

心臓血管外科手術の同種血削減に対する回収式自己血輸血の有効性

秋山 友子¹⁾ 岸野 光司¹⁾ 大槻 郁子¹⁾ 武井 生成¹⁾ 進藤 聖子¹⁾
尾島佐恵子¹⁾ 小林 美佳¹⁾ 小幡 隆¹⁾ 菅野 直子¹⁾ 中木 陽子¹⁾
三澤 吉雄²⁾ 室井 一男¹⁾

心臓血管外科手術における自己血回収装置を用いた術中回収式自己血輸血(回収式)の同種血削減の有効性を検討した。対象は2012年4月1日から2015年3月31日までの3年間の心臓血管外科手術1,075例。回収率は77.3%(831例)で実施され、術式別では12術式中の11の回収式実施率の平均値は98.8%であった。出血量別では、出血量が増加するほど回収式実施率は高値となり、出血量4,000ml以上では100.0%となった。返血量は出血量に応じて増加するが、回収率は低値となる傾向がみられ、全体の回収率は52.1%であった。術式別の回収率に大きな差は認められなかった。出血量と返血量の相関関係は $r=0.9$ であった。

回収式実施群におけるRBC, FFP, PCの使用量は出血量に比例して高くなる傾向を示した。FFPとALBの使用量は、回収式実施の有無による有意差は認められなかった。RBC同種血回避率は、回収式実施手術全体では15.6%であった。3年間の回収式の返血量の合計は1,302,135mlであり、140mlを1Uに換算すると3年間で約9,301UのRBC同種血が削減されたことになる。

キーワード：心臓血管外科手術，術中回収式自己血輸血，同種血削減

はじめに

同種血輸血に伴う問題を回避する手段の一つとして、自己血輸血が有用である。自己血輸血は大きく貯血式、希釈式、回収式の3種に分類される¹⁾²⁾。このうち回収式は緊急手術に対応が可能であり、心臓血管外科、整形外科などを中心に広く用いられている¹⁾。心臓血管外科手術を行う患者は、術前から抗凝固・抗血小板療法を受けていたり、播種性血管内凝固傾向にあったりするなど、出血しやすい病態にあることも少なくない³⁾。加えて、人工心肺を使用することが多く、希釈性・消費性凝固障害、血小板機能異常が起りやすい。したがって術中出血量が比較的多く、また術野の血液が清潔であることから、心臓血管外科手術では回収式自己血輸血がよい適応となる。

回収式は血液回収の時期により術中と術後に、処理法により洗浄式と非洗浄式に分類される。洗浄式の術中回収式自己血輸血の行程⁴⁾は、術野に出血した血液を抗凝固剤を混ぜながら吸引で回収し、リザーバ内のフィルターで異物を除去し貯留する。貯留量が一定量になると専用装置が運転を開始し、自動的に血液を濃縮・洗浄し、返血バッグに貯血して患者に戻す。そのため

術野の血液に細菌が含まれる手術や腫瘍性の疾患では禁忌となるが、その他禁忌となる疾患はなく、患者の全身状態においても制限はない⁵⁾。

当院における科別の年間赤血球液(RBC)の使用単位数は、血液科、麻酔科に次いで心臓血管外科が三番目に多く、麻酔科には手術中の心臓血管外科も含まれている。そこで今回、心臓血管外科手術において、どの程度術中回収式自己血輸血が行われ、同種血削減に有効性であったのか検討したので報告する。なお、当院では洗浄式の術中回収式自己血輸血が行われているため、以下の調査結果は、洗浄式の術中回収式自己血輸血(以下、回収式)とする。

対象と方法

2012年4月1日から2015年3月31日までの3年間に行われた心臓血管外科手術のうち、局所麻酔手術と術後1週間以内の再手術を除いた1,075例を対象とした。調査項目は、1. 人数と年齢、2. 回収式実施状況、3. 出血量、返血量、術中同種血使用率、4. 術中の輸血実施状況、5. 術式(人工心肺使用)別・出血量別の回収率、術中RBC同種血使用率、6. 術中RBC同種血回避

1) 自治医科大学附属病院輸血・細胞移植部

2) 自治医科大学附属病院心臓血管外科部門

[受付日：2016年10月24日，受理日：2017年6月18日]

表1 手術区分別回収式自己血輸血実施状況

手術区分	回収式実施		回収式未実施		合計	
	例数	割合 (%)	例数	割合 (%)	例数	割合 (%)
通常	639	76.9	190	22.9	829	77.1
緊急	192	78.0	54	22.0	246	22.9
合計	831	77.3	244	22.7	1,075	100.0

表2 術式別回収式自己血輸血実施状況

No.	術式名		例数	割合 (%)	回収式実施	
					例数	実施率 (%)
①	弁膜症	大動脈弁置換	207	12.6	206	99.5
②		僧帽弁置換	63	5.9	63	100.0
③		弁形成	58	5.4	58	100.0
④	大血管	大動脈置換術 (上行)	63	5.9	63	100.0
⑤		大動脈置換術 (上行弓部)	71	6.6	71	100.0
⑥		大動脈置換術 (下行)	26	2.4	26	100.0
⑦		大動脈置換術 (基部置換)	26	2.4	25	96.2
⑧		大動脈置換術 (その他)	25	2.3	25	100.0
⑨		Y型人工血管置換術	69	6.4	62	89.9
⑩	バイパス	冠動脈大動脈バイパス移植術・人工心肺使用	95	8.8	95	100.0
⑪		冠動脈大動脈バイパス移植術・人工心肺非使用	64	6.0	64	100.0
⑫	その他		308	28.7	73	23.7
全例 (①~⑫)			1,075	100.0	831	77.3

