





System Reveos w świetle innych metod rozdziału krwi pełnej na składniki — porównanie badań kontroli jakości

Reveos system in the light of other methods of separation of whole blood into components — comparison of quality control tests

Paweł Szykuła¹, Michał Bubiński¹, Agnieszka Gronowska¹, Dioniza Marciniak-Bielak²

¹Dział Preparatyki Regionalnego Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa w Łodzi

²Zastępca Dyrektora ds. medycznych Regionalnego Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa w Łodzi

Streszczenie

Wstęp. Jednym z elementów składających się na bezpieczeństwo krwi jest automatyzacja procesu preparatyki krwi pełnej konserwowanej (KPK) w celu uzyskania poszczególnych składników. W 2017 roku w Regionalnym Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa (RCKiK) w Łodzi wprowadzono system Reveos, który dzięki połączeniu funkcji wirówki i prasy zapewnia pełną automatyzację procesu rozdziału KPK, minimalizując ryzyko błędu ludzkiego, poprawiając tym samym dokładność i powtarzalność.

Cel. Porównanie wyników kontroli jakości składników krwi otrzymanych po rozdziale KPK za pomocą pras Compomat G5 i Optipress II oraz systemu Reveos. Porównanie stopnia spełnienia zaleceń dotyczących jakości składników krwi zawartych w obowiązujących przepisach.

Materiały i metody. Rozdzielono na składniki 150 jednostek KPK, wykorzystując w/w systemy, oznaczając wybrane parametry.

Wyniki. Oznaczono odpowiednio dla Compomat, Optipress i Reveos parametry:

- osocza: objętość (V) 260 ± 13 ml, 262 ± 14 ml i 239 ± 20 ml, krwinki płytkowe (PLT $\times 10^9/l$): 16, 23 i 23 l, erytrocyty $< 6 \times 10^6/l$, leukocyty $< 0,1 \times 10^9/l$;
- KKCz: objętość (V): 286 ± 13 ml, 272 ± 13 ml i 295 ± 17 ml, hemoglobina (Hb: g/jedn.): 55, 51, 58, hematokryt (Ht, %): 59, 58 i 52 leukocyty (WBCs $\times 10^9/jedn.$) 0,6; 0,6; 0,1.
- objętość kożuszków wynosiła (V) 56,6 ml i 56,1 ml dla Compomat i Optipress, a objętość TKKP (tymczasowy koncentrat krwinek płytkowych, IPU — Interim Platelet Unit) z systemu Reveos wynosiła 37,8 ml.
- zawartość krwinek płytkowych w kożuszkach z pras i TKKP wynosiła odpowiednio 0,8, 0,7, $0,66 \times 10^{11}/jedn.$

Wnioski. Porównanie jakości składników po rozdziale KPK wykazało niewielkie różnice w oznaczanych parametrach. Główna różnica dotyczy objętości otrzymanego osocza i KKCz/UKKCz. Pomimo tego wszystkie otrzymane składniki spełniały parametry kontroli jakości, a metody rozdziału z powodzeniem mogą być wykorzystywane w rutynowej pracy. System Reveos pozwala na uzyskanie jakościowo dobrych składników podczas jednoetapowego procesu. Zmniejsza to ingerencję personelu w cały proces, co może skutkować minimalizacją błędów

Adres do korespondencji: dr n. biol. Paweł Szykuła, Regionalne Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa w Łodzi, ul. Franciszkańska 17/25, 91–433 Łódź, tel. 664 139 741, e-mail: pajo13@wp.pl

podczas przetwarzania KPK.

Słowa kluczowe: Compomat G5, Optipress II, Reveos

J. Transf. Med. 2019; 12: 47–55

Abstract

Introduction. *One of the key elements of blood safety is automated whole blood processing. The Regional Blood Transfusion Center (BC) in Łódź had the Reveos system installed in 2017. By combining centrifugation and fractionation press, the Reveos system provides full automation of whole blood processing so it minimizes the risk of human error and ensures more accuracy and repeatability.*

The study aim is was determine and compare the quality control parameters of blood components obtained with Compomat G5, Optipress II and the Reveos system as well as to compare the level of compliance with current quality requirements and recommendations.

Materials and methods. *150 units of whole blood were processed into blood components using the 3 above mentioned systems. Selected parameters were determined.*

Results. *The following parameters were determined for blood components obtained with Compomat, Optipress and Reveos respectively:*

- *plasma: volume 260 ± 13 ml, 262 ± 14 ml and 239 ± 20 ml, platelets: 16, 23 and $23 \times 10^9/l$, red blood cells $< 6 \times 10^6/l$, leukocytes $< 0,1 \times 10^9/l$;*
- *red blood cells (RBCs): volume 286 ± 13 ml, 272 ± 13 ml and 295 ± 17 ml, hemoglobin 55, 51 and 58 g/unit., hematocrit 59, 58 and 52%, leukocytes (WBC) — $0,6 \times 10^9/unit.$, $0,6 \times 10^9/unit.$ and $0,1 \times 10^6/unit.$;*
- *buffy coat: volume: 56,6 ml and 56,1 ml; platelet count — 0.8 and $0.7 \times 10^{11}/unit$ for Compomat and Optipress respectively;*
- *interim platelet volume — 37,8 ml; platelet count — $0.66 \times 10^{11}/unit.$*

