

# Ocena korzyści medycznych i ekonomicznych retransfuzji krwi z drenażu po aloplastyce kolana

## Medical and Economic Advantages of Postoperative Blood Salvage in Total Knee Replacement

Michał Łaszczyca<sup>1(A,C,D,E,F)</sup>, Damian Kusz<sup>1(A,D,E,F)</sup>, Piotr Wojciechowski<sup>1(D,F)</sup>,  
Adam Szmigiel<sup>1(B,F)</sup>, Michał Wójcik<sup>1(B,F)</sup>, Marcin Kusz<sup>2(B,E,F)</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Polska

<sup>2</sup> Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Polska

<sup>1</sup> Department of Orthopedics and Musculoskeletal Traumatology, Silesian Medical University in Katowice, Poland

<sup>2</sup> Student Scientific Society at Department of Orthopedics and Musculoskeletal traumatology, Silesian Medical University in Katowice, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Endoprotezoplastyka kolana związana jest z znaczną okołoperacyjną utratą krwi i dużym obciążeniem dla chorego. Niedokrwistość ogranicza wydolność fizyczną, rehabilitację i często wymaga przetoczeń alogenicznych. Retransfuzja krwi z drenażu pooperacyjnego, mimo wad, opisywana jest jako skuteczna alternatywa dla transfuzji. Celem badania jest ocena skuteczności retransfuzji krwi w zakresie ograniczenia transfuzji alogenicznych, skrócenia hospitalizacji i zmniejszenia kosztów.

**Materiał i metody.** Randomizowane, prospektywne badanie objęło 101 pacjentów poddanych endoprotezoplastyce kolana, przydzielonych losowo do grup: RTF – z planowanym drenażem do odzysku krwi lub DRN – z drenażem zwykłym. Grupy były jednorodnie. U 6 osób nie udało się przetoczyć zebranej krwi. Ostatecznie retransfuzję wykonano u 38 osób tworząc grupę RTF2 oraz grupę DRN2 z 63 pozostałych. Zależnie od utraty krwi oraz objawów niedokrwistości wykonywano transfuzję alogeniczną.

**Wyniki.** Pomimo retransfuzji, 39,4% pacjentów w grupie RTF2 wymagało dodatkowego przetoczenia, a 53,9% z grupy DRN2 ( $p=0,15$ ). Parametry hematologiczne uległy obniżeniu do 72,9% w RTF2 i 75,0% w DRN2 ( $p=0,45$ ), średni czas leczenia wyniósł w RTF2 – 10,3 doby, DRN2 – 11,1 doby ( $p=0,24$ ), a średni koszt terapii wyniósł odpowiednio 5426,5 zł oraz 5587,21 zł ( $p=0,76$ ).

**Wniosek.** Przetoczenie krwi z drenażu zmniejsza częstość przetoczeń alogenicznych w sposób nieistotny statystycznie, nie wpływa na poprawę stanu ogólnego i parametrów laboratoryjnych, czas hospitalizacji i koszt leczenia oraz nie wyklucza całkowicie potrzeby transfuzji.

**Słowa kluczowe:** transfuzja zwrotna, odzysk krwi z drenażu, transfuzja alogeniczna, aloplastyka kolana

### SUMMARY

**Background.** Total knee replacement surgery causes large blood loss leading to worsening of the patient's physical capacity, difficulties in rehabilitation and necessity of transfusions. The re-infusion of drainage fluid has been described as an alternative way to improve hematological parameters. The aim of the study was to determine the effectiveness of re-transfusion with regard to the allogeneic transfusion rate, duration of treatment and costs.

**Material and methods.** We performed a prospective randomized study of 101 patients, divided into an RTF group for re-transfusion from the drain and a DRN group for standard drainage. We could not re-transfuse drainage blood in 6 cases. 38 patients (RTF2) received their blood back and the remaining 63 patients (DRN2) did not. Depending on blood loss, laboratory tests and general condition, decisions were made to proceed with allogeneic transfusions.

**Results.** In spite of the re-transfusion, 39.4% of the patients in RTF2 required an additional transfusion, compared to 53.9% of the patients in DRN2 ( $p=0.15$ ). Mean deterioration in hematological parameters was 72.9% of baseline in RTF2 and 75.0% in DRN2 ( $p=0.45$ ), mean treatment time was 10.3 days for RTF2 and 11.1 for DRN2 ( $p=0,24$ ) and mean cost was PLN 5426.5 in RTF versus PLN 5587.21 in DRN ( $p=0.76$ ).

**Conclusion.** The effect of re-transfusion on reducing allogeneic blood usage is not significant, does not alter patients' general condition and lab test results and does not eliminate the need for transfusion or influence the duration of hospital stay and the costs.

**Key word:** autologous transfusion, knee arthroplasty, allogeneic transfusion, blood salvage

## WSTĘP

Choroba zwyrodnieniowa stawu kolanowego to jedna z najczęstszych chorób powodujących niepełnosprawność i pogarszających jakość życia [1,2]. Leczenie farmakologiczne i fizjoterapeutyczne nie daje dobrych i trwałych efektów. Narastające dolegliwości bólowe i pogorszenie sprawności skłaniają do podjęcia decyzji o endoprotezoplastyce stawu [2,3].