①~⑧, ⑩: 人工心肺使用術

⑨, ⑪: 人工心肺非使用術

⑫: 人工心肺使用術・非使用術

率と削減量, について行った. なお, 回収式によって輸血された血液量を返血量とし, 140ml を1単位 (U) に換算した. 出血量は, 自己血回収装置の処理量, 吸引量, ガーゼに含まれた血液量, を加えて算出した. 相関関係は相関係数 (r) を求め評価した. 統計学解析は Mann-Whitney の U 検定を行い, $p < 0.01$ を有意とした.

使用している自己血回収装置は, XTRA (SORIN 社), electa (SORIN 社), Cell Caver Elite (HAEMONETICS 社) の3機種であるが, 約8割の症例は XTRA を用いた. 今回は各装置の特性についての検討は行わなかった.

本研究は, 当大学の倫理審査委員会からの承認を得た (第臨 A16-083 号).

結 果

1. 人数と年齢

対象となった心臓血管外科手術 1,075 例の性別人数と年齢 (平均値 \pm 標準偏差) は, 男性 723 名 (67.3%), 68.9 (± 11.6) 歳, 女性 352 名 (32.7%), 72.1 (± 11.2) 歳, 計 1,075 名 70.0 (± 11.6) 歳であった.

2. 回収式実施状況

心臓血管外科手術 1,075 例中 831 例 (77.3%) が回収式を実施していた (表1). 手術区分別の回収式実施例数は, 通常手術 639 例 (76.9%), 緊急手術 192 例 (78.0%) であった.

次に心臓血管外科手術を 12 グループに分類し, 回収式実施状況を調べた (表2). ①から⑩の主な手術の平均回収式実施率は 98.8% であった. 人工心肺使用別では, 人工心肺使用術の回収式実施率は 99.6% と高値を示したが, 非使用術では術式⑨と⑪は高値を示したものの, その他で 9.7% と低値を示した (表3).

術中出血量別の回収式実施率は, 出血量が増加するほど高値となり, 出血量 4,000ml 以上では 100.0% となった (表4).

3. 出血量, 返血量, 術中同種血使用率

術中出血量別に術中同種血使用例数, 平均使用単位 (量) を示し, 回収式実施群はさらに, 出血量と返血量の相関係数, 回収率を示した (表5). 同種血は RBC, 新鮮凍結血漿 (FFP), 血小板濃厚液 (PC), 献血アルブミン 5% (ALB) の4製剤である.

返血量は出血量に応じて増加するが, 回収率は低値となる傾向がみられ, 回収式実施群全体では 52.1% で

表3 人工心肺使用別回収式自己血輸血実施状況

人工心肺	例数	割合 (%)	回収式実施	
			例数	実施率 (%)
人工心肺使用術	683	63.5	680	99.6
人工心肺非使用術	392	36.5	151	38.5
⑨ Y型人工血管置換術	69	6.4	62	89.9
⑩ 冠動脈大動脈バイパス移植術・人工心肺非使用	64	6.0	64	100.0
その他	259	24.1	25	9.7
全例	1,075	100.0	982	91.3

人工心肺使用術：術式①～⑧、⑫の一部

人工心肺非使用術：術式⑨、⑩、⑫の一部（その他）

表4 出血量別回収式自己血輸血実施状況

出血量 (ml)		0～1,000 未満	1,000～2,000 未満	2,000～3,000 未満	3,000～4,000 未満	4,000～5,000 未満	5,000 以上	全例
全例	例数	279	250	274	113	77	82	1,075
	割合 (%)	26.0	23.3	25.5	10.5	7.2	7.6	100.0
回収式 実施	例数	46	244	270	112	77	82	831
	割合 (%)	5.5	29.4	32.5	13.5	9.3	9.9	100.0
	実施率 (%)	16.5	97.6	98.5	99.1	100.0	100.0	77.3
回収式 未実施	例数	233	6	4	1	0	0	244
	割合 (%)	95.5	2.5	1.6	0.4	0.0	0.0	100.0
	未実施率 (%)	83.5	2.4	1.5	0.9	0.0	0.0	22.7

あった。出血量と返血量間には、ほとんど相関関係がない出血量の場合もあるが、全体では非常に強く $r=0.9$ であった (図1)。

回収式実施群における術中同種血使用率は、RBC、FFP、PCは出血量に比例して高くなる傾向を示し、ALBは目立った変動はなかった。平均使用単位(量)は4製剤とも出血量5,000ml以上で最も高値となった。回収式実施群(人工心肺使用術・人工心肺非使用術)と未実施群のFFPとALBの使用単位(量)に有意差は認められなかった($p>0.01$)。回収式実施群の人工心肺使用術と人工心肺非使用術、回収式未実施群それぞれでは、FFPの使用単位に有意差は認められなかったが、ALBの使用量は、出血量1,000～4,000ml未満の範囲で、人工心肺使用術が人工心肺非使用術より有意に高値となった($p<0.01$)。なお、回収式未実施群は出血量3,000ml以上の症例数が少なく、解析できなかった。