Conclusions. *Slight differences were reported for the parameters of the blood components processed using the 3 systems. The main difference was observed with regard to the volume of plasma and RBCs/leukoreduced RBCs. Nevertheless, all blood components met quality control requirements. All the 3 processing systems can therefore be recommended for routine use. The Reveos system delivers high quality blood components in a one-step process with limited participation of blood center staff, which minimizes the risk of human errors.*

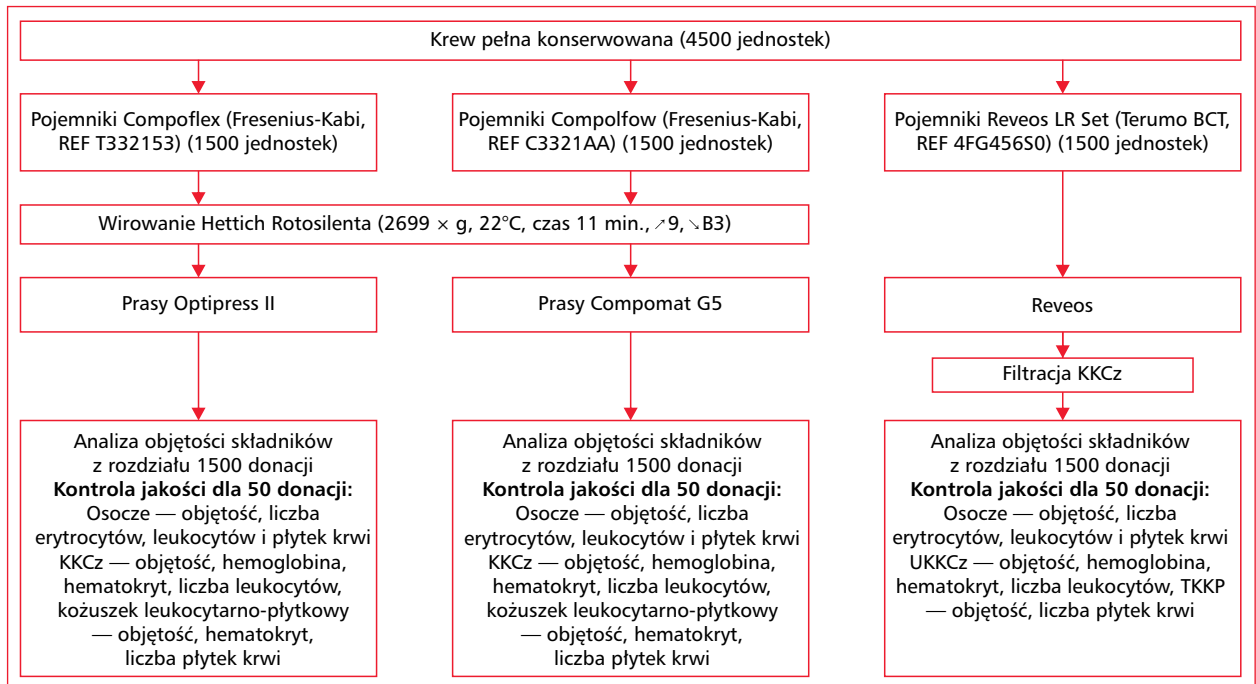
Key words: Compomat G5, Optipress II, Reveos

J. Transf. Med. 2019; 12: 47–55

Wstęp

Aktualnie rozdział krwi pełnej konserwowanej (KPK) na składniki opiera się głównie na dwuetapowych metodach wirowania z wykorzystaniem pras automatycznych, które opisano już w latach 80. XX wieku [1, 2]. Prasy te pozwalają na standaryzację otrzymywanych składników krwi znacznie lepszą niż w przypadku pras manualnych, ponieważ nowoczesne urządzenia są wyposażone w czujniki optyczne, które automatycznie sterują

procesem ich przepływu do odpowiednich pojemników odbiorczych. Po zakończeniu procesu rozdziału krwi składniki są automatycznie ważone, a dane o przebiegu procesu przesyłane do systemu teleinformatycznego stosowanego w centrum krwiodawstwa i krwiolecznictwa. W przypadku rozdziału KPK przy użyciu pras automatycznych najczęściej otrzymujemy: koncentrat krwinek czerwonych pozbawiony kożuszka leukocyтарно-



Rycina 1. Preparatyka KPK przy użyciu pras: Optipress II, Compomat G5 oraz systemu Reveos

Figure 1. Flow chart of whole blood processing with Optipress II, Compomat G5 and Reveos

-płytkowego (KKCz bez koż. L.-pł.), osocze i kożuszek leukocytarno-płytkowy.

