

Ocena przydatności przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej w postępowaniu okołoperacyjnym, również u chorych w podeszłym wieku

An assessment of the efficacy of preoperative controlled haemodilution in the perioperative management of patients including the elderly

Christopher Obasi¹, Jerzy Arendt², Zygmunt Antoszewski³

¹Oddział Anestezjologii Szpitala Rejonowego, Kluczbork (Department of Anaesthesiology, Regional Hospital, Kluczbork, Poland)

²Katedra i Oddział Kliniczny Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej Śląskiej Akademii Medycznej, Bytom (Department of General and Gastroenterology Surgery Silesian Medical Academy, Bytom, Poland)

³Górnośląskie Centrum Medyczne, Katowice (Upper Silesian Medical Center, Katowice, Poland)

Streszczenie

Wstęp: Ryzyko i niebezpieczeństwo związane z przetoczeniem krwi od dawców doprowadziły do powstania metod alternatywnych, m.in. hemodylucji. Celem niniejszej pracy jest: 1. próba oceny przydatności przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej jako metody postępowania okołoperacyjnego w warunkach wieloprofilowego szpitala rejonowego; 2. próba oceny kryterium wieku podeszłego chorego jako przeciwwskazania do stosowania przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej.

Materiał i metody: Zbadano dwie grupy chorych (A i B) po 31 osób. Obie grupy były statystycznie porównywalne pod względem płci, wieku, masy ciała, wzrostu, rodzaju i liczby zabiegów operacyjnych, rodzaju zastosowanego znieczulenia i kwalifikacji według *American Society of Anesthesiologists* (ASA). U chorych z grupy A przed wprowadzeniem do znieczulenia upuszczono krew w ilości 500–800 ml zależnie od masy ciała, wartości stężenia hemoglobiny i hematokrytu do oryginalnych opakowań z płynem konserwującym. Upuszczoną krew uzupełniono płynem koloidowym w stosunku 1:1. Po zabiegu dokonano reinfuzji upuszczonej krwi chorym.

Wyniki: Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy w średniej zawartości m.in. hemoglobiny we krwi i białka w surowicy krwi oraz stanu ogólnego chorych w wieku niższym lub równym 70 i powyżej 70 lat.

Wnioski: 1. Na oddziałach zabiegowych szpitala rejonowego przeszkoleni anestezjolodzy mogą prowadzić przedoperacyjną hemodylucję sterowaną, która jest korzystna dla chorego.

2. Hemodylucja z zachowaniem normowolemii utrzymuje stabilność hemodynamiczną, co pozwala ją wykonać u chorych w szerokim przedziale wiekowym, także u osób starszych zakwalifikowanych do zabiegów operacyjnych, które zazwyczaj wymagają przetoczenia krwi homologicznej w okresie okołoperacyjnym.

Słowa kluczowe: zagrożenia poprzetoczeniowe, metody alternatywne, ostra hemodylucja normowolemiczna, przedoperacyjna hemodylucja sterowana

Abstract

Background: The risks associated with the transfusion of donor blood have led to the development of alternative methods, including a far-reaching tolerance of anaemia and perioperative controlled haemodilution (PCH). The objective of this study is: 1) to attempt to assess, under the conditions of a multiprofile general hospital, the efficacy of PCH as a perioperative procedure; 2) to attempt to assess the criterion of old age as a contraindication for the application of this technique.

Material and methods: The patients were allocated randomly to group A or B each made up of 31 patients. Both groups did not differ statistically. In group A, before the administration of anaesthesia, 500 to 800 ml of blood was collected and the blood was replaced with colloids in the ratio of 1:1. The blood was reinfused postoperatively.

Results: The average hemoglobin content of the blood and the serum protein amongst others, and the general well-being of the patients in both age groups ≤ 70 and > 70 , did not reveal any difference of statistical significance.

Conclusions: 1. In the operative wards of a general hospital, a trained group of anaesthetists may apply the technique of preoperative controlled haemodilution, which benefits the patient; 2. Preoperative controlled haemodilution maintains haemodynamic stability which allows it to be applied in patients in a wide range of age groups in operative procedures that usually require the transfusion of donor blood in the perioperative period.

Key words: posttransfusion risks, alternative methods, acute normovolemic haemodilution, preoperative controlled haemodilution

Wstęp

Pierwszego udanego przetoczenia krwi u człowieka dokonał paryski lekarz Jean Baptiste Denis w czerwcu 1667 roku [1]. Dopiero w 1901 roku austriacki lekarz Landsteiner określił 4 grupy krwi układu ABO, a w 1940 roku — czynnik Rh [1, 2]. Od tego czasu minęło ponad 10 dekad, a przetoczenie krwi obcej nadal nie jest bezpieczne z powodu możliwych odczynów immunologicznych, zakażenia, immunosupresji i przyspieszenia rozwoju chorób nowotworowych oraz przetoczeń komórek nowotworowych [3–9], WZW typu A, B, C, D i G [2, 10–15] oraz HIV [16–19]. Istnieje stały wzrost zapotrzebowania na świadczenia zdrowotne, w tym skomplikowane operacje z dużą utratą krwi, również z powodu wzrostu długości życia u osób starszych. Wynikiem tego są częste niedobory krwi w ośrodkach leczniczych, na przykład w Stanach Zjednoczonych zasoby krwi maleją, a zapotrzebowanie na nią wzrasta co roku o 7,5 miliona litrów. Te i inne zaobserwowane problemy, jak immunosupresja po przetoczeniu krwi w okresie okołoperacyjnym i wzrost podatności na zakażenie oraz szybkie nawroty chorób nowotworowych [20] skłoniły badaczy do poszukiwania metod alternatywnych [2, 20–26]. Zalecają oni między innymi stosowanie ostrej hemodylucji normowolemicznej [4, 27–30].

Hemodylucja jest to rozcieńczanie składników krwi odpowiednio dobranymi płynami infuzyjnymi. Najczęściej po wywołaniu znieczulenia [31] pobiera się krew od chorego, przetaczając jednocześnie odpowiednią objętość roztworów koloidów lub krystaloidów w celu utrzymania prawidłowej objętości krwi. Zasadniczą kwestią jest racjonalny wybór płynów do wypełnienia objętości łożyska naczyniowego [32] i utrzymanie stężenia białka całkowitego powyżej 5 g/dl, co zapewnia prawidłowe ciśnienie koloidoosmotyczne [7]. Organizm ludzki dysponuje także zbiornikami krwi — są to duże żyły jamy brzusznej, zatoki żyłne wątroby, śledziony oraz sploty żyłne skóry i naczynia płucne. Na przykład, zatoki wątroby mogą zawierać do 1500 ml krwi, zaś płuca — 700 ml. Zbiorniki te są elastyczne i rozciągliwe; w razie potrzeby kurczą się i wydają krew do łożyska naczyniowego.

Najniższa akceptowana wartość stężenia hemoglobiny (Hb) podczas operacji wynosi 3,10–4,96 mmol/l (5–8 g/dl) przy zachowaniu normowolemii [2]. Hemodylucja rozcieńcza krew, przez co poprawia jej właściwości reolo-

Introduction

The first successful blood transfusion was carried out by a Paris doctor, Jean Baptiste Denis, in June 1667 [1]. Long after this in 1901 an Austrian doctor, Karl Landsteiner, defined the 4 ABO system blood groups, and subsequently, in 1940, the Rh factor was discovered [1, 2]. Although 10 decades have gone by since Landsteiner's breakthrough, homologous donor blood transfusion is still risky owing to possible immune reactions, infections, immunosuppression, the activation of cancer growth and the transfusion of neoplastic cells [3–9], viral hepatitis type A, B, C, D and G [2, 10–15], HIV [16–19]. There is a growing need for health care involving complicated surgery involving a great loss of blood. As a result of this and greater life expectancy in the elderly, there is a frequent lack of blood in blood banks in medical centers. For instance in the USA, though there is a constant decrease in blood reserves, the need for it rises by 7.5 million liters per year. These and other serious problems like immunosuppression in patients after blood transfusion in the perioperative period leading to a higher vulnerability to infections and faster recurrence of cancer diseases [20] has lured scientists into the search for alternative methods [2, 20–26]. They now propose amongst other methods, acute normovolemic haemodilution (ANH) [4, 27–30].

Haemodilution is the dilution of blood components by correctly chosen infusion fluids. Usually after the administration of anesthesia [31] blood is collected from a patient, and at the same time a similar volume of colloids and crystalloids are infused so as to maintain a stable blood volume. The principal concern is having a reasonable choice of fluids to refill the vascular bed [32] and the maintenance of total protein concentration above 5 g/dl to guarantee adequate colloid-osmotic pressure [7]. The human body also has blood reservoirs — these are the big veins of the abdominal cavity, the venous sinuses of the liver, the spleen, the venous plexuses of the skin and pulmonary vessels, for example the liver may contain up to 1500 ml and the lungs 700 ml of blood. These reservoirs are elastic and stretchy; when necessary they contract and eject the blood into the general circulation. The lowest acceptable Hb during surgery is 3.10–4.96 mmol/l (5–8 g/dl) if normovolaemia is maintained [2]. By diluting the blood, haemodilution

giczne. Poprawa perfuzji narządowej, także płuc, polepsza natlenienie, czyli oksigenację krwi (PaO_2), dostarczanie (DO_2) i zużycie tlenu (VO_2). Wywołuje również: wzrost przepływu krwi przez płuca, zwiększenie rzutu serca, spadek oporu obwodowego i płucnego, zmniejszenie pęcherzykowo-tętniczej różnicy prężności tlenu (A-a DO_2) i przecieku śródplucnego, co w efekcie wspomaga wymianę gazową. Sprawny przepływ tkankowy powoduje ułatwienie wymiany gazowej i usuwanie produktów przemiany materii [33, 34]. Przesłanką prawidłowej wymiany gazowej w płucach są fizjologiczne parametry PaO_2 , SaO_2 , PaCO_2 i pH monitorowane w gazometrii i pulsoksymetrii. Nawet przy stężeniu hemoglobiny 3,10 mmol/l i niższym, sięgającym 1,86 mmol/l nie stwierdzono metabolizmu beztlenowego [35]. Według większości autorów metoda jest bezpieczna i przydatna [27, 36].

