

大動脈弁狭窄症に対する大動脈弁置換術における希釈式自己血輸血の有用性

岩朝 静子¹⁾ 佐藤 順一²⁾ 山崎 健二¹⁾ 野島 正寛³⁾

目的：手術に際して、貯血式自己血輸血は医学的に有用であるが、中等度以上の大動脈弁狭窄症では禁忌である。同種血供給源である献血人口の減少傾向から、同種血の使用削減に向けた努力が必要であり、大動脈弁狭窄症に対する希釈式自己血輸血の医学的効果について検討する。

方法：2016年4月から2019年2月までに重度大動脈弁狭窄症に対して待機的大動脈弁置換術を行った42例（希釈式自己血輸血を開始した2018年2月以降；A群18例、それ以前の症例；C群24例）を、2群間で後ろ向きに比較検討した。

結果：A群における平均自己血採取量は 827.8 ± 256.2 mlであった。術後出血量 ($p < 0.05$)・同種血使用量 ($p < 0.05$) は、A群が有意に少なく、同種血回避率はA群50%、C群9.1%であった。

考察：大動脈弁狭窄症に対する希釈式自己血輸血は、同種血使用量の削減に有用であった。また、術直前の貧血暴露による、血行動態の急激な変化が懸念されたが、有害事象は認めなかった。

結論：大動脈弁狭窄症に対する大動脈弁置換術の希釈式自己血輸血は、ある一定の条件下では安全に実施しうる可能性が示唆された。

キーワード：希釈式自己血輸血、開心術、輸血削減

イントロダクション

同種血は他人の献血から成り立つ血液であり、感染性・免疫学的副作用などの問題が存在する¹⁾。これらを回避するため、待機的心臓手術では貯血式自己血輸血が多用されている²⁾。しかし、高齢化とともに増加傾向の、中等度以上の大動脈弁狭窄症やNYHA IV度の患者では、貯血式自己血輸血は禁忌とされている^{3,4)}。一方、同種血においては、少子高齢化に伴い献血者＝同種血供給量が減少しており、将来的には血液製剤の安定供給が危ぶまれており、同種血削減が急務であると考えられる。手術時の準備血液としての希釈式自己血輸血は、貯血式自己血輸血が不可能な場合でも有用性が期待され、大動脈弁狭窄症患者に対する大動脈弁置換術周術期における輸血削減の一方法として、希釈式自己血輸血の同種血輸血削減効果と安全性について検討する。

対象と方法

2016年4月から2019年2月までに行なった、重度大動脈弁狭窄症に対する待機的大動脈弁置換術42例を対象

とした。心臓弁膜症の診断は経胸壁心臓超音波で行い、大動脈弁通過最高血流速度 ≥ 4.0 m/sec、収縮期平均圧較差 ≥ 40 mmHg、弁口面積係数 < 0.6 cm²/m²を満たしたものを重度大動脈弁狭窄症と診断した⁵⁾。うち、希釈式自己血貯血を開始した2018年2月以降の連続18例をA群とし、それ以前の24例をC群とし、2群の後ろ向き比較検討をした。希釈式自己血貯血は麻酔導入時の収縮期血圧が100 mmHg以上、ヘモグロビン (Hb) 10 g/dl以上を適応とし、当科での同術式におけるこれまでの平均輸血量から、目標貯血量を800~1,200 mlとした。中止基準は、上室性・心室性不整脈の増加、容量負荷に反応しない低血圧（収縮期圧 < 80 mmHg）とした。手順としては、全身麻酔導入後に頸静脈より中心静脈ラインを確保し、代用血漿剤（ヒドロキシエチルデンプン）を目標貯血量と同量投与しながら、中心静脈ラインに自己血採取バッグを接続し、一度に300~400 mlずつ目標貯血量に到達するまで、輸液と採取を交互に行なった。その間に手術を開始し、開胸下にヘパリンナトリウム300 U/kgを経静脈投与し、活性化凝固時間 (ACT) > 400 秒を確認してから人工心肺を開始した。

