



Het toepassen van dubbele erythrocytaferese

Auteurs E. Rombout-Sestrienkova en P.A.H. van Noord

Trefwoorden autologe donaties, bewaarstudie, erythrocytaferese

Samenvatting

Erythrocytenproducten kunnen bereid worden uit volbloeddonaties of sinds enkele jaren via een machinale afname, de zogenoemde erythrocytaferese. In Nederland worden op dit moment uitsluitend erythrocytenconcentraten bereid uit volbloeddonaties, als standaardproduct geleverd. Om na te gaan of machinaal geogste erythrocytenconcentraten ook in Nederland toegepast kunnen worden, is door de afdeling Onderzoek en Onderwijs van Sanquin Bloedbank Regio Zuidoost, op de locatie Maastricht, in de periode tussen 2003-2006 nader onderzoek verricht. Voor het onderzoek werd gebruikgemaakt van erythrocytenconcentraten die

afgenomen waren bij 10 vrijwillige en 49 autologe donors. Erythrocytenconcentraten die afgenomen waren bij vrijwillige donors, werden 42 dagen bewaard en gebruikt voor de bewaarstudie. Erythrocytenconcentraten die afgenomen waren bij autologe donors, werden gebruikt voor het bepalen van productparameters. Hierna werden ze toegediend aan de autologe patiënten met vervolgens een klinische evaluatie. Deze gegevens werden vergeleken met een groep van 52 autologe donors, bij wie in dezelfde periode klassieke volbloeddonatie was toegepast.

(Tijdschr Bloedtransfusie 2008;1:63-9)

Inleiding

In Nederland worden op dit moment uitsluitend erythrocytenconcentraten die bereid zijn uit volbloeddonaties als standaardproduct gehanteerd. Erythrocytenconcentraten kunnen echter ook bereid worden via een machinale afname, de zogenoemde erythrocytaferese. Hierbij vindt scheiding van de bloedcomponenten al tijdens de afname plaats. Het plasma, de trombocyten en de leukocyten krijgt de donor tijdens de procedure terug en aan het einde van de procedure zijn 2 eenheden gestandaardiseerde erythrocytenconcentraten beschikbaar.

Op dit moment zijn er meerdere apparaten die afname van aferese-erythrocytenconcentraten toelaten, beschikbaar, onder andere de MCS[®]+ van de firma Haemonetics BV, de Trima Accel[®] van de firma CaridianBCT en de ALYX[®] van de firma Fenwal Blood Technologies (zie *Figuur 1*). Deze apparaten maken het mogelijk in 30-50 minuten 2 erythrocytenconcentraten, leukocyten verwijderd, bewaard in saline-adenine-glucose-mannitol (SAGM) af te nemen. Bij sommige van deze apparaten bestaat tevens de mogelijkheid 1 eenheid plasma of trombocyten

tijdens dezelfde procedure af te nemen.