Cel pracy

Celem pracy jest:

1. próba oceny przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej jako metody postępowania okołoperacyjnego w warunkach wieloprofilowego szpitala rejonowego przydatności;
2. próba oceny kryterium wieku podeszłego chorego jako przeciwwskazania do stosowania metody przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej.

Materiał i metody

Do przeprowadzania badania uzyskano zgodę komisji bioetycznej. Badaniami objęto 31 chorych (gr. A) operowanych w hemodylucji sterowanej (9 mężczyzn, 22 kobiety; średnia wieku 67,77 roku). Grupę kontrolną B stanowiło 31 chorych, których operowano z tych samych powodów bez upustu krwi. Przestrzegając przeciwwskazania, endoprotezę stawu biodrowego wykonano u 13% chorych (gr. A) i 10% (gr. B), zespolenie kości udowej u 23% (gr. A) i u 29% (gr. B), usunięcie macicy u 29% (gr. A) i u 29% (gr. B), amputację kończyny dolnej u 16% (gr. A) i u 19% (gr. B), plastykę krocza u 13% w obu grupach oraz zespolenie żołądkowo-jelitowe u 6% również w obu grupach. Na noc oraz godzinę przed zabiegiem chorych premedykowano, stosując 7,5 mg midazolamu (*Dormicum*). Podłączano 500 ml płynu infuzyjnego (5-procentowa glukoza) w celu uzupełnienia utraty płynów wynikających z przedoperacyjnego głodzenia. W stanie pełnej przytomności pobierano 500–800 ml krwi (w zależności od masy ciała, wartości stężenia hemoglobiny i hematokrytu), przetaczając w układzie sterylnym i zamkniętym HES 6% w stosunku 1:1. U 2 chorych (6%) z grupy A połączono znieczulenie zewnątrzoponowe ze znieczuleniem ogólnym dotchawiczym, u 12 (39%) z grupy A i 13 (42%) z grupy B zastosowano znieczulenie podpajęczynówkowe, a u 7 (23%) z grupy A i 8 (26%) z grupy B wykonano znieczulenie zewnątrzoponowe.

Chorzy otrzymywali także codzienne zapotrzebowanie na płyny, do którego wliczano pobraną krew przetaczaną zwrótnie na końcu zabiegu. U wszystkich badanych monitorowano parametry życiowe, co przedstawiono niżej

makes its rheological characteristics better. Better organ perfusion, also of the lungs, improves blood oxygenation, oxygen supply (DO_2) and consumption (VO_2). There is also a rise in the pulmonary blood flow and cardiac output and a decrease in peripheral and pulmonary vascular resistance, alveolar-arterial difference of oxygen partial pressures (A-a DO_2) and pulmonary leakage which, in effect, improves gaseous exchange. Proper tissue circulation makes gaseous exchange and the removal of waste products of metabolism easier [33, 34]. The proof of adequate gaseous exchange in the lungs are the physiological parameters of PaO_2 , SaO_2 , PaCO_2 i pH monitored by blood gas analysis and pulse oxymetry. Even at a hemoglobin level of 3.10 mmol/l and less, even up to 1.86 mmol/l, no anaerobic metabolism was noted [35]. According to the majority of authors, preoperative controlled haemodilution (PCH) is a safe and useful procedure [27, 36].

Aim of study

The purpose of this study is:

1. To attempt to assess the efficacy of PCH as a perioperative procedure in the conditions of a multiprofile general hospital.
2. To attempt to assess the criterion of old-age as a contraindication to the application of this method.

Material and methods

31 patients who underwent operations in perioperative controlled haemodilution (group A) were included in the study (22 women, 9 men, average age 67.77 years). The control group was made up also of another 31 patients operated on for the same reasons and in the same conditions but without preoperative blood-letting. Observing the contraindications, an endoprosthesis of the hip joint had been performed in 13% of the patients (group A) and 10% (group B), anastomosis of the femur for fracture in 23% (gr. A) i 29% (gr. B), radical hysterectomy in 29% (gr. A) i 29% (gr. B), leg amputation in 16% (gr. A) i 19% (gr. B), plastic perineal surgery in 13% (gr. A) i 13% (gr. B) and gastrointestinal anastomosis in 6% in both groups. During the night and one hour before operation 7.5 mg of dormicum was given to the patients as premedication. To correct the fluid loss resulting from preoperative fasting, an infusion of 500 ml 5% dextrose in water was started. Before the administration of anesthesia, 500 to 800 ml of blood was exsused from the patients (depending on body weight, values of hemoglobin and hematocrit) with the simultaneous infusion of 6% HES in the ratio of 1:1 in an aseptic and closed circuit. A combination of epidural and general anesthesia was performed in 2 patients (6%) of group A, spinal anesthesia in 12 patients (39%) in group A and 13 (42%) in group B and epidural was carried out in 7 patients (23%) in group A as well as 8 (26%) in group B.

All the patients received their daily fluid requirements part of which was the collected blood reinfused postoperatively in patients in group A and the following vital signs were monitored and analyzed in relation to age:

i uzyskane wartości poddano analizie w powiązaniu z wiekiem chorych:

1. ciśnienie tętnicze, nad tętnicą ramienną za pomocą sfignomanometru wysłuchując tony Korotkowa;
2. średnie ciśnienie tętnicze (MAP, *mean arterial pressure*) oraz częstość i wypełnienia tętna na obwodzie;
3. akcję serca oraz saturację — wysycenie krwi tlenem.

W czasie przedoperacyjnym (T_1), bezpośrednio po zabiegu (T_2) i 6 godzin po zabiegu (T_3) wykonano badania, m.in. morfologię krwi, gazometrię krwi tętniczej i zawartość białka całkowitego w surowicy krwi. Uzyskane wyniki analizowano u chorych obu grup, stosując programy: arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel, Microsoft Word dla Windows 95 oraz Power Point dla Windows wersja 7.0 i Windows 98. Przy opracowaniu statystycznym wykorzystano charakterystyki struktury szeregów statystycznych — średnia arytmetyczna, minimum, maksimum, mediana, odchylenie standardowe (SD, *standard deviation*). Wyniki przedstawiono w formie tabel i wykresów.

Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono na podstawie testu *t*-Studenta dla dwóch średnich [37, 38]: za statystycznie znaczne uznano wartości i oznaczano gwiazdkami, jeżeli $p < 0,05$ — (*), $p < 0,025$ — (**), $p < 0,005$ — (***), NS — brak znaczącości statystycznej.

Wyniki

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że obie grupy były porównywalne pod względem wieku, masy ciała i wzrostu. W grupie A 48% było w wieku niższym lub równym 70 lat, 52% powyżej 70 lat, zaś w grupie B 61% było w wieku niższym lub równym 70 lat, a 39% powyżej 70 lat (tab. I, ryc. 1).

Średnie stężenie hemoglobiny wyniosło w grupie A w czasie T_1 — 8,37 mmol/l, T_2 — 6,45 mmol/l, T_3 — 7,20 mmol/l, a w grupie B T_1 — 8,37 mmol/l, T_2 — 6,46 mmol/l, T_3 — 6,48 mmol/l. W czasie T_1 i T_2 nie stwierdzono różnic o znaczącości statystycznej. W okresie T_3 różnica była znaczna statystycznie przy $p < 0,005$ (tab. II, ryc. 2).

Nie wykazano różnicy znacznej statystycznie w przypadku średniego stężenia hemoglobiny i hematokrytu w odniesieniu do grup wiekowych u chorych, u których wykonano przedoperacyjną hemodylucję sterowaną (tab. III, ryc. 3, tab. IV, ryc. 4).

Tabela I. Przedziały wiekowe w obu badanych grupach chorych
Table I. Age gaps in both study groups

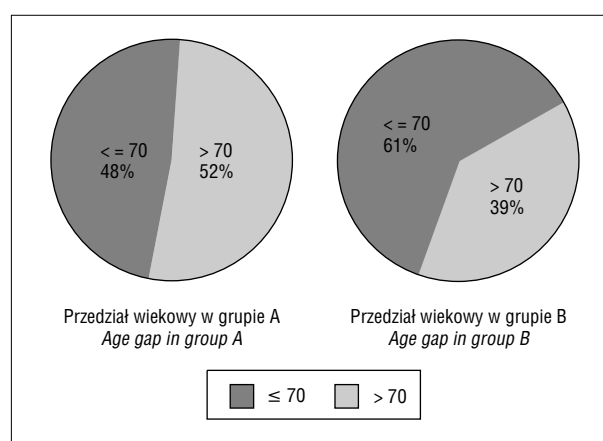
	Grupa A Group A	Grupa B Group B
≤ 70 lat ≤ 70 years	15	19
> 70 lat > 70 years	16	12
n	31	31

1. Arterial blood pressure over the brachial artery using a Riva-Rocci sphygmomanometer and Korotkov's tones;
2. Mean Arterial Pressure — MAP, Heart Rate — HR and peripheral pulse characteristics;
3. ECG and blood oxygen saturation.

A complete blood cell count, arterial blood — gas analysis and total blood serum protein content were performed preoperatively (T_1), immediately postoperatively (T_2) and 6 hours postoperatively (T_3). The achieved results for both groups of patients were analyzed using Microsoft Excel, Microsoft for Windows 95 and 98 and Power Point for Windows version 7.0. Work on the medical statistics was done with the application of the following statistical structures — arithmetic average, minimum, maximum, median and standard deviation (SD). The results were displayed in the form of tables and graphs. Statistical deductions were based on *t*-Student's test for two averages [37, 38]: the results were said to be of statistical importance and symbolized by asterisks if $p < 0.05$ — (*), $p < 0.025$ — (**), $p < 0.005$ — (***), NS — not of statistical importance.

