

緊急時の交換輸血に用いる血液の簡便な調製方法

勝又 雅子 秋野 光明 内藤 友紀 本間 稚広 加藤 俊明
池田 久實 高本 滋

主に新生児溶血性疾患の交換輸血に用いられる合成血「日赤」(以下, BET) は, 調製の際に大容量型の冷却遠心機を用いる。しかし, このような遠心機を保有する医療機関はまれであるため, 血液センター以外の施設で, BET を調製することは困難とされる。さらに血液センター製造施設の集約により, 医療機関へBETを届ける輸送時間が長くなる傾向にあり, 医療現場においては緊急時に間に合わない危険性を否定できない。

そこで, 我々はBETの簡便な調製方法について検討した。その結果, 比較的汎用性の高い小型の卓上遠心機を使用して, BETと同等の品質を有する1/3容量の血液(以下, R-BET)を調製できることを確認した。さらに調製時, 原料製剤となる赤血球濃厚液-LR「日赤」と新鮮凍結血漿-LR「日赤」の混和量を変えることで, R-BETのヘマトクリット値を35%から55%まで上げることも可能であった。

容易に調製が可能なR-BETは, 緊急を要する場合の臨床での使用に有益であると考えられた。

キーワード: 簡易合成血, 上清カリウム, 高ヘマトクリット値, 卓上遠心機, 小容量分離バッグ

はじめに

合成血-LR「日赤」Blood for Exchange Transfusion-Leukocytes Reduced, “Nisseki”(以下, BET) は注文を受けてから製造を開始する受注製造であるため, 医療機関への納品時間は製造施設からの距離すなわち輸送時間が関係する。血液センターは昨今, 製造施設が集約化されつつあり, 製造施設から医療機関への輸送時間が増すことで血液製剤の到着に時間がかかる傾向にある。北海道の赤十字血液センターでは, 函館エリアの製造施設を集約した際, 製造施設から遠隔地の医療機関へのBETの供給に関して, 注文の24時間受け付け(緊急受注)や, 医療機関からの患者の事前情報に基づいて受注前に製造を行い, 近距離の供給施設に備蓄しておくことで納品時間を早める工夫(受注前製造)をしてきた^{1)~3)}。

しかしながら, さらに緊急性を要する場合に備え, 簡易的に調製可能なBET(簡易合成血: Reconstituted blood for exchange transfusion: 以下, R-BET)の調製方法を考案する必要がある。血液センター以外でBETを容易に調製できない理由は, 調製に必要な大容量型の冷却遠心機を多くの医療機関は保有していないことが一因として挙げられる。そのため, 医療機関では赤血球濃厚液-LR「日赤」Red Cells Concentrates, Leukocytes Reduced, “Nisseki”(以下, RCC-LR)の遠心操作

を行わず新鮮凍結血漿-LR「日赤」Fresh Frozen Plasma-Leukocytes Reduced, “Nisseki”(以下, FFP-LR)を混合した製剤(以下, 混合血)を使用する場合がある。

我々はこのことに着目し, 比較的汎用性の高い小型の卓上遠心機を用いる方法を発案した。卓上遠心機の遠心バケットには小容量分離バッグ(以下, 小バッグ)が収容できる。この小バッグにRCC-LRを移し替えて遠心し, BETと同等な品質を有する血液を調製することが可能であるかを検討した。また, 輸血時の貧血回避にはBETのヘマトクリット値が重要である。そこでBETと同様の血液バッグ(以下, 通常バッグ)ならびに小バッグを用いて, ヘマトクリット値を55%に調整したBETおよびR-BETの製造を試みた。

方 法

1. R-BETの調製法 (Fig. 1)

卓上遠心機(KUBOTA-4000: 久保田商事)を用いたR-BETの調製法を示した。

無菌接合装置SCD(テルモ無菌接合装置TSCD202: テルモ)を用い, 採血後5日目のRCC-LRと空の小バッグ(テルモ小容量分離バッグBB-TQ008J: テルモ)を接続し(①), 1単位の約1/3量である60mlを分離バッグに分取した(②)。分取したRCCに空バッグが接続された状態でチューブをシールし切り離れた(③)。パッ