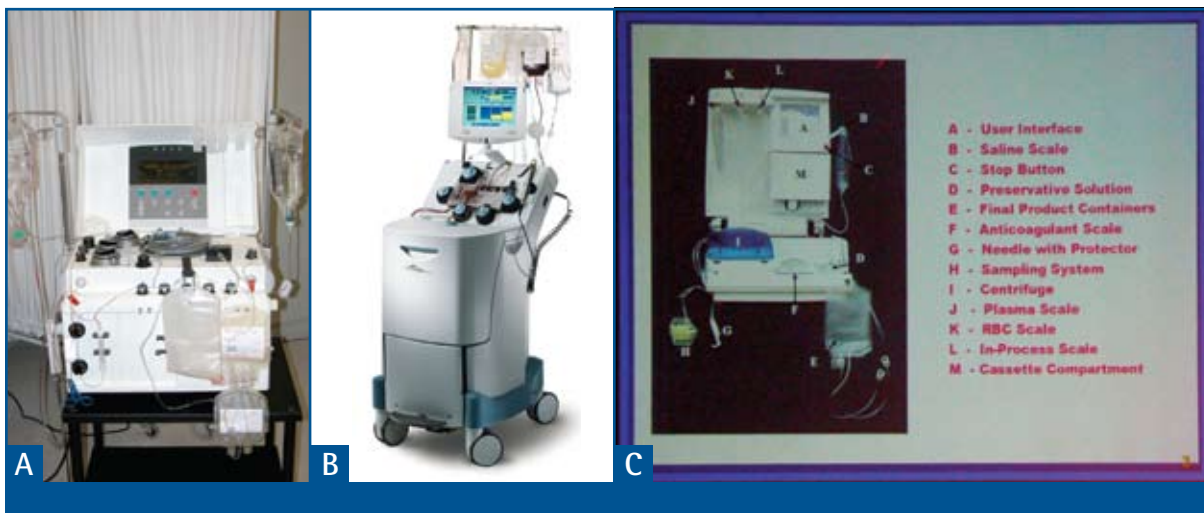
Uit de buitenlandse literatuur is bekend dat erythrocytenconcentraten die bereid zijn met aferese, voldoen aan alle specificaties volgens vigerende richtlijnen.¹⁻⁸ Ze kunnen gedurende 35 dagen bewaard worden onder dezelfde condities als erythrocytenconcentraten die verkregen zijn uit een volbloeddonatie, en kunnen dus ook veilig worden toegediend aan de patiënten. Toch wordt in Nederland nog slechts beperkt van deze methode gebruikgemaakt.

Om na te gaan of machinaal geogste erythrocytenconcentraten ook in Nederland toegepast kunnen worden, is door de afdeling Onderzoek en Onderwijs van Sanquin Bloedbank Regio Zuidoost, op de locatie Maastricht, in de periode 2003-2006 nader onderzoek verricht.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek was tweeledig.

1. Aantonen dat de erythrocytenconcentraten, leukocyten verwijderd, bewaard in SAGM, die



Figuur 1. Beschikbare apparaten voor de afname van aferese-erythrocytenconcentraten. A. MCS⁺ van de firma Haemonetics BV, B. Trima Accel[®] van de firma CaridianBCT en C. ALYX[®] van de firma Fenwal Blood Technologies.

verkregen zijn met dubbele erythrocytaferese, veilig en kosteneffectief bij donoren kunnen worden afgenomen en bij patiënten veilig kunnen worden getransfundeerd.

2. Aantonen dat met erythrocytaferese verzamelde concentraten voldoen aan de specificaties volgens geldende Nederlandse en Europese richtlijnen.

Het onderzoeksprotocol was vooraf goedgekeurd door de medisch-ethische commissie in het Atrium medisch centrum te Heerlen. De onderzoeken werden uitgevoerd in samenwerking met de afdeling Bloedtransfusietechnologie van Sanquin Research te Amsterdam, het Atrium medisch centrum te Heerlen, het VieCuri Medisch Centrum te Venlo, het Maaslandziekenhuis te Sittard en het Laurentius Ziekenhuis te Roermond.

Methodie

Voor het onderzoek naar het veilig afnemen en toedienen van erythrocytenconcentraten die bereid zijn met dubbele erythrocytaferese, werd gebruikgemaakt van erythrocytenconcentraten die afgenomen waren bij 49 autologe donoren. Deze concentraten werden gebruikt voor het bepalen van de productparameters (24 uur na de afname), waarna ze werden vrijgegeven voor toediening aan de autologe patiënten. Vervolgens werd een klinische evaluatie uitgevoerd. Deze gegevens werden vergeleken met gegevens van een groep van 52 autologe donoren, die in dezelfde periode met klassieke volbloeddonatie hun bloed verzamelden. Alle autologe donoren voldeden aan de geldende richtlijnen.⁹ Tot autologe bloeddonatie wordt alleen besloten bij

electieve ingrepen met een reële kans op de noodzaak tot bloedtransfusie. In de praktijk betreft dit vooral de grotere orthopedische en cardiovasculaire chirurgie, sommige vormen van kaak- en plastische chirurgie, en urologische of gynaecologische ingrepen. Voorwaarde is dat er naar verwachting niet meer dan 4 eenheden erythrocytenconcentraat nodig zullen zijn.