Results

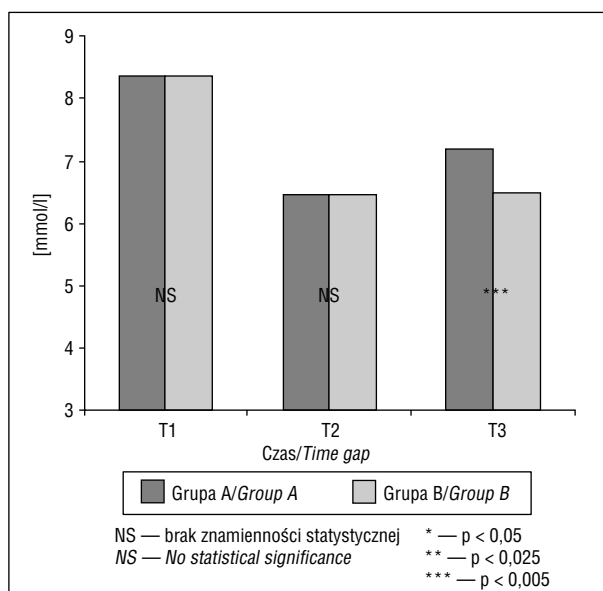
On the bases of the statistical analysis, it was noted that the two groups were comparable in relation to age, body weight and height. The percentage of patients ≤ 70 years in group A was 48% and > 70 years 52%. In group B the percentage of patients ≤ 70 years was 61% and > 70 years, 39% (Tab. I and Fig. 1). The average hemoglobin in group A at T_1 was 8.37, T_2 — 6.45, T_3 — 7.20 and in group B T_1 — 8.37, T_2 — 6.46, T_3 — 6.48 mmol/l. No difference of statistical importance a T_1 and T_2 was recorded. At T_3 the difference was of statistical significance at $p < 0.005$ (Tab. II and Fig. 2). The average hemoglobin level in relation to the age groups in patients in the haemodilution group did not show any statistical significance (Tab. III and Fig. 3). There is a similar correlation in hematocrit in Table IV and Figure 4. There was a decrease in the level of the total protein concentration



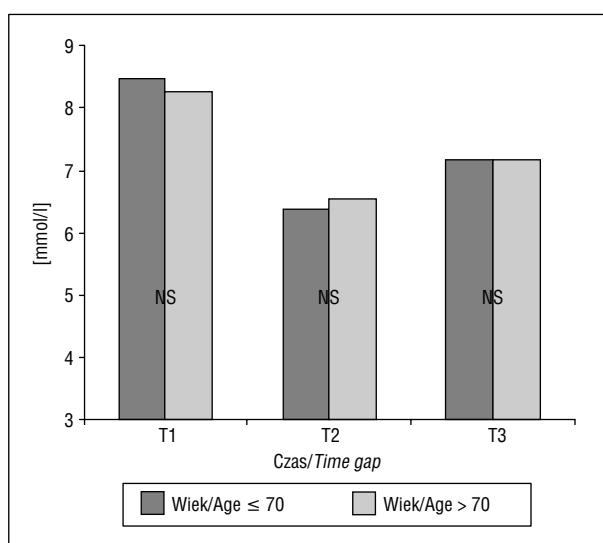
Rycina 1. Przedziały wiekowe w obu badanych grupach w %
Figure 1. Age gaps in both study groups in %

Tabela II. Zawartość hemoglobiny we krwi u chorych obu grup w mmol/l**Table II. The content of hemoglobin in the blood in patients of both groups in mmol/l**

Grupa Group	N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	8,37	7,57	9,56	8,44	0,43
A	31	T2	6,45	5,34	7,45	6,45	0,52
		T3	7,20	6,14	8,00	7,14	0,53
		T1	8,37	7,32	9,68	8,38	0,63
B	31	T2	6,46	5,03	7,45	6,39	0,56
		T3	6,48	5,09	7,51	6,45	0,56

Test t-Studenta dla T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)Student's t test for T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)**Tabela III. Stężenie hemoglobiny w mmol/l w przedziałach wiekowych i w badanych przedziałach czasowych u chorych, u których dokonano upustu krwi****Table III. The haemoglobin concentration in mmol/l in the age gaps and in the tested time gaps in patients whose blood was collected**

Grupa A Group A	N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	8,47	7,82	9,56	8,44	0,43
Wiek ≤ 70 Age ≤ 70	15	T2	6,37	5,83	7,38	6,14	0,49
		T3	7,21	6,45	8,00	7,07	0,55
		T1	8,27	7,57	8,87	8,31	0,41
Wiek > 70 Age > 70	16	T2	6,53	5,34	7,45	6,55	0,55
		T3	7,19	6,14	8,00	7,17	0,53

Test t-Studenta dla T₁, T₂, T₃ — NSStudent's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS**Rycina 2. Średnie stężenie hemoglobiny w obu badanych grupach**
Figure 2. Average hemoglobin concentration in both study group**Rycina 3. Stężenie hemoglobiny w przedziałach wiekowych w grupie A****Figure 3. Average hemoglobin concentration in the studied age and time gaps in patients in group A****Tabela IV. Wartość hematokrytu u chorych w obu badanych grupach w l/l****Table IV. The value of haematocrite in patients in both study groups in l/l**

Grupa Group	N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	0,3977	0,31	0,45	0,40	0,0275
A	31	T2	0,3231	0,29	0,42	0,31	0,0331
		T3	0,3590	0,31	0,44	0,36	0,0310
		T1	0,3884	0,33	0,46	0,38	0,0374
B	31	T2	0,3148	0,25	0,40	0,31	0,0335
		T3	0,3235	0,25	0,41	0,32	0,0363

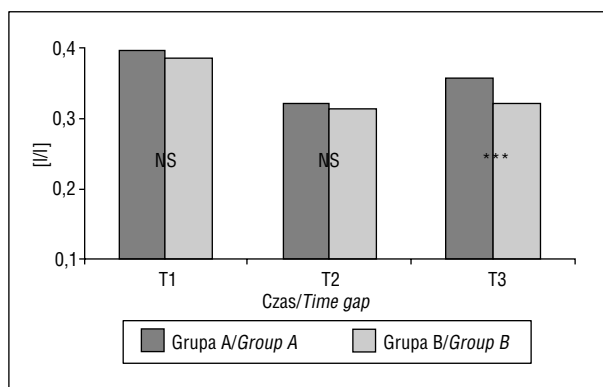
Test t-Studenta dla T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)Student's t test for T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)**Rycina 4. Średnie wartości hematokrytu w obu badanych grupach**
Figure 4. Average values of haematocrite in both study groups

Tabela V. Stężenie białka całkowitego w g/l w surowicy krwi chorych w obu grupach

Table V. The concentration of total protein in g/l in the blood serum of patients in both groups

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	69,5	62,0	76,0	70,0	3,7
A	31	T2	52,5	45,0	62,0	52,0	3,7
		T3	59,1	53,7	66,5	58,0	3,3
		T1	69,1	55,6	79,0	68,5	5,2
B	31	T2	51,6	44,5	63,0	51,0	4,0
		T3	52,9	46,0	62,0	52,0	3,8

Test t-Studenta dla T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)
Student's t test for T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,005 (***)

Tabela VI. Prężność tlenu w kPa we krwi tętniczej chorych w badanych grupach

Table VI. Oxygen tension in kPa in arterial blood of patients in the study groups

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	9,91	8,51	11,84	9,98	0,90
A	31	T2	14,38	10,37	26,6	13,3	3,60
		T3	10,23	8,78	11,97	10,24	0,83
		T1	10,04	8,78	11,70	10,24	0,90
B	31	T2	14,23	9,94	18,62	13,57	2,58
		T3	10,27	8,78	11,57	10,37	0,86

Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ — NS
Student's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS

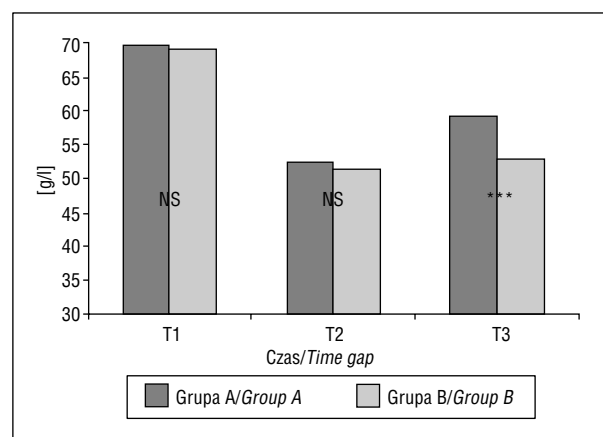
Obserwowano obniżenie stężenia białka całkowitego w obu grupach w czasie T₂. Różnicę zmienną statystycznie przy p < 0,005 stwierdzono w czasie T₃ (tab. V, ryc. 5). Parametry stężenia albuminy kształtowały się podobnie.

W obu grupach obserwowano istotny wzrost PaO₂ w czasie T₂, natomiast w czasie T₃ wartości zbliżały się do parametrów wyjściowych. Upust krwi nie wpływał na wskaźniki wymiany gazów oddechowych w płucach. Nie stwierdzono różnic znamiennych statystycznie między obiema grupami (tab. VI, ryc. 6).

Różnice o znamienności statystycznej wykazano w przypadku prężności tlenu we krwi tętniczej w przedziałach czasowych i wiekowych (tab. VII, ryc. 7). Średnia prężność dwutlenku węgla w obu grupach mieściła się w granicach normy dla osób zdrowych (tab. VIII, ryc. 8).

