

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
 B – Zbieranie danych
 C – Analiza statystyczna
 D – Interpretacja danych
 E – Przygotowanie manuskryptu
 F – Opracowanie piśmiennictwa
 G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
 B – Data Collection
 C – Statistical Analysis
 D – Data Interpretation
 E – Manuscript Preparation
 F – Literature Search
 G – Funds Collection

**Mirosław Kulej^(A,B,D,E,F), Andrzej Wall^(A,D,E), Szymon Dragan^(F),
 Artur Krawczyk^(F), Patryk Romaszek^(F)**

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademia Medyczna, Wrocław

Wartość autotransfuzji w uzupełnianiu śródoperacyjnych ubytków krwi u chorych ortopedycznych

*The value of autotransfusion in the management
 of intraoperative blood loss during orthopedic
 surgery*

Słowa kluczowe: autotransfuzja, ortopedia, leczenie operacyjne

Key words: autotransfusion, orthopaedia, operative treatment

STRESZCZENIE

Podstawową zaletą autotransfuzji jest zmniejszenie ryzyka transmisji chorób zakaźnych oraz eliminacja niekorzystnego wpływu krwi obcej na układ odpornościowy. W chwili obecnej przedmiotem dyskusji są wskazania do autotransfuzji, uwzględniające również analizę kosztów zastosowania tej metody. Autorzy, w oparciu o współczesne piśmiennictwo, pragną przedstawić obecnie stosowane odmiany autotransfuzji, korzyści i ryzyko związane z jej stosowaniem, jak również niektóre aspekty ekonomiczne związane z przetoczeniem krwi własnej.

SUMMARY

The principal advantage of autologous blood transfusions is the danger of transmitting infectious agents and the adverse immunomodulatory effects of allogenic transfusion can be avoided. The effectiveness of pre-operative autologous blood donation in reducing allogenic blood exposure is undisputed. The current discussion focuses on cost effectiveness versus the potential risks of autologous blood donation, and on transfusion criteria for autologous versus allogenic blood. The cost effectiveness of autologous blood donation may indeed be low, mainly due to the high percentage of units discarded. On the basis of current literature, the authors describe various types of autotransfusion, current opinions the regarding benefits and risks of autotransfusion, and some of the economic aspects of autotransfusion.

Liczba słów/Word count: 3134

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 40

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Mirosław Kulej

*Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademia Medyczna
 50-043 Wrocław, pl. 1 Maja 8, tel./fax: (0-71) 344-30-42; e-mail: mirek.kulej@interia.pl*

Otrzymano / Received

24.08.2005 r.

Zaakceptowano / Accepted

15.12.2005 r.

WSTĘP

Ryzyko infekcji okołotransfuzyjnej po podaniu krwi allogenicznej, występowanie efektu immunosupresyjnego, wreszcie rosnąca dysproporcja pomiędzy spadającą ilością krwi pozyskiwanej od dawców a rosnącym zapotrzebowaniem na preparaty krwio-pochodne sprawiają, że zagadnienia autotransfuzji stanowią szczególnie ważny i aktualny przedmiot badań i publikacji.

Celem pracy jest przedstawienie aktualnych od-mian autotransfuzji ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania tej metody w ortopedii i traumatologii narządu ruchu.

Nie ulega wątpliwości, że przetoczenie krwi autolo-gicznej jest aktualnie uznawane za najbezpieczniejszy sposób uzupełniania śródoperacyjnego ubytku krwi.

Przetoczenie krwi autologicznej może być osią-gnięte poprzez autotransfuzję przedoperacyjną, he-modilucję przedoperacyjną, śródoperacyjną lub po-operacyjną odzyskiwanie krwi. [1,2,3,4,5,6,7,8].