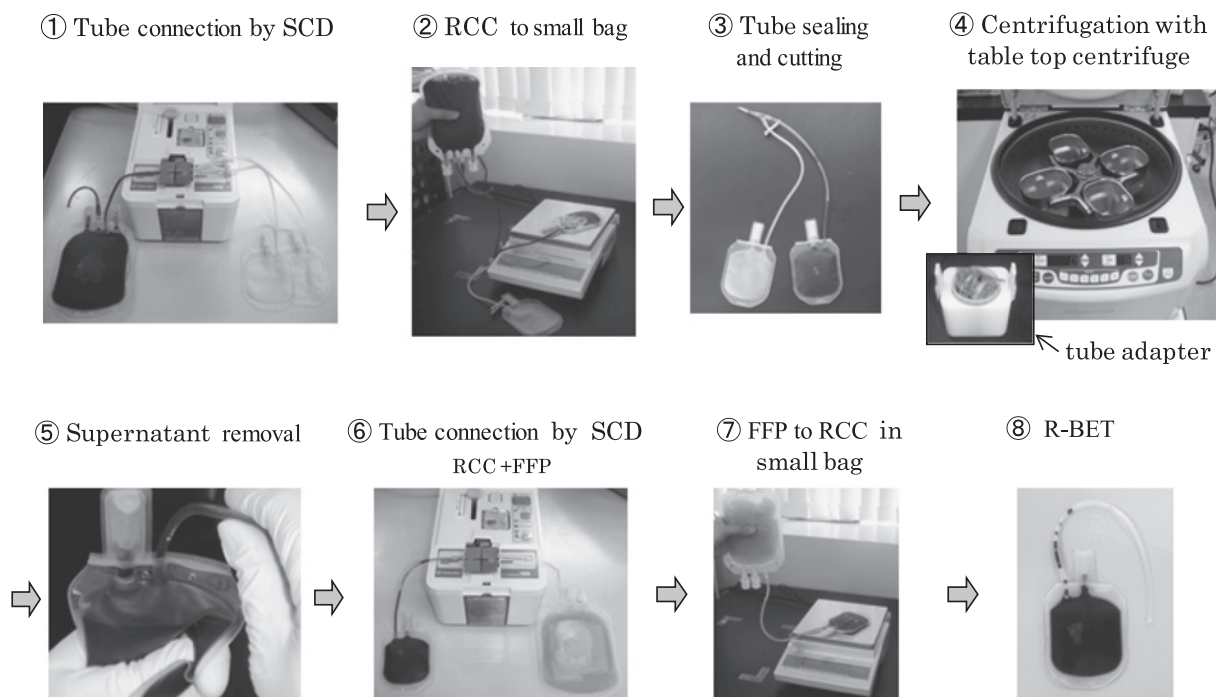


Fig. 1 BET prepared via our simple method

グを充填することができる遠心機のアダプター(チューブブラック 055-4850 : 久保田商事) にバッグを詰め、卓上遠心機にて遠心 ($1.0 \times 10^6 \text{g} \cdot \text{sec}$) した (4)。遠心後にバッグの下部を握り圧排することで、上清を空バッグへと押し出し、赤血球層のみを回収した (5)。赤血球バッグと FFP-LR のバッグを無菌的に接続し (6)、約 45ml の血漿を赤血球へ添加する (7) ことで、R-BET とした (8)。以上の調製には約 30 分を要する。

2. 試験用 R-BET と BET の調製

試験用血液にはいずれも 2 単位の採血後 5 日目の RCC-LR (約 270ml) と採血後 6~11 カ月経過した FFP-LR を用いた。まず R-BET 調製用として RCC-LR から小バッグに 60ml 分取し、上記 1 に示す方法で R-BET を調製した。次に対照である BET 調製用として 1 単位用の通常バッグに同じ製造番号の RCC-LR から 130ml 分取し、1 単位の BET を調製した。

3. R-BET の品質試験

R-BET を調製後、2~6℃ で 120 時間保存した。調製直後並びに保存 24, 48, 72, 120 時間ごとに容量、血算(赤血球数、ヘモグロビン値 : Hgb, ヘマトクリット値 : Hct), pH, 上清カリウム、上清ヘモグロビン、総蛋白、浸透圧、赤血球機能(アデノシン三リン酸 : ATP, 2,3-ジホスホグリセリン酸 : 2,3-DPG), 血漿機能(プロトロンビン時間 : PT, 活性化部分トロンボプラスチン時間 : aPTT, フィブリノーゲン, 凝固第 VIII 因子活性) を Table 1 に示す方法で測定した。また、R-BET 中の抗 A・抗 B 抗体価を調べた。それぞれの測定値は

BET と比較した。

4. 高ヘマトクリット BET の調製と品質試験

BET に比べ Hct が高い BET (以下、High Hct-BET) を、通常バッグならびに小バッグを用いて製造した。通常バッグの場合は 120ml 添加する血漿を 45ml に減量、小バッグを用いる場合には Fig. 1 の工程 2 で分取する RCC-LR 量を 85ml に、工程 7 で添加する FFP-LR を 25ml にした。High Hct-BET は上記 3 と同様、性状と 120 時間保存中の品質を測定した。