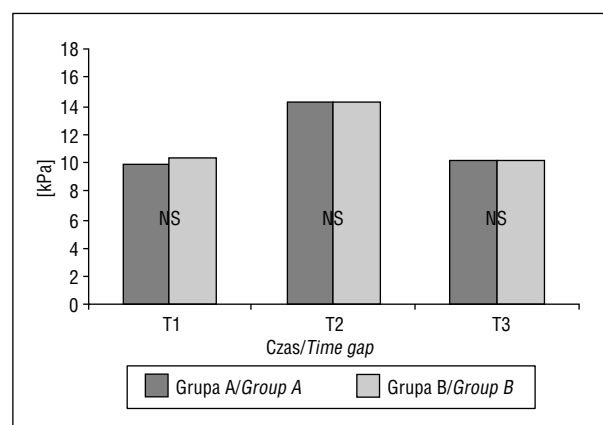
Wartości wysycenia krwi tlenem w obu grupach kształtowały się podobnie jak przy prężności tlenu, z wyraźną różnicą w czasie T₂ i ze zbliżaniem się do wartości wyjściowych w czasie T₃ (tab. IX, ryc. 9).

Zaobserwowano obniżenie średnich wartości MAP w czasie T₂ i T₃, mieszczących się w granicach normy dla zdrowej populacji (tab. X, ryc. 10).



Rycina 5. Średnie stężenie białka całkowitego we krwi chorych w obu badanych grupach

Figure 5. Average concentration of total protein in both study groups



Rycina 6. Średnia prężność tlenu we krwi w obu badanych grupach

Figure 6. Average blood oxygen tension in both study groups

at T₂ and a difference of statistical importance p < 0.005 at T₃ (Tab. V and Fig. 5). This is also true of serum albumin.

A significant rise in PaO₂ in both groups was observed at T₂, but at T₃ the values were getting closer to the baseline readings. Blood exfusion had no effect on the parameters of gaseous exchange in the lungs. Between both groups (Tab. VI and Fig. 6) there was no difference of statistical significance but between the time and age gaps there was such a difference (Tab. VII and Fig. 7). In both groups the average PaCO₂ were within normal limits (Tab. VIII and Fig. 8). The behavior of the oxygen saturation values in both groups were similar to that of oxygen tension with a clear difference at T₂ while approaching the baseline values at T₃ (Tab. IX and Fig. 9).

There was a lowering of the average MAP readings at T₂ and T₃ which were within the normal limits of the healthy population. (Tab. X and Fig. 10). The mean arterial pressure in patients ≤ 70 years in group A and > 70 years in group B did not show any difference of statistical significance

Tabela VII. Prężność tlenu w kPa w przedziałach wiekowych i w badanych przedziałach czasowych w grupie chorych, u których wykonano upust krwi**Table VII. Oxygen tension in kPa in the age gaps and in the study time gaps in the group of patients whose blood was let**

Grupa A Group A	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	10,55	9,04	11,84	10,50	0,75
Wiek ≤ 70	15	T2	16,36	10,37	26,6	15,96	4,03
		T3	10,79	9,31	11,97	0,72	
		T1	9,30	8,51	10,37	9,18	0,52
Wiek > 70	16	T2	12,52	10,51	16,23	11,97	1,79
		T3	9,71	8,78	10,64	9,58	0,53

Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ p < 0,005***Student's t test for T₁, T₂ and T₃ p < 0,005*****Tabela VIII. Prężność dwutlenku węgla w kPa we krwi tętniczej u chorych w obu badanych grupach****Table VIII. Carbon dioxide tension in kPa in arterial blood of patients in the study groups**

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	5,40	4,03	6,12	5,45	0,48
A	31	T2	5,09	4,39	6,18	5,19	0,49
		T3	5,30	4,59	6,16	5,32	0,37
		T1	5,33	4,52	6,25	5,27	0,55
B	31	T2	5,09	3,76	6,38	5,05	0,60
		T3	5,23	4,59	6,05	5,32	0,36

Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ — NSStudent's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS**Tabela IX. Wysycenie krwi tlenem w mol/mol u chorych w grupach A i B****Table IX. Blood oxygen saturation in mol/mol in patients in groups A and B**

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	0,9497	0,90	0,98	0,95	0,019
A	31	T2	0,9865	0,97	1,00	0,99	0,009
		T3	0,9658	0,94	0,99	0,96	0,012
		T1	0,9535	0,90	0,98	0,96	0,017
B	31	T2	0,9874	0,97	1,00	0,99	0,008
		T3	0,9600	0,86	0,98	0,97	0,022

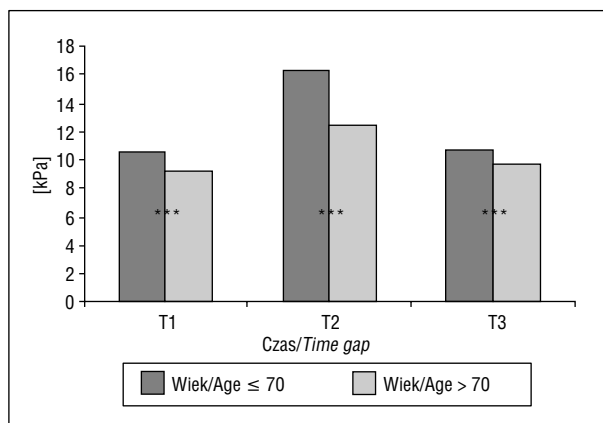
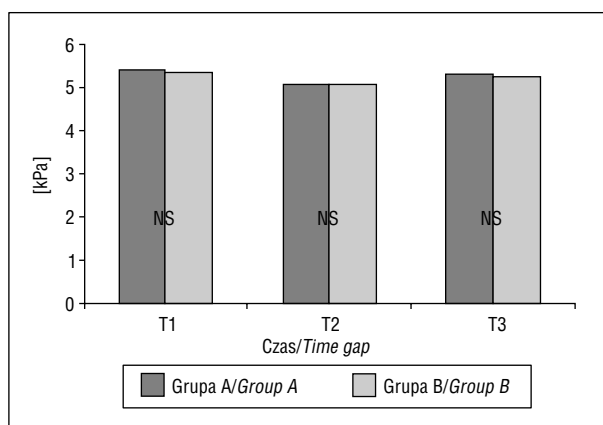
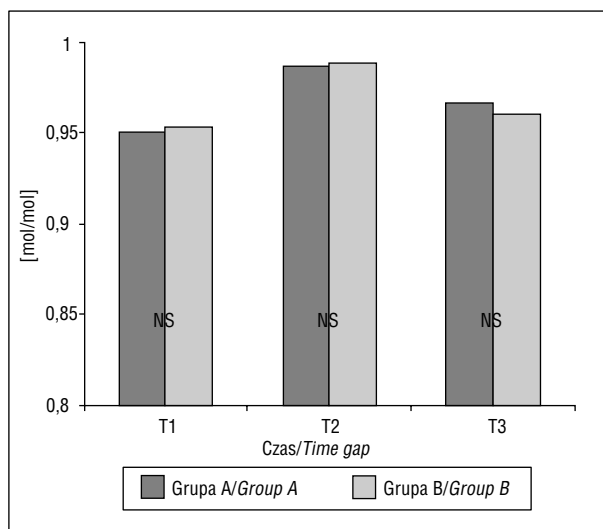
Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ — NSStudent's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS**Rycina 7. Średnia prężność tlenu we krwi w przedziałach wiekowych i czasowych w grupie A****Figure 7. Average blood oxygen tension in the age and time gaps in group A****Rycina 8. Średnia prężność CO₂ we krwi badanych chorych w obu grupach****Figure 8. Average blood CO₂ tension in both study groups****Rycina 9. Średnia saturacja krwi chorych w obu badanych grupach A i B****Figure 9. Average blood CO₂ tension in both study groups**

Tabela X. Średnie ciśnienie tętnicze (MAP) u chorych w badanych grupach A i B w kPa

Table X. Mean arterial pressure (MAP) in patients in the study groups A and B in kPa

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
A	31	T1	13,29	10,64	15,96	13,3	1,47
		T2	12,10	9,84	13,97	11,97	1,14
		T3	11,88	9,58	13,97	12,24	1,06
B	31	T1	13,38	10,24	17,56	13,70	1,74
		T2	12,08	8,91	14,90	12,24	1,45
		T3	11,92	8,51	14,36	11,97	1,47

Test t-Studenta dla T_1 , T_2 i T_3 — NS
Student's t test for T_1 , T_2 and T_3 — NS

Tabela XI. Średnie ciśnienie tętnicze (MAP) w kPa u chorych ≤ 70 lat w grupie i powyżej 70 lat w grupie B i badanych przedziałach czasowych

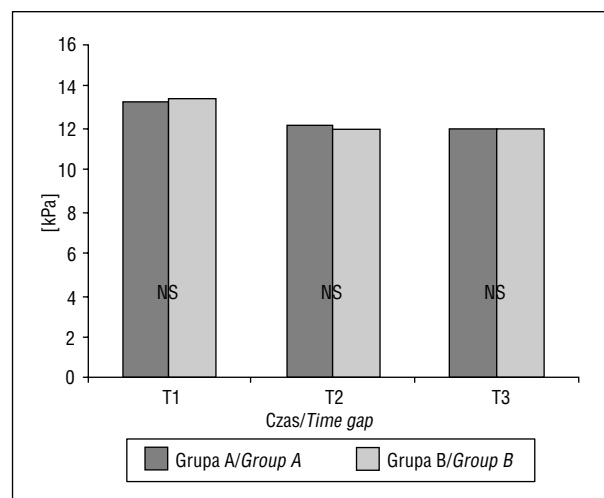
Table XI. Average MAP in kPa in the age gaps gr. A ≤ 70 years and gr. B > 70 years in the studied time gaps and groups

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
A ≤ 70 lat A ≤ 70 years	15	T1	13,41	11,97	15,96	13,43	1,07
		T2	12,10	10,64	13,97	11,97	1,13
		T3	11,61	9,58	13,3	11,57	1,14
B > 70 lat B > 70 years	12	T1	13,74	10,64	17,56	14,36	2,22
		T2	12,34	8,91	14,90	12,44	1,69
		T3	12,09	8,91	14,36	11,97	1,53

Test t-Studenta dla T_1 , T_2 i T_3 — NS
Student's t test for T_1 , T_2 and T_3 — NS

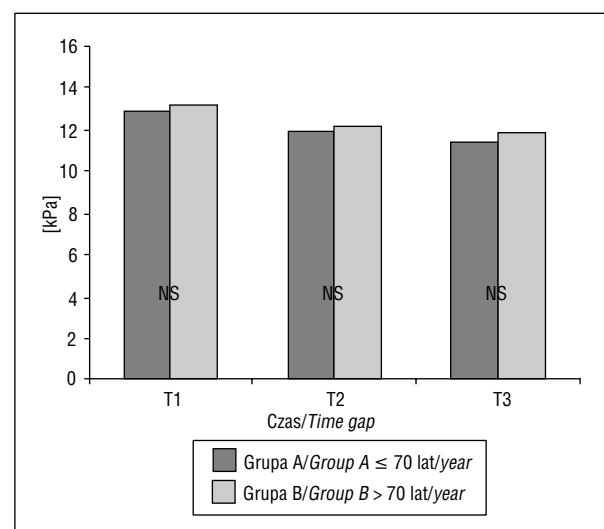
Nie wykazano różnic o znamienności statystycznej w przypadku średnich wartości MAP u chorych w wieku ≤ 70 lat z grupy A i powyżej 70 lat z grupy B (tab. XI, ryc. 11). Jeżeli chodzi o średnie wartości MAP u chorych w wieku powyżej 70 lat z grupy A i w wieku niższym lub równym 70 lat z grupy B, tu również nie wykazano różnic znamiennych statystycznie (tab. XII, ryc. 12).