Do zalet metody należy niewątpliwie wyeliminowanie ryzyka przeniesienia chorób zakaźnych oraz im-munizacji chorego, wyeliminowanie ryzyka działania immunosupresyjnego krwi allogenicznej, zmniejsze-nie zużycia i możliwość zapewnienia większych re-zerw krwi zdeponowanej w banku dla przypadków nagłych, zabezpieczenie krwi dla chorych, u których stwierdza się obecność przeciwciał nieregularnych [3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14]. Wadą metody jest więk-szy koszt jej uzyskania [9,10,14,15,16,17]. Należy również pamiętać, że autotransfuzja nie eliminuje ry-zyka kontaminacji bakteryjnej i pomyłki „organiza-cyjnej” mogącej skutkować przetoczeniem krwi niezgodnej grupowo [6,10,13,14,18].

AUTOTRANSFUZJA PRZEDOPERACYJNA

Autotransfuzje przedoperacyjne stały się niezwy-kle popularne w okresie paniki wywołanej ryzykiem infekcji HIV drogą przetoczenia krwi allogenicznej. W chwili obecnej, kiedy ryzyko przeniesienia chorób zakaźnych jest niskie jak nigdy przedtem, ponownie zwraca się uwagę na problemy organizacyjne i eko-nomiczne związane z tą metodą.

Podstawowym problemem okazują się być wyso-kie koszty autotransfuzji. W praktyce 50%-70% krwi pobranej przed operacją nie jest zużywane lub zuży-wane jest bez istnienia rzeczywistych wskazań do przetoczenia. Z reguły niewykorzystana krew nie jest przetaczana innym biorcom [10,14,16,17,19,20,21,22,23,24,25].

Koszty krwiodawstwa autologicznego są wyższe o 20-25% od kosztów związanych z otrzymaniem jednostki krwi allogenicznej. Niektóre towarzystwa ubezpieczeniowe w USA nie zwracają kosztów krwiodawstwa autologicznego, inne – tylko, gdy do-szło do przetoczenia krwi [15].

Z powyższego wynika, że omawiany sposób po-zyskiwania krwi jest użyteczny w przypadku prze-prowadzania zabiegów planowych z określoną i prze-widywalną śródoperacyjną utratą krwi. Ze względu na koszty, program Maximum Surgical Blood Order-ing Schedule (MSBOS) nie zaleca przedoperacyjne-go oddania krwi w przypadku zabiegów dla których stosunek ilości prób krzyżowych do ilości przetocz-nych jednostek jest większy niż 5:1 [9].

Decydując się na stosowanie autotransfuzji nale-ży pamiętać, że przedoperacyjne oddanie krwi indukuje anemię, co zwiększa konieczność około- lub po-operacyjnej transfuzji [10,21]. Z drugiej strony ko-rzystnym efektem autotransfuzji jest rozcieńczenie upostaciowionych elementów krwi prowadzące do poprawy własności reologicznych oraz stymulacja erytropoezy [2,14].

Proces przedoperacyjnego oddania krwi podlega pewnym ograniczeniom. Kandydaci do autologicz-nych pobrań krwi nie muszą spełniać wszystkich kry-teriów przyjętych dla dawców krwi. Nie określono granicznych kryteriów wieku i wagi oraz kryteriów testowania w kierunku chorób zakaźnych. Sugeruje się, że poziom Hb przed oddaniem krwi powinien być > 11 g/dl [2,9,14,21].

Przeciwwskazania bezwzględne obejmują [2,9,14,21]:

- zawał mięśnia sercowego w przeciągu ostatnich 6 miesięcy,
- ciężka niewydolność wieńcowa,
- zwężenie aorty,
- niestabilne nadciśnienie tętnicze,
- czynna infekcja bakteryjna,
- niedokrwistość,
- niewydolność oddechowa.

Po pobraniu krwi sugeruje się przeprowadzanie testów w kierunku HIV i hepatitis. Wiąże się to przede wszystkim z niebezpieczeństwem złej iden-tyfikacji krwi i przetoczenia nieprzebadanej krwi obcej osobie. Przy procedurach autotransfuzyjnych szcze-gólnie istotne jest przestrzeganie wewnątrzszpital-nych protokołów przetoczeniowych [26].

Od chorego przygotowywanego do operacji na ogół można pobrać do 4 jednostek krwi w odstępach jednotygodniowych, przy czym ostatnie pobranie po-winno być wykonane najpóźniej na cztery dni przed za-biegiem. W okresie oddawania krwi chory powinien pobierać siarczany żelaza (może powodować nudności

i zaparcia). Pobrana krew może być przechowywana do 35 dni w temperaturze 4°C [13].