5. 統計

R-BET と BET の測定値間、ならびに保存 24 時間目と 48, 72, 120 時間のそれぞれの測定値を Kruskal Walls H-検定を用い、危険率 1% 未満を有意差ありと判定した。統計処理には Microsoft Excel®2007 上で統計演算プログラム ystat2006 を用いた。

結 果

1. R-BET の性状

R-BET の性状を BET の性状と比較した (Table 2)。R-BET の容量は約 77ml で、BET の約 190ml に比べ約 1/3 量に調製されていた。ヘマトクリット値、Hgb, 赤血球数、pH は、いずれも有意差はなかった。R-BET の上清カリウム濃度は平均 4.4mEq/l であり BET の 3.6 mEq/l に比べ高かったが有意差はみられず、両群とも上清除去前の RCC-LR から 70% 以上のカリウムが除去されていた。上清ヘモグロビン、浸透圧、抗 A・抗 B 抗体価には有意差はみられなかった。

Table 1 Methods of measuring quality of BET

Measurements	Method/Machine
Volume	For the calculation of BETs, specific gravity 1.055 was used.
RBC counting	K-4500 TM (Sysmex)
Hemoglobin, Hematocrit	K-4500 TM (Sysmex)
ATP	Luminescence enzyme method using Gene Light 55 TM (Microtec Niton)
2,3-DPG	2,3-DPG [RD] TM (Roche Diagnostic)
Supernatant potassium	644 Na ⁺ /K ⁺ /Cl ⁻ analyzer (Bayer Medical)
pH (at 37 °C)	248 pH/blood gas analyzer (Chiron Diagnostics)
Supernatant Hgb	LCV method by UV-2500PC TM (Shimazu)
Supernatant Osmolality	Cryoscopic method
PT	Light scattering photometry
aPTT	Light scattering photometry
Fibrinogen	Thrombin coagulation time
Coagulation factor VIII activity	Coagulation time
Anti-A/B	Direct agglutination using tube method

ATP: Adenosine Triphosphate, 2,3-DPG: 2,3-diphosphoglycerate, PT: Prothrombin time, aPTT: activated partial thromboplastin time

Table 2 *In vitro* qualities of BET and R-BET

	BET	R-BET
Volume (ml)	191.2 ± 6.2	76.9 ± 2.8
Hct (%)	35.8 ± 2.0	35.9 ± 1.9
Hgb (g/dl)	13.2 ± 0.8	13.1 ± 0.6
RBC (10 ⁴ /μl)	423.5 ± 20.1	424.3 ± 23.7
pH	6.87 ± 0.02	6.90 ± 0.04
Supernatant potassium (mEq/l)	3.6 ± 0.1	4.4 ± 0.3
Removal percent of sup. potassium (%)	68.7 ± 3.9	64.2 ± 4.2
Residual Hgb in supernatant (g/dl)	0.06 ± 0.04	0.05 ± 0.03
Supernatant osmolality (mOsm/KgH ₂ O)	300.5 ± 2.9	305.3 ± 1.0
Anti-A/B (2 nd)	<1	<1

n = 4, mean ± standard deviation

BET: blood for exchange transfusion-leukocytes reduced 'Nisseki'

R-BET: reconstituted blood for exchange transfusion

*Kruskal Wallis H-test p < 0.01

2. R-BET の品質試験

調製後の R-BET と BET を 120 時間保存し、赤血球機能などの経時変化を調べた (Fig. 2)。

その結果、両群とも保存により pH は徐々に低下、上清ヘモグロビン濃度は上昇傾向であった。上清カリウム濃度は両群とも保存に伴い有意に上昇したが、それ以外の測定項目では両群間の有意差ならびに BET 24 時間目との有意差を認めなかった。ATP、2,3-DPG、凝固第 VIII 因子活性は保存により低下するが、両群間ならびに BET 24 時間目との有意差はみられなかった。PT や aPTT、フィブリノーゲンは、両群とも保存による顕著な変化はみられなかった。