Dwa główne powody wprowadzania automatyzacji procesu otrzymywania składników krwi to po pierwsze, duża objętość krwi do przetworzenia (automatyzacja zwiększa wydajność procesu), po drugie, możliwość uzyskania składników o określonych parametrach jakościowych [3]. W RCKiK w Łodzi w 2012 roku metodę rozdziału KPK opartą na pojemnikach „góra-góra” (prasy manualne) całkowicie zastąpiono systemem rozdziału opartym na metodzie z zastosowaniem pras automatycznych Optipress II (Fenwal) i KPK pobranej do pojemników „góra-dół”. W 2017 roku prasy te zostały zastąpione nowego typu urządzeniami (prasami) Compomat G5 (Fresenius-Kabi). Równocześnie wprowadzono do stosowania system Reveos (Terumo BCT).

System Reveos stanowi połączenie wirówki i prasy do rozdziału KPK. Każde urządzenie jest wyposażone w sterowaną systemem informatycznym wirówkę z rotorem, który zawiera 4 miejsca do rozdziału KPK. Każde z tych miejsc stanowi osobną prasę hydrauliczną pracującą w trakcie wirowania KPK. W pełni zautomatyzowane urządzenie Reveos umożliwia jednoczesne wirowanie i rozdział 4 jednostek krwi w jednej procedurze. Zestawy do pobierania i rozdziału KPK są wyposażone w filtr antyleukocytarny, co umożliwia otrzymanie, w wy-

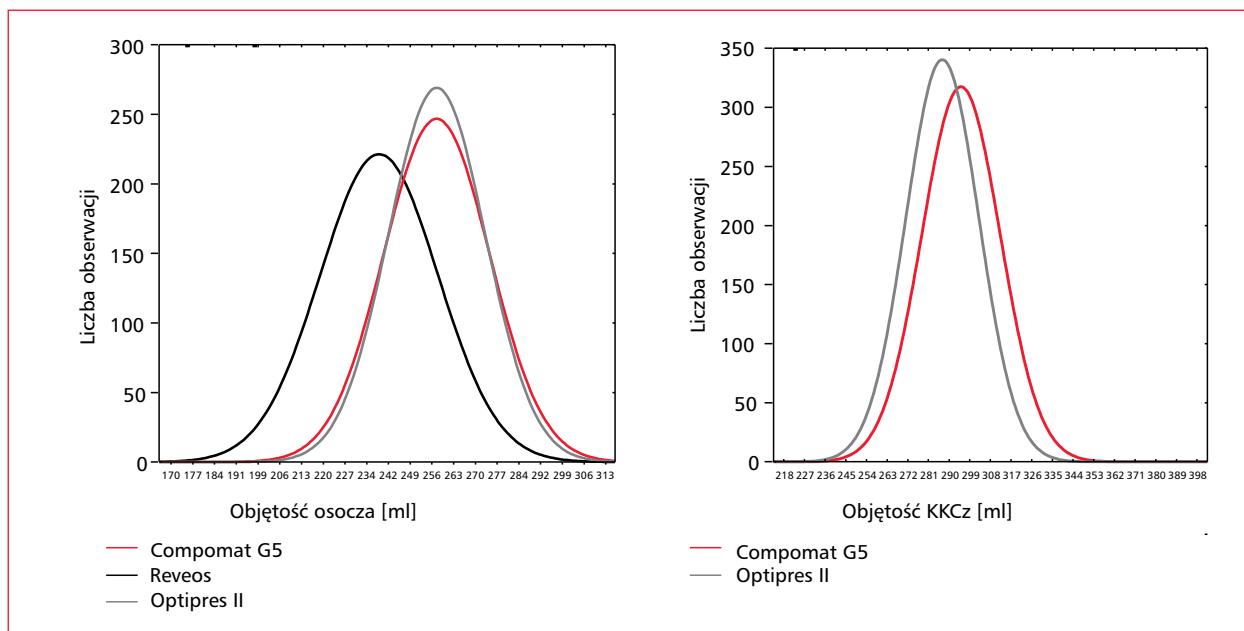
niku jednego cyklu, 4 jednostek UKKCz/RW (ubogleukocytarny koncentrat krwinek czerwonych z roztworem wzbogacającym), 4 jednostek osocza oraz 4 jednostki TKKP. Jednostki TKKP zawierają osocze, krwinki płytkowe i leukocyty pochodzące z jednej donacji krwi, stanowiąc tym samym osobną klasę preparatów i nie mogą być traktowane jak kożuszek leukocytarno-płytkowy.

Celem pracy była ocena jakości składników krwi otrzymanych z systemu Reveos oraz ich porównanie z wynikami otrzymanymi z wykorzystaniem pras automatycznych Compomat G5 i Optipress II. Ponadto sprawdzono, czy uzyskane wyniki spełniają zakresy normy parametrów kontroli jakości składników krwi zwartych w Obwieszeniu Ministra Zdrowia z 6 marca 2019 roku [4].