Voor het onderzoek naar het veilig bewaren van erythrocytenconcentraten die bereid zijn met dubbele erythrocytaferese, werd gebruikgemaakt van erythrocytenconcentraten die afgenomen waren bij 10 vrijwillige donoren. Deze concentraten werden gedurende 42 dagen bewaard. De 10 vrijwillige donoren voldeden aan de vigerende Europese richtlijnen voor het afnemen van een dubbel erythrocytenconcentraat.¹⁰

Alle 59 donoren bij wie erythrocytenconcentraten met erythrocytaferese werden verzameld, hadden aangegeven geen bezwaar te hebben om mee te doen aan het onderzoek. Ze ontvingen vooraf schriftelijke informatie over de afname van erythrocytenproducten met behulp van een afereseapparaat. Op de dag van de afname vond een gesprek met de verantwoordelijke transfusiearts plaats en werd door de donoren een 'informed consent' getekend.

Procedure

Voor beide studies werd gebruikgemaakt van de MCS⁺ van de firma Haemonetics BV, met de bijhorende LN-948 F-set. Deze set bestaat uit een vooraf aangesloten optische bowl, een geïntegreerd bacteriefilter, pvc-productzakken en bloedslangen. De optische bowl wordt rondgedraaid door de cen-

**Tabel 1. De configuratie van de systeemparameters voor het verzamelen van de erythrocytenproducten met de MCS[®]+ van de firma Haemonetics BV.**

Target erythrocyten	2 x 200 ml (voor de filtratie)
Gebruikt bewaarmedium SAGM	200 ml per procedure
Gebruikte antistolling CPD-50	1:16
Compensatie naar de donor	400 ml 0,9% NaCl
<i>SAGM= saline-adenine-glucose-mannitol.</i>	

trifuge om het ontstolde volbloed te scheiden in de verschillende componenten. De configuratie van de systeemp parameters voor het verzamelen van de erythrocytenproducten is weergegeven in *Tabel 1*.

De toevoeging van SAGM werd volledig geautomatiseerd door het afereseapparaat uitgevoerd. Na het beëindigen van de procedure werd de tijdelijke rode bloedcel (RBC)-zak gedurende 2 uur opgehangen op een standaard (hoogte 1,60 m). Na het openen van de klemmen vond door de zwaartekracht het filtratieproces plaats. Uiteindelijk werd op geleide van het gewicht de inhoud verdeeld in 2 bewaarzakken. Het daarbij te verwachten verlies aan volume is circa 20%.

Bij elke donor werd vóór het begin van de procedure een buis met 5 ml bloed afgenomen, om het aantal erythrocyten, leukocyten, trombocyten, het hemoglobine en de hematocrietwaarde met behulp van een coulter teller te bepalen. Met deze gegevens berekent de MCS[®]+ de waarde van het te bereiken hematocriet van de donor aan het eind van de afnameprocedure. De procedure wordt in gang gezet als de machine aangeeft dat de hematocrietwaarde na de afnameprocedure 0,30 of hoger is. Na elke

Tabel 2. Donorkarakteristieken van de erythrocytaferese groep.

	Voor de procedure	Na de procedure
	Gemiddelde (min-max)	Gemiddelde (min-max)
Systole (mmHg)	148 (117-180)	142 (115-190)
Diastole (mmHg)	87 (63-100)	80 (71-100)
Polsfrequentie	79 (57-100)	72 (56-92)
Hb (mmol/l)	9,0 (7,6-10,6)	7,0 (5,2-8,7)
Ht (%)	0,42 (0,35-0,52)	0,32 (0,26-0,42)
Erythrocyten (x10 ¹² /l)	4,5 (3,8-5,5)	3,4 (2,6-4,5)

procedure werden uit kwaliteits- en veiligheidsoverwegingen de actuele waarden van hemoglobine, hematocriet, leukocyten, erythrocyten en trombocyten opnieuw met behulp van een coulter teller bepaald. De bloedafname vond plaats door een venapunctie in een arm, waarbij dezelfde lijn gebruikt werd voor de bloedafname en het retourneren van plasma met daarin leukocyten en trombocyten.