1) 北海道循環器病院心臓血管外科

2) 北海道循環器病院麻酔科

3) 東京大学医科学研究所 TR・治験センター/先端医療開発推進分野

〔受付日：2019年9月2日、受理日：2019年12月5日〕

Table 1 Patient background

	group A	group C	p value
Age (years)	75.4 ± 6.4	78.0 ± 22.0	0.308
Male:Female	6:12	11:13	0.420
Body weight (kg)	56.1 ± 9.3	52.6 ± 8.1	0.303
BSA (m ²)	1.4 ± 0.3	1.5 ± 0.1	0.525
Antiplatelet or anticoagulation drug taking rate	10 (55.6%)	10 (37.9%)	0.378
Pre-operative Hb (g/dl)	12.0 ± 1.2	11.5 ± 1.5	0.154
Pre-operative eGFR (ml/min/1.73m ²)	50.9 ± 36.7	57.9 ± 34.0	0.675
Pre-operative NT-pro BNP (pg/ml)	median:396 (IQR:147-62.729)	median:1,296.5 (IQR:57-33.924)	0.566
Ejection fraction (%)	60.2 ± 8.8	65.1 ± 8.2	0.077
Hemodialysis	5 (27.8%)	4 (16.7%)	0.391
Euro score mortality (%)	9.9 ± 4.7	11.4 ± 6.5	0.593
Echocardiography			
Peak velocity (m/sec)	4.26 ± 1.0	4.16 ± 0.8	0.372
Aortic valve area index (cm ² /m ²)	0.53 ± 0.3	0.57 ± 0.1	0.328
Mean pressure gradient (LV-Ao) (mmHg)	41.26 ± 22.2	42.14 ± 17.5	0.447

BSA, body surface area

人工心肺はすべて無血充填であり、使用中の目標深部体温は常温とした。心内操作が終わると、人工心肺から離脱し、ヘパリン中和のためにプロタミン硫酸塩を投与し、ACT < 120 秒を確認してから、採取した希釈式自己血輸血を投与した。周術期における輸血、赤血球製剤 (RBC-LR) の投与開始基準は、ヘマトクリット (Hct) < 27~30%，人工心肺中は Hct < 20~24% とした。血小板 (PC) ・新鮮凍結血漿製剤 (FFP) は原則人工心肺離脱後で大量出血時、Plt < 3 万 * 10⁴/μl や血中フィブリノゲン < 150mg/dl を開始基準とし、麻酔科医に判断を委ねた。

輸血量の計算法は、RBC-LR : 140ml/U, FFP : 120 ml/U, PC : 10ml/U とした。術中自己血回収装置 (CATSmart[®], Fresenius Kabi, Bad Homburg, Germany) は全例で使用し、回収した血液はヘパリン添加生理食塩水にて洗浄・濃縮し、精製した分を返血し、精製の過程で破棄した分を出血量に加えた。

統計学的検討は、SPSS (Version 19 SPSS Inc. Chicago, USA) を用いて行い、平均値を表記し、比較検定としての 2 群比較はノンパラメトリック Mann-Whitney の U 検定を行った。希釈式自己血採取による影響の解析には重回帰分析を行った。検定では、 $p < 0.05$ の場合を有意とした。

結 果

両群間で術前因子の患者背景について、有意差を認めなかった (Table 1)。

術中因子として、手術時間・人工心肺時間・大動脈遮断時間は両群間で有意差を認めなかった (Table 2)。

平均貯血量は A 群 827.8 ± 256.2ml (400~1,200ml) で、循環血液量の約 19.8 ± 6.8% に相当し、術後の余剰破棄

や、使用を断念した症例はなかった。手術直前の Hb は A 群 12.0g/dl, C 群 11.5g/dl と、両群で有意差を認めなかった。

術中出血量は、A 群 832.3 ± 562.2ml, C 群 1,138.1 ± 625.9ml と、有意差を認めなかった。術後出血量は術翌日までのドレーン廃液量とし、A 群 1,214.7 ± 976.5 ml, C 群 1,488.5 ± 934.1ml (Fig. 1) と、A 群の術後出血量が有意に少なかった ($p < 0.05$)。術中同種血使用量は、A 群 0ml, C 群 588.3 ± 483ml (RBC-LR : 237.5ml + FFP : 330ml + PC 群 : 20.8ml)、うち人工心肺中の同種血 (RBC-LR) 使用量は C 群 420.0 ± 308.9ml であり、A 群が有意に少なかった ($p < 0.05$) (Fig. 2)。術後同種血使用量 (中央値) は A 群 140.0ml, C 群 560.0ml と、A 群が有意に少なかった ($p < 0.05$) (Table 2)。多変量解析では、自己血採取と術後出血との間には因果関係は認められなかったが、自己血採取と術後同種血投与量との間に有意な因果関係を認めた (Table 3, 4)。

人工心肺中の Hct 最低値は A 群 22.2%, C 群 21.2% と、有意差は認めなかった。人工心肺中の最低体温は A 群 35.8℃, C 群 34.5℃ と、A 群が有意に高かったが、多変量解析では人工心肺中の体温と術後出血や術後同種血投与量との間には因果関係を認めなかった (Table 3, 4)。