Materiał i metody

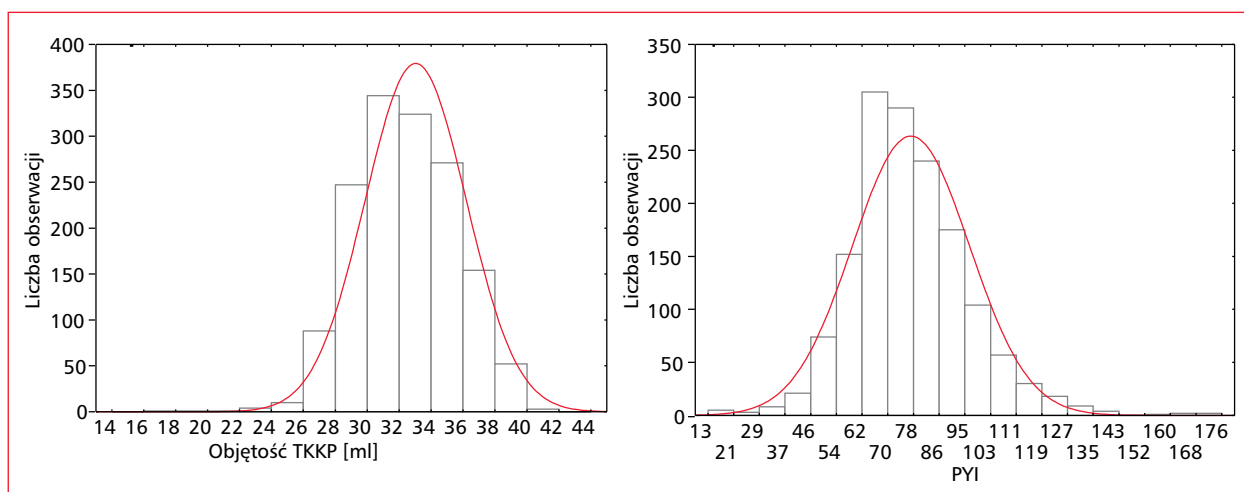
Krew pełną (450 ml ± 10%) pobierano od zdrowych dawców w RCKiK w Łodzi, a następnie poddano leżakowaniu w temperaturze 20–24°C przez minimum 2 godziny. Jako antykoagulant zastosowano roztwór CPD (cytrynian, fosforan, glukoza). Preparatyka 4500 jednostek krwi pełnej odbywała się w Dziale Preparatyki. Schemat badania przedstawiono na rycinie 1.

Z programów obsługujących urządzenia zebrano informacje dotyczące objętości uzyskanych skład-



Rycina 2. Histogram objętości osocza i KKCz uzyskanego za pomocą urządzenia Reveos oraz pras Compomat G5 i Optipres II

Figure 2. Histogram of plasma and red blood cells volume obtained with the Reveos device, Compomat G5 and Optipres II presses



Rycina 3. Rozkłady objętości i wartości indeksu płytkowego (PYI) TKKP uzyskane za pomocą urządzenia Reveos i przedstawione w postaci histogramów

Figure 3. Distribution of volume and index values of a platelet index (PYI) TKKP obtained with the Reveos device presented as histograms

ników. Dane zaprezentowano w postaci histogramu (ryc. 2, 3). Do kontroli jakości pobrano próbki pochodzące z 50 losowo wybranych jednostek krwi dla każdej z metod preparatyki. Próbkę osocza, KKCz i kożuszków leukocytno-płytkowych zostały pobrane natychmiast po otrzymaniu składników. Natomiast

TKKP leżakowano w temperaturze 20–24°C przez jedną godzinę, a następnie przenoszono do ciepłarki (20–24°C), gdzie były wytrząsane (60 cykli/min) do następnego dnia.

Wyniki

Tabela 1. Zestawienie wartości średnich objętości KKCz, UKKCz i osocza uzyskanych w wyniku rozdziału KPK z trzech porównywanych systemów (n = 1500 dla każdego systemu)**Table 1.** Comparison of mean volumes of RBCs, leukodepleted RBCs and plasma obtained with the 3 systems (n = 1500 for each system)

	Reveos		Compomat G5		Optipress II	
	UKKCz	Osocze	KKCz	Osocze	KKCz	Osocze
Średnia	X	238	295	257	287	257
SD	X	19	17	17	16	16
CV [%]	X	8	6	7	6	6
Min	X	170	218	204	220	189
Max	X	301	398	313	353	310

Z programów komputerowych obsługujących urządzenia pobrano wyniki dotyczące rozdziału 1500 jednostek KPK dla każdego systemu. Dane dotyczące objętości osocza i KKCz przedstawiono w postaci krzywych rozkładu objętości na rycinie 2.

Wartość średnią, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności oraz wartość minimalną i maksymalną dla otrzymanych składników krwi zaprezentowano w tabeli 1.

Wykazano, że średnia objętość KKCz pochodzącego z pras Compomat G5 jest niespełna 3% większa niż KKCz z pras Optipress II. Różnica ta jest istotna statystycznie ($p < 0,00001$). Nie wykazano różnic w średniej objętości osocza w przypadku KPK rozdzielanej przy użyciu pras Compomat G5 i Optipress II. Najmniejszą średnią objętość osocza uzyskano w przypadku urządzeń Reveos. Różnica w średniej objętości osocza otrzymanego z urządzeń Reveos w porównaniu z osoczem z pras Compomat G5 i Optipress II wyniosła 8% i była istotna statystycznie ($p < 0,00001$) (tab. 1).