Resultaten

Het afnemen van autologe erythrocytenconcentraten

Van 49 autologe donors (zie *Tabel 2* voor de karakteristieken) die aangemeld waren voor een afname met erythrocytaferese, kon bij 3 (6,1%) donors de procedure niet worden verricht (1 had slechte vaten, 1 was bang voor de afname en 1 keer was een technische storing van het apparaat de oorzaak). Bij de overgebleven 46 donors zijn tijdens 54 procedures 108 erythrocytenconcentraten, van totaal 118 aangevraagde producten, verzameld. Het aantal complicaties was 4 (7,4% per procedure en 3,7% per product): 3 do-

Tabel 3. Vergelijking van diverse karakteristieken tussen beide groepen.

	Erythrocytaferese groep	Volbloedgroep	p-waarde
Gemiddelde leeftijd (jaar)	60	54	0,05
% vrouwen	49	64	0,16
Gemiddelde gewicht (kg)	80	79	0,65
Gemiddelde lengte (cm)	169	172	0,40
Gemiddelde bloedvolume (l)	4,85	4,50	0,01
Gemiddelde systole (mmHg)	148	138	0,001
Gemiddelde diastole (mmHg)	87	81	0,001
Gemiddelde polsfrequentie	73	76	0,17
Gemiddelde initiële Hb (mmol/l)	9,1	8,6	0,001

Tabel 4. Kwaliteitsparameters van aferese-erythrocyten, leukocyten verwijderd, bewaard in saline-adenine-glucose-mannitol (89 gemeten producten op dag 1).

	Gemiddelde	SD
Volume (ml)	274	4,68
Leukocyten (x 10 ⁶ /product)	<0,1	
Hemoglobine (g/product)	54,0	2,27
Ht (%)	59,0	2,00
Trombocyten (x 10 ⁹ /product)	0,92	0,63

nors kregen klachten van een milde citraatreactie en 1 donor kreeg een licht gevoel in het hoofd. Alle complicaties behoren tot de categorie lichte complicaties en waren binnen enkele minuten verholpen. Van de groep van 52 aangemelde autologe donors bij wie volbloed werd afgenomen, kon bij 4 (7,7%) donors de afnameprocedure niet worden verricht (2 hadden slechte vaten, 1 was bang voor de afname en 1 was afgekeurd wegens medische redenen). Bij de overgebleven 48 donors zijn 102 producten van totaal 113 aangevraagde producten verzameld. Het aantal complicaties bij deze in totaal 102 afnames was 8 (7,8%). Ook in deze groep behoorden alle complicaties tot de categorie licht (duizeligheid, hematoom).

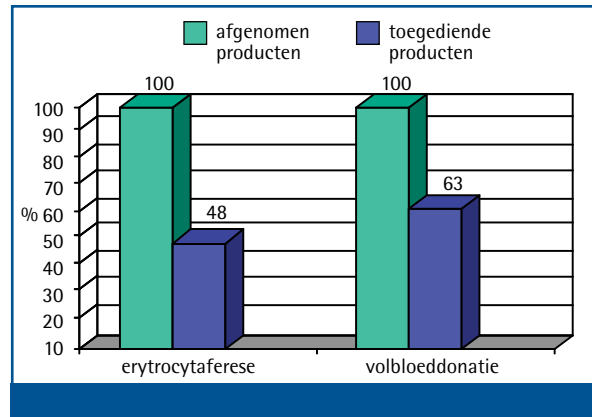
Beide groepen waren vergelijkbaar qua leeftijd, operatie-indicaties en hematologische parameters (zie Tabel 3).

Er was geen significant verschil in het aantal afkeuringen en complicaties in beide groepen. Het percentage afgenomen producten ten opzichte van aangevraagde producten was in de aferesegroep 91,5% versus 90% in de volbloedgroep.