Autotransfuzje przedoperacyjne znacząco zmniejszają zapotrzebowanie na allogeniczne transfuzje krwi podczas alloplastyk stawów. Czynnikiem ryzyka w różnym stopniu zwiększającymi narażenie na transfuzje krwi obcej są operacje rewizyjne biodra i kolana oraz obustronne alloplastyki pierwotne kolana, wyjściowy poziom hemoglobiny poniżej 13 g/dl i wiek powyżej 65 lat [19]. Około 90% chorych, poddawanych alloplastynom dużych stawów, z wyjściowym poziomem hemoglobiny poniżej 10 g/dl wymaga przetoczenia krwi w okresie pooperacyjnym, odsetek ten spada do 40-60% przy wyjściowym poziomie hemoglobiny 10-13,5 g/dl, a w przypadku wyjściowego poziomu hemoglobiny powyżej 13,5 g/dl transfuzji wymaga 15-25% chorych [8].

Według Hatzidakisa [19], Pola i wsp. [20] oraz Goodnougha i wsp. [10] około 50% krwi pobranej przed zabiegiem jest nie używane. W przypadku chorych poniżej 65 roku życia poddanych pierwotnej alloplastyce biodra lub kolana, z wyjściową wartością Hb wyższą od 15 g/dl odsetek nie używanej krwi zmniejsza się do 17% [19,18]

Oddanie przed zabiegiem pierwotnej alloplastyki kolana 1 jednostki krwi zmniejsza zapotrzebowanie na allogeniczne transfuzje krwi z 38% do 11%, a donacja 2 jednostek zmniejsza to zapotrzebowanie do 7% [27].

Niestety 1/3 chorych poddawanych zabiegom alloplastyki dużych stawów ma wyjściowe poziomy hemoglobiny pomiędzy 10 a 13 g/dl, co uniemożliwia przedoperacyjne oddanie krwi [18]. Podawanie autologicznej krwi nie powoduje zwiększonego wydzielania endogennej erytropoetyny, w związku z czym oddanie krwi własnej nie jest dobrym rozwiązaniem u chorych z poziomami Hb < 12 g/dl [18].

Przeciętna objętość krwi traconej podczas operacji pierwotnej całkowitej alloplastyki stawu biodrowego wynosi 3,2 jednostki (+/- 1,3) a spadek wartości hemoglobiny 4,07 g/dl (+/- 1,74). W przypadku pierwotnej całkowitej alloplastyki stawu kolanowego objętość traconej krwi waha się między 1000 a 1500 ml, a przeciętny spadek wartości hemoglobiny wynosi 3,85 g/dl (+/- 1,4) [8]

Spadki poziomu Hb i Ht po zabiegu są znacząco mniejsze u chorych w wieku poniżej 75 lat, kobiet z BMI > 27, bez nadciśnienia tętniczego. Chorzy nie spełniający przynajmniej dwóch z wymienionych powyżej kryteriów są narażeni dwukrotnie częściej na konieczność pooperacyjnych przetoczeń krwi [20].

Chorzy, u których planowana jest pierwotna alloplastyka biodra lub kolana z wyjściowym poziomem Hb > 15 g/dl na ogół nie wymagają przetoczeń [8,18].

Reasumując, chorzy przed planowanymi zabiegami jednostronnej alloplastyki pierwotnej biodra lub kolana z wyjściowymi poziomami Hb > 15 g/dl oraz chorzy z poziomami Hb od 13 do 15 g/dl bez czynników ryzyka, którymi są: wiek, płeć męska, BMI <= 27, nadciśnienie tętnicze, najprawdopodobniej nie będą wymagali przetoczeń krwi po zabiegu. W związku z powyższym niecelowym wydaje się u nich wykonywanie przedoperacyjnych pobrań krwi.

Chorzy z wyjściowymi poziomami Hb < 13 g/dl albo u których planowane są zabiegi rewizyjne po alloplastykach stawów albo pierwotne obustronne alloplastyki będą z dużym prawdopodobieństwem wymagały dodatkowych przetoczeń krwi allogenicznej, a możliwości zabezpieczenia krwi własnej są u nich ograniczone.