術翌日の Hb は、A 群 8.7g/dl, C 群 9.4g/dl と、有意差を認めなかった。両群ともに術後 3~4 日目に術前と比して有意に低く最低値となり、退院時には回復傾向ではあるものの、術前と比して有意に低値であった (Fig. 3)。また、術翌日の Plt は A 群 10.4 * 10⁴/μl, C 群 9.5 * 10⁴/μl と、有意差を認めなかった。両群ともに術後 3~4 日目に術前と比して有意に低く最低値となるも、退院前には両群ともに術前よりも有意に増加を認めた

Table 2 Intra and postoperative factor for each group

	group A	group C	p value
Intraoperative			
Operative time (min)	176.6 ± 51.2	192.1 ± 35.2	0.177
Aorta cross clamp time (min)	66.6 ± 25.2	63.5 ± 16.5	0.656
Cardiopulmonary bypass time (min)	94.8 ± 32.2	92.4 ± 20.8	0.461
Minimum Hct during CPB (%)	22.2 ± 3.9	21.2 ± 2.9	0.387
Intra operative blood loss (ml)	832.3 ± 562.2	1,138.1 ± 625.9	0.147
The amount of Intra operative allogeneic blood usage (ml)	0	588.3 ± 483.0	<0.001
The amount of Intra operative allogeneic blood usage during CPB (ml)	0	420.0 ± 309.4	<0.001
CABG combined	5 (27.8%)	1 (4.2%)	0.033
Postoperative			
Duration of postoperative inotropic agent infusion (d)	2.2 ± 1.4	2.0 ± 2.0	0.275
Length of stay in ICU (d)	5.4 ± 4.7	2.8 ± 1.5	0.063
Length of stay in hospital (d)	29.3 ± 12.4	25.2 ± 14.9	0.222
Post-operative blood loss (ml)	1,214.7 ± 976.5	1,488.5 ± 934.1	0.034
The amount of post-operative allogeneic blood usage (ml)	median:140 (IQR:0-560)	median:560 (IQR:280-1,110)	0.043
IPOD Hb (g/dl)	8.7 ± 1.3	9.4 ± 1.4	0.093
IPOD Platelet (*10 ⁹ /l)	10.4 ± 3.3	9.5 ± 5.5	0.079
IPOD PT-INR	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.1	0.461
IPOD APTT	46.2 ± 15.4	45.2 ± 9.4	0.605
Post-operative ejection fraction (%)	64.1 ± 5.9	63.2 ± 7.8	0.336

CPB, cardiopulmonary bypass; CABG, coronary artery bypass grafting; ICU, intensive care unit; IQR, inter-quartile range.

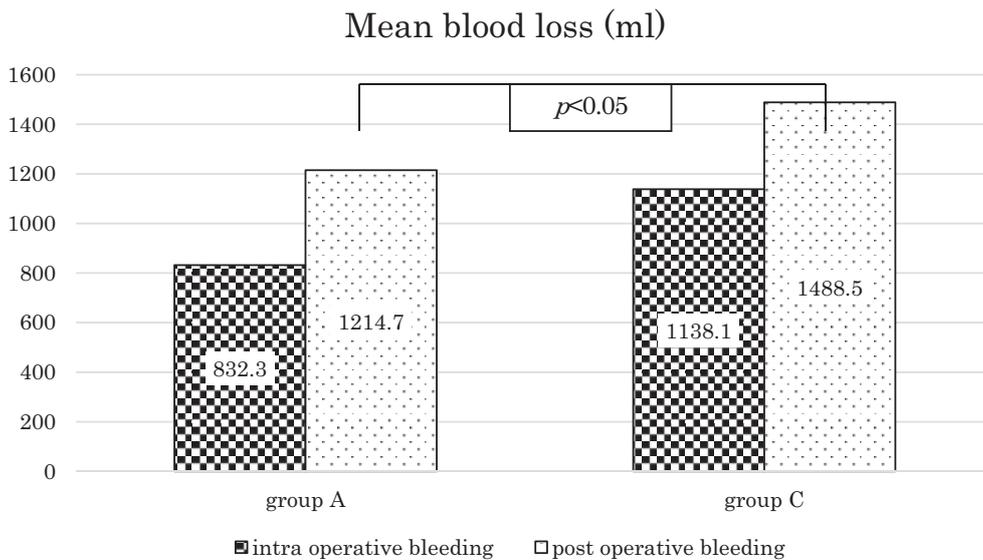


Fig. 1. Intra and postoperative bleeding.
術後出血量は、A 群が C 群に比較して有意に少なかった ($p < 0.05$).