Bij 89 van alle 108 erythrocytenconcentraten die met dubbele erythrocytaferese waren afgenomen, zijn de standaard kwaliteitsparameters binnen 24 uur na de afname gemeten (zie Tabel 4). Het volume is bepaald door het meten van het gewicht, het aantal leukocyten met behulp van een flowcytometer, en het hemoglobine, het aantal leukocyten en het trombocytengehalte zijn bepaald met behulp van een coulter teller. Uit deze metingen blijkt dat alle producten aan de normen voldoen.^{9,11} Er waren verder geen verschillen tussen de 2 erythrocytenconcentraten afgenomen per dubbele afereseprocedure.

Het toedienen van autologe erythrocytenconcentraten

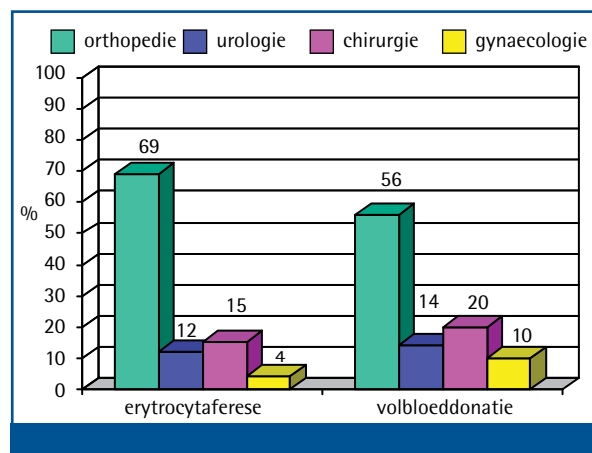
Bij 24 autologe patiënten zijn in totaal 52 aferese-erythrocytenconcentraten toegediend (zie Figuur 2)



Figuur 2. Percentage toegediende producten in beide groepen.

en vervolgd door middel van hemoglobinemetingen voor en na de toediening. Deze waarden zijn met hulp van een enquêteformulier bij de 4 deelnemende ziekenhuizen verzameld en geretourneerd naar de bloedbank. Redenen voor het toedienen van erythrocyten waren acute bloedingen tijdens of na de operatie (vasculaire chirurgie, kaakchirurgie, gynaecologische ingrepen, urologische ingrepen en orthopedische vervangingen van een totale heup). In Figuur 3 zijn de indicaties voor het verzamelen van autologe concentraten in beide groepen weergegeven.

De gemiddelde waarde van hemoglobine die gehanteerd werd als indicatie voor het toedienen van erythrocytenconcentraten bij de erythrocytaferesegroep was 5,6 mmol/l (spreiding 4,1-7,5). Na het toedienen van gemiddeld 2,16 eenheden erythrocytenconcentraten per patiënt steeg de waarde van het hemoglobine gemiddeld naar 6,8 mmol/l (spreiding 5,4-8,4). Dit betekent een gemiddelde hemoglobinesijting



Figuur 3. Indicaties voor het verzamelen van autologe bloedproducten in beide groepen.

**Tabel 5. Kwaliteitsparameters van aferese-erythrocyten, leukocyten verwijderd, bewaard in saline-adenine-glucose-mannitol (10 gemeten producten op dag 1).**

	Gemiddelde	SD
Hemoglobine (g/product)	53,6	2,27
Hematocriet (%)	57,6	1,53
Leukocyten ($\times 10^6$ /product)	0,12	0,04
Trombocyten ($\times 10^9$ /product)	3,9	2,18
Erythrocyten ($\times 10^{12}$ /product)	6,2	0,41
Hemolyse (%)	0,07	0,01

van 0,55 per toegediende eenheid. Er waren geen transfusioreacties gemeld tijdens of na het toedienen van de aferese-erythrocytenconcentraten.

De bewaarstudie

De 10 erythrocytenconcentraten die waren afgenomen bij 10 vrijwillige donors, zijn na de afname naar de afdeling Bloedtransfusietechnologie van Sanquin Research te Amsterdam vervoerd. Hier zijn ze gedurende 42 dagen bij 2-6°C bewaard, conform de bewaarcondities die beschreven zijn in de Richtlijn Bloedproducten.¹¹ Monsters voor de bepalingen zijn afgenomen op dag 1, 7, 28, 35 en 42 en de volgende parameters zijn bepaald:

- hematologie: hematocriet, hemoglobine, aantal erythrocyten, trombocyten en leukocyten;
- hemolyse (vrij hemoglobine in suspensie);
- metabolieten: de adeninenucleotiden ATP, AMP en ADP, 2,3-DPG, kalium, glucose en lactaat.