Wykonano oznaczenia parametrów kontroli jakości dla składników krwi uzyskanych po rozdziale 50 jednostek KPK dla każdej z badanych metod. Wyniki oznaczeń zestawiono w tabelach 2 i 3. W tabeli 2 przedstawiono ponadto kryteria jakościowe, jakie powinny spełniać otrzymane składniki oraz odsetek składników spełniających te kryteria. Wszystkie kryteria poza objętością pochodzą z aktualnego obwieszczenia dotyczącego Krwiodawstwa w Polsce [4]. Zakresy objętości KKCz i osocza dla każdej metody zostały opracowane na podstawie wyników rutynowej kontroli jakości przez Dział Zapewnienia Jakości.

Różnica pomiędzy średnimi objętościami KKCz/RW-bez koż. l.-pł otrzymanego odpowied-

nie z pras Compomat G5 i Optipress II uzyskanymi w badaniach kontroli jakości jest istotna statystycznie ($p < 0,00001$). Kryteria akceptacji dla objętości KKCz zostały spełnione odpowiednio w 100% i 98%. Objętość UKKCz/RW otrzymanego z systemu Reveos wynosi 295 ± 17 ml (tab. 2).

Różnica pomiędzy średnią zawartością hemoglobiny w KKCz/RW-bez koż. l.-pł otrzymanego odpowiednio z pras Compomat G5 i Optipress II jest istotna statystycznie ($p < 0,0001$). Kryteria akceptacji dla zawartości hemoglobiny w składnikach czerwonych pochodzących z systemu Reveos i z pras Compomat G5 zostały spełnione w 100%. Natomiast dla KKCz/RW-bez koż. l.-pł otrzymanego z pras Optipress II kryterium akceptacji dotyczące zawartości hemoglobiny zostało spełnione w 98% (tab. 2).

Nie wykazano natomiast statystycznie istotnych różnic w średnich wartościach hematokrytu i średniej liczbie leukocytów w KKCz/RW-bez koż. l.-pł otrzymanych z pras Compomat G5 i Optipress II. Wszystkie składniki spełniały założone kryteria akceptacji. Średnia liczba leukocytów w obu przypadkach wynosiła $0,6 \pm 0,3 \times 10^9$ /jedn. Kryterium zawartości leukocytów spełniało 98% i 96% KKCz/RW-bez koż. l.-pł otrzymanych odpowiednio przy użyciu pras Compomat G5 i Optipress II.

Porównując objętość osocza, wykazano istotne statystyczne różnice pomiędzy składnikami otrzymanymi z pras automatycznych a osoczami otrzymanymi z urządzenia Reveos ($p < 0,00001$). Kryteria akceptacji spełniało 92% jednostek osocza z urządzeń Reveos, 100% jednostek osocza z pras Compomat G5 i 98% jednostek osocza z pras Optipress II. Kryteria akceptacji dotyczące zawartości krwinek płytkowych spełniało 94% osocza otrzymanego przy użyciu urządzenia Reveos, podczas gdy w przypadku pras było to 100%.

Tabela 2. Zestawienie wartości średnich objętości, zawartości hemoglobiny, hematokrytu i liczby leukocytów w UKKz/RW i KKCz/RW oraz objętości i liczby płytek krwi w osoczu z kontroli jakości z pras Compomat G5 i Optipress II oraz urządzeń Reveos (n = 50 dla każdej metody)

Table 2. Mean V, Hb, Ht and WBCs in leukoreduced RBCs with additive solution and RBCs; volume and platelet count in quality control plasma from Compomat G5 and Optipress II presses and Reveos system (n = 50 for each method)

	Reveos						Compomat G5						Optipress II					
	UKKz/RW			Osocze			KKCz/RW-bez koż. l.-pł			Osocze			KKCz/RW-bez koż. l.-pł			Osocze		
	V [ml]	Hb [g/ /jedn.]	Ht [%]	WBCs [$\times 10^6$ /jedn.]	V [ml]	PLT [$\times 10^9$ /l]	V [ml]	Hb [g/ /jedn.]	Ht [%]	WBCs [$\times 10^9$ /jedn.]	V [ml]	PLT [$\times 10^9$ /l]	V [ml]	Hb [g/ /jedn.]	Ht [%]	WBCs [$\times 10^9$ /jedn.]	V [ml]	PLT [$\times 10^9$ /l]
Średnia	295	58	52	0,1	239	23	286	55	59	0,6	260	16	272	51	58	0,6	262	23
SD	17	4	7	0,1	20	11	13	4	2	0,3	13	5	13	4	2	0,3	14	12
CV [%]	6	7	13	100	8	48	5	7	3	50	5	31	5	9	3	50	5	52
Min	257	45	40	0,0	194	6	250	45	53	0,2	232	8	242	41	50	0,1	229	6
Max	336	64	70	0,7	295	57	310	63	64	1,6	288	37	302	58	62	1,4	294	57
Kryterium akceptacji	-	≥ 40	50-70	$< 1,0$	207-283	< 50	226-326	≥ 43	50-70	$< 1,2$	225-293	< 50	243-313	≥ 43	50-70	$< 1,2$	233-305	< 50
% składników spełniających kryterium akceptacji	-	100	100	100	92	94	100	100	100	98	100	100	98	98	100	96	98	100