4. 術中の輸血実施状況

自己血と同種血を含めたRBC、FFP、PCの術中の輸血実施状況を示した(表6)。

術中の輸血実施例数が最も高値であったのは、RBCが自己血(回収式)と同種血の併用663例(61.7%)、FFPが同種血のみ537例(50.0%)でそのうちALB使用が408例(76.0%)、PCが輸血なしの677例(63.0%)であった。総輸血平均単位が最も高値を示したのは、いずれも自己血と同種血の併用であった。

5. 術式(人工心肺使用)別・出血量別の回収率、術中RBC同種血使用率

術式別・出血量別の回収式実施群における回収率は、出血量が増加するほど低値となる傾向を示した。回収式実施群の術中RBC同種血使用例数は、663例(79.8%)であったが、術式別にみると術式③が51.7%と最も低値を示し、それ以外では60%以上の使用率であった(表7)。回収式未実施群の術中RBC同種血使用率は、出血量1,000ml未満の術式⑫その他で11.5%と低値であったが、それ以外の出血量や術式では高い使用率を示した。

人工心肺使用別の回収式実施群における回収率は、人工心肺非使用術その他では出血量3,000ml以上の例数が少なく不明であるが、それ以外は術式別と同様に出血量が増加するほど低値となる傾向を示した(表8)。回収式実施群の術中RBC同種血使用例数は、人工心肺使用術552例(81.2%)であるが、人工心肺非使用術その他で14例(56.0%)と低値を示し、非使用術全体では111例(73.5%)となった。回収式未実施群の術中RBC同種血使用率は、出血量1,000ml未満の人工心肺非使用術で低値であったが、それ以外の出血量では高い使用率を示した。

6. 術中RBC同種血回避率と削減量

回収式による手術区分別のRBC同種血未使用例数(回避率)は、通常手術157例(24.6%)、緊急手術11

表5 出血量, 返血量, 術中同種血使用率

出血量 (ml)		0~1,000 未満	1,000~2,000 未満	2,000~3,000 未満	3,000~4,000 未満	4,000~5,000 未満	5,000以上	全例
回収率 (%)		67.3	59.7	53.6	53.5	53.2	44.6	52.1
相関係数		0.7	0.3	0.3	0.2	0.2	0.8	0.9
例数		18	196	241	95	66	64	680
出血量 (ml)	平均±標準偏差	688±250	1,594±271	2,436±282	3,482±279	4,503±277	8,260±4,812	3,042±2,429
	返血量 (ml)	平均±標準偏差	471±235	942±272	1,258±374	1,850±511	2,361±716	3,493±1,759
回収率 (%)		68.4	59.1	51.7	53.1	52.4	42.3	51.1
相関係数		0.5	0.3	0.3	0.1	0.2	0.8	0.8
RBC	使用例数	11	137	189	89	66	60	552
	使用率 (%)	61.1	69.9	78.4	93.7	100.0	93.8	81.2
	平均使用単位 (U)	6.4	8.6	10.7	14.0	15.9	23.9	12.7
FFP	使用例数	7	79	145	82	65	61	439
	使用率 (%)	38.9	40.3	60.2	86.3	98.5	95.3	64.6
	平均使用単位 (U)	4.9 *1.2	6.1 *4.5	6.9 *7.8	8.5 *10	9.9 *11	17.6 *12	8.9
PC	使用例数	2	46	108	68	57	57	338
	使用率 (%)	11.1	23.5	44.8	71.6	86.4	89.1	49.7
	平均使用単位 (U)	15.0	13.2	13.8	16.3	18.8	24.2	16.8
ALB	使用例数	16	128	158	74	51	56	483
	使用率 (%)	88.9	65.3	65.6	77.9	77.3	87.5	71.0
	平均使用量 (ml)	1,044 #1.2	845 #4.5	922 #7.8	1,050 #10	1,250 #11	1,756 #12	1,057
例数		28	48	29	17	11	18	151
出血量 (ml)	平均±標準偏差	662±245	1,476±270	2,481±294	3,353±269	4,412±291	9,042±7,480	2,845±3,568
	返血量 (ml)	平均±標準偏差	440±232	919±328	1,508±503	1,870±424	2,545±935	4,704±4,563
回収率 (%)		66.5	62.3	60.8	55.8	57.7	52.0	56.9
相関係数		0.8	0.5	0.4	0.5	0.0	1.0	1.0
RBC	使用例数	18	31	21	16	8	17	111
	使用率 (%)	64.3	64.6	72.4	94.1	72.7	94.4	73.5
	平均使用単位 (U)	7.9	9.1	9.0	10.8	9.8	14.9	10.1
FFP	使用例数	5	17	21	15	7	16	81
	使用率 (%)	17.9	35.4	72.4	88.2	63.6	88.9	53.6
	平均使用単位 (U)	8.0 *1.3	5.9 *4.6	5.8 *7.9	7.2 *10	6.6 *11	15.1 *12	8.1
PC	使用例数	3	6	9	10	4	13	45
	使用率 (%)	10.7	12.5	31.0	58.8	36.4	72.2	29.8
	平均使用単位 (U)	16.7	10.0	11.1	11.0	10.0	16.9	12.9
ALB	使用例数	19	40	27	17	10	17	130
	使用率 (%)	67.9	83.3	93.1	100.0	90.9	94.4	86.1
	平均使用量 (ml)	708 #1.3	1,183 #4.6	1,620 #7.9	1,596 #10	1,600 #11	2,575 #12	1,472
例数		233	6	4	1	0	0	244
RBC	使用例数	30	6	3	1	—	—	40
	使用率 (%)	12.9	100.0	75.0	100.0	—	—	16.4
	平均使用単位 (U)	5.5	6.7	13.3	22.0	—	—	6.7
FFP	使用例数	11	4	3	1	—	—	19
	使用率 (%)	4.7	66.7	75.0	100.0	—	—	7.8
	平均使用単位 (U)	6.9 *2.3	9.0 *5.6	8.7 *8.9	14.0	—	—	7.5
PC	使用例数	6	3	2	1	—	—	12
	使用率 (%)	2.6	50.0	50.0	100.0	—	—	4.9
	平均使用単位 (U)	13.0	13.3	20.0	20.0	—	—	14.8
ALB	使用例数	33	5	3	1	—	—	42
	使用率 (%)	14.2	83.3	75.0	100.0	—	—	17.2
	平均使用量 (ml)	759 #2.3	944 #5.6	1,000 #8.9	1,750	—	—	822