3. High Hct-BET の品質試験

High Hct-BET の性状と品質を BET と比して示した (Table 3, Table 4)。

High Hct-BET は、通常バッグを用いた場合ならびに小バッグを用いた場合いずれも、調製に使用する原料

製剤の容量が異なるのみで、BET と同様の方法で調製された。

Hct は、通常バッグでは BET 35.8%、High Hct-BET 53.5%、小バッグでは R-BET 35.9%、High Hct R-BET 54.7% であった。通常バッグで調製した場合の容量は High Hct-BET で約 128ml と BET に比べ約 60ml 少なかったが、Hgb と赤血球数はそれぞれ高値を示した。小バッグで調製した場合の容量は High Hct R-BET と R-BET とで差はなく、Hgb、赤血球数は High Hct R-BET で R-BET に比べ高値であった。

72 時間保存中の変化を Table 4 に示した。pH は保存による変化はみられなかった。ATP、2,3-DPG は保存とともに減少するが、通常バッグと小バッグ並びに Hct による差はみられなかった。上清ヘモグロビン濃度は、調製直後から通常バッグ、小バッグともに BET・R-BET に比べ High Hct-BET・High Hct R-BET の方が高い値を示した。保存中は全群で上昇したものの有意な増加

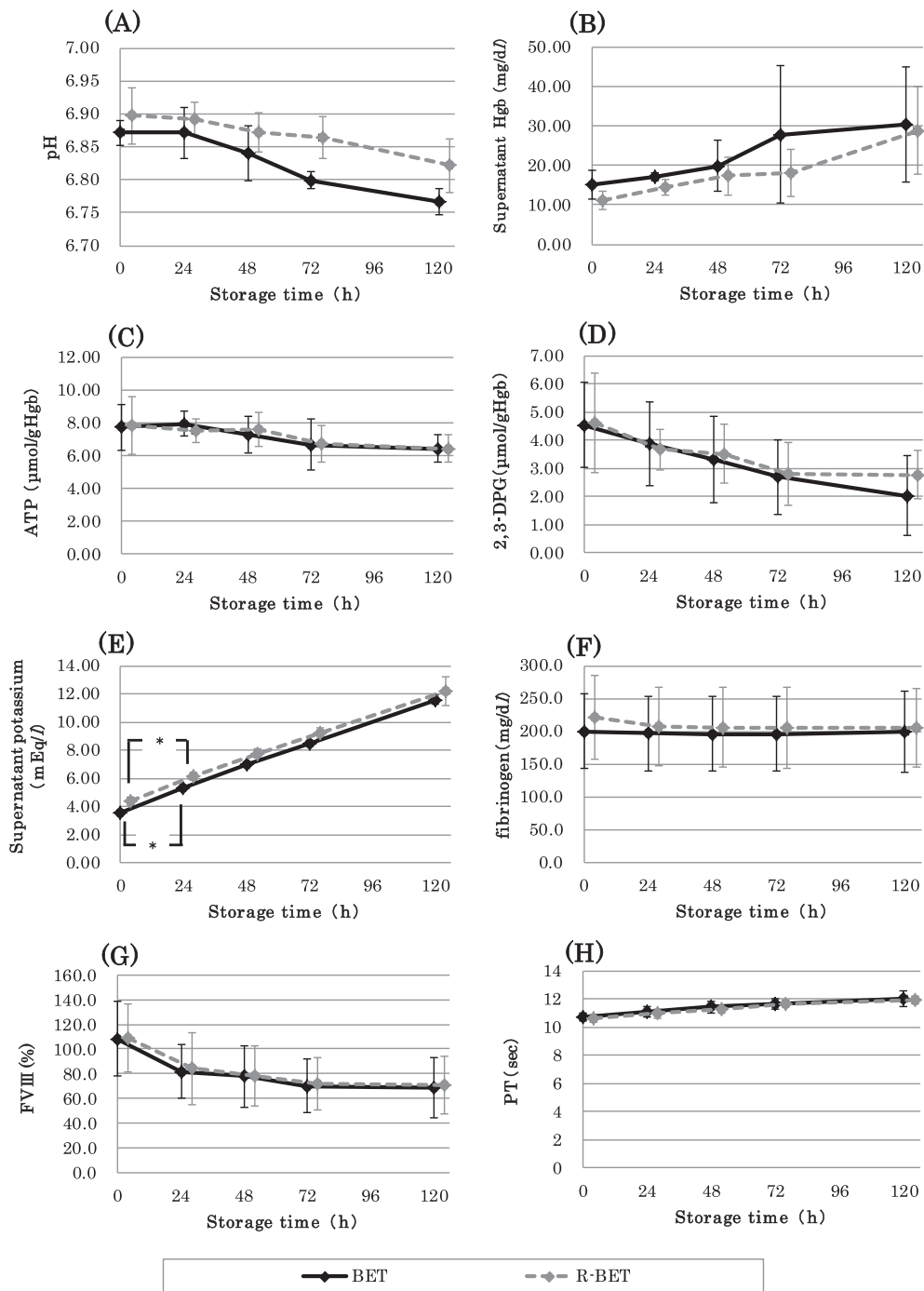


Fig. 2 *In vitro* qualities of BET and R-BET during storage period of 120 h. Time-dependent changes of (A) pH, (B) supernatant Hgb, (C) ATP levels, (D) 2,3-DPG levels, (E) supernatant potassium, (F) fibrinogen, (G) coagulation factor VIII activity, and (H) PT of BET and R-BET are shown.