Aloplastyka całkowita stawu kolanowego jest zabiegiem w dużym stopniu obciążającym mechanizmy adaptacyjne chorego i obciążonym powikłaniami związanymi, między innymi, ze znacznym krwawieniem [4,5]. Objawy niedokrwistości są potęgowane przez schorzenia układu krążenia i metaboliczne oraz dolegliwości związane z wiekiem [6,7]. Utrata krwi w okresie okołoperacyjnym (nawet 1500 ml) bywa nietolerowana przez pacjentów i zmusza do wykonania transfuzji lub znalezienia innych rozwiązań [6-8]. Część z metod budzi kontrowersje i wiąże się z ryzykiem powikłań lub wątpliwą skutecznością [9,10]. Wytyczne dotyczące transfuzji nie są uniwersalne [6, 8]. Bezwzględny wskazaniem do przetoczeń jest stężenie hemoglobiny  $<5$  g/dl, jednak w niedokrwistościach pokrwotocznych należy je wykonać przy wyższych stężeniach, zależnie od parametrów morfologii, stanu ogólnego, aktywności krwawienia i obciążeń innymi chorobami [6,7,11]. Częstość powikłań poprzetoczeniowych, w większości niegroźnych, wynosi 10% i dotyczy infekcji bakteryjnych i wirusowych, reakcji immunologicznych, objętościowego przeciążenia krążenia, hemolizy, reakcji gorączkowych, małopłytkowości oraz innych [6,11]. Najczęściej stosowane są Osocze Świeżo Mrożone (FFP) oraz koncentrat krwinek czerwonych (KCCz, ME) [11] o objętości 280-300 ml, hematokrycie (Hct) 65-75% i zawartości hemoglobiny (Hgb)  $>45$  g w jednostce produktu. Przetoczenie KCCz powinno zwiększyć Hgb o 1 g/dl, a Hct o 3% [8,11]. Produkcja preparatów krwi generuje znaczne koszty (ok. 180 zł za jednostkę KCCz i 137 zł za jednostkę FFP), a diagnostyka grupowa krwi oraz transport to kolejne 67 zł do 300 zł. Całkowity koszt przetoczenia 1j. KCCz wynosi 225-260 zł.

Przetaczanie krwi własnej pacjenta odzyskiwanej z drenażu pooperacyjnego pozbawione ryzyka niektórych powikłań potransfuzyjnych, pozornie bezpieczne, nie jest pozbawione wad. Uzyskany płyn może zawierać bakterie, płyny infuzyjne, irygacyjne, przesięki oraz produkty tkankowe [10,12,13]. Stężenie Hgb wynosi około 10 g/dl, Hct 25-35%, a część krwinek ma ograniczoną żywotność i ulega hemolizie [12,13]. Zbierana i przefiltrowana w dedykowanym zestawie krew, może zostać przetoczona pacjen-

## BACKGROUND

Degenerative joint disease (osteoarthritis, OA) ranks among the most common causes of disability and impaired quality of life [1,2]. Pharmacological treatments and physiotherapy do not produce good or lasting effects. The intensifying pain and deteriorating performance lead to a decision to perform arthroplasty of the affected joint [2,3].

Total knee replacement (TKR) surgery puts a major strain on the patient's adaptive mechanisms and leads to complications resulting, among others, from considerable blood loss [4,5]. Symptoms of anemia are intensified in the presence of cardiovascular and metabolic disorders and age-related ailments [6,7]. Perioperative blood loss (which may amount even to 1500 ml) may not be tolerated by the patients and necessitates transfusions or a quest for other solutions [6-8]. Some methods are controversial and associated with a risk of complications or have doubtful efficacy [9,10]. Transfusion-related guidelines are ambiguous [6,8]. A fall in hemoglobin levels below 5 g/dl is an absolute indication, but in bleeding-related, post-operative anemia, transfusion should be performed at higher concentrations, depending on other CBC parameters, the patient's overall health status, bleeding activity and the burden of comorbidities [6,7,11]. The incidence of transfusion-related complications, which are usually of minor nature, is estimated at 10%. These complications involve bacterial and viral infections, immune reactions, volume overload, hemolysis, febrile reactions, thrombocytopenia and others [6,11]. The most popular transfusion products are fresh frozen plasma (FFP) and packed RBCs [11]. A unit of packed RBCs has a volume of 280-300 ml, a hematocrit (HCT) concentration of 65-75% and hemoglobin (HGB) content of  $>45$  g. Transfusion of a unit of packed RBCs should increase the recipient's hemoglobin level by 1 g/dl and hematocrit by 3% [8,11]. The manufacturing of blood products entails considerable costs (approx. PLN 180 per unit of packed RBCs and PLN 137 per unit of FFP) and blood group compatibility testing and transport add more costs in the range of PLN 67 to 300, bringing the total cost of transfusing one unit of packed RBCs to PLN 225-260.

Autologous transfusion of the patient's own blood recovered from post-operative drainage, while free from the risk of transfusion-related complications and apparently completely safe, also has its disadvantages. The salvage fluid may contain bacteria, infusion and irrigation fluid, transudates and tissue products [10,12,13]. It has a hemoglobin concentration of approximately 10 g/dl, and a hematocrit of 25-

towi, do 6h od rozpoczęcia drenażu [9,10]. W przypadku spostrzeżenia nieprawidłowości przetoczenie jest przeciwwskazane.