*1, p=0.07; *2, p=0.40; *3, p=0.35; *4, p=0.53; *5, p=0.59; *6, p=0.53; *7, p=0.03; *8, p=0.94; *9, p=0.55; *10, p=0.15; *11, p=0.02; *12, p=0.30

1, p=0.16; # 2, p=0.21; # 3, p=0.68; # 4, p=0.00; # 5, p=0.95; # 6, p=0.28; # 7, p=0.00; # 8, p=0.77; # 9, p=0.20; # 10, p=0.00; # 11, p=0.35; # 12, p=0.02

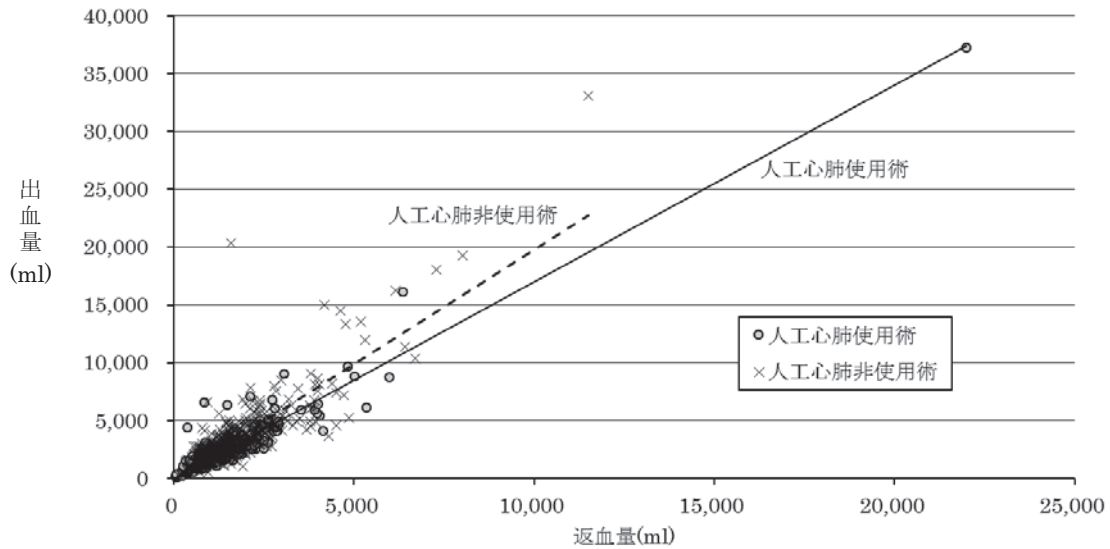


図1 出血量と返血量

表6 術中の輸血実施状況

輸血種類		輸血実施		
		例数	実施率 (%)	総輸血平均単位 (U)
RBC	自己血のみ	169	15.7	7.7
	回収式	157	92.9	7.5
	回収式+希釈式	1	0.6	—
	貯血式	1	0.6	2.0
	回収式+貯血式	10	5.9	11.3
	希釈式	1	0.6	—
	自己血+同種血	663	61.7	24.3
	回収式	661	99.7	24.4
	貯血式	0	0.0	—
	回収式+貯血式	2	0.3	20.0
	回収式+希釈式	1	0.2	19.3
	同種血のみ	40	3.7	6.7
	輸血なし	203	18.9	—
FFP	自己血のみ	11	1.0	2.9
	ALB 使用	1	9.1	4.0
	ALB 未使用	10	90.9	2.8
	自己血+同種血	2	0.2	12.0
	ALB 使用	1	50.0	12.0
	ALB 未使用	1	50.0	12.0
	同種血のみ	537	50.0	8.8
	ALB 使用	408	76.0	8.8
	ALB 未使用	129	24.0	8.6
	輸血なし	525	48.8	—
	ALB 未使用	245	46.7	—
PC	自己血のみ	3	0.3	10.0
	自己血+同種血	1	0.1	30.0
	同種血のみ	394	36.7	16.3
	輸血なし	677	63.0	—