Grupą chorych najlepiej nadającą się do oddania 1-2 j. własnej krwi przed operacją pierwotnej alloplastyki biodra albo kolana są kobiety, w wieku < 65 r. ż., z BMI > 27, z wyjściowymi poziomami Hb od 13 do 15 g/dl. Autotransfuzja wykonana na sali operacyjnej już po zamknięciu rany operacyjnej lub na sali pooperacyjnej wydaje się w tych przypadkach najbardziej uzasadniona również ze względów ekonomicznych.

AUTOTRANSFUZJA ŚRÓDOPERACYJNA I POOPERACYJNA

Śródoperacyjne odzyskiwanie krwi polega na zbieraniu krwi z drenażu pola operacyjnego, jej filtracji i zwrotnym przetoczeniu choremu [9,13]. Zbyt szybkie odsysanie krwi może wywołać zespół szoku z odzysku (salvage shock syndrome) [13]. Przetaczana może być krew pełna lub krwinki czerwone płukane w urządzeniu do przetoczeń. Płukanie krwinek usuwa zanieczyszczenia, produkty hemolizy, antykoagulanty, składowe układu dopełniacza, tłuszcz, fragmenty kostne, monomery cementu metylmetaakrylowego, hemoglobinę osocza, produkty degradacji fibrynogenu, D-dimery, produkty aktywacji kompleksu i płytek [9].

Zaletą preparatu powstającego z odzyskiwanej śródoperacyjnie krwi jest jego doskonała zdolność wiązania tlenu, wadą metody jest zagrożenie wystąpienia koagulopatii spowodowanej obniżeniem poziomu czynników krzepnięcia [2].

Pierwszym dostępnym w handlu urządzeniem umożliwiającym zagęszczenie i płukanie odzyskanych krwinek czerwonych był tzw. Cell Saver, wprowadzony w 1974 roku. Technologia została tak dobrze przyjęta, że obecnie nazwa „cell saver” jest po-

wszechnie stosowana w odniesieniu do wszystkich urządzeń tego rodzaju, takich jak Dideco/Shiley STAT (Lecznicy System Autotransfuzji Shiley'a), Cobe BRAT (System Szybkiej Transfuzji Autologicznej Baylor'a), seria Odzyskiwaczy Komórek Haemone-tics itp. [28]

W okresie pooperacyjnym stosuje się drenaż czynny lub bierny (tzw. grawitacyjny) [29]

Zbierana krew jest antykoagulowana roztworem heparyny lub cytrynianem fosforanu dekstrozy. Systemy takie umożliwiają odzyskanie od 50 do 60% krwinek czerwonych z całej masy krwi [9]. Prostsze systemy są tańsze i nie wymagają wykwalifikowanego personelu do ich obsługi (perfuzjonisty) [30].

Zaleca się zastosowanie tych systemów w zabiegach operacyjnych, podczas których przewidywana śródoperacyjna utrata krwi będzie większa niż 900 ml i jednocześnie istnieją możliwości gromadzenia krwi wypływającej z pola operacyjnego [7,9,28]. Najczęściej są to operacje w obrębie klatki piersiowej i jamy brzusznej; w przypadku trudności z odsysaniem krwi skuteczna może być zmiana ułożenia chorego (operacje kręgosłupa) lub zastosowanie tzw. worków siodełkowych (operacje stawu biodrowego) [28].

Goulet i wsp. w zabiegach alloplastyki stawu biodrowego z zastosowaniem autotransfuzji śródoperacyjnej uzyskali zmniejszenie o 42% ilości przetaczanej krwi allogenicznej [31].

Skuteczność odzyskiwania krwi z drenów w okresie pooperacyjnym po całkowitej alloplastyce stawu biodrowego udowodnił Semkiw i wsp. Wykazali oni ponadto znacznie mniejszą pooperacyjną utratę krwi w przypadku mocowania panewki z użyciem cementu nie wykazując jednocześnie podobnej zależności dla trzpienia endoprotezy [32].