Na podstawie analizy danych zebranych w trakcie leczenia pacjentów z chorobą zwyrodnieniową kolana w Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu SUM w Katowicach, podjęto próbę oceny celowości i efektywności rutynowej retransfuzji krwi z drenażu pooperacyjnego. Celem prospective badania dwóch randomizowanych grup pacjentów poddanych endoprotezoplastyce kolana, było określenie ewentualnych korzyści dla stanu pacjentów, czasu leczenia oraz efektów ekonomicznych z przetaczania odzyskanej krwi.

## MATERIAŁ I METODY

Do badania włączono wszystkich 101 pacjentów przyjętych na Oddział w okresie od 2013-01-01 do 2014-02-01, ze zdiagnozowaną trójprzedziałową gonartrozą, przygotowywanych do zabiegu endoprotezoplastyki, niezależnie od etiologii, stopnia zaawansowania oraz towarzyszących obciążeń. Wszyscy wyrazili pisemną zgodę na proponowane leczenie. Chorych przydzielono losowo do dwóch grup. W grupie pierwszej z zaplanowanym pooperacyjnym drenażem do retransfuzji (RTF) znalazło się 44 osoby, a w drugiej (DRN) z drenażem standardowym 57 osób. Obie grupy były jednorodnie pod względem wieku (średnio 70,7 lat), płci, wyników badań laboratoryjnych oraz schorzeń towarzyszących. Kobiety stanowiły 82%, a mężczyźni 19% wszystkich. Grupa RTF stanowiła 44%, a grupa DRN 57%. Sześciu osobom z RTF, z powodu uszkodzenia lub podejrzenia niesterylności aparatu, zrezygnowano z retransfuzji. Z 38 osób, którym przetoczono krew z drenażu, utworzono grupę RTF2 (32 kobiety i 6 mężczyzn), a z pozostałych 63 osób, grupę DRN2 (50 kobiet i 13 mężczyzn). Średni wiek wynosił dla RTF2 70,9 lat, a dla DRN2 70,5 lat. W analizie wykazano zwiększoną reprezentację mężczyzn w przedziale <60 lat ( $p=0,015$ ), jednak potwierdzono jednorodność obu grup badanych. Nie wykazano wpływu płci na inne badane wskaźniki. Obciążenia dodatkowymi, istotnymi schorzeniami stwierdzono u 58,5% pacjentów (w RTF2 55,3% i DRN2 60,3%). Potwierdzono statystycznie większą reprezentację osób z czynnikami ryzyka wśród najstarszych pacjentów ( $p=0,001$ ), bez istotnych różnic pomiędzy grupami i zależności względem innych zmiennych ( $p \gg 0,05$ ). Wyjściowe wartości Hgb wynosiły średnio 13,5 g/dl (RTF2 13,6 i DRN2 13,4), a Hct średnio 40,5% (RTF2 40,7 i DRN2 40,4). Sil-

35%. Some of the red blood cells have limited viability or hemolysis [12,13]. The recovered blood can be re-infused via a <math>40 \mu\text{m}</math> filter within 6 hours of commencing drainage [9,10]. Transfusion is contraindicated if abnormalities are detected.

Based on data collected during the hospitalization of knee OA patients at the Department of Orthopedics and Traumatology, Medical University of Silesia in Katowice, we assessed the advisability and efficacy of routine re-transfusion of post-operative drainage blood. The aim of this prospective study of two randomized groups of patients undergoing total knee arthroplasty was to determine any benefits in terms of the patients' overall status, duration of treatment and economic effects of re-transfusing salvaged drainage blood.

## MATERIAL AND METHODS

The study involved all 101 patients with a diagnosis of three-compartmental gonarthrosis awaiting TKR surgery admitted to the Department between 1 Jan 2013 and 1 Feb 2014, regardless of the etiology, OA stage and comorbidities. All patients expressed their written consent to take part in the study. The patients were randomized into two groups. The RTF group, scheduled to receive post-operative retransfusion of recovered drainage blood, was made up of 44 patients, and a standard drainage (DRN) group comprised 57 patients. The two groups were matched for age (mean 70.7 years), sex, laboratory data, and comorbidities. Women made up 82% of the entire study group and males made up 19%. The RTF group comprised 44% of all patients, and the DRN comprised 57%. Six patients in the RTF group did not receive an autologous blood transfusion due to damage to the transfusion set or a suspected leak. The 38 patients (32 women and 6 men) who received their drainage blood ultimately formed the RTF2 group, and the remaining 63 (50 women and 13 men) constituted the DRN2 group (Fig.1). The mean age was 70.9 years in the RTF2 group and 70.5 years in the DRN2 group. Analysis showed a higher proportion of males <math><60 \text{ years old}</math> ( $p=0.015$ ) but confirmed that the groups were homogeneous. Sex was not shown to correlate with other variables of interest. Significant comorbidities were found in 58.5% of the entire study group (55.3% in RTF2 and 60.3% in DRN2). A higher proportion of patients with risk factors among the oldest patients was confirmed statistically ( $p=0.001$ ), but there were no significant differences in this regard between the two groups or correlations with other variables ( $p \gg 0.05$ ). Mean baseline hemoglobin was 13.5 g/dl (13.6 in RTF2

na korelacja między wartościami Hgb, Hct i erytrocytemii ( $r > 0,98$ ) zdecydowała o utworzeniu wspólnego indeksu paramentów hematologicznych, również bez istotnych różnic pomiędzy grupami ( $p \gg 0,05$ ).