(Fig. 4). 術翌日に凝固系である PT-INR や、活性化部分トロンボプラスチン時間 (APTT) は、両群ともに有意差を認めなかった。

術後 ICU 滞在日数は A 群 5.4 日, C 群 2.8 日, 強心剤使用期間は A 群 2.2 日, C 群 2.0 日, 在院日数は A 群 29.3 日, C 群 25.2 日と、両群ともに有意差は認めなかった。

入院中の同種血回避率は A 群 50%, C 群 9.1% であった。A 群において、自己血採取中の心血管イベント・

有害事象は認めず、両群ともに術後の心機能は良好であり、病院死亡は認めなかった。

考 察

希釈式自己血輸血とは、手術直前に自己血を採取し、失われた血液量を同等量の代用血漿剤で置換することで、自己血液が希釈されることから、希釈式と名付けられている。患者の血液は希釈されているため、術中出血に伴う実質的な赤血球喪失量は少なくすむ⁶⁾。野

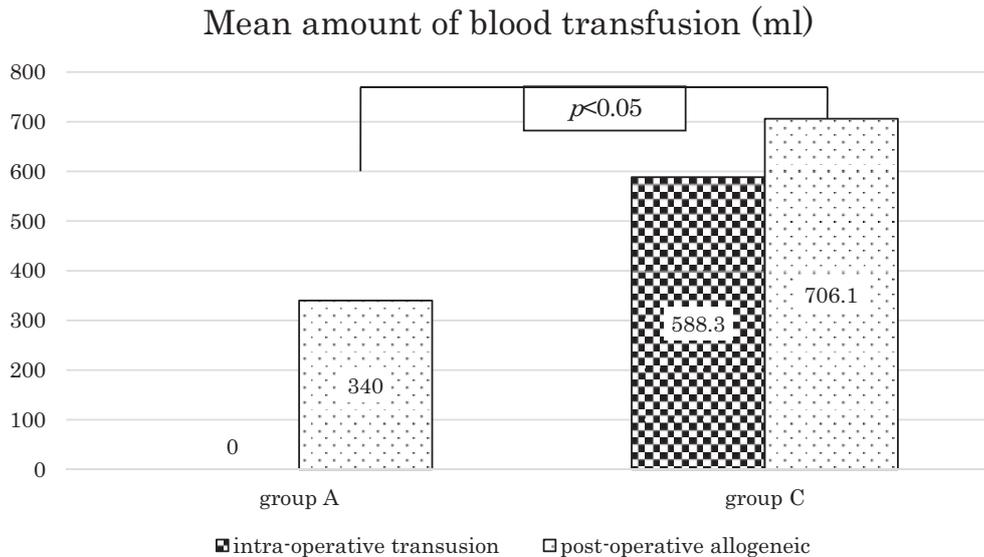


Fig. 2. The amount of blood transfusion.

術後の同種血使用量は、A群がC群に比較して有意に少なかった ($p < 0.05$).

Table 3 Multiple regression analysis for post-operative bleeding

因子	術後出血量の変化	P 値	95% 信頼区間	
			下限	上限
自己血採取なし vs. あり	-127.9	0.72	-851.0	595.2
最低体温 (1度上昇ごと)	-167.2	0.235	-448.7	114.4

Table 4 Logistic multivariate analysis for allogeneic blood usage

アウトカム: 2単位以上のMAP・FFP輸血の有無				
因子	オッズ比	P 値	95% 信頼区間	
			下限	上限
自己血採取なし vs. あり	2,249.73	0.033	1.86	2,723,786.34
最低体温 (1度上昇ごと)	2.84	0.242	0.49	16.39

血式自己血輸血と違い、緊急手術でも行うことが可能で、自己の新鮮な血液であることが一番の利点である。諸外国での整形外科・産婦人科領域の手術においては、循環血液量の20%を超える出血が予想される場合、希釈式自己血輸血を推奨されている⁷⁾⁸⁾。心臓血管外科領域では、従来の胸骨正中切開での侵襲度の高い手術から、人工心肺を用いないオフポンプ・肋間小開胸(MICS: Minimum invasive cardiovascular surgery)・内視鏡補助・ロボットなど、低侵襲手術が増加傾向にあり、出血量・周術期合併症・在院日数などの改善を認めている⁹⁾¹⁰⁾。しかし、大半の手術に対して、ヘパリンを用いた人工心肺は不可欠であり、そのために必要輸血量は決して少なくなく、希釈式自己血輸血の価値は医学的に十分あると考えられる。