Przy średnich wartościach częstości tętna u chorych w przedziałach wiekowych stwierdzono różnice o znamienności statystycznej jedynie w czasie T_3 na korzyść chorych w wieku w wieku niższym lub równym 70 lat operowanych w hemodylucji (gr. A). Jednak wartości te mieściły się w granicach normy (tab. XIII, ryc. 13). Nie wykazano znamiennych statystycznie różnic w przedziałach czasowych T_1 , T_2 i T_3 w przypadku średnich wartości częstości tętna u chorych w powyżej 70 lat z grupy A i w wieku niższym lub równym 70 lat z grupy B (tab. XIV, ryc. 14). Jedenastu chorych z grupy B otrzymało krew od dawców w okresie pooperacyjnym, najczęściej przy



Rycina 10. Średnie ciśnienie tętnicze (MAP) u chorych w badanych grupach A i B

Figure 10. Mean arterial blood pressure (MAP) in patients in study groups A and B



Rycina 11. Średnie MAP w kPa u badanych chorych w przedziałach wiekowych i badanych przedziałach czasowych

Figure 11. Mean MAP in kPa in patients in the study age and time gaps

(Tab. XI and Fig. 11). The values in patients > 70 years in group A and ≤ 70 years in group B also did not show any difference of statistical significance (Tab. XII and Fig. XII).

The average heart rate in the patients in the age gaps displayed a difference of statistical significance only at T_3 to the benefit of patients aged ≤ 70 years undergoing operation for haemodilution i.e. in gr. A, but the values were within normal limits (Tab. XIII and Fig. 13). The same results in the age gaps in gr. A > 70 years and gr. B ≤ 70 years did not show any difference of statistical significance at T_1 , T_2 and T_3 (Tab. XIV and Fig. 14). Eleven patients in the group without acute preoperative normovolaemic haemodilution (gr. B) received donor blood during the

Tabela XII. Średnie ciśnienie tętnicze (MAP) w kPa u osób powyżej 70 lat w grupie A i ≤ 70 lat w grupie B w badanych przedziałach czasowych**Table XII. Average MAP in kPa in the tested age gaps gr. A > 70 years and gr. B 70 years and studied time gaps**

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	13,18	10,64	15,96	13,10	1,79
A > 70 lat A > 70 years	16	T2	12,10	9,84	13,70	11,97	1,19
		T3	12,13	10,64	13,97	12,37	0,95
		T1	13,15	10,24	16,36	13,30	1,37
B ≤ 70 lat B ≤ 70 years	19	T2	11,92	9,31	14,36	11,97	1,30
		T3	11,82	8,51	13,70	11,70	1,46

Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ — NS
Student's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS

Tabela XIII. Średnia częstość tętna (liczba uderzeń/min) u chorych w wieku do 70 lat w grupie A i powyżej 70 lat w grupie B w badanych przedziałach czasowych**Table XIII. Average pulse rate (beats/min) in patients in the age gaps gr. A ≤ 70 and gr. B > 70 years and studied time gaps**

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	79,33	60	115	81	16,95
A ≤ 70 lat	15	T2	69,47	60	92	68	9,86
		T3	70,13	60	84	70	7,43
		T1	81,67	50	110	80	13,43
B > 70 lat	12	T2	77,00	60	107	73	12,22
		T3	77,5	68	92	73	8,91

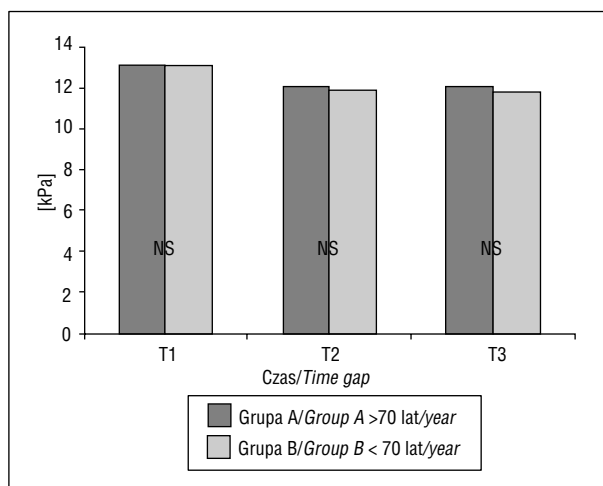
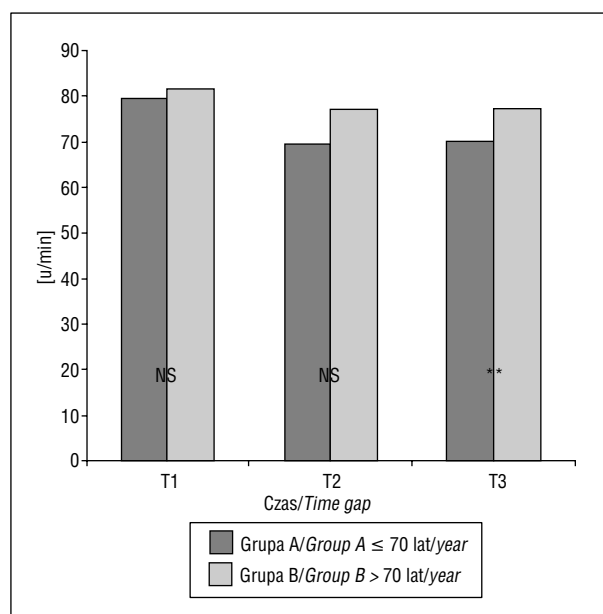
Test t-Studenta dla T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,025(**)
Student's t test for T₁, T₂ — NS, T₃ — p < 0,025 (**)

stężeniu hemoglobiny niższym niż 5,59 mmol/l i stężeniu hematokrytu niższym niż 0,29 l/l.

Dyskusja

Przedoperacyjną hemodylucję sterowaną opisano ponad 25 lat temu jako użyteczną metodę oszczędzania krwi, a mimo to jest ona do dzisiaj rzadko stosowana. Tak twierdzą Monk i wsp. [40] i winą za to obarczają brak programów szkoleniowych w anestezjologii i chirurgii na temat tej techniki. Fakt ten potwierdzają między innymi Szulc (red.) [39] i badacze ze Stanów Zjednoczonych [32], którzy żałują, że metodę tę stosuje się tylko u 5% operowanych w niewielu ośrodkach klinicznych.

Minimalny wiek u badanych chorych wynosił 34 lata, a maksymalny — 92 lata. Według Davisa [41] średni wiek operowanych z powodu złamania szyjki kości udowej wynosi około 80 lat. Badacze przeważnie są zgodni,

**Rycina 12. Średnie MAP w kPa u badanych chorych w przedziałach wiekowych i badanych przedziałach czasowych****Figure 12. Mean MAP in kPa in patients in the study age and time gaps****Rycina 13. Średnie częstości tętna u badanych chorych w przedziałach wiekowych i badanych przedziałach czasowych****Figure 13. Average pulse rate in patients in the studied age and time gaps**

postoperative period mostly at a value of haemoglobin less than 5.59 mmol/l.

Discussion

According to Monk *et al.* [39], though preoperative controlled haemodilution was described as a useful blood salvaging strategy more than 25 years ago, it is still rarely applied today. The lack of training programmes in anaesthesiology and surgery in this technique is responsible for this. This fact is echoed by Szulc (ed.) [40] and

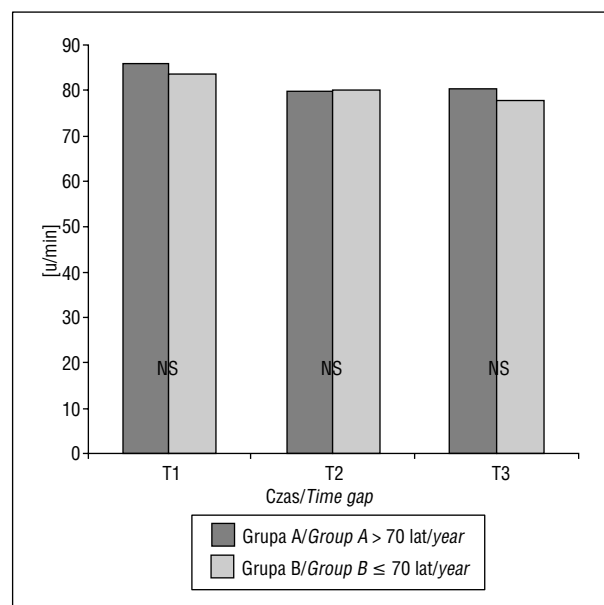
Tabela XIV. Średnia częstość tętna (liczba uderzeń/min) u chorych powyżej 70 lat w grupie A i w wieku do 70 lat w grupie B w badanych przedziałach czasowych
Table XIV. Average pulse rate (beats/min) in patients in the age groups gr. A > 70 and gr. B ≤ 70 years and in the studied time gaps