n = 4, mean \pm standard deviation

*Kruskal Wallis H-test $p < 0.01$

ではなかった。バッグあたりの上清カリウム量は BET で最も多く、いずれのバッグにおいても 120 時間の保存で有意に上昇した。

考 察

基本的に BET は注文を受けてから製造を開始する受注製品であるため、緊急を要する場合には、医療機関への納品が間に合わない恐れがある。その場合、一部の医療機関では RCC-LR と FFP-LR の混合血を使用

Table 3 *In vitro* qualities of BET (35% BET) and high-Hct BET (55% BET)

	BET		R-BET	
	35% BET	55% BET	35% R-BET	55% R-BET
Source product				
RCC-LR	1 bag (≒ 133 ml)	1 bag (≒ 133 ml)	60 ml	85 ml
FFP-LR	1 bag (≒ 116 ml)	45 ml	45 ml	25 ml
Qualities				
Volume (ml)	191.2±6.2	128.0±2.6	76.9±2.8	79.0±1.3
Hct (%)	35.8±2.0	53.5±2.0	35.9±1.9	54.7±0.8
Hgb (g/dl)	13.2±0.8	19.0±0.9	13.1±0.6	19.5±0.5
RBC (10 ⁴ /μl)	423.5±20.1	616.0±6.5	424.3±23.7	660.3±12.3
pH	6.87±0.02	6.86±0.02	6.90±0.04	6.87±0.02
Supernatant potassium (mEq/bag)	0.4±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.3±0.1
Removal percent of sup. potassium (%)	68.7±3.9	84.8±1.2	64.2±4.2	77.1±1.5
Residual Hgb in supernatant (g/dl)	0.06±0.04	0.02±0.01	0.05±0.03	0.02±0.01
Supernatant osmolality (mOsm/KgH ₂ O)	300.5±2.9	301.3±1.7	305.3±1.0	310.5±1.7
Anti-A/B (2 ^o)	<1	<1	<1	<1

n=4, mean ± standard deviation

BET: blood for exchange transfusion-leukocytes reduced 'Nisseki'

R-BET: reconstituted blood for exchange transfusion

*Kruskal Wallis H-test p<0.01, 35% BET vs 55% BET, 35% R-BET vs 55% R-BET

せざるを得ないとしている。混合血はBETと異なり、調製時にRCC-LRの洗浄を行わず、O型のRCC-LRとAB型のFFP-LRをある一定の比率でそのまま混和することで調製される。すなわち原料製剤であるRCC-LR中の上清(MAP液等)が、BETは除かれているのに対して、混合血には含まれている。そのため混合血のHctやHgbはBETより低値となり、新生児への輸血では貧血の誘因となる危険性がある。また混合血調製時にRCC-LR量を増やすとカリウム量が高値になり、輸血速度によってはカリウム血症を誘発する危険がでてくる。また混合血は蛋白濃度が低いことやMAP液中のマンニトールの影響も懸念される。このため混合血の新生児への輸血はこれらのリスクに十分に注意する必要がある。

医療機関において緊急時にRCC-LRの上清を除去せずにそのままRCC-LRを使用せざるを得ない理由のひとつとしては、RCC-LRの上清除去に大容量型の遠心機を用いた遠心操作が必要であることが挙げられる。我々は大容量型の遠心機を用いず、比較的汎用性の高い卓上遠心機と小容量の分離バッグを用いることで、BETの代替品R-BETの調製を試みた。その結果、R-BETの容量は通常の3分の1と少量であるのみで、性状、品質は同様であった。調製に要する時間は約30分間であった。この方法により、大容量遠心機を保有しない施設においても、卓上遠心機と小容量分離バッグ、無菌接合装置を用いることでR-BETの調製が可能となる。