希釈式自己血輸血の適切な血液採取量は、貯血式自己血輸血のように体重から換算する一定の採取量と違

い、1,000ml程度まで、とされている¹¹⁾。中等度以上の大動脈弁狭窄症は、貯血式自己血輸血が禁忌であり、希釈式自己血輸血に関しても弁膜症は禁忌であるが、開心術においてはこの限りではない、という記載から¹²⁾、我々は重度の大動脈弁狭窄症の手術において、心機能低下症例(EF<30%)は対象外とし、術中の安全対策をとることで自己血採取可能と考えた。同術式における過去の出血量から換算し、目標血液採取量を800~1,000mlとした。これは循環血液量の約 $19.8 \pm 6.8\%$ に相当し、この採取量において余剰破棄はなく、血行動態の不安定化なども認めなかった。ただし、大動脈弁狭窄症は同じような年齢・体重であっても、個々の心筋予備能力は一定ではなく、血液採取許容量の目安を決めることは困難であり、今後の追加研究が必要と考える。

体外循環(人工心肺)の使用においては、前述の通りヘパリンを用いることに加え、さらに物理的な赤血

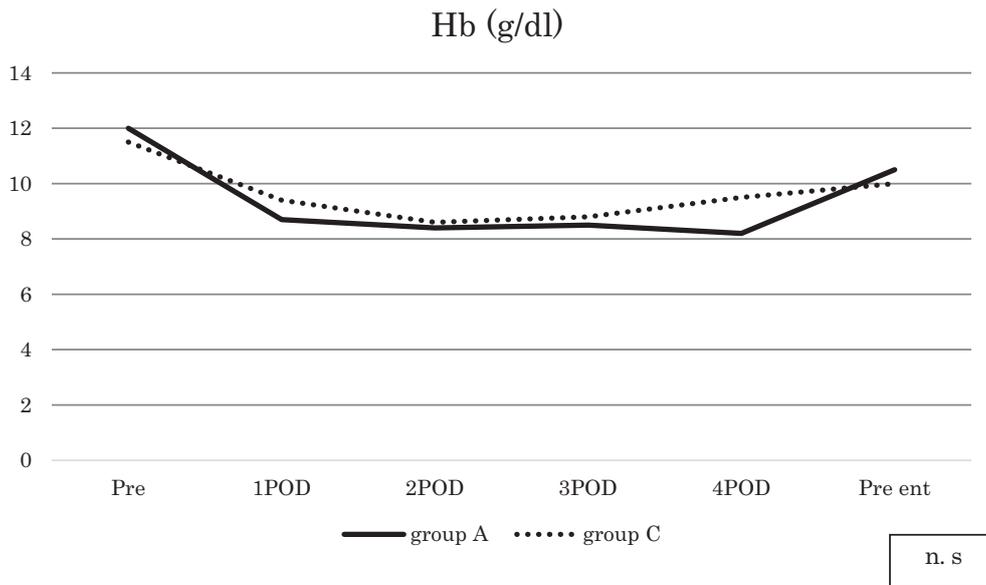


Fig. 3. The perioperative Hb transition.
術前から退院まで、有意差なく経過した。両群とも、術前に比して退院前に有意に低下していた。

