: AABB Press; 2001. p.129–54.
7. Faught C, Wells P, Fergusson D *et al.* Adverse effects of methods for minimizing perioperative allogeneic transfusion: a critical review of the literature. *Transfus Med Rev* 1998; 12:206–25.
8. Brener BJ, Raines JK, Darling RC. Intraoperative Autotransfusion in Abdominal Aortic Resections. *Arch Surg* 1973; 107:78.
9. Kochamba G, Pfeffer TA, Sintek CF, *et al.* Intraoperative autotransfusion reduces blood loss after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996; 61:900–3.
10. Carless PA, Henry DA, Moxey AJ, *et al.* Cell salvage for minimizing perioperative allogeneic blood transfusion. *The Cochrane database library* 2010, Issue 3.
11. Carson JL, Duff A, Berlin JA, *et al.* Perioperative blood transfusion and postoperative mortality. *JAMA* 1998; 279:1999–2005.
12. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, *et al.* Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology* 2002; 97:820–6.
13. Vamvakas EC, Taswell HF. Long-term survival after blood transfusion. *Transfusion* 1994; 34:471–7.
14. Milo CE, Robert H, Anwar Z, *et al.* Effect of blood transfusion on long-term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:1180–6.
15. Triulzi DJ. Transfusion-related acute lung injury: current concepts for the clinician. *Anesth Analg*. 2009 Mar; 108(3):770–6.
16. Paul E. Marik, MD, FACP, FCCM, FCCP; Howard L. Corwin, MD, FACP, FCCM, FCCP. Acute Lung Injury Following Blood Transfusion: Expanding the Definition. *Crit Care Med*. 2008; 36(11):3080–3084.
17. Toy P, Popovsky MA, Abraham E, *et al.* Transfusion-related acute lung injury: Definition and review. *Crit Care Med* 2005; 33:721–726.
18. Abel MD, Moore SB: Transfusion-related acute lung injury associated with passive transfer of antileukocyte antibodies. *Am Rev Respir Dis* 2007; 128:185–189.
19. Butler J, Rocker GM, Westaby S. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993; 55(2):552–9.

20. Fong Y, Moldawer LL, Shires GT, *et al.* The biologic characteristics of cytokines and their implication in surgical injury. *Surg Gynecol Obstet* 1990; 170(4):363–78.
21. Galle C, De Maertelaer V, Motte S, *et al.* Early inflammatory response after elective abdominal aortic aneurysm repair: a comparison between endovascular procedure and conventional surgery. *J Vasc Surg* 2000; 32(23):234–46.
22. Lazarević M, Janković R, Petrović A *et al.* Autotransfuzija smanjuje potrebe za alogenim transfuzijama i redukuje transfuzijom izazvane nepovoljne srčane događaje. *SJAIT* 2011; 3:280–3.