

Erythrozytenpräparationen und deren Anwendung*

P. Höcker, W. Spreng, A. Wagner, E. Buchmayr

Intensivblutbank des Allgemeinen Krankenhauses der Stadt Wien (Vorstand: Prim. Dr. P. Höcker)

Zusammenfassung:

Durch verschiedene Verfahren können Erythrozytenkonzentrate dem klinischen Bedarf angepaßt werden. Waschen mit physiologischer NaCl-Lösung entfernt weitgehend die Plasmaproteine, während etwa 25% der Leukozyten zurückbleiben und eine Sensibilisierung gegen HLA- und spezifische Antigene verursachen. Leukozyten können fast vollständig (> 95%) mittels Filter oder sorgfältigem Abpressen entfernt werden. Solche Erythrozytenkonzentrate werden bevorzugt bei Langzeiterersatz oder spezieller Indikation wie Knochenmarkstransplantationen eingesetzt. Tiefgefrorene Erythrozytenkonzentrate sind sowohl eiweißfrei als auch weitgehend leukozyten- und thrombozytenfrei. Die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Erythrozytenpräparationen werden diskutiert.

Schlüsselwörter:

Erythrozytenkonzentrate – gewaschene Erythrozytenkonzentrate – tiefgefrorene Erythrozytenkonzentrate
– Leukozytendepletion – Nierentransplantation – Knochenmarkstransplantation

Summary:

Different techniques are now available to prepare red cell concentrates according to clinical needs. Washing the erythrocytes with physiological NaCl-solution removes nearly the total amount of plasmaprotein, but 25% of the leucocytes remain, responsible for sensibilisation. Filtration through cotton- or nylonacetatfilters or careful removal of the buffycoat, results in extreme leucocyte poor red cell concentrates (removal of more than 95% of the white blood cells) which are well tolerated, also from patients with long term erythrocyte support. Deep frozen erythrocytes stored in liquid nitrogen are almost proteinfree and contain less than 1% of the original white cells and platelets. The use of such red cell preparations in clinical practice is discussed.

Keywords:

Red cell concentrates – washed red cells – leucocyte depletion – frozen red cells – bone marrow transplantation – renal transplantation

Die Hauptindikation zur Bluttransfusion ist die Aufrechterhaltung einer ausreichenden Sauerstofftransportkapazität. Anstelle von Vollblut werden für diese Aufgabe in zunehmendem Maße Erythrozytenkonzentrate eingesetzt, deren Anwendung vordergründig 2 große Vorteile bietet:

1. Fast um die Hälfte reduzierte Volumenbelastung des Patienten (1, 2).
2. Ökonomische Ausnützung des Rohmaterials. Blut durch Weiterverarbeitung des bei der Herstellung der Erythrozytenkonzentrate anfallenden Plasmas. Neben dem reinen Erythrozytenersatz werden an Erythrozytenpräparationen in besonderen klinischen Fällen noch weitere Anforderungen gestellt, wie möglichst proteinfreie Erythrozytenpräparationen, thrombozyten-, leukozytenarme Erythrozytenpräparationen oder Erythrozytenpräparationen, die über einen langen Zeitraum gelagert werden können.

Im folgenden werden die derzeit gebräuchlichen Erythrozytenpräparationen vorgestellt, deren Herstellung und die klinische Anwendung beschrieben. Die Erythrozytenpräparationen lassen sich in 4 große Gruppen einteilen:

Standarderythrozytenkonserve

Gewaschene Erythrozyten

Buffycoatarme bzw. buffycoatfreie Erythrozytenkonserve

Tiefgefrorene Erythrozytenkonserve.

Standarderythrozytenkonzentrat

Diese Erythrozytenkonserve wird durch Abpressen des Plasmas aus Vollblut, nachdem dieses zentrifugiert wurde, hergestellt. Das Abpressen des Plasmas kann dabei im geschlossenen System erfolgen, wodurch eine Lagerfähigkeit der Erythrozytenpräparation mit ACD-Stabilisator bis zu 21 Tagen bei einer Temperatur von +4°C möglich ist. Durch das Abpressen wird ein großer Teil des Plasmas entfernt und es tritt eine Reduktion des Zitrats, des freien Kalium und Natrium sowie der Isoagglutinine ein (1, 3). Weiters werden die im Vollblut enthaltenen Leukozyten und Thrombozyten z.T. entfernt (Tab. 1).