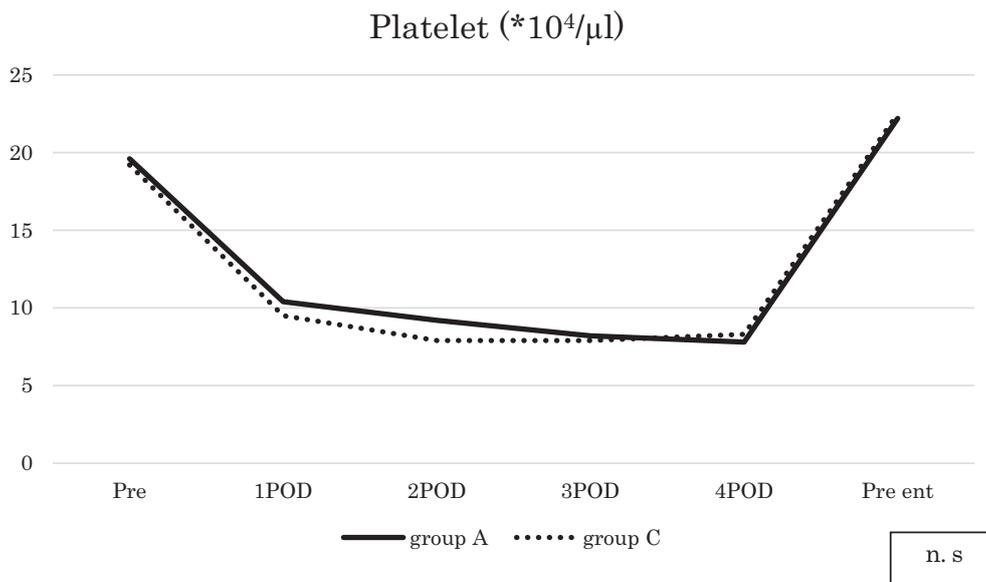


Fig. 4. The perioperative Plt transition.
術前から退院まで、有意差なく経過した。両群とも、術前に比して退院前に有意に増加していた。

球破碎による溶血，血小板消費，凝固因子の漏出が起こる。また，低体温になるほど出血傾向や，血小板凝集能の低下を認め，周術期の凝固システムに悪影響を及ぼす¹³⁾¹⁴⁾。よって開心術においては，出血・凝固系の急激な変化を念頭においた輸血医療が重要である¹⁵⁾。

今回，我々の検討においてプロトロンビン時間は，両群ともに術翌日延長するも，術後2日目には正常化し，有意差を認めなかった。一部の報告では，人工心

肺で破碎される前の血小板・凝固因子を含む自己全血を採取しておくことで，人工心肺離脱後の自己血補充による止血効果を認めている^{16)~23)}。手術侵襲に伴う止血凝固機能の障害が，自己血輸血により速やかに修復される可能性が期待される。今回我々の検討で希釈式自己血使用群が，術後の出血・同種血使用量において優れており，多変量解析では自己血採取と同種血輸血使用量との間に因果関係を認め，一定の効果はあった

と示唆された。しかし、術後出血と自己血採取との間には因果関係は認めず、さらに母数を増やして検討する必要があると思われた。

採取した自己血は1時間程度であれば、4℃よりも室温保存のほうが凝固に与える影響は少ないとされている²⁴⁾。血液検査の凝固機能だけでは説明できない因子が関連する可能性もあり、今後のさらなる検討が必要と考えられる。

一方、希釈式自己血輸血にて医学的な有用性が認められなかった報告もあるが、自己血採取量が200~300 mlと少なく、同種血輸血開始基準が低めであることなどから、我々の検討とは方法が異なると考えられた²⁵⁾。

希釈式自己血輸血における懸念事項として、術直前に貧血に暴露されることから、心機能低下や肺疾患・脳血管狭窄など、全身の酸素化における予備能力が低下している場合には、なんらかの悪影響が及ぶ可能性がある。特に手術適応の弁膜症は、心筋予備能力が低下しており、貧血に暴露されることで、心血管イベント・有害事象の引き金となりうることに最大の注意が必要である。中でも大動脈弁狭窄症は、慢性的な圧負荷により心筋が肥大しており、心筋の酸素需給バランスの維持が困難であり、突然死のハイリスク疾患である⁵⁾。よって、今回我々の経験では、いかに安全を確保するかを最重要事項と考え、自己血採取とはほぼ同時に手術を開始し、万が一血行動態が不安定になる際には、素早く人工心肺を装着できる体制を厳守した。これには循環管理を主に担う麻酔科医を含めたチーム（心臓血管外科医、看護師、人工心肺技師）の協力が不可欠であり、麻酔導入・手術・自己血採取それぞれの進行と、そこに孕む危険性をチーム全員で共有し、目標の自己血採取量に到達するときに合わせてヘパリン投与・人工心肺装着へと、タイミングを合致させることが重要である。また、希釈式自己血輸血は、術直前の自己血採取・補液投与に時間を要するため、麻酔・手術時間の延長につながるものが懸念される。我々の検討では、手術時間に有意差は認めておらず、その一因として自己血採取と手術を同時進行で行うことが時間短縮・効率化、そして安全性につながっていると考えられた。また同様に、有害事象は認めず、同種血使用回避のみならず、臓器障害や在院日数の軽減も報告されており、今後のさらなる解析に期待をしたい^{16)~19)26)}。

一方、同種血による合併症として、免疫学的・感染性副作用が知られている。急性期に起こるアレルギー反応は血小板や赤血球製剤投与後に起こりやすく、発生率は1~30%と報告されている¹⁾。中でも重篤なものとして、輸血後急性肺障害、移植片対宿主病は輸血関連死亡の主な原因となっている。また、慢性期においても肝炎・エイズ・ヒトT細胞白血病ウイルスなど含