Zabieg endoprotezoplastyki wykonano według standardowego protokołu z użyciem implantów jednej firmy, przez ten sam zespół chirurgiczny, z równą dbałością o hemostazę, w czasowym niedokrwieniu z opaską zaciskaną na początku operacji, a zwalnianą przed zszyciem torebki stawowej. Do stawu zakładany był jeden dren. U osób z RTF podłączano zestaw do retransfuzji HandyVac ATS firmy Unomedical, a w DRN tylko pojemnik do drenażu ssącego. Stosowano standardową profilaktykę przeciwbakteryjną i przeciwzakrzepową, leki przeciwbólowe i wysokie ułożenie kończyny operowanej. Zbiórkę krwi i przetoczenie w RTF2 wykonywano zgodnie z zaleceniami producenta zestawu. Kontrolne badanie krwi wykonywano po 7-8h od zabiegu, następne po 24-26h w pierwszej dobie pooperacyjnej, w 2. dobie i w 5. dobie pooperacyjnej. Decyzja o transfuzji alogenicznej rozważana była indywidualnie na podstawie wartości Hct, Hgb, ich względnego zmniejszenia, aktywności krwawienia i cech niewydolności krążeniowo-oddechowej oraz objawów niedokrwienych u pacjenta. Za pooperacyjne wskazania do przetoczenia KKCz przyjęto objawy fizykalne wstrząsu, nagłego osłabienia, duszności i nasilenie objawów choroby niedokrwiennej serca. Za parametr krytyczny, warunkujący przetoczenie przyjęto Hgb  $< 8$  g/dl, spadek względny  $> 5$  g/dl lub Hgb  $< 9,5$  g/dl z objawową niedokrwistością lub krwawieniem. Po uzupełnieniu niedoborów, poprawie stanu ogólnego, stosowano w 1 dobie po zabiegu rehabilitację przyłóżkową, a próbę pionizacji i chodzenia od 2 doby.

### Analiza statystyczna

Zebrano dane dotyczące biometrii pacjentów i innych zmiennych wejściowych. Sukcesywnie określano dla obu grup parametry przedoperacyjne morfologii krwi, utratę krwi śródoperacyjną i pooperacyjną oraz ilość krwi w retransfuzji. Uzyskane dane skorelowano z zarejestrowanymi w 1, 2 i 5 dobie po zabiegu, ilością FFP i KKCz oraz czasem hospitalizacji. Do analizy reprezentatywności grup oraz badanych zależności użyto testów statystycznych rPearsona, ANOVA, Levene,  $\chi^2$  Pearsona oraz NW.

and 13.4 in DRN2) and baseline hematocrit was 40.5% (40.7% in RTF2 and 40.4% in DRN2). The finding of a marked correlation between hemoglobin concentration, hematocrit and RBC count values ( $r > 0.98$ ) prompted us to design and use a composite index of hematological parameters, which was also not significantly different between the groups ( $p \gg 0.05$ ).

The arthroplasty procedures were performed by the same operating team according to a standard protocol using implants manufactured by one company and taking the same level of care to ensure hemostasis in temporary ischemia produced by a tourniquet applied at the beginning of the procedure and released before the articular capsule was sutured. One drain was placed in the joint. Patients from the RTF2 group had a HandyVac ATS (Unomedical) retransfusion set attached, and patients from the DRN2 group had only a suction drainage bag attached. Standard antibacterial and antithrombotic prophylaxis was administered with analgesics and the operated limb was elevated. In the RTF2 group, blood was collected and re-infused in accordance with the manufacturer's recommendations. Follow-up CBCs were obtained at 7-8 hours after the surgery, and then at 24-26 hours on the first post-operative day and on the 2<sup>nd</sup> and 5<sup>th</sup> post-operative day. The decision to perform allogeneic blood transfusion was taken on an individual basis after reviewing the patient's post-operative HGB and HCT levels, their relative decrements, activity of bleeding and the presence of evidence of cardiorespiratory failure and symptoms of hypoperfusion. The postoperative indication to transfuse was the onset of hypovolemic shock symptoms, general weakness and increasing symptoms of ischaemic disease. The trigger for transfusion was a HGB  $< 8$  g/dl, a decrement  $> 5$  g/dl, or HGB  $< 9.5$  with symptomatic anemia or bleeding. After addressing the deficiencies and noting adequate improvement of the patient's overall condition, bedside rehabilitation was commenced on the 1<sup>st</sup> post-operative day and standing up and ambulation were attempted on the 2<sup>nd</sup> post-operative day.