Der große Vorteil der Standarderythrozytenkonserve liegt v.a. im reduzierten Volumen und die Standarderythrozytenkonserve sollte der primäre Ersatz bei Anämie sein (Tab. 2). Bei akutem Blutverlust oder Schock bzw. Verbrennungen oder ausgeprägter Hypoproteinämie sollte entweder mit Vollblut oder einer Kombination aus Fresh-Frozen-Plasma und Erythrozytenkonzentraten substituiert werden. Bei Eiweißunverträglichkeit des Empfängers, besonders bei Patienten mit IgA-Mangel, die Antikörper gegen IgA aufweisen, können keine Standarderythrozy-

* Vortrag vom Informationstag 25 Jahre Blutspendezentrale des ÖRK.

tenkonserven, die einen gewissen Eiweißanteil noch enthalten, transfundiert werden, sondern es müssen gewaschene Erythrozyten Verwendung finden.

Gewaschenes Erythrozytenkonzentrat

Bis 48 Std. alte Erythrozytenkonzentrate werden mit physiologischen NaCl aufgeschwemmt und anschließend in einer Zentrifuge bei +1 bis +6°C und 5000×g 5 min zentrifugiert (AABB Standards). Diese Prozedur wird bis 6mal (in der Regel 3mal) durchgeführt.

Tab. 1: Standarderythrozytenkonserve, durch Abpressen hergestellt. Mittelwerte aus 13 Konserven, angegeben sind $\bar{x} \pm s$

Volumen (ml)	Vollblut 450	Erythrozytenkonz. 210	% Verlust
Erythrozyten ($\times 10^{12}$)	1,79 $\pm$ 0,51	1,51 $\pm$ 0,31	14,04 $\pm$ 9,27
Leukozyten ($\times 10^9$)	2,10 $\pm$ 0,71	0,87 $\pm$ 0,52	59,33 $\pm$ 17,83
Thrombozyten ($\times 10^9$)	97,72 $\pm$ 22,59	30,49 $\pm$ 11,36	69,01 $\pm$ 9,63
Hämatokrit	0,38 $\pm$ 0,10	0,64 $\pm$ 0,08	

Tab. 2: Standarderythrozytenkonserve

Indikation

- Erythrozytenersatz bei Anämie (Hb < 80 g/l)
- Anheben des Hb um 10 g/l (Hkt um 3%) = 3 ml Erykonz./kg

Vorteile

- Geringe Volumenbelastung
- Leichte Verfügbarkeit (21 Tage haltbar)

Nachteile

- Hepatitisrisiko gegenüber Vollblut nicht verringert
- Sensibilisierung gegen HLA-Antigene, spez. Antigene, evtl.
- Eiweisunverträglichkeit

Tab. 3: Erythrozytenkonzentrat gewaschen (3× mit physiologischer NaCl, 5000×g, 5 min für 1–6°C). Mittelwerte aus 25 Konserven, angegeben sind $\bar{x} \pm s$

	Vor	Nach	% Verlust
Erythrozyten ($\times 10^{12}$)	2,06 $\pm$ 0,34	1,73 $\pm$ 0,29	16,20 $\pm$ 14,17
Leukozyten ($\times 10^9$)	2,45 $\pm$ 1,04	0,60 $\pm$ 0,25	71,36 $\pm$ 16,79
Thrombozyten ($\times 10^9$)	43,04 $\pm$ 21,67	9,99 $\pm$ 6,29	72,87 $\pm$ 17,18
Hämatokrit	0,64 $\pm$ 0,12	0,62 $\pm$ 0,11	

Tab. 4: Erythrozytenkonzentrat gewaschen

Indikation

- Bekannte Reaktionen auf Eiweiß
- Immunhämolytische Anämien, paroxysmale nächtliche Hämoglobinurie

Vorteile

- Siehe Indikationen

Nachteile

- Aufwendig
- Max. 24 Std. haltbar
- HLA-Sensibilisierung
- Hepatitisrisiko, gegenüber Vollblut nicht wesentlich reduziert

Durch das Waschen kommt es zu einer weitgehenden Entfernung des Plasmaproteins, wobei auch Leukozyten und Thrombozyten in erheblichem Ausmaß entfernt werden (Tab. 3).