め、未知な病原体による感染は、頻度は低下傾向となっているが決してゼロではないことに注意すべきである。今回我々の検討では、両群ともに輸血製剤由来と考えられる有害事象は認めなかったが、このような遠隔期に亘る合併症の可能性からも、同種血回避が望ましいと考えられる。

国内での心臓血管外科手術は増加傾向である²⁷⁾。同時に同種血は安全性が向上し、必要量も年々増加傾向である²⁸⁾。しかし、将来的には少子高齢化にともなう献血量=同種血供給量低下が予想される。希釈式自己血輸血は先述したように医学的に有用であるばかりでなく、供給量が減る血液製剤に対して、増える需要を補う一方法として、今一度積極的に活用していく意義があると思われる。

今回の我々の検討では、A群の中で80歳以上が4名含まれていた。高齢であっても自己血採取は可能で、うち1名は自己血のみで、同種血を投与することなく経過できた。同種血回避率はA群50%、C群9.1%であり、希釈式自己血輸血の利用が同種血使用削減に貢献できた可能性は高い。

研究の限界

本研究は後ろ向き研究であり、2群間において対象期間が異なることによる、選択バイアスが存在している可能性は否定できない。手術中の温度管理・手順の変化などは否めず、今後さらに母数を拡大して、適応条件・自己血至適採取量などについての追加検討が望ましいと考える。

結 論

希釈式自己血輸血は、大動脈弁狭窄症に対する手術において有害事象なく、ある一定の条件下では安全に行うことができた。希釈式自己血輸血は周術期の経過から、医学的に有用であることが示唆され、貯血式自己血輸血が不可能な場合でも、同種血輸血を削減する一方法として有用と考えられた。

著者の COI 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

本論文の内容は第66回日本輸血・細胞治療学会総会（2019年5月、熊本市）において報告した。

文 献

- 1) Kiefel V: Reactions induced by platelet transfusions. *Transfusion medicine and hemotherapy*, 35: 354—358, 2008.
- 2) 岩朝静子, 齋藤 聡, 西田 博, 他: 待機的開心術における術前自己血貯血の有用性. *東京女子医科大学雑誌*, 86 (5): 183—190, 2016.