KKCz bez koż. l.-pł. — koncentrat krwinek czerwonych pozbawiony kożuszka leukocyta-plateletowego; UKKz/RW — ubogoleukocyta-plateletowy koncentrat krwinek czerwonych z roztworem wzbogacającym

Tabela 3. Zestawienie wartości średnich objętości, hematokrytu oraz liczby krwinek płytkowych dla danych z kontroli jakości z systemu Reveos oraz pras Compomat G5 i Optipress II (n = 50 składników)**Table 3.** Mean volume, hematocrit and platelet count for quality control data from Reveos system and Compomat G5 and Optipress II presses (n = 50 components).

	Reveos		Compomat G5			Optipress II		
	TKKP		Kožuszek leukocytarno -płytkowy					
	V [ml]	PLT [$\times 10^{11}$ /jedn.]	V [ml]	Ht [%]	PLT [$\times 10^{11}$ /jedn.]	V [ml]	Ht [%]	PLT [$\times 10^{11}$ /jedn.]
Średnia	32,9	0,77	56,6	41,9	0,8	64,1	54	0,7
SD	3,2	0,2	3,17	3	0,3	4,6	4,2	0,2
CV	10	24	6	7	37	7	8	29
Min	18	0,13	51	37	0,1	52	43	0,25
Max	41	1,76	65	50	1,4	72	76	1,03

Analiza zawartości erytrocytów i leukocytów w osoczu wykazała, że wszystkie składniki otrzymane za pomocą analizowanych metod rozdziału spełniały założone kryteria w 100%. Zawartość erytrocytów nie przekraczała $6 \times 10^9/l$, a leukocytów $0,1 \times 10^9/l$.

Na rycinie 3 przedstawiono histogramy objętości i wartości indeksu płytkowego (PYI) TKKP uzyskanego przez zestawienie 1500 pomiarów otrzymanych z systemu Reveos.

Porównano średnie objętości i średnie wartości hematokrytu kożuszków leukocytarno-płytkowych pochodzących z pras Optipress II i Compomat G5 (tab. 3). Wykazano, że zarówno średnia objętość, jak i hematokryt kożuszka leukocytarno-płytkowego są większe po rozdziale KPK przy użyciu pras Optipress II odpowiednio o 12% i 22% w porównaniu z prasami Compomat G5. Różnice te są istotne statystycznie ($p < 0,00001$) (tab. 3).

Różnice pomiędzy średnią liczbą płytek krwi w kożuszkach otrzymanych przy użyciu pras nie są istotne statystycznie. Średnia objętość TKKP oznaczona w wyniku kontroli jakości 50 składników wynosi $32,9 \text{ ml} \pm 3,2$, średnia liczba płytek krwi wynosi $0,77 \pm 0,2 \times 10^{11}/\text{jedn.}$ (tab. 3).

Dyskusja

Rozdział krwi pełnej na składniki może być wykonany za pomocą kilku metod. Obecnie wykorzystywane metody charakteryzują się dużą automatyzacją procesu, a w konsekwencji także dużą powtarzalnością uzyskiwanych wyników. W pracy porównano 3 metody rozdziału krwi pełnej na składniki, które są lub były rutynowo wykorzystywane w RCKiK w Łodzi. Celem pracy była ocena jakości składników otrzymanych z systemu

Reveos oraz porównanie wyników kontroli jakości składników krwi otrzymanych z systemu Reveos z wynikami rozdziału KPK na składniki z wykorzystaniem pras automatycznych.

W niniejszej pracy zaobserwowano, że osocze otrzymane przy zastosowaniu systemu Reveos charakteryzuje się mniejszą średnią objętością niż osocze otrzymane z pras automatycznych. Różnica w średnich objętościach osocza wynosi 8% i jest widoczna zarówno w danych pobranych bezpośrednio z urządzeń ($p < 0,00001$), jak i wyników badań kontroli jakości ($p < 0,0001$). Johnson i wsp. nie zaobserwowali istotnej różnicy w średniej objętości osocza pochodzącego z systemu Reveos i pras Optipress II [5]. Różnica w wynikach może być wytłumaczona rozbieżnością w procedurze przygotowania krwi pełnej do rozdziału. W przypadku cytowanej pracy KPK była przechowywana przez noc w temperaturze 20–24°C i poddawana preparatyce dopiero następnego dnia. Na końcową objętość osocza w przypadku systemu Reveos wpływa także objętość TKKP uzyskiwanego w procesie rozdziału. Im większą objętość TKKP użytkownik chce uzyskać, tym mniejsza będzie końcowa objętość osocza. Inaczej jest w przypadku zwiększania objętości kożuszka leukocytarno-płytkowego w przypadku pras. Zwiększenie objętości kożuszka, przy zachowaniu stałej wartości hematokrytu, odbywa się kosztem zmniejszenia objętości zarówno osocza, jak i KKCz. Obowiązujące dla osocza normy jakościowe dotyczące liczby leukocytów i erytrocytów zostały spełnione zarówno przez składniki otrzymane z systemu Reveos, jak i pras automatycznych. Legerberg i wsp. porównali osocze pochodzące z systemu Reveos, przetworzone zarówno bezpośrednio po pobraniu, jak i po całonocnym leżakowaniu KPK, dowodząc,

że uzyskane za pomocą systemu Reveos zawiera mniejszą liczbę zanieczyszczeń spowodowanych erytrocytami i leukocytami niż osocze otrzymane z pras automatycznych [6]. W przypadku osocza pochodzącego z systemu Reveos w dwóch jednostkach zaobserwowano podwyższoną liczbę krwinek płytkowych.