BETの有効期間は短いことから、輸血される時間を予測したうえで製造開始時間を設定する必要がある。ところが輸血時間を予測できない症例が多く、血液の

有効利用が難しい。今回、1単位のBETを調製し2~6℃で120時間保存して、その保存性を調べた。その結果、BETの上清カリウム濃度は保存とともに有意に上昇するものの、それ以外の測定項目では、保存24時間と120時間の測定値に有意差はみられなかった。これらの値が臨床的にどの程度まで許容されるかは今後の課題であるものの、BETの有効期間延長の可能性が示唆された。

新生児への輸血は、少量ずつ時間をかけて行われるため、細菌感染による輸血副作用や供血者数が増えることによるHBV、HCV、HIVなどの輸血感染症リスクの軽減、ならびに血液製剤の有効利用の観点から、製剤の分割を望む声がある⁴⁾⁵⁾。R-BETは原料製剤となるRCC-LRとFFP-LRを分割して調製するため、1単位の原料製剤を用いると一度に2バッグ、2単位の原料製剤を用いると一度に4バッグが調製可能である。さらにR-BETは血液バッグのチューブ同士を無菌的に接続できる無菌接合装置を用いた調製であるため、クリーンルーム外での調製が可能である。また、R-BETは調製方法をより簡易的にするため、BETで行っている洗浄操作すなわち遠心前の原料製剤に生理食塩液を添加する作業を行わない。これらにより、細菌汚染や輸血感染症リスクの軽減に加え、クリーンルームへの入退室を含めた調製時間短縮や、資材(生理食塩液)の軽減もR-BET調製のメリットと言える。

輸血時の貧血回避のため、BETのHctは重要である。英国ではHctが35~45%の全血をそのまま交換輸血に使用すると貧血に陥りやすいとし、血漿量を減じHctを50~60%程にした赤血球製剤を推奨している⁶⁾。ま

Table 4 Changes in *in vitro* qualities of BET (35% BET) and high-Hct BET (55% BET)

		0 h	24 h	48 h	72 h	120 h
pH						
BET	35% BET	6.87 ± 0.02	6.87 ± 0.06	6.84 ± 0.02	6.80 ± 0.03	6.77 ± 0.03
	55% BET	6.85 ± 0.02	6.81 ± 0.04	6.76 ± 0.04	6.73 ± 0.01	6.66 ± 0.02
R-BET	35% R-BET	6.90 ± 0.04	6.89 ± 0.03	6.87 ± 0.03	6.86 ± 0.03	6.82 ± 0.04
	55% R-BET	6.87 ± 0.02	6.82 ± 0.05	6.77 ± 0.05	6.76 ± 0.02	6.69 ± 0.04
ATP (μmol/gHgb)						
BET	35% BET	7.74 ± 1.40	7.94 ± 0.77	7.28 ± 1.12	6.64 ± 1.56	6.43 ± 0.86
	55% BET	6.05 ± 0.34	6.38 ± 0.61	6.01 ± 0.64	5.93 ± 0.69	5.41 ± 0.44
R-BET	35% R-BET	7.86 ± 1.75	7.53 ± 0.73	7.57 ± 1.04	6.74 ± 1.12	6.43 ± 0.86
	55% R-BET	6.40 ± 0.43	6.01 ± 0.39	6.34 ± 0.49	6.07 ± 0.48	5.64 ± 0.43
2,3-DPG (μmol/gHgb)						
BET	35% BET	4.53 ± 1.51	3.87 ± 1.47	3.32 ± 1.54	2.69 ± 1.33	2.03 ± 1.40
	55% BET	5.13 ± 1.41	3.97 ± 1.58	2.99 ± 1.21	2.25 ± 0.81	1.45 ± 0.40
R-BET	35% R-BET	4.62 ± 1.67	3.66 ± 1.35	3.51 ± 1.65	2.80 ± 1.30	2.76 ± 1.39
	55% R-BET	5.05 ± 1.38	4.05 ± 1.75	2.85 ± 1.23	2.43 ± 1.01	1.45 ± 0.64
Residual Hgb in supernatant (g/dl) () * = ratio vs 1.00 at the time of setting 0 h						
BET	35% BET	15.1 ± 3.7 (1.00) *	17.1 ± 1.0 (1.13) *	19.9 ± 6.3 (1.31) *	27.8 ± 17.3 (1.84) *	30.32 ± 14.7 (2.00) *
	55% BET	17.3 ± 5.3 (1.00) *	24.2 ± 11.3 (1.40) *	25.8 ± 16.6 (1.49) *	34.6 ± 23.9 (2.00) *	43.97 ± 31.2 (2.54) *
R-BET	35% R-BET	11.1 ± 2.3 (1.00) *	14.4 ± 2.1 (1.29) *	17.4 ± 4.8 (1.56) *	18.0 ± 6.0 (1.61) *	28.73 ± 11.1 (2.58) *
	55% R-BET	19.5 ± 3.8 (1.00) *	18.1 ± 4.1 (0.93) *	19.8 ± 2.3 (1.01) *	22.2 ± 5.0 (1.14) *	28.65 ± 7.9 (1.47) *
Supernatant potassium (mEq/bag)						
BET	35% BET	0.4 ± 0.0	0.9 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.5 ± 0.3**	2.1 ± 0.4**
	55% BET	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.1**	0.9 ± 0.2**
R-BET	35% R-BET	0.2 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.7 ± 0.1	1.1 ± 0.1**
	55% R-BET	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.9 ± 0.1**