Grupa Group	N N	Czas pomiaru Record time	Średnia Average	Min. Min.	Maks. Max.	Mediana Median	SD SD
		T1	86,06	64	119	84,5	14,05
A > 70 lat A > 70 year	16	T2	79,75	58	96	79	10,78
		T3	80,25	66	100	78	10,37
		T1	83,63	60	120	81	17,53
B ≤ 70 lat B ≤ 70 year	19	T2	80,11	60	117	76	17,94
		T3	77,84	64	100	78	10,19

Test t-Studenta dla T₁, T₂ i T₃ — NS
Student's t test for T₁, T₂ and T₃ — NS

że wiek podeszły lub kryterium wieku ogólnie nie jest przeciwwskazaniem do stosowania techniki przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej [2, 31, 42, 43]. Niektórzy autorzy uważają nawet, że jednym ze wskazań do tej metody są zabiegi operacyjne u chorych w podeszłym wieku [21]. Przestrzega się jedynie przed szybkim pobieraniem krwi u osób starszych ze względu na ograniczone lub opóźnione reakcje kompensacyjne układu krążenia. Wytoczne stowarzyszenia amerykańskich banków krwi *American Association Blood Banks* (AABB) również nie stawiają żadnych ograniczeń dotyczących masy ciała czy wieku w przypadku tej metody [21]. Fahmy i wsp. [42] pobierali chorym w starszym wieku przed zabiegiem operacyjnym 1475 ± 108 ml krwi, uzupełniając ją płynem Ringera i uzyskując spadek wartości wskaźnika hematokrytu z 0,42 do 0,263 l/l, nie stwierdzili przy tym żadnych powikłań. Wyniki te oraz doniesienia innych autorów są zgodne z wynikami uzyskanymi przez autorów niniejszej pracy. Nadal dyskusyjna jest możliwa do zaakceptowania granica ostrej anemii. W piśmiennictwie podawane są różne wartości stężenia hemoglobiny i wskaźnika hematokrytu, przy których organizm nie odczuwa długu tlenowego, czyli wartości znoszone dobrze przez chorych. Obecnie dla hemoglobiny podaje się wartość graniczną — 3,10 mmol/l (5 g/dl) [35, 44], a dla hematokrytu — 0,16 i 0,10 l/l. Niektórzy autorzy jednak skłaniają się ku temu, aby przeprowadzić transfuzję krwi przy spadku stężenia hemoglobiny poniżej 4,34 mmol/l (7 g%) i stężenia hematokrytu poniżej 0,21 l/l [45].

Chorzy w grupie A stracili mniej krwi niż chorzy w grupie B. Tendencje zmian stężenia hemoglobiny we krwi w przedziałach wiekowych niższych lub równych 70 lat i powyżej 70 lat w grupie hemodylucji były podobne. Bardzo popularna wśród badaczy jest opinia, że hemodylucja sterowana jest skuteczną techniką, która pozwala unikać przetoczeń krwi od dawców i wiązać się z oszczędnościami [2, 4, 21, 32, 46]. Wśród chorych biorących udział w badaniach w grupie B 11 chorych (33%) otrzy-



Rycina 14. Średnie częstości tętna u badanych chorych w przedziałach wiekowych i badanych przedziałach czasowych

Figure 14. Average pulse rate in patients in the studied age and time gaps

scientists from the USA [32], who regret that the method is applied only in 5% of patients operated on in university medical clinics.

The minimum age of patients in this study was 34 years and the maximum 92 years. According to Davis [41] the average age of patients operated on for hip joint femoral bone fracture was 80 years. Authors are mainly of the same opinion that old age or generally, the criterion of age, is not a contraindication for the use of PCH [2, 31, 42, 43]. Most scientists even hold the opinion that, one of the indications for this techniques are surgical procedures performed in the elderly [21]. However, owing to the limited and slow compensatory reactions of the circulatory system, it is advised to avoid fast blood-letting in the elderly. American Association of Blood Banks (AABB) guidelines also do not place any age or body weight limitations in this method [21]. Fahmy *et al.* [42] exfused in elderly patients 1475 ± 108 ml of blood pre-operatively replacing it with Ringer solution achieving a fall in haematocrit from 0.42 to 0.263 l/l. with no note of any adverse effects. The results of these authors and the reports of others are in line with the ones in this study. Still under discussion is the lowest level of acceptable acute anemia. In the literature different values of haemoglobin and hematocrit at which there is still no anaerobic metabolism, that is, well tolerated by the patients are mentioned. The presently borderline values are given for haemoglobin as 3.10 mmol/l — 5 g% [35, 44] and haematocrit as 0.16 and 0.10 l/l. Nevertheless some authors would rather perform a blood transfusion at a haemoglobin level less than 4.34 mmol/l — 7 g% and haematocrit levels less than 0.21 l/l [45].

Patients in group A lost less blood than those in group B.

mało krew homologiczną od dawców w okresie pooperacyjnym, natomiast chorzy w grupie A nie wymagali przetoczeń krwi obcej. Sakert i wsp. [8] w swojej pracy donoszą o korzyściach stosowania metody przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej. W ich pracy 34 spośród 43 chorych (79%) w grupie bez hemodylucji otrzymało krew homologiczną w porównaniu z 16 (37%) w grupie hemodylucji. Goodnough i wsp. [47] uzyskali zmniejszenie konieczności wykonania przetoczeń homologicznych z 26% do 13%, a Antoszewski i wsp. przy 56 chorych operowanych (zabiegi laryngologiczne, ortopedyczne i naczyniowe) z wykorzystaniem przedoperacyjnej hemodylucji sterowanej — z 54% do 14% [46]. W innym badaniu, według autorów nie było potrzeby przetoczeń homologicznych ani powikłań u żadnego z chorych w grupie hemodylucji [42]. W piśmiennictwie podawane jest systematyczne zmniejszenie się w ostatnich latach zużycia krwi od dawców w granicach 18–60–90% [8, 39, 48–50]. Niewątpliwie istotny jest także aspekt ekonomiczny oraz uwzględnienie potrzeb religijnych niektórych chorych.

Stwierdzony w niniejszej pracy fakt obniżania się stężenia szczególnie białka całkowitego i albumin bezpośrednio po zabiegu i wyrównywanie się tych wartości po reinfuzji pobranej krwi w grupie hemodylucji w przypadku tej procedury jest prawidłowe. Wartości te mieściły się w granicach normy. Według ustaleń Narodowego Instytutu Zdrowia Stanów Zjednoczonych (*National Institute of Health USA* [NIH]) w 1996 roku [2, 28] podczas ostrej hemodylucji całkowite stężenie białka we krwi nie powinno być niższe niż 30–50 g/l, co utrzyma ciśnienie koloidoosmotyczne (KOD) powyżej 20 mm Hg — 2,66 kPa, gdyż KOD niższy lub równy 15 mm Hg — 2 kPa doprowadzi do zaburzeń oddechowych. W prezentowanej pracy nie stwierdzono także powikłań u badanych chorych, a wyniki uzyskane są podobne do wyników innych autorów [42, 46, 51–55].

W przypadku analizy parametrów oddechowych autorzy są zgodni, że przedoperacyjna hemodylucja poprawia warunki i możliwości przenoszenia tlenu, CO₂ oraz kwaśnych produktów przemiany materii. Jest to wynik tego, że obniżają się lepkość krwi, opór obwodowy, płucny i poprawiają się właściwości reologiczne krwi, perfuzji narządowej, oksygenacji tkankowej i komórkowej, diurezy i wymiany gazowej, czyli nawet przy obniżonej ilości nośników tlenu w jednostce objętości krwi do wartości Hct 0,15–0,20 l/l nie stwierdzono pogorszenia parametrów oddechowych [2, 29, 33, 34]. Inni autorzy nawet przy spadku wartości Hct do 0,14 l/l nie stwierdzili spadku natlenowania organizmu — niektórzy autorzy rejestrowali nawet jego wzrost. Tak się dzieje z powodu włączania się mechanizmów kompensacyjnych — zmniejszenia lepkości krwi, oporu obwodowego i wzrostu dostarczania tlenu (DO₂). Spadek stężenia tlenu we krwi tętniczej (CaO₂, *concentration of oxygen in arterial blood*) prowadzi do wzrostu wskaźnika sercowego (CI, *cardiac index*), ekstrakcji tlenu VO₂ i częstości oddychania [21, 33, 45] w ramach mechanizmu kompensacyjnego.

Kreimeien i Messmer nie stwierdzili pogorszenia parametrów oddechowych przy Hct 0,15 l/l [33], a Fahmy [42]

The tendencies of changes the hemoglobin content of blood in the age groups ≤ 70 and > 70 years in the haemodilution group were similar. Very popular among authors is the opinion, that controlled haemodilution is an effective technique that helps avoid donor blood transfusion and bring about savings [2, 4, 21, 32, 46]. Amongst patients taking part in the study in group B, eleven, that is 33% received homologous donor blood during the postoperative period, while those in group A did not need any such transfusion. Sakert *et al.* [8] published a report on the benefits of preoperative controlled haemodilution. In their work 34 out of 43 patients (79%) in the group without haemodilution received donor blood compared to 16 (37%) in the haemodilution group. Goodnough *et al.* [47] achieved a decrease in the homologous donor blood transfusion requirements from 26% to 13% and Antoszewski *et al.* with 56 patients undergoing operations (otolaryngological, orthopaedic and vascular) in acute normovolemic haemodilution, from 54% to 14% [46]. In another study [42], the authors found there was neither need for homologous transfusion nor adverse effects noted in any of the patients in the haemodilution group. Medical publications has reported a systematic decrease in recent years in the need for donor blood in the range 18–60–90% [8, 39, 48–50]. There is also a significant economic aspect and the catering for the religious needs of some patients which have to be considered.