### Statistical analysis

Biometric data and other baseline variables were collected. Preoperative hematological parameters, intra- and post-operative blood loss and the amount of blood re-transfused were determined successively in both groups. Those data were correlated with laboratory results obtained on the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 5<sup>th</sup> post-operative day, the amount of FFP and packed RBCs transfused and the duration of hospital stay. Pearson's r, ANOVA, Levene, Pearson's  $\chi^2$  and maximum likelihood tests were used to analyze whether

## WYNIKI

Określono wartość największego pogorszenia wyników oraz sumaryczny efekt hematologiczny w trakcie terapii. Średni spadek Hgb u badanych wyniósł w RTF2, w 0 dobie pooperacyjnej 2,43, w 1 dobie 2,86 i w 5 dobie 3,79 g/dl, a w DRN2 w 0 dobie 1,83, w 1 dobie 2,79 i w 5 dobie 3,5 g/dl. Pooperacyjne wskaźniki spadły w 1 dobie do poziomu 78,9% w RTF2 i 79,1% w DRN2, a końcowy wynik w 5 dobie wyniósł w RTF2 72,9%, a w DRN2 75,0% wartości początkowych. Analiza wykazała większy spadek wartości przy dużych objętościach drenażu i nieznacznie lepsze wyniki u osób bez retransfuzji ( $p=0,11$ ). Średnia całkowita utrata krwi wyniosła 627 ml (od 250-1650), w tym dla RTF2 848, a dla DRN2 494 ml, z różnicą bez wpływu na wyniki laboratoryjne, stan pacjentów i bez znamienności statystycznej ( $p=0,63$ ). Średnia objętość przetoczzonej zwrotnie krwi w RTF2 wyniosła 333 ml. Oprócz retransfuzji u 15 osób (39,4%) przetoczono KKCz, a u 5 chorych FFP. W grupie DRN2 34 osoby (53,9%) wymagały przetoczenia KKCz, a 2 chorych FFP. Pomimo zauważalnej dysproporcji, wpływ wykonywania retransfuzji na konieczność przetoczeń nie wykazał istotności ( $p=0,15$ ). Średni czas hospitalizacji pooperacyjnej wynosił w RTF2 10,3 dnia po zabiegu, a w DRN2 11,1 bez istotnej różnicy ( $p=0,24$ ). Porównywano także koszty retransfuzji, przetoczenia, badań zgodności serologicznej i transportu oraz hospitalizacji. Cena 44 zestawów HandyVac dla RTF wyniosła 8712 zł, a standardowego drenażu dla DRN była pomijalna ( $< 5\%$ ). Koszt 1j. KKCz równy 180 zł z próbą zgodności od 17-67 zł oraz 1j. FFP – 137 zł, transportu około 5 zł/j. i koszt doby hospitalizacji – 480 zł dotyczyły obu grup. Średni czas leczenia 10,4 doby dla RTF i 11,0 dla DRN nie różni się znacząco. Średni koszt przetoczeń z hospitalizacją wyniósł 5426,5 zł dla RTF i 5587,21 dla DRN. Różnica nie wykazywała znamienności statystycznej ( $p=0,76$ ).

## DYSKUSJA

U pacjentów po endoprotezoplastyce, szczególnie obciążonych dodatkowymi schorzeniami, utrata

the groups were representative and to detect correlations.

## RESULTS

The greatest decrement in hematological parameters and the overall effect on hematology during treatment were determined. The mean fall in HGB in RTF2 was 2.43 on post-operative day 0, 2.86 on post-operative day 1 and 3.79 g/dl on post-operative day 5. In DRN2, these values were 1.83 on post-operative day 0, 2.79 on post-operative day 1 and 3.5 g/dl on post-operative day 5. Postoperatively, the hematological parameters fell to 78.9% of baseline in RTF2 and 79.1% in DRN2 on post-operative day 1, compared to 72.9% of baseline in RTF2 and 75.0% of baseline in DRN2 on post-operative day 5. Greater decrements were associated with larger drainage volumes while those did not receive salvaged blood had slightly better parameters ( $p=0.11$ ). Mean total blood loss was 627 ml (range: 250-1650): 848 ml in RTF2 and 494 ml in DRN2, with the difference not influencing laboratory test results or overall patient status and being statistically non-significant ( $p=0.63$ ). The mean volume of re-transfused blood in RTF2 was 333 ml. Apart from the re-transfusion, 15 patients (39.4%) received packed RBCs and 5 received FFP. In the DRN2 group, 34 patients (53.9%) required transfusion of packed RBCs and 2 required FFP (Fig. 2). Despite the noticeable disparity, the correlation between re-transfusion and the need to receive allogeneic blood transfusion was not statistically significant ( $p=0.15$ ). Mean duration of post-operative hospital stay was 10.3 post-operative days in RTF2 vs. 11.1 in DRN2, a non-significant difference ( $p=0.24$ ). We also compared the cost of re-transfusion, transfusion, serologic compatibility testing and transport and the cost of hospitalization. The price of 44 HandyVac sets for the RTF group was PLN 8712 and the price of standard drainage sets for the DRN group was negligible ( $< 5\%$ ). The cost of one unit of packed RBCs (PLN 180), the cost of a compatibility test (PLN 17-67), one unit of FFP (PLN 137), transport (approx. PLN 5/unit) and daily hospital stay (PLN 480) were the same in both groups. The mean hospitalization times of 10.4 days in RTF and 11.0 in DRN were not significantly different. The mean cost of transfusions with hospitalization amounted to PLN 5426.5 in RTF and PLN 5587.21 in DRN (Fig. 3). This difference also was not statistically significant ( $p=0.76$ ).