n = 4, mean ± standard deviation

BET: blood for exchange transfusion-leukocytes reduced 'Nisseki'

R-BET: reconstituted blood for exchange transfusion

**p < 0.01 (Kruskal Wallis H-test, vs 24 h)

た、日本と同様に赤血球保存液にマンニトールを使用している米国では、赤血球を生理食塩液で洗浄して FFP を加え Hct を 45~60% とした BET を推奨している⁷⁾。そこで我々は通常バッグと小バッグを用いて、Hct を 55% に調整した BET の製造を試みた。Hct の調整は、混和する原料製剤の容量を変えることで可能である。Hct が 35% の BET を調製する場合には、1 単位の RCC-LR に 1 単位の FFP-LR を加えるが、High Hct-BET では 1 単位の RCC-LR に加える FFP-LR を減量することで赤血球の割合を高める。血漿の添加量が少ないことから High Hct-BET では容量が BET に比べて約 60 ml 少ないが、Hgb、赤血球数はそれぞれ高値を示し、貧血の誘発が回避されるものと思われる。

R-BET ではバッグの許容量を超えない範囲で原料製剤の分取量を設定できる。調製後の容量を 80ml にする場合は、Table 3 に示す容量の原料製剤を用いることで Hct が 35%、55% いずれの R-BET も調製可能であった。今回我々は久保田商事社製の卓上遠心機を用いて R-BET を調製したが、他社の卓上遠心機においても同等な性

状が得られることを確認している（データ示さず）。

調製後の High Hct R-BET は R-BET に比べ、Hgb、赤血球数が高値であった。また、バッグあたりの上清カリウム量は保存によって上昇し、BET と High Hct BET では 72 時間目から、R-BET と High Hct R-BET では 120 時間目から、保存 24 時間目に比べ有意差があった。体重 1kg の新生児には 1 日に 2~3mEq のカリウム量を輸血しても良いとする報告がある⁸⁾。今回の測定ではいずれのバッグにおいても上清カリウム量は保存によって上昇したが、1 日に 2~3mEq のレベルまでは達していない。いずれにしても BET 中のカリウム量は保存とともに増加するため、R-BET の調製には BET を製造する際と同様、採血後 5 日以内の RCC-LR を用いることが望ましいと考える。

日本赤十字社では 2013 年 3 月より、従来の BET に代わり新製剤となる合成血液「日赤」を供給している。合成血液「日赤」は我々の行った High Hct-BET の調製と同様に、FFP-LR の添加量を減らすことで Hct が従来の約 35% から約 50% へと変更された。我々の

試験では Hct を 55% に調製したが、合成血液「日赤」と同様の Hct 50% の R-BET は、Fig. 1 の工程②で分取する RCC-LR 量を 75ml に、工程⑦で添加する FFP-LR を 25ml にすることで調製可能である。さらに、従来の BET では有効期間が 24 時間であったが、合成血液「日赤」では 48 時間に延長されている。先に述べたとおり、本報においても BET の期限延長が可能であるとする結果を得ていることから、R-BET の使用期限の延長も可能と考える。このことは、血液製剤の有効利用の観点においても利点がある。

日本未熟児新生児学会が行ったアンケート結果によると「合成血「日赤」の迅速な供給が受けられる」と回答した医療機関は約 1 割程度であった⁹⁾¹⁰⁾。また別の報告では「院内で合成血を作成できる医療機関は限られており、新生児を扱う施設の多くで、緊急を要する交換輸血に使用する血液が入手困難である」とされている¹¹⁾。

今後、安定した合成血液「日赤」の供給体制を確立すると同時に、BET と同等の血液を患者に輸血できるための手段を構築することが重要であり、R-BET の調製は緊急的な対応として有益な方法であると考えられる。