注1) 希釈式の輸血量は含まず

表7 術式別・出血量別の回収率と術中 RBC 同種血使用率

	術式 No.	出血量 (ml)	0~1,000 未満	1,000~2,000 未満	2,000~3,000 未満	3,000~4,000 未満	4,000~5,000 未満	5,000 以上	全例
回収式実施	①	回収率 (%)	93.8	60.4	50.1	48.9	45.5	30.4	50.1
		RBC/全例数	2/2	57/76	69/91	19/21	9/9	7/7	163/206
		使用率 (%)	100.0	75.0	75.8	90.5	100.0	100.0	78.7
		平均使用単位 (U)	8.0	8.6	9.9	12.3	18.7	15.1	10.4
	②	回収率 (%)	—	60.1	50.6	61.5	51.5	42.5	51.9
		RBC/全例数	0/0	14/17	23/28	8/8	5/5	5/5	55/63
		使用率 (%)	—	82.4	82.1	100.0	100.0	100.0	87.3
		平均使用単位 (U)	—	8.6	8.6	13.8	19.6	18.8	11.3
	③	回収率 (%)	69.6	63.6	57.0	64.8	62.0	73.6	61.4
		RBC/全例数	0/2	11/22	13/26	2/4	2/2	2/2	30/58
		使用率 (%)	0.0	50.0	50.0	50.0	100.0	100.0	51.7
		平均使用単位 (U)	0	10.4	11.5	7.0	10.0	20.0	11.3
④	回収率 (%)	—	52.0	51.2	48.7	49.0	44.1	48.5	
	RBC/全例数	0/0	10/12	20/20	12/12	12/12	7/7	61/63	
	使用率 (%)	—	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	96.8	
	平均使用単位 (U)	—	9.8	12.2	16.3	13.2	26.9	14.5	
⑤	回収率 (%)	—	61.2	53.8	51.2	51.2	47.9	51.9	
	RBC/全例数	0/0	9/10	21/22	16/16	16/16	7/7	69/71	
	使用率 (%)	—	90.0	95.5	100.0	100.0	100.0	97.2	
	平均使用単位 (U)	—	8.0	11.3	12.1	14.8	18.9	12.6	
⑥	回収率 (%)	68.0	77.3	52.9	59.3	53.9	47.8	52.6	
	RBC/全例数	1/1	0/1	4/4	4/4	9/9	3/6	19/26	
	使用率 (%)	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	50.0	73.1	
	平均使用単位 (U)	4.0	0.0	11.0	7.5	15.8	26.0	15.7	
⑦	回収率 (%)	—	58.4	54.5	58.2	63.6	45.6	55.4	
	RBC/全例数	0/0	4/5	5/8	6/6	3/3	3/3	21/25	
	使用率 (%)	—	80.0	62.5	100.0	100.0	100.0	84.0	
	平均使用単位 (U)	—	7.5	10.4	13.7	16.0	12.0	11.8	
⑧	回収率 (%)	48.2	66.7	48.9	54.7	52.3	39.9	43.4	
	RBC/全例数	0/1	1/2	4/5	5/5	3/3	8/9	21/25	
	使用率 (%)	0.0	50.0	80.0	100.0	100.0	88.9	84.0	
	平均使用単位 (U)	—	8.0	9.0	16.4	15.3	28.6	19.1	
⑨	回収率 (%)	78.4	63.7	71.3	52.0	57.6	51.9	56.1	
	RBC/全例数	3/8	5/12	5/10	8/9	5/8	14/15	40/62	
	使用率 (%)	37.5	41.7	50.0	88.9	62.5	93.3	64.5	
	平均使用単位 (U)	8.7	8.4	8.4	10.3	8.4	15.4	11.3	
⑩	回収率 (%)	70.3	58.6	60.4	54.8	56.4	46.6	55.8	
	RBC/全例数	5/8	26/37	24/27	10/10	4/4	9/9	78/95	
	使用率 (%)	62.5	70.3	88.9	100.0	100.0	100.0	82.1	
	平均使用単位 (U)	7.6	8.3	11.6	13.8	19.0	24.1	12.4	
⑪	回収率 (%)	61.4	67.3	56.9	60.1	58.0	48.0	60.2	
	RBC/全例数	7/8	24/28	13/15	8/8	3/3	2/2	57/64	
	使用率 (%)	87.5	85.7	86.7	100.0	100.0	100.0	89.1	
	平均使用単位 (U)	8.9	8.9	10.0	11.3	12.0	12.0	9.8	
⑫	回収率 (%)	57.3	46.1	46.0	51.0	67.5	40.8	46.6	
	RBC/全例数	10/15	7/22	9/14	9/9	3/3	10/10	48/73	
	使用率 (%)	66.7	31.8	64.3	100.0	100.0	100.0	65.8	
	平均使用単位 (U)	6.6	8.0	11.3	18.4	19.3	32.8	16.2	
回収式未実施	①	RBC/全例数	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/1
		使用率 (%)	—	—	0.0	—	—	—	0
		平均使用単位 (U)	—	—	—	—	—	—	—
		⑦	RBC/全例数	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
使用率 (%)	100.0	—	—	—	—	—	—	100.0	
平均使用単位 (U)	10.0	—	—	—	—	—	—	10.0	
⑨	RBC/全例数	3/5	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	5/7	
	使用率 (%)	60.0	—	100.0	100.0	—	—	71.4	
	平均使用単位 (U)	10.7	—	6.0	22.0	—	—	12.0	
	⑫	RBC/全例数	26/227	6/6	2/2	0/0	0/0	0/0	34/235
使用率 (%)		11.5	100.0	100.0	—	—	—	14.5	
平均使用単位 (U)		4.8	6.7	14.0	—	—	—	5.8	