## DISCUSSION

Besides being a life-threatening condition, hypovolemia also limits the patient's convalescence which

krwi krążącej powoduje zagrożenie życia oraz utrudnia i opóźnia rekonwalescencję [6-8]. Dobrym sposobem leczenia niedokrwistości jest przetoczenie koncentratu krwinek czerwonych od dawcy [6,11]. Odkrycie chorób przenoszonych przez krew zwróciło większą uwagę na powikłania transfuzji, popularyzując metody alternatywne [6,18]. Część z nich została dokładnie zweryfikowana [4,10,14-19]. Autotransfuzja krwi pobieranej przed zabiegiem, pomimo efektywności wymaga wcześniejszego zaplanowania i często po operacji okazuje się zbędna [18,20,21]. Podobnie, stosowanie hemodylucji przedoperacyjnej lub erytropoetyny (EPO) również ma istotne wady [8,18]. Czasowe zamykanie drenów pooperacyjnych, zaniechanie drenażu czy okresowe zwalnianie opaski niedokrwiennej nie daje wyraźnej korzyści [6,14,15,19]. Z kolei, stosowanie kleju fibrynowego, kwasu traneksamowego jest efektywne tylko w pewnych okolicznościach [4,16,19,22]. Zwrotna transfuzja krwi z rany nie wymaga ingerencji przedoperacyjnej i okazuje się wystarczająco bezpieczna [9,14,23,24]. Jej skuteczność, choć dobrze sprawdzona, oceniana jest często odmiennie. Można znaleźć publikacje niewykazujące żadnych korzyści ze stosowania krwi z drenażu [18,20,25,26]. Równie często publikowane są badania wykazujące jego wpływ na zmniejszenie konieczności transfuzji alogenicznych i na lepsze wyniki po endoprotezoplastyce [5,23,27-30]. Liczebność chorych w naszym badaniu była mniejsza niż u Munoz, jednak reprezentatywna i porównywalna z badaniami Sarkanovića oraz Kućera [14,23,27]. Postępowanie okołoperacyjne i farmakoterapia były zbieżne z opisywanymi w innych pracach [14,20,23,27]. Objętość retransfuzji wyniosła średnio 333 ml i była zbliżona do podawanych przez Leemana, ale mniejsza niż opisują inni [1,15,16]. Średnia całkowita utrata krwi równa 627 ml była podobna lub niższa, niż w innych doniesieniach [4,15,23,24]. Także parametry hematologiczne u pacjentów w 1 dobie pooperacyjnej były porównywalne z innymi publikacjami i wynosiły 78,9% wartości wyjściowej w grupie retransfuzji i 79,1% bez [25,27,29]. Kryteria przetoczenia krwi zależne od stężenia Hgb i stanu ogólnego pacjenta były podobne do opublikowanych [6,7,10,14,18,27]. Różnica częstości przetoczeń alogenicznych między grupą RTF2 a grupą DRN2 okazała się nieznamienista. W pracach Munoz, Sarkanovića oraz innych, retransfuzja znacznie zmniejszyła ilość dodatkowych przetoczeń [5,23,24,27,29]. Odmiennie wyniki podaje Amin, García i inni [18,20,25,26]. W grupie RTF2 nie obserwowano zwiększonego ryzyka powikłań związanego ze złą jakością i zanieczyszczeniami preparatu krwi z drenażu, jakie wykazywane było przez autorów Munoz, Rosolski oraz Handel, jed-

is most noticeable in patients with systemic comorbidities [6-8]. Post-operative anemia is well managed with a transfusion of packed RBCs from a donor [6,11]. The discovery of blood-borne diseases drew more attention to complications of blood transfusion and the popularity of alternative methods grew [6,18]. Some of those alternative solutions have been thoroughly verified [4,10,14-19]. Autotransfusion of blood collected from the patient before surgery, although effective, requires prior planning and, after surgery, it often turns out to be unnecessary [18,20,21]. Preoperative hemodilution or administration of erythropoietin (EPO) similarly have significant shortcomings [8,18]. Temporary clamping of post-operative drains, no drainage or intermittent tourniquet release offer no evident benefits [6,14,15,19]. The use of fibrin glue or tranexamic acid, in turn, will effectively reduce blood loss but only in certain circumstances [4,16,19,22]. Re-transfusion of the blood collected from the surgical wound does not require a preoperative intervention and has been shown to be sufficiently safe [9,14,23,24]. Its efficacy, while extensively investigated, has often been variously assessed. There are papers that fail to show any benefits from using salvaged blood [18,20,25,26]. Equally numerous, however, are those that do show a reduction in the need to transfuse allogeneic blood following a re-transfusion and a positive effect on outcomes following joint replacement surgery [5,23,24,27-30]. The sample size in our study was smaller than that in Munoz's study, but the sample was representative and comparable with those studied by Sarkanović and Kućer [14,23,27]. Perioperative management and pharmacotherapy were compatible with those described in other papers [14,20,23,27]. The mean volume of re-transfused blood was 333 ml, a value similar to 442 ml given by Leeman, but lower than those described in other papers [1,15,16]. The mean total blood loss of 627 ml in our study was similar to or lower than data from other papers [4,15,23,24]. We also obtained similar results with regard to hematological parameters on the 1st post-operative day, which amounted to 78.9% of the baseline value for the re-transfusion group and 79.1% for the second group [25,27,29]. We used unified criteria for qualifying patients for transfusion similar to published criteria [6,7,10,14,18,27]. The difference in the frequency of transfusion between the groups was non-significant. In the papers by Munoz, Sarkanović and others, re-transfusion substantially reduced the demand for additional transfusions [5,23,24,27,29]. Reverse findings have been described by Amin, García and other authors [18,20,25,26]. We did not observe an increased risk of complications connected with poor quality and pollutants in drainage blood,