まとめ

卓上遠心機と小容量分離バッグ、無菌接合装置を用いることで簡易合成血 (R-BET) の調製が可能であった。その性状は BET に比べ容量が約 1/3 と少なく、上清カリウムは 72 時間、それ以外の項目は 120 時間保存後の品質についてもほぼ同等であるため、少なくとも合成血液「日赤」と同様の 48 時間までは保存が可能であると考えられた。さらに原料製剤となる RCC-LR と FFP-LR の容量を変えることで、Hct を 50% 並びに 55% まで上げることも容易であるため、臨床での使用が期待される。

謝辞：本論文の作成にあたり、ご助言をいただいた豊橋市民病院小児科の小山典久先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 山本 哲, 山本定光, 久保武美, 他: 函館センターにおける製剤部門集約と安定供給対策—患者情報に基づく合成血の準備を含め—。血液事業, 32: 371—375, 2010.
- 2) 勝又雅子, 田村 暁, 秋野光明, 他: 緊急時における簡便な合成血の調製法。血液センターの集約とその課題 第 21 回北海道輸血シンポジウム, 91—100, 2010.
- 3) 秋野光明, 勝又雅子, 田村 暁, 他: 合成血の院内簡易調製法。第 13 回新生児呼吸療法モニタリングフォーラム, 60, 2011.
- 4) 藤島充弘, 鷹野壽代, 伊藤重実, 他: 新生児輸血における分割赤血球の輸血。日本輸血学会雑誌, 49: 426—431, 2003.
- 5) 玉井 普, 船戸正久, 藤村正哲, 他: 新生児, 特に極低出生体重児に対する輸血方法の変遷—大阪新生児診療相互援助システム (NMCS) のアンケートから—。周産期学シンポジウム, No. 25: 91—96, 2007.
- 6) Gibson BE, Todd A, Roberts I, et al: Transfusion guidelines for neonates and older children. Br J Haematol, 124: 433—453, 2004.
- 7) Josephson CD: Technical Manual 16th ed, In: Robak J, eds, AABB, 2008, 648.
- 8) Fung MK, Roseff SD, Vermoch KL: Blood component preference of transfusion service supporting infant transfusions: a University Health System Consortium benchmarking study. Transfusion, 50: 1921—1925, 2010.
- 9) 小山典久, 網塚貴介, 奥起久子, 他: 新生児医療施設に対する輸血用血液供給体制の問題点と対応。日本未熟児新生児学会雑誌, 21: 89—96, 2009.
- 10) 日本未熟児新生児学会: 輸血用血液の供給実態に関するアンケートのまとめ。http://japn.gr.jp/_index.html (2013 年 4 月現在)
- 11) 小山典久, 長崎理香, 杉浦嵩浩, 他: 豊橋市民病院新生児医療センターにおける交換輸血の実態—交換輸血の問題点・注意点に関する考察—。日本輸血学会雑誌, 49: 63—67, 2003.

A SIMPLE METHOD OF PREPARING RECONSTITUTED BLOOD FOR EXCHANGE TRANSFUSION FOR EMERGENCY USE

*Masako Katsumata, Mitsuaki Akino, Yuki Naito, Chihiro Homma,
Toshiaki Kato, Hisami Ikeda and Shigeru Takamoto*

Japanese Red Cross Hokkaido Block Blood Center

Abstract:

Blood for exchange transfusion-Leukocytes Reduced, 'Nisseki' (BET-LR) is mainly used in emergencies for exchange transfusion in cases of neonatal hemolytic disease. However, recent consolidation of blood centers by the Japanese Red Cross may prolong the transportation time to hospitals, resulting in the expiration or reduction in validity of BET-LR.

Currently, we use a cooling centrifuge with a large-volume capacity, to which hospitals rarely have access, to prepare BET-LR. This limited access is considered to make it difficult for hospitals other than blood centers to prepare BET-LR independently.

We developed a simple method of preparing BET-LR with a quality equivalent to that of BET-LR and at 1/3 volume (reconstituted blood for exchange transfusion, R-BET). We were able to prepare R-BET outside of a clean room using a compact table-top centrifuge. Further, we were able to raise the hematocrit relatively easily by changing the volume of red cells concentrates-Leukocytes Reduced, 'Nisseki' (RCC-LR) and fresh frozen plasma-Leukocytes Reduced, 'Nisseki' (FFP-LR) to 55%.

The quality of the resulting R-BET was equivalent to that of BET-LR.

Our method of preparing R-BET is feasible for practical use, particularly during emergencies in hospitals.

Keywords:

Reconstituted blood for exchange transfusion, Supernatant potassium, High hematocrit, Table top centrifuge, Small blood bag