注1) 術式 No. は表2を参照

注2) RBC/全例数は術中 RBC 同種血使用例数/全例数

表8 人工心肺使用別・出血量別の回収率、術中RBC同種血使用率

術式		出血量 (ml)	0~1,000 未満	1,000~2,000 未満	2,000~3,000 未満	3,000~4,000 未満	4,000~5,000 未満	5,000 以上	全例
回収式実施	人工心肺使用術	回収率 (%)	68.4	59.1	52.7	53.3	52.5	42.4	59.1
		RBC/全例数	11/18	137/196	189/241	89/95	66/66	60/64	552/680
		使用率 (%)	61.1	69.9	78.4	93.7	100.0	93.8	81.2
		平均使用単位 (U)	6.4	8.6	10.6	14.0	21.7	23.9	12.7
	全例	回収率 (%)	66.5	61.5	61.5	55.8	90.8	52.0	56.9
		RBC/全例数	18/28	32/49	20/28	16/17	8/11	17/18	111/151
		使用率 (%)	64.3	65.3	71.4	94.1	72.7	94.4	73.5
		平均使用単位 (U)	7.9	9.1	9.0	10.8	9.8	14.9	10.1
	⑨ Y型人工血管置換術	回収率 (%)	73.9	63.7	71.3	52.0	57.6	51.9	56.1
		RBC/全例数	3/8	5/12	5/10	8/9	5/8	14/15	40/62
		使用率 (%)	37.5	41.7	50.0	88.9	62.5	93.3	64.5
		平均使用単位 (U)	8.7	8.4	8.4	10.3	8.4	15.4	11.3
	⑩冠動脈大動脈バイパス 移植術・人工心肺非使用	回収率 (%)	61.4	67.3	56.9	60.1	58.0	48.0	60.2
		RBC/全例数	7/8	24/28	13/15	8/8	3/3	2/2	57/64
		使用率 (%)	87.5	85.7	86.7	100.0	100.0	100.0	89.1
		平均使用単位 (U)	8.9	8.9	10.0	11.3	12.0	12.0	9.8
その他	回収率 (%)	59.7	39.5	50.3	—	—	62.4	50.3	
	RBC/全例数	8/12	2/8	3/4	0/0	0/0	1/1	14/25	
	使用率 (%)	66.7	25.0	75.0	—	—	100.0	56.0	
	平均使用単位 (U)	6.8	13.0	5.3	—	—	14.0	7.9	
回収式未実施	人工心肺使用術	RBC/全例数	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	2/3
		使用率 (%)	100.0	100.0	0.0	—	—	—	66.7
		平均使用単位 (U)	10.0	6.0	—	—	—	—	8.0
		全例	RBC/全例数	29/232	5/5	3/3	1/1	0/0	0/0
	使用率 (%)	12.5	100.0	100.0	100.0	—	—	—	15.8
	平均使用単位 (U)	5.4	6.8	13.3	22.0	—	—	—	6.6
	⑨ Y型人工血管置換術	RBC/全例数	3/5	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	5/7
		使用率 (%)	60.0	—	100.0	100.0	—	—	71.4
		平均使用単位 (U)	10.7	—	6.0	22.0	—	—	12.0
		⑩冠動脈大動脈バイパス 移植術・人工心肺非使用	RBC/全例数	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	使用率 (%)		—	—	—	—	—	—	—
	平均使用単位 (U)		—	—	—	—	—	—	—
	その他		RBC/全例数	26/227	5/5	2/2	0/0	0/0	0/0
		使用率 (%)	11.5	100.0	100.0	—	—	—	14.1
		平均使用単位 (U)	4.8	6.8	17.0	—	—	—	5.8

例 (5.7%)、全例で 168 例 (20.2%) であった。返血量の合計は、通常手術 959,973ml (6,857U)、緊急手術 342,162 ml (2,444U)、全例 1,302,135ml (9,301U) であり、この量の削減が可能であった。

考 察

自己血輸血にはいくつかの方法があり、本邦で最も普及しているのが貯血式・液状保存で、以下希釈式、術中回収式²⁾との報告がある。心臓血管外科手術ではこれら 3 種類の自己血輸血が行われていたが、実施例数は貯血式 13 例 (1.2%)、希釈式 3 例 (0.3%) に留まった。対象期間中の当院での全貯血式実施例は 413 例、希釈式は 3 例で、貯血式の心臓血管外科の割合は 3.1% と低値であった。貯血式の実施率が低い要因として、年齢や疾患などの制約があること、準備期間が必要なことなどがあげられる。また、希釈式は一般的にあま