Rozkład objętości osocza otrzymanego w systemie Reveos zdecydowanie różni się od rozkładu dla osocza z pras. Z analizy wynika, że osocze otrzymane z systemu Reveos charakteryzuje się nie tylko mniejszą wartością średnią, ale także większym współczynnikiem zmienności. Tym niemniej wyniki analizy potwierdzają, że osocze otrzymane z systemu Reveos spełnia obowiązujące kryteria i jest wysokiej jakości.

Wykazano, że średnia objętość KKCz pochodzącego z pras Compomat G5 jest większa o około 3–5% niż średnia objętość KKCz z pras Optipress II zarówno w przypadku analizy wyników otrzymanych bezpośrednio z urządzeń, jak i wyników kontroli jakości. Bontekoe i inni autorzy również wykazali istotną statystycznie różnicę w objętości KKCz po leukoredukcji otrzymanego przy zastosowaniu tych samych urządzeń [7]. Autorzy dowodzą, że różnice te są na tyle niewielkie, że prawdopodobnie mogłyby być zniwelowane poprzez drobną zmianę w parametrach procesu rozdziału krwi przy użyciu prasy. Ponieważ ze względów technicznych niemożliwe jest uzyskanie informacji o objętości KKCz otrzymanego z systemu Reveos bezpośrednio z urządzenia, w pracy zaprezentowano tylko wartość średnią objętości UKKCz obliczoną z wyników kontroli jakości. Średnia objętość UKKCz otrzymanego z systemu Reveos jest równa średniej objętości KKCz otrzymanego z pras Compomat G5 i jest o 5% większa od średniej objętości KKCz otrzymanego z pras Optipress II. Po uwzględnieniu straty składnika na proces filtracji (ok. 30 ml) średnia objętość KKCz z systemu Reveos jest istotnie większa niż średnie objętości KKCz z pras. Johnson i wsp. również wykazali istotną statystycznie różnicę w objętości krwinek czerwonych pochodzących z porównywanych urządzeń Reveos i Optipres II [5]. Większa objętość KKCz otrzymanego z systemu Reveos jest związana z brakiem straty krwinek czerwonych trafiających do kożuszka leukocytarno-płytkowego. Autorzy nie wykazali natomiast istotnych różnic w zawartości hemoglobiny, hematokrycie i liczbie leukocytów w analizowanych składnikach. Ponadto Johnson i inni ocenili, że metabolizm krwinek czerwonych otrzymanych z systemu Reveos jest podobny do grupy kontrolnej [5]. Zaobserwowano

tylko niewielkie różnice, na przykład niższe pH i niższe stężenie 2,3-DPG niż w grupie kontrolnej. Powszechnie wiadomo, że wyczerpanie 2,3-DPG powoduje wzrost zakwaszenia, a te dwa parametry są ze sobą powiązane [8]. Ponadto zaobserwowano większe zużycie glukozy w KKCz otrzymanym przy użyciu systemu Reveos w pierwszych dwóch tygodniach przechowywania. Autorzy tłumaczą to zjawisko większą liczbą krwinek czerwonych w składnikach otrzymywanych w systemie Reveos. Lindberg i wsp. zaobserwowali, że krwinki czerwone charakteryzują się hemolizą na poziomie > 0,8% po 42 dobach przechowywania.

W ostatnim etapie zebrano wyniki kontroli jakości dotyczące kożuszków leukocytarno-płytkowych i TKKP. Rozkład objętości i wartości indeksu płytkowego (PYI) TKKP uzyskanego za pomocą urządzenia Reveos przedstawiono w postaci histogramów na rycinie 3. Średnia objętość TKKP wynosi 32,9 ml i jest 40–50% mniejsza niż objętość kożuszków leukocytarno-płytkowych otrzymanych z pras odpowiednio Compomat G5 i Optipress II. Mniejsza objętość TKKP oraz brak zanieczyszczenia krwinkami czerwonymi oznacza, że w przypadku rozdziału krwi w systemie Reveos więcej erytrocytów trafia do pojemnika z KKCz. Tymczasowe koncentraty krwinek płytkowych charakteryzują się podobną średnią liczbą krwinek płytkowych co kożuszki leukocytarno-płytkowe. Johnson wykazał istotnie większą ($p < 0,05$) liczbę krwinek płytkowych w zlewanych UKKP otrzymanych z TKKP ($3,31 \times 10^{11}$) w porównaniu ze składnikami otrzymanymi z kożuszków leukocytarno-płytkowych ($2,97 \times 10^{11}$) [5]. Większa liczba krwinek płytkowych w KKP z TKKP jest związana z tym, że w procedurze otrzymywania tego składnika nie ma dodatkowego wirowania i rozdziału na prasie. Innym powodem zwiększonej zawartości krwinek płytkowych jest możliwość wyboru do dalszej preparatyki tylko TKKP zawierających pożądaną ilość płytek krwi, oszacowaną przez urządzenie. Autorzy opisują, że parametry KKP uzyskane ze zlanych TKKP, takie jak: pH, zawartość glukozy, metabolizm mleczanów, ekspresja fosfatydyloseryny czy odpowiedź na szok hipotoniczny, są porównywalne z parametrami UKKP otrzymywanymi innymi metodami. Zaobserwowano natomiast podwyższony poziom markerów aktywności płytek (CD62P i poziom cytokin). Sugeruje się, że na podwyższony poziom wyżej wymienionych markerów może mieć wpływ wykorzystanie podczas leukoredukcji innych filtrów czy przechowywanie UKKP w innych pojemnikach niż w przypadku UKKP z grupy referencyjnej. W pracy opublikowanej w 2018 roku autorzy wykazali, że koncentraty krwi-