Dutka i wsp. oceniając 56 chorych po dużych operacjach ortopedycznych (35 alloplastykach stawu biodrowego, 19 stawu kolanowego i 2 zespoleniach złamań kręgosłupa) wykazali znaczne zmniejszenie narażenia chorych na krew allogeniczną przy zastosowaniu odsysania krwi z drenów w okresie pooperacyjnym, dowodząc jednocześnie skuteczności stosunkowo taniej i prostej metody autotransfuzji grawitacyjnej [29].

Müller i wsp. w prospektywnym badaniu dokonali analizy 81 chorych poddanych alloplastyce stawu kolanowego z użyciem opaski Esmarcha i systemem odzyskiwania krwi z drenów w okresie pooperacyjnym, dowodząc, że w takich warunkach przedoperacyjnego pobrania krwi są niepotrzebne [33].

Woolson i wsp. w prospektywnym, randomizowanym badaniu, porównali skuteczność przedoperacyjnego pobrania krwi z przetoczeniem krwi uzyskanej z drenów w okresie pooperacyjnym u chorych poddanych pierwotnej, całkowitej alloplastyce stawu

kolanowego [17]. Badanie to potwierdziło podobną skuteczność obu metod w redukcji częstości przetoczeń krwi obcej.

Należy wspomnieć, że autotransfuzja śródoperacyjna i pooperacyjna znajduje zastosowanie również w przypadkach urazów wymagających pilnego leczenia operacyjnego, w których to sytuacjach zabezpieczenie odpowiedniej ilości krwi allogennej może być trudne [29,14].

Oddzielne miejsce w autotransfuzji zajmuje izowolemiczna hemodilucja przedoperacyjna. Istota metody polega na pobraniu bezpośrednio przed operacją krwi i uzupełnienie objętości roztworem koloidalnym, a następnie na przetoczeniu zwrotnym wcześniej pobranej krwi po opanowaniu większych krwawień w polu operacyjnym. Rozcieńczenie krwi prowadzi do mniejszej utraty krwinek czerwonych podczas krwawienia śródoperacyjnego. Dzięki poprawie własności reologicznych krwi rzut minutowy serca wzrasta w wyniku zwiększenia objętości wyrzutowej spowodowanej zwiększonym powrotem żylnym, zmniejszeniem oporu naczyń obwodowych oraz wzrostem kurczliwości mięśnia sercowego. Warunkiem działania opisanych mechanizmów kompensacyjnych jest oczywiście zachowanie normowolemii [14,34,35,36]. Przeciwwskazania są w zasadzie takie same jak w przypadku donacji przedoperacyjnych. Objętość pobieranej bezpośrednio przed operacją krwi zależy od wyjściowego hematokrytu oraz stanu chorego, zwykle jest to od 7,5 ml/kg do 20 ml/kg masy ciała z uwzględnieniem znanej zasady mówiącej, że pobranie 1 j. krwi powoduje spadek poziomu Hb o 1g%. [34]

Copey i wsp. [37], Goodnough i wsp. [38], Toy i wsp. [39] oraz Schmied i wsp. [40] wykazali, że zastosowanie hemodilucji podczas planowych zabiegów ortopedycznych znacznie zmniejsza konieczność przetoczenia krwi allogenicznej.

Wadą metody jest fakt, że wymaga określonych, dodatkowych działań ze strony zespołu anestezjologicznego [8]. Jednocześnie dyskutowana jest jej przydatność i bezpieczeństwo stosowania w przypadku osób w wieku podeszłym, dodatkowo obciążonych różnymi schorzeniami towarzyszącymi [8,14].