Aan het einde van de bewaarperiode werden alle erythrocytenconcentraten getest op steriliteit. De uitslagen van alle steriliteitstests bleven negatief.

De gemiddelde hoeveelheid hemoglobine was 53,6 g/eenheid (standaarddeviatie 2,27) en het gemiddelde hematocriet was 57,6% (standaarddeviatie 1,53). Het percentage hemolyse was gemiddeld 0,07%. Alle gemeten parameters voldeden aan de geldende richtlijnen (zie *Tabel 5*).

De gemiddelde waarde van ATP, de totale hoeveelheid adeninenucleotiden en 2,3-DPG, gemeten gedurende de bewaarperiode, zijn weergegeven in *Tabel 6*. De gemiddelde hoeveelheid van ATP na 35 dagen van de bewaarperiode was 3,0 $\mu\text{mol/g}$. Volgens de Richtlijn Bloedproducten komt een waarde van 2,7 $\mu\text{mol/g}$ Hb overeen met een in-vivoherstel na 24 uur van >75%. Volgens de aanbevelingen in dezelfde richtlijn moet 90% van de eenheden voldoen aan deze eis of moet 90% van de totale hoeveelheid adeninenucleotiden aan het einde van bewaarperiode nog steeds aanwezig zijn. In deze studie voldeed 80% van de eenheden aan de eerste en 100% aan de tweede eis. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat met aferese verzamelde erythrocytenconcentraten voldoen aan de eis van in-vivoherstel na 24 uur van >75%. In de *Tabel 7* is te zien dat ook de concentraties van kalium en glucose, gemeten tijdens de bewaarperiode, voldoen aan de eisen die gesteld worden in de richtlijnen. De eis voor kalium is na bereiding fysiologisch, voor glucose na bereiding circa 20 mmol/l en op dag 35 minimaal 5 mmol/l.

Kosteneffectiviteit

Naar de kosteneffectiviteit is een beperkte analyse uitgevoerd, waarbij alleen de kosten van personeel, de gebruikte sets en de uitgevoerde laboratoriumtests over het totale aantal per patiënt uitgevoerde

Tabel 6. Veranderingen in ATP, de totale hoeveelheid adeninenucleotiden en 2,3-DPG gedurende de bewaarperiode in aferese-erythrocytenconcentraten (n=10).

	Matrix	ATP ($\mu\text{mol/g}$ Hb)		AMP+ADP+ATP ($\mu\text{mol/g}$ Hb)		2,3-DPG ($\mu\text{mol/g}$ Hb)	
		Gemiddeld	SD	Gemiddeld	SD	Gemiddeld	SD
Dag 0	VB	4,6	0,55	4,6	0,55	15,6	1,79
Dag 1	RCC	4,4	0,56	4,2	0,54	16,7	2,03
Dag 7	RCC	3,5	0,48	3,5	0,50	16,6	1,85
Dag 28	RCC	3,6	0,53	4,7	0,55	0,5	0,43
Dag 35	RCC	3,0	0,49	4,1	0,50	NB	
Dag 42	RCC	2,4	0,53	3,6	0,57	NB	

VB=volbloed, gemeten uit een buis die is afgenomen voor de afname middels erythrocytaferese;
RCC=rodecelconcentraten, gefiltreerd erythrocytenconcentraat in saline-adenine-glucose-mannitol;
NB=niet bepaald.