Die Indikation zur Transfusion gewaschener Erythrozytenkonzentrate ist bei Patienten gegeben, die eine Reaktion auf Eiweiß aufweisen oder bei denen die Zufuhr von Plasma mit dem darin befindlichen Komplement nicht zweckmäßig erscheint wie bei immunhämolytischen Anämien oder bei paroxysmalen nächtlichen Hämoglobinurien (Tab. 4). Bei Patienten, bei denen ein kompletter IgA-Mangel bekannt ist, sollte zur Vermeidung von der Bildung von IgA-Antikörpern statt gewaschener Erythrozyten tiefgefrorene Erythrozyten gegeben werden, da diese Erythrozytenpräparation fast völlig eiweißfrei ist. Wie aus Tab. 3 ersichtlich, tritt eine erhebliche Reduktion an Leukozyten und Thrombozyten auf, die aber nicht ausreicht, eine HLA-Sensibilisierung zu verhindern (5). Ist daher an Langzeiterersatz bei chronischen Anämie gedacht, bei denen es in einem hohen Prozentsatz der Fälle durch HLA-Sensibilisierung zum Auftreten febriler nichthämolytischer Transfusionsreaktionen kommt, so soll bei diesen Patienten leukozyten- und thrombozytenarme, bzw. -freie Erythrozytenkonzentrate zum Einsatz kommen.

Leukozyten-, thrombozytenarme bzw. -freie Erythrozytenkonzentrate

Die weitgehende Entfernung der Leukozyten und Thrombozyten aus Erythrozytenpräparationen führt zu einer drastischen Herabminderung der HLA-Antikörperbildung und der dadurch bedingten febrilen, nicht hämolytischen Transfusionsreaktionen (5, 14). Im Prinzip sind 2 Techniken möglich:

1. Mechanisch – durch sorgfältiges Abpressen von Plasma und Buffycoat (8, 15).

2. Entfernung der Leukozyten aus dem Blut durch Adhärenz der Leukozyten an Baumwoll- oder Zelluloseacetatfiltern (9, 16).

1. Mechanische Entfernung des Buffycoates mittels Biotest®-Quetsche. Bei der von Schneider (15) entwickelten und durch Kretschmer (8) modifizierten Methode wird nach Zentrifugation der Vollblutkonserve oder des mittels NaCl aufgeschwemmten Erythrozytenkonzentrates durch absolute dichte Trennung mittels Biotest®-Quetsche der Buffy-Coat plus Überstand von dem Erythrozytenkonzentrat abgetrennt. Das Ergebnis ist ein von Leukozyten und Thrombozyten weitgehend freies Erythrozytenkonzentrat, das durch Aufschwemmen mit 100 ml physiologischem NaCl auf einen Hämatokrit von 0,70 gebracht wird (Tab. 5).

Die buffycoatarmen Erythrozytenkonzentrate gelangen vorwiegend dann zum Einsatz, wenn Patienten über einen längeren Zeitraum Erythrozytenersatz benötigen (chronische, aregeneratorische Anämien, myeloproliferative Erkrankungen, Dialysepatienten) oder eine HLA-Sensibilisierung mit einer geplanten Nieren- oder Knochenmarkstransplantation weitgehend vermieden werden soll (Tab. 6).

2. Durch die Verwendung von Filtern (Ery-Pur®) und einem entsprechend konstruierten Apparat (Prestomat®) kann der Nachteil der mechanischen Leukozytenentfernung, die schlechtere Produzierbarkeit, weitgehend vermindert werden. Durch die semiautomatische Filtrierung wird gleichfalls eine große Reinheit des Erythrozytenkonzentrates erreicht (Tab. 7).