PODSUMOWANIE

1. W świetle przedstawionego piśmiennictwa, właściwe planowanie i przeprowadzenie autotransfuzji poprawia bezpieczeństwo chorego związane z koniecznością przetoczenia krwi.
2. Stosunkowo wysokie koszty autotransfuzji przedoperacyjnych wynikają głównie ze znacznych ilości nie wykorzystywanej krwi pochodzącej z tego

- źródła oraz wysokich kosztów przygotowania preparatów. Warunkiem zminimalizowania tych kosztów jest ograniczenie ilości nie wykorzystanej krwi poprzez wprowadzenie racjonalnych wewnątrzszpitalnych systemów gospodarowania, np. MSBOS-
-Maximum Surgical Blood Ordering Schedule
- Autotransfuzje śród- i pooperacyjne są najkorzystniejsze i zalecane głównie w przypadku rozległych operacji z dużą utratą krwi. Szczególne miejsce zajmują również w leczeniu operacyjnym następstw urazu, gdy zabezpieczenie odpowiedniej ilości krwi obcej może być niemożliwe

PIŚMIENNICTWO

- Mercuriali F, Inghilleri G, Biffi E, Colotti MT, Vinci A. Autologous blood transfusion and erythropoietin treatment to minimize homologous blood transfusion in orthopaedic surgical patients. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 1994, supl. 3, 257-262
- Korsak J, Blinowski D, Kłos M. Autotransfuzja – wskazania, przeciwwskazania, powikłania. *Lek Wojsk* 1999; 75 (9-12); 505-508
- Vamvakas EC. Autologous transfusion and other approaches to reduce allogeneic blood exposure. *Bailliere's Clinical Haematology*, 2000, Vol. 13, No. 4, pp. 533-547
- Mercuriali F, Inghilleri G, Biffi E, Colotti MT, Vinci A. Autologous blood. A safe alternative for surgical patients. *Instituto Ortopedico „Gaetano Pini”*, TransMedica Europe, 1991
- Keating ME. Current Options and Approaches for Blood Management in Orthopaedic Surgery. *Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, Instructional Course Lecture. J Bone Joint Surg [Am]* 1998; 80-A; 750-62
- Smith WQ. Major surgery without blood transfusion. *Current Anaesthesia and Critical Care* 2000; 11: 42-50
- Breakwell LM, Getty CJ, Dobson P. The efficacy of autologous blood transfusion in bilateral total knee arthroplasty. *Knee* 2000, 1; 7 (3): 145-147
- Callaghan JJ, O'Rourke MR, Liu SS. Blood management: issues and options. *J Arthroplasty*. 2005; 20 (4 Suppl 2): 51-4
- Lemos MJ, Healy WL. Blood transfusion in orthopaedic operations. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1260-71
- Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH, AuBuchon JP. Transfusion medicine. Second of two parts--blood conservation. *N Engl J Med*. 1999, 18; 340 (7): 525-33
- Duffy G, Neal KR. Differences in postoperative infection rates between patients receiving autologous and allogeneic blood transfusion: a meta-analysis of published randomized and non-randomized studies. *Transfusion Medicine* 1996; 6: 325-8
- Carson JL, Altman DG, Duff A i wsp. Risk of bacterial infection associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. *Transfusion* 1999; 39: 694-700
- Taylor P. A comparison of autologous and homologous blood transfusions for the elective orthopaedic surgical patient. *Journal of Orthopaedic Nursing* (2002) 6, 35-38
- Karger R, Kretschmer V. Modern concepts of autologous haemotherapy. *Transfus Apher Sci*. 2005; 32 (2): 185-96
- Peterson IM, Wilcox D, Whipperman M. Transfuzja autologiczna – bezpieczny wybór lat dziewięćdziesiątych. *Medycyna po dyplomie* 1993; 3: 77-81
- Ballantyne A, Walmsley P, Brenkel I. Reduction of blood transfusion rates in unilateral total knee arthroplasty by the introduction of a simple blood transfusion protocol. *Knee*. 2003; 10 (4): 379-84
- Woolson ST, Wall WW. Autologous blood transfusion after total knee arthroplasty: a randomized, prospective study comparing predonated and postoperative salvage blood. *J Arthroplasty*. 2003; 18 (3): 243-9
- Bong MR, Patel V, Chang E, Issack PS, Hebert R, Di Cesare PE. Risks associated with blood transfusion after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004; 19 (3): 281-7
- Hatzidakis AM, Mendlick RM, McKillip T, Reddy RL, Garvin KL. Preoperative autologous donation for total joint arthroplasty. An analysis of risk factors for allogeneic transfusion. *J Bone Joint Surg Am*. 2000; 82 (1): 89-100
- Pola E, Papaleo P, Santoliquido A, Gasparini G, Aulisa L, De Santis E. Clinical factors associated with an increased risk of perioperative blood transfusion in nonanemic patients undergoing total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2004; 86-A (1): 57-61
- Billote DB, Glisson SN, Green D, Wixson RL. Efficacy of preoperative autologous blood donation: analysis of blood loss and transfusion practice in total hip replacement. *J Clin Anesth*. 2000; 12 (7): 537-42
- Boralessa H, Cockburn H, Casbard A, Contreras M. Review of transfusion practice in orthopaedic surgery. *Current Orthopaedics* (2004) 18, 126-134
- Bierbaum BE, Callaghan JJ, Galante JO, Rubash HE, Tooms RE, Welch RB. An analysis of blood management in patients having a total hip or knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81 (1): 2-10
- Blum LN, Allen JR, Genel M, Howe JP 3rd. Crossover use of donated blood for autologous transfusion: report of the Council on Scientific Affairs, American Medical Association. *Transfusion*. 1998; 38 (9): 891-5
- Goodnough LT, Vizmeg K, Verbrugge D. The impact of autologous blood ordering and blood procurement practices on allogeneic blood exposure in elective orthopedic surgery patients. *Am J Clin Pathol*. 1994; 101 (3): 354-7
- Kay L. Autologous predonation of blood for elective surgery. *Current Practice in Surgery*, 1993, No 5, 132-136
- Keating EM, Ritter MA. Transfusion options in total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002; 17 (4 Suppl 1): 125-8
- Thompson JF. Autotransfuzja śródoperacyjna. *Chir. Współcz.* 1994; 2(4). 185-189
- Dutka J, Sorysz T, Urban M. Możliwości oszczędzania krwi na oddziale ortopedyczno-urazowym i wynikające z tego korzyści. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 2002, 67 (1), 87-92
- Marks RM, Vaccaro AR, Balderston RA, Hozack WJ, Booth RE Jr, Rothman RH. Postoperative blood salvage in total knee arthroplasty using the Solcotrans autotransfusion system. *J Arthroplasty*. 1995; 10 (4): 433-7
- Goulet JA, Bray TJ, Timmerman LA, Benson DR, Bargar WL. Intraoperative autotransfusion in orthopaedic patients. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A: 3-7
- Semkiw LB, Schurman DJ, Goodman SB, Woolson ST. Postoperative blood salvage using the Cell Saver after to-