り普及しておらず、その要因として、手術室での麻酔科医の大きな負担や時間的制約、採血量の限界などが原因と考えられている⁶⁾⁷⁾。さらに心臓血管外科の手術では、労力や時間を割いても同種血輸血が避けられないという印象が強く、積極的に行わないということがある。一方、回収式は 831 例 (77.3%) と自己血輸血の中で最も多用されていた。回収式を実施していない症例としては、術式⑨と⑩を除く人工心肺非使用術や出血量が多くないと見込まれる手術、腫瘍性疾患などがあつた。腫瘍性疾患患者の手術では、回収式を実施していた症例もあつたが、これは予期せぬ大量出血に対する最終手段を想定しているもので、返血したことはない。したがって、回収式実施の未返血例は回収式未実施に含めた。

今回の検討では、回収式実施手術の RBC 同種血回避例数は、168 例 (20.2%) であり、約 1/5 の症例で回避

が可能であった。このうち貯血式併用は11例(6.5%)で、そのうち1例(0.6%)が希釈式併用であった。出血量や返血量が少量であった場合は、返血を行わなくても患者には影響がなかったと思われ、また返血された血液は症例ごとに濃度が異なることから、返血量がそのまま削減された同種血量にはならない。しかし目安として、3年間の返血量は1,302,135mlであることから、約9,301Uの同種血が削減されたといえる。

このように回収式はRBC同種血削減に有効であるが、凝固因子と膠質が含まれていないため、出血量2,000ml以上では、出血傾向と血清膠質浸透圧低下が発症する可能性がある⁹⁾とされている。そのため今回、術中のFFPとALBの使用単位(量)、RBC同種血に対するFFPとPCの投与量の検討を行った。報告によって多少の差異はあるが、術中の出血患者における成分輸血療法は、出血量約1,000ml以上からRBC、2,000ml以上からALB、2,000~4,000ml以上からFFPやPCの適応(体重60kgの場合)である。回収式実施例での同種血使用率が50%以上となる出血量は、RBCとALBは1,000ml未満、FFPは2,000ml以上、PCは3,000ml以上であった。そのため、出血量1,000ml未満でのRBCとALBの使用は不要であった可能性が考えられるが、この中には術前に動脈瘤破裂を起こしていた症例などが含まれていた。今回の検討では、個々の症例に対する患者状態や体格差を考慮していないため、適正かどうかはこれ以上言及できず、今後の課題としたい。またALBの使用量は、回収式実施群の人工心肺使用術が非使用術より有意に高値となった出血量があったが、これは吸引した血液が自己血回収装置の他、人工心肺装置へ流れるかどうかの違いによると考えられる。回収血は処理に時間がかかるのに比べ、人工心肺使用術では人工心肺装置よりすぐに体内に戻る血液がある。そのため、人工心肺非使用術では、循環血漿量を維持する目的でより多くALBを使用し、有意に高値となったのではないかと考えられる。一方RBC同種血に対する投与量については、FFPには明確な基準はなく、ALBはALB/RBC2.0未満とされている。明確な基準がないFFP投与であるが、大量輸血(RBC)や出血性ショックなどの凝固障害を予防するため、積極的にFFPを投与することで病態を改善する⁸⁾⁹⁾という報告がされている。これらによるとFFP/RBCが0.6~1.0以内であれば、使用量が増加しているとはいえないと推測される。回収式実施群のFFP/RBCは0.6、ALB/RBCは1.4、回収式未実施群のFFP/RBCは0.5、ALB/RBCは2.1であった。回収式実施群の使用量は上記の範囲内であり、出血量3,000ml未満では回収式実施群と未実施群のFFPとALBの使用単位(量)に有意差は認められなかった。そのためこの結果からは、回収式実施がFFPやALBの使

用を増加させるとはいえないと考えられるが、今回の検討では症例数が少なく、症例数を増やして検討することも必要と思われる。

また、出血量1,000ml未満における回収式実施群のRBC同種血使用率は63.0%であるのに対し、未実施群が12.9%と低値を示している。これは、回収式未実施群で最も例数の多い術式⑫その他(その中でも人工心肺非使用術)には一般的に出血量が少ない術式が含まれており、出血量が少ないため輸血の必要がなかったと考えられる。さらに術式⑫その他(人工心肺非使用術)では、出血量1,000ml以上でのRBC同種血使用率が100%であることから、予期できぬ出血により回収式が未実施でRBC同種血を使用したと推測される。その他、腫瘍性疾患であるかどうかを含め、患者の術前状態が術中RBC同種血輸血や回収式実施の有無について影響を与えていると考えられる。

当院では回収式以外の自己血輸血の実施率はかなり低値を示しているが、自己血輸血を実施していない症例では同種血の総輸血平均単位は多くはなく、自己血輸血を行うことで同種血回避率(削減率)を上昇させる可能性が十分にあると思われる。同種血回避だけではなく、同種血削減も目的とし、自己血輸血を広く行っていくことが今後の目標となると思われる。