Der Nachteil dieser Methode besteht in den hohen Kosten, die durch den Ankauf des Apparates und die Verwendung der Filter bedingt sind. Obwohl dieses Erythrozytenkonzentrat im geschlossenen System hergestellt wird, sollte die Lagerung mit 24 Std. beschränkt sein. Die Möglichkeit einer Lagerung über einen längeren Zeitraum und einen hohen Reinheitsgrad verbindet das tiefgefrorene Erythrozytenkonzentrat.

Tiefgefrorenes Erythrozytenkonzentrat

Herstellung: Nach Abpressen des Plasmas wird dem Erythrozytenkonzentrat langsam eine Gefrierschutzlösung zugesetzt, die in den meisten Fällen eine Glycerinlösung ist. Die in Europa vorwiegend angewendete Methode ist die sogenannte Low-Glycerol-Technik (12), wobei die Endkonzentration des Glycerins zwischen 14 und 20% beträgt. Anschließend wird das Erythrozytenkonzentrat in flüssigen Stickstoff getaucht und bei -196°C gelagert. Die Lagerdauer beträgt nach den AAB-Standards 3 Jahre, es sind aber auch bereits 10 Jahre gelagerte Erythrozytenkonzentrate erfolgreich transfundiert worden.

Nach dem Auftauen muß das Glycerin aus den Erythrozyten entfernt werden, das durch Zusatz einer hochprozentigen Kochsalz- bzw. Sorbitlösung geschieht. Anschließend erfolgt noch ein intensives Auswaschen mit 2 bis 3 Liter einer physiologischen NaCl-Lsg. Diese Prozedur nimmt, wenn sie mit dem dafür konstruierten Gerät vorgenommen wird, etwa 1 Std. in Anspruch. Durch dieses Auswaschen werden die Eiweißbestandteile und zellulären Komponenten fast vollständig entfernt (Tab. 8).

Abgesehen von der Möglichkeit seltene Blutgruppen und autologes Blut über längere Zeit zu lagern oder eine Langzeitreserve an Erythrozytenkonzentraten zu haben, bietet das tiefgefrorene Erythrozytenkonzentrat die Vorteile einer eiweißfreien und leukozyten- und thrombozytenfreien Erythrozytenpräparation, wie sie bereits im Abschnitt der buffycoatarmen Erythrozytenkonzentrate besprochen wurden (Tab. 9).

Nachteilig sind der hohe Aufwand und die damit verbundenen hohen Kosten. Außerdem konnte die anfangs der 70er Jahre geäußerte Hoffnung, daß tiefgefrorene Erythrozytenpräparationen weitgehend hepatitis-sicher sind, nicht bestätigt werden.

In den letzten Jahren wurde versucht, bei Patienten mit Thalassämie oder Sichelzellanämien sogenannte junge Erythrozyten zu transfundieren, um die Transfusionsfrequenz zu senken (12). Die Herstellung dieser Erythrozytenkonzentrate geschieht mittels Zellseparatoren, wobei sich die jungen, großvolumigen Erythrozyten an der Grenzschicht zwischen Buffycoat und Erythrozyten konzentrieren und dort gezielt abgenommen werden können (Tab. 10). Wegen des großen Aufwandes ist die Anwendung solcher Erythrozytenkonzentrate beschränkt und sollte auf ausgewählte Fälle begrenzt bleiben.

Die Herstellung bestimmter Erythrozytenkonzentrate hat vor allem für die Nieren- und Knochenmarkstransplantation große Bedeutung.