- tal joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1989 Jul; 71 (6): 823-7
33. Muller U, Roder C, Pisan M, Orlor R, El-Kerdi A, Egli S. Autologous blood donation in total knee arthroplasties is not necessary. *Acta Orthop Scand.* 2004; 75 (1): 66-70
34. Larsen R. *Anestezjologia*, wyd. 1. polskie pod redakcją A. Kublera. U&P W-w 1996
35. Kreimeier U, Messmer K. Perioperative hemodilution. *Transfus Apher Sci.* 2002; 27 (1): 59-72
36. Kuklo TR, Owens BD, Polly DW Jr. Perioperative blood and blood product management for spinal deformity surgery. *Spine J.* 2003; 3 (5): 388-93
37. Copley LA, Richards BS, Safavi FZ, Newton PO. Hemodilution as a method to reduce transfusion requirements in adolescent spine fusion surgery. *Spine.* 1999, 1; 24 (3): 219-22
38. Goodnough LT, Shafron D, Marcus RE. The impact of preoperative autologous blood donation on orthopaedic surgical practice. *Vox Sang.* 1990; 59 (2): 65-9
39. Toy PTCY, Kaplan EB, McVay PA, Lee SJ, Strauss RG, Stehling LC. Blood loss and replacement in total hip arthroplasty: a multicenter study. *Transfusion* 1992; 32: 63-7
40. Schmied H, Schiferer A, Sessler DI, Meznik C. The effects of red cell scavenging, hemodilution, and active warming on allogenic blood requirements in patients undergoing hip or knee arthroplasty. *Anesth Analg* 1998; 86: 387-91