The fact noted in this study of the decrease, especially of the total serum protein and albumin in the immediate post-operative period and the rise towards the baseline of these values after the reinfusion of the collected blood in the haemodilution group was a normal situation in this procedure. These results were within normal limits. According to the Consensus Conference organized by the US National Institute of Health (NIH) in 1996 [2, 28], during acute haemodilution, the total protein concentration in the blood should not be less than 30–50 g/l which maintains the colloid-osmotic pressure — COP above 20 mm Hg — 2.66 kPa, since $COP \leq 15$ mm Hg — 2 leads to respiratory problems. Also no complications were noted in the studied patients and the achieved results were similar to those of other authors [42, 46, 51–55].

In regard to the analysis of respiratory parameters, the opinions of authors do not differ in stating that preoperative haemodilution leads to better conditions and possibilities of oxygen transport, and CO₂ and other products of anerobic metabolism.

This is the effect of reduced blood viscosity, peripheral vascular resistance and pulmonary resistance leading to better blood rheological characteristics, organ perfusion, cellular and tissue oxygenation, diuresis and gaseous exchange. This means, even with a reduced number of oxygen carriers in a unit volume of the blood to a haematocrite level of 0.15–0.20 l/l, no worsening of the respiratory parameters was noted [2, 29, 33, 34]. Other authors also confirmed this at a Hct of 0.14 l/l. Some authors even noted their rise. This happens as a result of the activation of compensatory mechanisms — the

i Singler [54] przy Hct 0,14 l/l, czyli przy głębokiej hemodylucji. W prezentowanej pracy nie stwierdzono wartości Hct poniżej 0,25 l/l u chorych z obu grup. Śródoperacyjnie i bezpośrednio po operacji z powodu tlenu podawanego w czasie operacji zanotowano znamienny statystycznie wzrost prężności tlenu PaO_2 i wysycenie krwi tlenem (SaO_2) w obu grupach. Wzrost ten był nieznacznie statystycznie wyższy w grupie A, chociaż u operowanych w tej grupie wykonano przedoperacyjną hemodylucję sterowaną, a parametry oddechowe 6 godzin po zabiegu wracały powoli do wartości wyjściowych. Średnia prężność tlenu w kPa u osób w wieku niższym lub równym 70 lat i powyżej 70 lat grupy A była różna przy $p < 0,005$.

Prężność dwutlenku węgla PaCO_2 lekko zmniejszyła się w badaniach wykonywanych w czasie T_2 bezpośrednio po zabiegach operacyjnych w obu grupach. Wartości mieściły się jednak w granicach normy i później powracały do wartości wyjściowych. W tej pracy nie zaobserwowano zaburzeń równowagi kwasowo-zasadowej w badanych grupach. Wyniki autorów niniejszej pracy były podobne do wyników uzyskanych przez innych badaczy [2, 4, 21, 51], a według Antoszewskiego i wsp. [21] przedoperacyjną hemodylucję sterowaną powinno się polecać przy zaburzeniach dyfuzji gazów oddechowych w płucach. Obecnie podaje się takie stężenia hemoglobiny i hematokrytu, przy których mechanizmy kompensacyjne mogą nie wyrównać wpływu obniżenia ilości nośników tlenu. Są to wartości, przy których współczynnik ekstrakcji tlenu (VO_2) staje się zależny od jego dostarczania (DO_2). Wartość stężenia dla hemoglobiny wynosi poniżej 3,10 mmol/l (5 g/dl) [35, 44], a dla hematokrytu — poniżej 0,14 l/l [42, 54]. Ponadto należy nadmienić, że znieczulenie ogólne zmniejsza zapotrzebowanie na tlen i podstawową przemianę materii o 30–50% [21].

Powszechnie znany w anestezjologii i opisany jest fakt podwyższenia ciśnienia tętniczego i tętna u chorych przed zabiegami operacyjnymi nawet po podaniu środków uspokajających. Powodem tego są między innymi strach, stres okołoperacyjny, ból i zdenerwowanie. Podobnie jest z obniżeniem ciśnienia tętniczego i zwolnieniem tętna u chorych po wprowadzeniu do znieczulenia i bardzo często również śródoperacyjnie niezależnie od rodzaju znieczulenia — ogólnego lub przewodowego. Ten stan rzeczy może być spowodowany przez obniżenie rzutu minutowego serca lub oporu obwodowego. Zgodnie z przyjętą obecnie koncepcją spadek ciśnienia tętniczego podczas anestezji uznaje się za znaczący, jeśli przekroczy 20–30% wartości sprzed operacji. Według autorów hemodylucja obniża ciśnienie u osób z podwyższonym ciśnieniem tętniczym [21] i z podwyższonym stężeniem hematokrytu [56]. W badaniach tych bezpośrednio po zabiegu operacyjnym zanotowano w czasie T_2 nieistotny hemodynamicznie spadek MAP o 10–15% spowodowany lekami anestetycznymi, śródoperacyjną utratą krwi i hemodylucją, a także dalszą stabilizację tych wartości 6 godzin od końca zabiegu w obu grupach. W przypadku średnich wartości tętna u chorych w wieku niższym lub równym 70 lat w grupie A i powyżej 70 lat w grupie B wykazano różnice o znamienności statystycznej

reduction of blood viscosity, peripheral resistance and a rise in oxygen distribution and supply (DO_2). In addition to this, a reduction in the oxygen content of arterial blood (CaO_2) leads to a rise in the cardiac index — CI, oxygen extraction — VO_2 and the respiratory rate [21, 33, 45].

During deep haemodilution, Kreimeien, Messmer *et al.* did not find a worsening of respiratory parameters at a Hct of 0.15 l/l [33] while Fahmy [42] and Singler [54] reported the same lack of worsening of respiratory parameters, even at a Hct of 0.14 l/l. In this study haematocrite values in both groups were not reduced below 0.25 l/l. There was a rise in oxygen tension (PaO_2) and saturation (SaO_2 in l/l) of statistical importance in both groups intraoperatively and immediately post-operatively owing to the oxygen therapy used during surgery. The rise was higher but of no statistical significance in group A though patients in this group had an exsuffusion of blood. Six hours post-operatively the respiratory parameters were coming back to the baseline values. The average blood oxygen tension in kPa in the age groups $A \leq 70$ years, $A > 70$ years did not show any difference at $p < 0.005$.

PaCO_2 blood showed a little decrease during the immediate postoperative period T_2 in both groups. The findings however were within the normal limits and later rose to the baseline values. In this work no irregularities in the acid-base balance were observed in the tested groups. The results were in accordance with those of others [2, 4, 21, 51] and according to Antoszewski *et al.* [21] PCH should be prescribed in disturbances in the diffusion of gases in the lungs. Presently, the values of haemoglobin and haematocrite at which compensatory mechanisms might fail to correct the effect of reduced number of oxygen carriers — values at which the coefficient of oxygen extraction — VO_2 becomes dependent on its supply — DO_2 . This value for haemoglobin is below 3.10 mmol/l — 5 g% [35, 44] and for haematocrite below 0.14 l/l [42, 54]. It is worth mentioning here that general anaesthesia reduces oxygen demand and the basal metabolic rate, according to [21] by 30–50%.

A fact generally known and described in anaesthesia is that of raised blood pressure and heart rate in patients preoperatively, even after the administration of tranquilizers. The reason, amongst others is fear, perioperative stress, pain and anxiety. The case is similar with the lowering of blood pressure and a decrease in the heart rate in patients after the induction of anaesthesia and very often during surgery irrespective of the type of anaesthesia — general or intrathecal. This could be the result of a lowered minute volume and peripheral resistance. In line with the rules, a reduction in blood pressure during anaesthesia is termed significant if it is higher than 20–30% of the preoperative value. According to authors, haemodilution reduces blood pressure in patients with raised arterial blood pressure [21] and with a raised haematocrite levels [56]. In this work a decrease in MAP, not haemodynamically significant, of 10–15% was noted in the time T_2 caused by anaesthetics, intraoperative blood loss and haemodilution and their further stabilisation 6 hours from the end of operation. The average pulse

jedynie w czasie T_3 na korzyść chorych w wieku 70 lat operowanych w hemodylucji. Jednak wartości te mieściły się w granicach normy. Nie wykazano statystycznie różnic w przedziałach czasowych T_1 , T_2 i T_3 w przypadku średnich wartości tętna u chorych w powyżej 70 w grupie A i w wieku niższym lub równym 70 lat w grupie B znamiennych. Śródoperacyjnie i pooperacyjnie nie zanotowano większych wahań wartości MAP i średniego tętna. Podobne wyniki uzyskali Antoszewski i wsp. [46], którzy w swojej pracy wykazali nieistotnie statystycznie większą stabilizację ciśnienia tętniczego podczas hemodylucji w grupie hemodylucji.

Doświadczenie kliniczne ostatnich 20 lat potwierdza przydatność okołoperacyjnej hemodylucji i autohemotransfuzji, przy których ograniczenie stosowania krwi obcej wynosi 18–90% [8, 48, 49].

Wnioski

W wyniku przeprowadzonej analizy uzyskanych wyników nasuwają się następujące wnioski:

1. w warunkach każdego oddziału zabiegowego szpitala rejonowego, przeszkolony zespół specjalistów anesteziologów może przeprowadzić przedoperacyjną hemodylucję sterowaną, która jest korzystna dla chorego;
2. hemodylucja z zachowaniem normowolemii utrzymuje stabilność hemodynamiczną, co pozwala ją wykonać u chorych w szerokim przedziale wiekowym, także u osób starszych zakwalifikowanych do operacji, które zazwyczaj wymagają przetoczenia krwi homologicznej w okresie okołoperacyjnym.