Bei Nierentransplantationen konnte durch Opelz (10) und Persijn (11) nachgewiesen werden, daß bei Nierenempfängern, die Transfusionen erhalten hatten bzw. nach Gravidität eine höhere Überlebensrate des Transplantates aufwiesen als jene, die überhaupt nie transfundiert worden waren oder keine Gravidität durchgemacht hatten. Andererseits konnte gezeigt werden, daß durch die Bildung von HLA-Antikörpern nach einer größeren Anzahl

von Bluttransfusionen es zu einer höheren Abstoßungsrate des Nierentransplantates kommt. Darauf fußend wurde von Engelfriet (4) folgendes Transfusionschema angegeben: 1–3 gewaschene Erythrozytenkonzentrate von der Transplantation und falls weitere Konserven notwendig sind, nur mehr weitgehend leukozytenfreie Konserven. Das von Jeannet (6) angegebene Genfer Transfusionschema sieht monatlich 1 Vollblut oder ein Erythro-

Tab. 5: Erythrozytenkonzentrat buffycoatarm

Inkubation bei 37°C

Zentrifugation $1300 \times g$, 10 min

Trennung Erythrozyten/Buffycoat + NaCl bzw. Plasma durch Biotest®-Quetsche.

Mittelwerte aus 25 Konserven, angegeben sind $\bar{x} \pm s$

	Vor	Nach	% Verlust
Erythrozyten ($\times 10^{12}$)	$1,88 \pm 0,23$	$1,57 \pm 0,45$	$12,51 \pm 10,10$
Leukozyten ($\times 10^9$)	$2,51 \pm 1,31$	$0,11 \pm 0,10$	$95,82 \pm 2,92$
Thrombozyten ($\times 10^9$)	$38,99 \pm 19,07$	$5,12 \pm 5,07$	$86,13 \pm 11,57$

Tab. 6: Erythrozytenkonzentrate buffycoatarm (Biotest®-Quetsche)

Indikation

- Weitgehende Vermeidung von Immunisierung durch HLA-Antigene (bei Nieren-, Knochenmarkstransplantationen, chron. Anämien)
- Bei febrilen nicht-hämolytischen Transfusionsreaktionen
- Verhütung von Aggregatebildung

Vorteile

- Verringerung der HLA-Sensibilisierung 4% (kritische Leukozytenzahl: $0,5 \times 10^9$)
- Relativ billig

Nachteile

- Arbeits- und zeitaufwendig (Dauer 1 Std. mit Inkubation)
- Nicht ohne weiteres reproduzierbar (personenengebunden)
- Max. 24 Std. haltbar (wenn offenes System)
- Hepatitisrisiko gegenüber Vollblutkonserve nicht wesentlich vermindert

Tab. 7: Erythrozytenkonzentrat „gefiltert“, automatische Filtrierung mit Erypur®. Mittelwerte aus 25 Konserven, angegeben sind $\bar{x} \pm s$

	Vor	Nach	% Verlust
Erythrozyten ($\times 10^{12}$)	$1,84 \pm 0,34$	$1,73 \pm 0,18$	$7,47 \pm 5,44$
Leukozyten ($\times 10^9$)	$2,16 \pm 0,91$	$0,01 \pm 0,02$	$99,06 \pm 1,33$
Thrombozyten ($\times 10^9$)	$46,62 \pm 32,19$	$7,86 \pm 4,12$	$78,17 \pm 13,18$
Hämatokrit	$0,61 \pm 0,07$	$0,64 \pm 0,07$	

Tab. 8: Erythrozytenkonzentrat tiefgefroren, 18% Glycerol, flüssiger N_2 , -196°C . Mittelwerte aus 25 Konserven, angegeben sind $\bar{x} \pm s$

	Vor	Nach	% Verlust
Erythrozyten ($\times 10^{12}$)	$1,76 \pm 0,26$	$1,55 \pm 0,33$	$10,12 \pm 9,85$
Leukozyten ($\times 10^9$)	$1,53 \pm 1,17$	$0,02 \pm 0,02$	$98,42 \pm 2,28$
Thrombozyten ($\times 10^9$)	$21,17 \pm 12,34$	$1,75 \pm 1,12$	$92,17 \pm 8,56$