nak ich wpływu na ostateczny efekt retransfuzji nie można wykluczyć [10,12,13].

Odmienne wnioski opisywane przez autorów utrudniają jednoznaczną ocenę wartości retransfuzji. Różnice mogą być skutkiem czynników nieuwzględnionych w analizach. Dodatkowym celem badania była ocena retransfuzji w aspekcie ekonomicznym. Porównując grupy RTF i DRN wykazano nieistotne różnice w liczbie przetoczeń, czasie oraz kosztach hospitalizacji. Niezależnie dodatkową stratą, akcentowaną również przez innych, był brak możliwości przetoczenia zwrotnego u części pacjentów, którym założono jednorazowy zestaw zbiórki krwi [18,30,33].

## WNIOSKI

1. Retransfuzja krwi z drenażu pooperacyjnego, jako metoda oszczędzania krwi, nie wyklucza, a tylko nieistotnie zmniejsza ilość przetoczeń alogenicznych
2. Stosowanie retransfuzji nie skraca hospitalizacji pooperacyjnej.
3. Retransfuzja nie wpływa na stan ogólny i wyniki badań laboratoryjnych po zakończeniu leczenia.
4. Zastosowanie retransfuzji nie obniża kosztów leczenia.

## PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Farr II J, Miller LE, Block JE. Quality of Life in Patients with Knee Osteoarthritis: A Commentary on Nonsurgical and Surgical Treatments. *Open Orthop J* 2013; 7: 619-23
2. Łukowicz M, Weber-Rajek M, Ciechanowska-Mendyk K, Zalewski P, Ziętek K. Comparison of the effectiveness of local cryotherapy and pulsed short-wave diathermy combined with kinesitherapy in treatment of gonarthrosis symptoms. *Acta Bio-Opt Inf Med Biomed* 2011; 17: 28-33.
3. Pop T, Szczygielska D, Druzbicki M, Zajkiewicz K. Epidemiology and cost of conservative treatment of patients with degenerative joint disease of the hip and knee. *Ortop Traumatol Rehabil* 2007; 4: 405-12.
4. Massin P, Scemama C, Jeanrot C, Boyer P. Does fibrin sealant use in total knee replacement reduce transfusion rates? A non-randomised comparative study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2012; 98: 180-5.
5. Singh VK, Singh PK, Javed S, Kumar K, Tomar J. Autologous transfusion of drain contents in elective primary knee arthroplasty: its value and relevance. *Blood Transfus* 2011; 3: 281-5.
6. Haas FJLM, Van Rhenen DJ, De Vries RRP, Overbeeke MAM, Novotny VMJ, Henny CP. Blood transfusion guideline 2011. Dutch Institute for Healthcare Improvement CBO; 2011. p. 63-321.
7. Tavares Cardozo R, Fidelis de Souza Junior E, Campoli Alves W, Barbi Filho F. Total knee arthroplasty: indication of blood transfusion according to hematimetric variation and clinical symptoms of hypoperfusion. *Rev Bras Ortop* 2014; 49: 507-12.
8. Mirza SB, Panesar SS, Dunlop DG. Blood Transfusion Practices in Major Orthopaedic Surgery. In: Kochhar PK, editor. *Blood Transfusion in Clinical Practice*. Delhi: InTech; 2012. p.35-60.
9. Bowen K. Policy and procedure for the collection and re-infusion of blood (autologous blood transfusion). *Collection And Re-Infusion Of Blood* 2010; Sep 0187v2.
10. Rosolski T, Mauermann K. Autologous direct re-transfusion— contra. *Transfusion medicine and hemotherapy* 2004; 31: 232-5.
11. Łętowska M, Żupańska B. Current opinions on some transfusion reactions. *Acta Haematologica Polonica* 2009; 40: 407-23.
12. Munoz M, Garcia-Segovia S, Ariza D, Cobos A, Garcia-Erce JA, Thomas D. Sedimentation method for preparation of postoperatively salvaged unwashed shed blood in orthopaedic surgery. *British Journal of Anaesthesia* 2010; 105(4): 457-65.
13. Handell M, Winkler J, Hörnlein RF, et al. Increased interleukin-6 in collected drainage blood after total knee arthroplasty an association with febrile reactions during retransfusion. *Acta Orthop Scand* 2001; 72: 270-2.
14. Kučera B, Náhlík D, Hart R, Oceláková L. Post-operative retransfusion and intra-operative autotransfusion systems in total knee arthroplasty. A comparison of the efficacy. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2012; 79(4): 361-6.

which was noted by Munoz, Rosolski and Handell [10,12,13].