nek płytkowych otrzymane z TKKP nie różnią się w sposób istotny pod względem zawartości krwinek płytkowych i leukocytów od składników otrzymanych z kożuszków leukocytno-płytkowych przetworzonych metodą manualną i za pomocą urządzeń Orbisac [9]. Podobnie zadowolające rezultaty otrzymali Monge i wsp. badający jakość koncentratów płytkowych otrzymanych z TKKP [10].

Automatyzacja procesu preparatyki krwi w celu uzyskania poszczególnych składników jest stale udoskonalana. Opisane w niniejszej pracy metody, pomimo różnic w sposobie wykonania samej procedury rozdziału, a w związku z tym wykorzystania różnych technik i urządzeń, tylko w nieznacznym stopniu różnią się w zakresie jakości otrzymywanych składników. Należy zaznaczyć, że wszystkie składniki krwi otrzymywane z wykorzystaniem opisanych wyżej metod spełniają rygorystyczne założenia kontroli jakości i z powodzeniem mogą być wykorzystywane w rutynowej pracy. System Reveos jako system najbardziej zautomatyzowany zyskuje tym samym przewagę nad dwuetapowymi metodami rozdziału KPK na składniki.

Piśmiennictwo

1. Heaton WA, Rebulli P, Pappalettera M, et al. A comparative analysis of different methods for routine blood component preparation. *Transfus Med Rev.* 1997; 11(2): 116–129, doi: [10.1053/tm.1997.0110116](https://doi.org/10.1053/tm.1997.0110116), indexed in Pubmed: [9140171](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9140171/).
2. Högman CF, Eriksson L, Hedlund K, et al. The bottom and top system: a new technique for blood component preparation and storage. *Vox Sang.* 1988; 55(4): 211–217, indexed in Pubmed: [3064416](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3064416/).
3. Cid J, Magnano L, Lozano M. Automation of blood component preparation from whole blood collections. *Vox Sang.* 2014; 107(1): 10–18, doi: [10.1111/vox.12131](https://doi.org/10.1111/vox.12131), indexed in Pubmed: [24446859](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24446859/).
4. Obwieszenie Ministra Zdrowia z 6 marca 2019 r. w sprawie wymagań dobrej praktyki pobierania krwi i jej składników, badania, preparatyki, przechowywania, wydawania i transportu dla jednostek organizacyjnych publicznej służby krwi.
5. Johnson L, Winter KM, Kwok M, et al. Evaluation of the quality of blood components prepared using the Reveos automated blood processing system. *Vox Sang.* 2013; 105(3): 225–235, doi: [10.1111/vox.12051](https://doi.org/10.1111/vox.12051), indexed in Pubmed: [23713603](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23713603/).
6. Lagerberg JW, Salado-Jimena JA, Löf H, et al. Evaluation of the quality of blood components obtained after automated separation of whole blood by a new multiunit processor. *Transfusion.* 2013; 53(8): 1798–1807, doi: [10.1111/trf.12010](https://doi.org/10.1111/trf.12010), indexed in Pubmed: [23228178](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23228178/).
7. Bontekoe IJ, van der Meer PE, Mast G, et al. Separation of centrifuged whole blood and pooled buffy coats using the new CompoMat G5: 3 years experience. *Vox Sang.* 2014; 107(2): 140–147, doi: [10.1111/vox.12140](https://doi.org/10.1111/vox.12140), indexed in Pubmed: [24602034](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24602034/).
8. Hess JR. An update on solutions for red cell storage. *Vox Sang.* 2006; 91: 13–19.
9. Szykuła P, Stawicki K, Marciniak-Bielak D. System Reveos — alternatywa w otrzymywaniu zlewanych koncentratów krwinek płytkowych. *J Transf Med.* 2017; 10: 141–148.
10. Monge J, Pérez Va, Azkarate An, et al. Quality of blood components using the Reveos automated blood processing system. *Vox Sang.* 2013; 105(1): 1–64.