Tab. 9: Erythrozytenkonzentrate tiefgefroren

Indikation	
- Verhinderung von Immunisierung - Anaphylaktoide Reaktionen bei IgA-Mangel - Seltene Blutgruppen - Autologe Blutkonserven	
Vorteile	
- Nahezu eiweiß-, leukozyten- und thrombozytenfrei - Langzeitlagerung über Jahre	
Nachteile	
- Kostenintensiv, aufwendig - Max. 24 Std. nach Auftauen haltbar - Hepatitisrisiko nicht völlig ausgeschaltet	

Tab. 10: Retikulozytengehalt in Erythrozytenkonzentraten, die mittels intermittierender Durchflußseparation hergestellt wurden (Haemonetics 30®). Angegeben sind $\bar{x} \pm s$

N	Peripheres Spendenblut Retikulozyten (%)		Konzentrat Retikulozyten (%)
	Vor	Nach	
26	7,19 $\pm$ 1,71	7,03 $\pm$ 2,38	24,97 $\pm$ 8,12

zytenkonzentrat, insgesamt 5mal, vor. Anschließend eine Erythrozyteneinheit alle 3 Monate, wobei zwischen der letzten Bluttransfusion und der Transplantation nicht mehr als 90 Tage liegen sollten. Bei Patienten, die auf Grund einer aplastischen Anämie oder einer Leukämie einer Knochenmarkstransplantation unterzogen werden sollen, ist v.a. beim Vorliegen einer aplastischen Anämie eine HLA-Sensibilisierung weitgehend zu vermeiden. Es ist daher bei diesen Patienten von Anfang an bei Transfusionsbedürftigkeit eine Substitution mit buffycoatfreien Erythrozytenpräparaten angezeigt.

Nach dem teilweisen Ersatz der Vollblutkonserve durch die Standarderythrozytenkonserve bieten die verschiedenen Erythrozytenpräparationen jetzt die Möglichkeit eine gezielte Erythrozytensubstitution auf den jeweiligen klinischen Bedarf abgestimmt, durchzuführen. Eiweißreaktionen, febrile nicht hämolytische Transfusionsreaktionen lassen sich weitgehend verhindern und ermöglichen eine für den Patienten wenig belastende Erythrozytensubstitution über einen längeren Zeitraum. Die zunehmende Frequenz an Knochenmarkstransplantationen und die erfolgreiche chemotherapeutische Behandlung verschiedener Malignome insbesondere der malignen Bluterkrankungen erfordert ebenfalls den gezielten Einsatz von bestimmten Erythrozytenpräparationen. Der Kliniker sollte daher die ihm vom Transfusionsdienst angebotenen Möglichkeiten nutzen und eine für den Patienten optimale Transfusionsbehandlung durchführen.

Zusammenfassung

Es werden die einzelnen Erythrozytenpräparationen und deren klinische Anwendung aufgezeigt. Ausgangsmaterial ist die Standarderythrozytenkonserve, die durch einfaches Abpressen hergestellt wird. Ihr Vorteil ist das geringe Transfusionsvolumen, während die noch vorhandenen Eiweiße Unverträglichkeitsreaktionen hervorrufen können. Die Leukozyten und Thrombozyten führen zur HLA-Sensibilisierung. Durch das Waschen mit physiologischem NaCl kann eine weitgehende Entfernung des Eiweißes erreicht werden, wodurch der Einsatz solcher Konserven bei Eiweißreaktionen oder IgA-Antikörpern

indiziert ist. Außerdem sollen solche Konzentrate bei immunhämolytischen Anämien angewendet werden. Die Vermeidung der HLA-Sensibilisierung und der dadurch bedingten febrilen, nicht hämolytischen Transfusionsreaktionen müssen die Leukozyten und Thrombozyten aus den Erythrozytenkonzentraten entfernt werden. Dies geschieht entweder mechanisch durch Abpressen oder durch Filtrieren über einen Baumwoll- bzw. Zelluloseacetatfilter. Damit können über 95% der Leukozyten entfernt werden, wodurch die kritische Sensibilisierungszahl von $0,5 \times 10^9$, Leukozyten unterschritten wird. Gefrorene Erythrozyten bieten den Vorteil einer langen Lagerdauer und eine durch das Auswaschen des Gefrierschutzmittels völlige Entfernung der Leukozyten und Thrombozyten. Schließlich können noch Konzentrate von jungen Erythrozyten hergestellt werden, die eine längere Überlebensdauer als normale Erythrozytenkonzentrate haben und dadurch die Transfusionsfrequenz verringern können. Alle diese Erythrozytenpräparationen bieten dem Kliniker die Möglichkeit zu einer noch differenzierteren Transfusionstherapie als bisher.