通常自己血回収装置による赤血球の回収率は、50~70%といわれており、回収式の特長として急速な出血では回収率が高く、単位時間当たりの出血量が少ない場合には溶血が多くなり回収率は低下する¹⁰⁾と報告されている。その他回収率には、術前・術中の補液治療による循環血液の希釈の差¹¹⁾も関与していると考えられる。すなわち、輸液などの使用が多い手術では濃縮率が高値となり、回収率が低下する。また、緊急で返血したい場合や出血量が少ない場合は、定量に満たない出血量であっても不足分を生理食塩水で補充し返血することがある。このような理由から回収率が変動し、全体では52.1%と下限であったのではないかと推測される。

術中回収式自己血輸血は、禁忌となっている悪性腫瘍手術においても適応拡大を試みる研究が行われている¹²⁾が、本邦においては原則行われていない。今後、適応拡大のためさらなる基礎的、臨床的検討がなされることが望まれる。

著者のCOI開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし。

文 献

- 1) 吉田雅司：自己血輸血の種類。Medical Technology, 33 : 692—697, 2005.
- 2) 田崎哲典：自己血輸血の種類と使用指針。Medical Technology, 39 : 1511—1516, 2011.

- 3) 宮田茂樹：心臓血管外科手術における輸血療法. 医学のあゆみ, 235 : 59—65, 2010.
- 4) 富士武史, 脇本信博：回収式自己血輸血の概要と実際. 自己血輸血, 22 : 7—25, 2009.
- 5) 日本自己血輸血学会ホームページ：回収式自己血輸血実施基準 (2012). http://www.jsat.jp/jsat_web/standard2012/standard2012.pdf (2015年3月現在).
- 6) 小堀正雄：術前希釈式自己血輸血の普及上の問題点. 日本臨床麻酔学会誌, 18 : 623—627, 1998.
- 7) 小堀正雄：希釈式自己血輸血推進への提言—代用血漿の不備を論ず—. 日本輸血学会雑誌, 49 : 741—748, 2003.
- 8) 岩瀬史明, 小林辰輔, 宮崎善史, 他：輸血を必要とした外傷症例における新鮮凍結血漿投与が転帰に及ぼす影響. 日本救急医学会雑誌, 23 : 342—348, 2012.
- 9) Teixeira PG, Inaba K, Shulman I, et al: Impact of plasma transfusion in massively transfused trauma patients. J Trauma, 66: 693—697, 2009.
- 10) 富士武史, 脇本信博：回収式自己血輸血—現状と実際—, 自己血輸血, 22 : 1—6, 2009.
- 11) 山本和重：腹腔内大量出血症例の腹腔鏡下手術における術中回収式自己血輸血の有効性と安全性について. 自己血輸血, 17 : 17—20, 2004.
- 12) 水野 樹, 小澤芳樹, 間中 哲：悪性腫瘍手術における術中回収式自己血輸血. 日本麻酔科学会準機関誌, 60 : 603—608, 2011.

INTRAOPERATIVE AUTOLOGOUS BLOOD COLLECTION AND AUTOTRANSFUSION FOR THE REDUCTION OF ALLOGENIC BLOOD TRANSFUSION CARDIOVASCULAR SURGERY

Tomoko Akiyama¹⁾, Koji Kishino¹⁾, Ikuko Otsuki¹⁾, Kinari Takei¹⁾, Seiko Shindo¹⁾, Saeko Ojima¹⁾, Mika Kobayashi¹⁾, Takashi Obata¹⁾, Naoko Sugano¹⁾, Yoko Nakaki¹⁾, Yoshio Misawa²⁾ and Kazuo Muroi¹⁾

¹⁾Division of Cell Transplantation and Transfusion, Jichi Medical University Hospital

²⁾Division of Cardiovascular Surgery, Jichi Medical University Hospital

Abstract:

We examined the efficacy of intraoperative blood salvage-type autotransfusion using a blood salvage device during cardiovascular surgery with respect to homologous blood reduction. The subjects were 1,075 patients who underwent cardiovascular surgery between April 1, 2012 and March 31, 2015. Of these, blood salvage-type autotransfusion was performed in 831 (77.3%) subjects. When the subjects were divided into 12 groups based on techniques used, the mean blood-salvage-type autotransfusion rate was 98.8% in 11 primary technique groups. With respect to volume of blood loss, the autotransfusion rate increased with increasing volume of blood loss. The autotransfusion rate was 100.0% at blood loss volume $\geq 4,000$ ml. The retransfusion volume increased in accordance with the volume of blood loss, but the blood salvage rate was low. Overall, the blood salvage rate was 52.1%. There were no marked differences in the blood salvage rate among techniques. The correlation coefficient between blood loss and retransfusion volume (r) was 0.9.

In the blood salvage-type autotransfusion group, the red blood cell (RBC), fresh frozen plasma (FFP), and PC volumes increased in proportion with the volume of blood loss. There were no significant differences in FFP or albumin (ALB) volumes with respect to the presence or absence of blood salvage-type autotransfusion. The use of RBC homologous blood could be avoided in 15.6% of patients for whom blood salvage-type autotransfusion was performed. The total retransfusion volume in the blood salvage-type autotransfusion group during the 3-year period was 1,302,135 ml. Since 140 ml is equivalent to 1 U, this indicates that approximately 9,301 U of RBC homologous blood was reduced during the 3-year period.

Keywords:

cardiovascular surgery, intraoperative autologous blood collection and autotransfusion, reduction of allogeneic blood transfusion