Piśmiennictwo (References)

1. Wites M. Operacyjne leczenie wad serca u dzieci bez przetaczania krwi. *Mag Med.* 2002; 1: 119–121.
2. Larsen R. Larsen. Anestezjologia. In: Kübler A. (ed.) Urban & Partner, Wrocław 1996: 364–402.
3. Anderson KC, Weinstein HJ. Transfusion associated graft-versus host disease. *N Engl J Med.* 1990; 333: 315–321.
4. Antoszewski Z, Włodarski M, Czyż-Grabińska B *et al.* Autohemotransfuzja i hemodylucja sterowana jako metody zapobiegania wirusowym zakażeniom w szczególności AIDS. *Pol Przegl Chir.* 1986; 58: 6.
5. Blumberg N. Allogenic transfusion and infection: economic and clinical implications. *Semin Hematol.* 1997; 34 (suppl. 2): 34–40.
6. Brunson ME, Alexander JW. Mechanisms of transfusion induced immunosuppression. *Transfusion* 1990; 30: 651–658.
7. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P. Does cardiovascular optimization reduce mortality? In: Vincent J.L. (ed.) *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine.* Springer 1996: 308–318.
8. Sakert T, Gil W, Rosenberg I *et al.* Cell saver efficacy for routine coronary artery bypass surg. *Perfusion* 1996; 11: 71–77.
9. Schriemer PA, Longnecker DE, Mintz PD. The possible immunosuppressive effects of perioperative blood transfusion in cancer patients. *Anesthesiology* 1988; 68: 422–428.
10. Bader TF. Viral hepatitis: practical evaluation and treatment. Hogrefe & Huber Publisher, Seattle 1997.
11. Grabarczyk P, Brojer E, Kryczka W *et al.* HGV/HBV-HCV detection and sequence analysis in patients with viral hepatitis and blood donors. *Cent Eur J Immunol.* 1998; 22: 188.
12. Hadziyannis S, Tabor E, Kaklamani E *et al.* A case-control study hepatitis B and C virus infection in the etiology of hepatocellular carcinoma. *Int J Cancer.* 1995; 60: 627–631.
13. Haugen RK. Hepatitis after the transfusion of frozen red cells and washed red cells. *N Engl J Med.* 1979; 301: 395.
14. Juszczyk J. Hepatitis C. AKZO Organon — Technika, Warszawa 1993.
15. Lemon SM. The natural history of hepatitis A: the potential for transmission by transfusion of blood or blood products. *Vox Sang.* 1994; 67: 19–23.
16. Curran JW, Lawrence DN, Jaffe H *et al.* Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) associated with transfusion. *N Engl J Med.* 1984; 310: 69–75.
17. Melief CJM., Goudsmit J. Transmission of lymphotropic retroviruses (HTLV-1) and LAV (HTLV-III) by blood transfusion and blood products. *Vox Sang.* 1986; 50: 1–11.
18. Metcalf JA, Davey RT, Lane C. Acquired immunodeficiency syndrome: Serologic and virologic tests. W: Vita de VT, Hellman S, Rosenberg SA (red.) *AIDS etiology, treatment, and prevention.* Lippincott-Raven, Philadelphia 1997.
19. Schable CA, George JR. Serological detections of HIV infections. W: Madhok R, Forbes CD (ed.) *Blood, blood product, and HIV.* Evatt 1998.

Conclusions

Following the analysis of the findings in this work, the following conclusions come to mind:

1. in the conditions of the surgical wards of a general hospital, a trained group of anaesthetists may apply the technique of preoperative controlled haemodilution, which benefits the patient;
2. preoperative controlled haemodilution maintains haemodynamic stability which allows it to be applied in patients in a wide range of age groups. This is also true in elderly patients qualified for operative procedures that usually require the transfusion of donor blood in the perioperative period.

20. Amator AC, Pescaton M. Effect of perioperative blood transfusions on recurrence of colorectal cancer: metaanalysis stratified on risk factors. *Dis Colon Rectum*. 1998; 41: 570–585.
21. Antoszewski Z, Skalski J, Maciejewski D. Hemotransfuzja auto-transfuzja i hemodylucja sterowana w zastosowaniu klinicznym. Śląsk, Katowice 2000: 37.
22. Blumberg N, Heal JM. Blood transfusion immunomodulation, the silent epidemic. *Arch Pathol Lab Med*. 1998; 122: 117–119.
23. Carson JL, Altman DG, Duff A *et al.* Risk of bacterial infections associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. *Transfusion* 1999; 39: 694–700.
24. Chang H, Hall GA, Geerts WH *et al.* Allogenic red blood cell transfusion is an independent risk factor for the development of postoperative bacterial infection. *Vox Sang*. 2000; 78: 13–18.
25. Klein HG. Immunomodulatory aspects of transfusion: a once and future risk? *Anesthesiology* 1999; 91: 861–865.
26. Spence RK, Costabile JP, Young GS *et al.* Is hemoglobin level alone a reliable predictor of outcome in the severely anemic surgical patient? *The American Surgeon* 1992; 58: 92–95.
27. Antoszewski Z, Polak S, Włodarski M *et al.* Ocena przydatności niektórych płynów infuzyjnych do hemodylucji śródoperacyjnej sterowanej. *Przegl Lek*. 1980; 37: 401.
28. Gillon J, Thomas MJ, Desmond MJ. Consensus conference on autologous transfusion. Acute normovolemic haemodilution. *Transfusion* 1996; 36: 640–643.
29. Messmer K. Hemodilution. *Surg Clin Am*. 1975; 56: 659.
30. Messmer K, Sunder-Plassmann L, Klövekorn WP *et al.* Circulatory significance of hemodilution: rheological changes and limitations. In: Harders Basel H. (ed.) *Advances in microcirculation* 4. Karger 1972: 1–77.
31. Mehrkens HH, Schleinzner W. Perioperative blood conservation; In: Lawin P, Zander J, Weidler B. (ed.) *Hydroxyethyl Starch. A current overview*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1992.
32. Chen BC, Beauregard JF, Hannallah MS. Blood transfusion and salvage techniques. *Anesthesiol Clin North Am*. 1995; 13: 37–51.
33. Kreimeien U, Messmer K. Hemodilution in clinical surgery. *State of The Art* 1996; 31: 490–491.
34. Spahn DR, Leone BJ, Reves JG *et al.* Cardiovascular and coronary physiology of acute isovolemic hemodilution: a review of non oxygen-carrying and oxygen carrying solutions. *Anesth Analg*. 1994; 78: 1000–1021.
35. Weiskopf RB, Viele MK, Feiner J *et al.* Human cardiovascular and metabolic response to acute, severe isovolemic anemia. *JAMA* 1998; 279: 217–221.
36. Shander A. Tolerancja niedokrwiistości. Strategia leczenia i operacji bez krwi. *Blok Operacyjny* 2000; 1: 8–12.
37. Gore SM, Altman DG. Statystyka w praktyce lekarskiej. PWN, Warszawa 1997.
38. Greń J. Statystyka medyczna. PWN, Warszawa 1987.
39. Monk TG., Goodnough LT. Acute normovolemic hemodilution. *Clin Orthop*. 1998; 357: 74–81.
40. Szulc R. Znieczulenie i intensywna terapia w chirurgii naczyń. *α-medica press*, Bielsko-Biała 1999: 279–285.
41. Davis FM. Znieczulenie w dużych zabiegach ortopedycznych u osób starszych. *Curr Anaesth Crit Care* (Polish Edition) 1994; 3: 66–71.
42. Fahmy NR, Chandler HP, Patel DG *et al.* Hemodynamics and oxygen availability during acute hemodilution in conscious man. *Anesthesiology* 1986; 53: 84.
43. Pisciotto PT. (ed.) *Leczenie krwii i jej składnikami*. Podręcznik dla lekarzy. PZWL, Warszawa 1990: 55–98.
44. Walker RH. *Krwiolecznictwo*. PZWL, Warszawa 1994.
45. Messmer K. Acute preoperative hemodilution: physiological basis and clinical application. In: Tuma RF, White JV, Messmer K (ed.) *The Role of Hemodilution in Optimal Patient Care*. Zuckschwerdt Verlag, Munchen, Bern, Wien, San Francisco 1989.
46. Antoszewski Z, Włodarski M. Metoda prowadzenia autohemotransfuzji i hemodylucji sterowanej. *Anest Reanim Inten Ter*. 1981; XIII (3–4): 261.
47. Goodnough LT, Marcus RE. Effect of autologous blood donation in patients undergoing elective spine surgery. *Spine* 1992; 17: 172–175.
48. Matter J, Włodarski M, Borkowska M *et al.* Wpływ hemodylucji sterowanej śródoperacyjnej na przebieg anestezji i analgezji u operowanych chorych. *Anest Inten Ter*. 1982; 14: 203–207.
49. Copley LA, Richards BS, Safavi FZ *et al.* Hemodilution as a method to reduce transfusion requirements in adolescent spine fusion surgery. *Spine* 1999; 24: 223–224.
50. Surgenor DM, Wallace EL, Hale SG *et al.* Changing patterns of blood transfusion in four sets of United States Hospitals, 1980–1985. *Transfusion* 1988; 28: 513–518.
51. Antoszewski Z, Włodarski M, Wejsflog A *et al.* Ostra sterowana śródoperacyjna hemodylucja z oddaniem osocza własnego w endoplastyce stawu biodrowego. *Anest Inten Terap*. 1982; 14: 209–213.
52. Leone BJ, Spahn DR. Anemia, hemodilution, and oxygen delivery. *Anesth Analg*. 1992; 75: 651–653.
53. Messmer K. Acceptable hematocrit levels in surgical patients. *World J Surg*. 1987; 1: 41–46.
54. Singler RC, Furman EB. Hemodilution: how low a minimum hematocrit? *Anesthesiology* 1986; 53: 72.
55. Stehling L. New concepts in transfusion therapy. 1989 Review Course Lectures. Presented at the 63th congress of international Anesthesia Research Society, Buena Vista, March 4–8, 1989, Suppl. to *Anesth Analg*.
56. Bertinieri G, Parati G, Ulian L *et al.* Hemodilution reduces clinic and ambulatory blood pressure in polycythemic patients. *Hypertension* 1998; 31: 846–853.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

Dr med. Christopher Obasi
ul. Gorzowska 8, Ligota Górna
46–200 Kluczbork
tel. kom. 603–386–027
e-mail: obasica@pro.net.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 14.03.2006 r.