Tabel 7. Kalium-, glucose- en lactaatconcentraties gedurende de bewaarperiode in aferese-erythrocytenconcentraten (n=10).

	matrix	Kalium (mmol/l)		Glucose (mmol/l)		Lactaat (mmol/l)	
		Gemiddeld	SD	Gemiddeld	SD	Gemiddeld	SD
Dag 1	RCC	6,0	1,3	23,1	1,2	4,7	0,7
Dag 7	RCC	34,1	5,3	20,9	1,2	15,4	1,4
Dag 28	RCC	50,4	3,4	12,0	1,5	27,1	1,8
Dag 35	RCC	55,0	3,3	9,3	1,5	35,0	2,0
Dag 42	RCC	56,9	2,5	7,0	1,5	38,0	1,9

RCC=rodecelconcentraten.

autologe afnames zijn betrokken. De winst voor de patiënt, die bij erythrocytaferese minder vaak naar de bloedbank hoeft te komen, is niet in de berekening meegenomen. De uiteindelijke berekening, die is gemaakt in samenwerking met de Unit Facilitair beheer van de Bloedbank Regio Zuidoost en de concerncontroller van Sanquin, liet een zeer lichte toename van de kosten zien bij de toepassing van afereseafname, in vergelijking met de klassieke volbloeddonaties (toename circa 3%).

Discussie

In de bloedbank lijkt dubbele erythrocytaferese goed toepasbaar bij het verzamelen van erythrocytenconcentraten voor autologe toediening. Dit gaat mogelijk ook op bij de verzameling van bijzondere erythrocytenconcentraten, zoals voor patiënten met combinaties van meerdere antistoffen of antistoffen tegen zogenoemde 'public' antigenen, en eventueel ook bij een tekort aan voorraad van O-negatieve erythrocytenproducten. Afhankelijk van het bloedvolume van een donor kunnen bij homologe donors 2 of zelfs 3 erythrocytenconcentraten, al dan niet gecombineerd met een enkel trombocyten- of enkel plasmaproduct, afgenomen worden tijdens een bezoek aan de bloedbank.

Een logistiek voordeel van deze methode is dat het aantal bezoeken van autologe donors aan de bloedbank met een derde wordt teruggebracht (46 autologe aferesedonors=46 nieuwe keuringen + 46 afnames van een dubbel product=totaal 92 bezoeken voor 92 producten, tegenover 46 volbloeddonors=46 nieuwe keuringen + 92 bezoeken voor 92 producten=totaal 138 bezoeken). Tevens worden geen onnodige bestanddelen (plasma en buffycoat) afgenomen en vernietigd. Bij homologe bloeddonors met bloedgroep O-negatief zullen deze afnames tot een vermindering van de donorbelasting leiden.

Verder is volgens bekende literatuur het aantal donorcomplicaties bij de machinale afname lager dan bij de klassieke volbloeddonatie.¹²⁻¹⁴ Deze studie liet geen verschil per procedure zien, echter wel een verschil per product.

Tevens biedt deze methode de mogelijkheid om een beter te specificeren erythrocytenconcentraat te leveren met een standaardvolume en een standaard totaal aantal erythrocyten per ml. Het concentraat wordt kant en klaar aangeleverd aan de afdeling Bewerking, waardoor het aantal bewerkingstappen wordt verminderd. De mogelijkheid van een kostenbesparend effect bij het introduceren van multipole-componentenafnames lijkt eveneens aanwezig.

Conclusie

De resultaten van de onderzoeken tonen aan dat aferese-erythrocytenconcentraten, leukocyten verwijderd, bewaard in SAGM, net zo veilig verzameld kunnen worden bij donors als volbloederythrocyten. De erythrocytenconcentraten voldoen aan de Nederlandse richtlijnen wat betreft kwaliteitsparameters gemeten binnen 24 uur na bereiding, en wat betreft hematologische en metabolische parameters gemeten gedurende de bewaarperiode van 35 dagen. Dubbele erythrocytaferese kan vrijwel kostenneutraal worden toegepast.

Dankwoord

We bedanken graag dhr. dr. P. Berendes - Atrium medisch centrum te Heerlen, dhr. drs. J. van Gend - VieCuri Medisch Centrum te Venlo, mw. dr. R.C.R.M. Vossen - Maaslandziekenhuis te Sittard en dhr. drs. A. Borst - Laurentius Ziekenhuis te Roermond, voor hun hulp, alsmede de patiënten en donors die als vrijwilliger hebben bijgedragen aan deze studie.