Schrifttum:

1. BAUMGARTEN, K.: Transfusionsmedizinische Grundlagen der Blutbestandteiltherapie. Infusionstherapie 7, 180-182 (1980).
2. BERGMANN, H.: Blutbestandteiltherapie: Differentialindikation zur Erythrozyten-gabe. Infusionstherapie 7, 184-189 (1980).
3. BERGMANN, H.: Vollblut oder Blutkomponenten? In: Therapie mit Blutkomponenten, Hrsg.: Ahnefeld F. W. et al. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, pp.94-105 (1980).
4. ENGELFRIET, C. P., PEGELS J. G., BORNE, A. E. G. Kr. f. d.: HLA und Bluttransfusion. Forschungsergebnisse der Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 7, 839-855 (1980).
5. GOLDMAN, S. F., FISCHER, M., BRIBESNECKER, K., SPIESS, H.: Zur Vermeidung der transfusionsbedingten Alloimmunisierung gegen HLA-Antigene. Forschungsergebnisse der Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 7, 831 (1980).
6. JEANNET, M.: HLA und Transplantation. Forschungsergebnisse der Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 7, 857-867 (1980).
7. KNAPP, W.: Bluttransfusion und Eiweißunverträglichkeit. Das med. Lab. 35, 104-106 (1982).
8. KRETSCHMER V., SCHMALHOUT, M., MUELLER-ECKHARDT, C.: Einfache und effiziente Separationsmethode für leukozytenarme Erythrozytenkonzentrate. Forschungsergebnisse und Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 8, 467-479 (1982).
9. MÜLLER, N., DANCKWORTH, H. P.: Leukozytenarme Blutkonserven: Effektivität der automatischen Filtration mit Cellulose-Acetatfilter (Prestomat®). Forschungsergebnisse der Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 7, 423-428 (1980).
10. OPELZ, G., TERASAKI, P. I.: Improvement of kidney graft survival with increased numbers of blood Transfusions. New. Engl. J. Med. 299, 799-803 (1978).
11. PERSIJN, G. G., HOOFF, J. P., van KALFF, M. W., LANSBERGEN, G., ROOD, J. J. van: Effect of blood transfusion and HLA-matching on renal transplantation in the Netherlands. Transplant. Proc. 9, 503-505 (1977).
12. PROPPER, R. D., BUTTON, L. N., NATHAN D. G.: New Approaches to the Transfusion Management of Thalassemia Blood 55, 55-60 (1980).
13. ROW, A. W., EYSTER, E., KELLER, A.: Liquid nitrogen preservation of red blood cells for transfusion. Cryobiology 5, 119-128 (1968).
14. SCHNEIDER, W., SCHNAIDT, M., SCHUNTER, F., LINK, H., WILMS, K.: Sensibilisierungssphylaxe bei hämatologischen Systemerkrankungen mit thrombo-leukoarmen Erythrozytensedimenten. Forschungsergebnisse der Transfusionsmedizin & Immunhämatologie 7, 437-446 (1980).
15. SCHNEIDER, W.: Thrombozyten- und leukozytenarme Erythrozytensedimente. In: Klinische Transfusionsmedizin, Hrsg.: Schneider W., Schorrer R., edition medicin, p.13 (1982).
16. SIRCHIA, G., PARRAVICINI, A., REBULLA, P., FATTORI, L., MILANI, S.: Evaluation of three procedures for the preparation of leukocyte-poor and leukocyte-free red blood cells for transfusion. Vox. Sang. 38, 197-204 (1980).

Anschrift des Verfassers

Prim. Dr. P. Höcker
Allgemeines Krankenhaus
Intensivblutbank
Alser-Str. 4
A-1090 Wien