However, contaminants may have had an effect on the ultimate outcome of the re-transfusion. The contradictory conclusions described in other studies also make it difficult to provide an unequivocal assessment of the value of re-transfusion. The differences may have been due to factors not accounted for in the analyses. The economic aspect of re-transfusion was also evaluated in our study. A comparison of the RTF and DRN groups showed non-significant differences in the number of transfusions and the duration and cost of rehabilitation. Independently, an additional loss reported also by other authors was the inability to perform a re-transfusion in a few patients who were fitted with the disposable transfusion set [14,25,27].

## CONCLUSIONS

1. The re-transfusion of blood from post-operative drainage as a method of saving blood does not eliminate the need for allogeneic blood transfusions, but only non-significantly reduces the number of transfusions.
2. Re-transfusion does not influence the hospital stay.
3. Re-transfusion does not influence the patient's general condition and results of laboratory tests after the treatment
4. It does not lower treatment costs.

15. Leeman MF, Costa ML, Costello E, Edwards D, Ann R. Timing of re-transfusion drain removal following total knee replacement. *Coll Surg Engl* 2006; 88(2): 134-5.
16. Oremus K, Sostaric S, Trkulja V, Haspl M. Influence of tranexamic acid on postoperative autologous blood retransfusion in primary total hip and knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Transfusion* 2014; 54: 31-41.
17. Reinhardt KR, Osoria H, Nam D, Alexiades MA, Figgie MP, Su EP. Reducing blood loss after total knee replacement a fibrin solution. *Bone Joint J* 2013; 95-B(Sup A): 135-9.
18. So-Osman C, Nelissen RGHH, Koopman-van Gemert AWMM, et al. Patient Blood Management in Elective Total Hip- and Knee-replacement Surgery: A Randomized Controlled Trial on Blood Salvage as Transfusion Alternative Using a Restrictive Transfusion Policy in Patients with a Preoperative Hemoglobin above 13 g/dl; *Anesthesiology* 2014; 120(4): 852-60.
19. Chareancholvanich K, Siriwattanasakul P, Narkbunnam R, Pornrattanamaneewong C. Temporary Clamping of Drain Combined With Tranexamic Acid Reduce Blood Loss After Total Knee Arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord* 2012; 13: 124.
20. García FA, Dietz AA, Marcos VM, Fernández Palomero A, Vilaseca Agüera MA, Garcerán Ortega M. Allogeneic blood transfusion after primary total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 2011; 93: 95.
21. Monsef JB, Buckup J, Mayman D, Marx R, Ranawat A, Boettner F. Targeted Preoperative Autologous Blood Donation in Total Knee Arthroplasty Reduces the Need for Postoperative Transfusion. *HSSJ* 2013; 9: 214-7.
22. Carling MS, Jeppsson A, Eriksson B, Brisby H. Transfusions and blood loss in total hip and knee arthroplasty: a prospective observational study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2015; 10: 48.
23. Munoz M, Ariza D, Campos A, Martin-Montanez E, Pavia J. The cost of post-operative shed blood salvage after total knee arthroplasty: An analysis of 1,093 consecutive procedures. *Blood Transfus* 2013; 11(2): 260-71.
24. Horstmann W, Slappendel R, Van Hellemond GG, Castelein RM. Safety of retransfusion of filtered shed blood in 1819 patients after total hip or knee arthroplasty. *Transfusion Alternatives in Transfusion Medicine* 2010; 11: 57-64.
25. Marks RM, Vaccaro AR, Balderston RA, Hozack WJ, Booth RE, Rothman RH. Postoperative blood salvage in total knee arthroplasty using the Solcotrans Autotransfusion System. *J Arthroplasty*. 1995; 10(4): 433-7.
26. Amin A, Watson A, Mangwani J, Nawabi DH, Ahluwalia R, Loeffler M. A prospective randomised controlled trial of autologous retransfusion in total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 2008; 90-B: 451-4.
27. Sarkanović ML, Gvozdenović L, Savić D, Ilić MP, Jovanović G. Autologous blood transfusion in total knee replacement surgery. *Vojnosanit Pregl* 2013; 70(3): 274-8.
28. Cieliński Ł, Kusz D, Hajduk G, et al. Retransfusion of shed blood collected in drains after total knee replacement. *Ortop Traumatol Rehabil* 2010; 12(2): 144-54.
29. Friedman R, Homering M, Holberg G, Berkowitz SD. Allogeneic blood transfusions and postoperative infections after total hip or knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2014; 96(4): 272-8.
30. Rojewski M., Król R, Krzykowski R, Prochacki P. Value of the autotransfusion of blood recovered from the post-operative wound in arthroplasty patients. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009; 11(5): 448-57.

---

**Liczba słów/Word count:** 5308

**Tabele/Tables:** 0

**Ryciny/Figures:** 0

**Piśmiennictwo/References:** 30

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

Michał Łaszczycza  
ul. Koszalińska 37/6, 40-717 Katowice, Poland  
tel. 504345705, e-mail: nigol@poczta.fm

Otrzymano / Received 11.08.2015 r.  
Zaakceptowano / Accepted 02.11.2015 r.