Aanwijzingen voor de praktijk

1. De afname van erythrocytenconcentraten met dubbele erythrocytaferese kan net zo veilig worden uitgevoerd als de afname van volbloederythrocyten.
2. De kwaliteitsparameters van aferese-erythrocytenconcentraten, leukocyten verwijderd, bewaard in saline-adenine-glucose-mannitol, gemeten binnen 24 uur na bereiding, en de hematologische en metabolische parameters gemeten gedurende 35 dagen bewaren, vallen binnen de Nederlandse richtlijnen.
3. Autologe donors hoeven met dubbele erythrocytaferese een derde minder bezoeken aan de bloedbank te brengen.

Referenties

1. Picker SM, Radojska SM, Gathof BS. *In vitro* quality of red blood cells (RBCs) collected by multicomponent apheresis compared to manually collected RBCs during 49 days of storage. *Transfusion* 2007;47:687-96.
2. Harrison JF. Automated red cell collection – quality and value. *Transfus Med* 2006;16:155-64.
3. De Korte D, Verhoeven AJ. Quality determinants of erythrocyte destined for transfusion. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)* 2004;50:187-95.
4. Leitner GC, Jilma-Stohlawetz P, Stiegler G, Weigel G. Quality of packed red blood cells and platelet concentrates collected by multicomponent collection using the MCS plus device. *J Clin Apher* 2003;18:21-5.
5. Rock G, Moltzan C, Alharbi A, Giulivi A, Palmer D, Bormanis J. Automated collection of blood components: their storage and transfusion. *Transfus Med* 2003;13:201-25.
6. Snyder EL, Elfath MD, Taylor H, Rugg N, Greenwalt TJ, Baril L, et al. Collection of two units of leukoreduced RBCs from a single donation with able multicollection system. *Transfusion* 2003;43:1695-705.
7. Bandarenko N, Rose M, Kowalsky RJ, Baston RK. *In vivo* and *in vitro* characteristics of double units of RBCs collected by apheresis with a single in-line WBC-reduction filter. *Transfusion* 2001;41:1373-7.
8. Holme S, Elfath MD, Whitley P. Evaluation of *in vivo* and *in vitro* quality of apheresis-collected RBC stored for 42 days. *Vox Sang* 1998;75:212-7.
9. Richtlijn Donorkeuring. Sanquin document. MT001. RLSQ.003. 2007.
10. Council of Europe. *Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components 14th ed.* Strasbourg: Council of Europe. 2008.
11. Richtlijn Bloedproducten. Sanquin document. PT009. RLSQ 003. 2008.
12. Eder AF, Dy BA, Kennedy JM, Notari Iv EP, Strupp A, Wissel ME, et al. The American Red Cross donor hemovigilance program: complications of blood donation reported in 2006. *Transfusion* 2008 (epub ahead of print).
13. Yuan S, Gornbein J, Smeltzer B, Ziman AF, Lu Q, Goldfinger D. Risk factors for acute, moderate to severe donor reactions associated with multicomponent apheresis collections. *Transfusion* 2008 (epub ahead of print).
14. Wiltbank TB, Giordano GF. The safety of automated collections: an analysis of more than 1 million collections. *Transfusion* 2007;47:1002-5.

Ontvangen 3 juli 2008, geaccepteerd 6 augustus 2008.

Correspondentieadres

Mw. drs. E. Rombout-Sestrienkova, internist-transfusiespecialist

Sanquin Bloedbank Regio Zuidoost
Unit Klinisch Consultatieve Dienst, locatie Maastricht
Postbus 1013
6501 BA Nijmegen
E-mailadres: e.rombout@sanquin.nl

Dhr. dr. P.A.H. van Noord, arts-epidemioloog

Unit Onderzoek en Onderwijs, locatie Nijmegen

Correspondentie graag richten aan de eerste auteur.

Belangenconflict: geen gemeld.

Financiële ondersteuning: geen gemeld.