- 3) 日本自己血輸血学会：貯血式自己血実施指針(2014) — 予定手術を行う成人を対象とした原則一。
http://www.jsat.jp/jsat_web/down_load/pdf/cyoketsushikijikoketsu_shishin2014.pdf#search (2019年7月現在)。
- 4) 塩野則次, 渡邊善則, 小山信彌, 他：心臓血管外科における最近10年間の自己血輸血と同種血輸血施行の状況。日本輸血細胞治療学会雑誌, 52(4): 479—485, 2006。
- 5) 日本循環器学会, 弁膜疾患の非薬物治療に関するガイドライン(2012年改訂版)。
http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_ookita_d.pdf (2019年7月現在)。
- 6) 日本自己血輸血学会 希釈式自己血輸血実施基準(2016)。
http://www.jsat.jp/jsat_web/down_load/pdf/kisyaku-shikijikoketsu_kijun2016.pdf (2019年7月現在)。
- 7) Fuller AJ, Bucklin B: Blood component therapy in Obstetrics. *Obstetrics and gynecology clinics of north America*, 34(3): 443—458, 2007。
- 8) Lane A, Crosby ET: Blood management for hip reconstruction surgery. *Orthopedic clinics of north America*, 40(3): 417—425, 2009。
- 9) Lapierre H, Chan V, Sohmer B, et al: Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *European Journal of cardiothoracic surgery*, 40(4): 804—810, 2011。
- 10) Tarui T, Ishikawa N, Horikawa T, et al: First major clinical outcomes of totally endoscopic robotic mitral valve repair in Japan-A single-center experience. *Circulation journal*, 83(8): 1668—1673, 2019。
- 11) 日本自己血輸血学会・周術期輸血学会。
http://www.jsat.jp/jsat_web/jikoketuyuketu_toha/index.html (2019年10月現在)。
- 12) 厚生労働省 自己血輸血の指針 改定版のねらい。
https://www.mhlw.go.jp/shingi/2006/11/dl/s1130-12_d.pdf (2019年11月現在)。
- 13) Domenico P, Stephanie JB, Michael RB: Coagulation disorders of cardiopulmonary bypass: a review. *Intensive care medicine*, 30: 1873—1881, 2004。
- 14) Paparella D, Brister SJ, Buchanan MR: Coagulation disorders of cardiopulmonary bypass: a review. *Intensive care medicine*, 30: 1873—1881, 2004。
- 15) Murphy MF, Goodnough LT: The scientific basis for patient blood management. *Transfusion Clinique et biologique*, 22(3): 90—96, 2015。
- 16) Stammers AH, Mongero LB, Tesdahl E, et al: The effectiveness of acute normovolemic hemodilution and autologous prime on intraoperative blood management during cardiac surgery. *Perfusion*, April: 27, 2017。
- 17) Goldberg J, Paugh TA, Dickinson TA, et al: Greater volume of acute normovolemic hemodilution may aid in reducing blood transfusion after cardiac surgery. *Annals of thoracic surgery*, 100: 1581—1587, 2015。
- 18) 森 啓一, 阿部 正, 郷 律子, 他：開心術における術前希釈式自己血輸血の術後貧血に及ぼす影響。徳島赤十字病院医学雑誌, 2: 1—4, 1997。
- 19) 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, 49(6): 741—748, 2003。
- 20) Obi AT, Park YJ, Bove P, et al: The association of perioperative transfusion with 30-day morbidity and mortality in patients undergoing major vascular surgery. *Journal of vascular surgery*, 61: 1000—1009, 2015。
- 21) Beckmann SR, Carlile D, Bissinger RC, et al: Improved coagulation and blood conservation in the golden hours after cardiopulmonary bypass. *Journal of the American society of extra-corporeal technology*, 39: 103—108, 2007。
- 22) Nakamura Y, Masuda M, Toshima Y, et al: Comparative study of cell saver and ultrafiltration nontransfusion on cardiac surgery. *Annals of thoracic surgery*, 49: 973—978, 1990。
- 23) Taketani T, Motomura N, Toyokawa S, et al: Beneficial effect of acute normovolemic hemodilution in cardiovascular surgery. *Japanese journal of cardiovascular surgery*, 53: 16—21, 2005。
- 24) Flom-Halvorsen HI, Øvrum E, Øystese R, et al: Quality of intraoperative autologous blood withdrawal used for retransfusion after cardiopulmonary bypass. *Annals of thoracic surgery*, 76(3): 744—748, 2003。
- 25) Virmani S, Tempe DK, Pandey BC, et al: Acute normovolemic hemodilution is not beneficial in patients undergoing primary elective valve surgery. *Annals of cardiac anesthesia*, 13(1): 34—38, 2010。
- 26) Barile L, Fominsky E, Di Tomasso N, et al: Acute normovolemic hemodilution reduces allogeneic red blood cell transfusion in cardiac surgery. *Anesthesia and analgesia*, 124(3): 743—752, 2017。
- 27) Shimizu H, Endo S, Natsugoe S, et al: Committee for Scientific Affairs, The Japanese Association for Thoracic Surgery: Thoracic and Cardiovascular surgery in Japan during 2016. Annual report by The Japanese Association for Thoracic Surgery. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 67(4): 377—411, 2019。

28) 厚生労働省, 平成 29 年度血液製剤使用実態調査報告,
第一回適正使用調査会資料.

<https://www.mhlw.go.jp/content/11127000/000357618.pdf#search> (2019 年 7 月現在).

THE EFFECTIVENESS OF ACUTE NORMOVOLLEMIC HEMODILUTION (ANH) FOR AORTIC VALVE STENOSIS SURGERY

Shizuko Iwasa¹⁾, Junichi Sato²⁾, Kenji Yamazaki¹⁾ and Masahiro Nojima³⁾

¹⁾Department of Cardiovascular Surgery, Hokkaido Cardiovascular Hospital

²⁾Department of Anesthesiology, Hokkaido Cardiovascular Hospital

³⁾Center for Translational Research/Division of Advanced Medicine Promotion, Institute of Medical Science, University of Tokyo

Abstract:

Objective: We retrospectively assessed the efficacy of acute normovolemic hemodilution (ANH) for aortic valve stenosis surgery from the medical perspective.

Methods: In this study, we analyzed 42 patients who required aortic valve replacements for aortic valve stenosis between April 2016 and February 2019. We performed ANH in February 2018. Patients were divided into 2 groups as follows: group A patients on whom ANH was performed (n=18) and group C patients on whom ANH was not performed before February 2018 (n=24).

Results: There was no significant difference in the pre-operative patient background information between the 2 groups. The amount of post-operative bleeding and volume of post-operative blood transfused were significantly higher in group C patients than those in group A patients. The duration of inotropic agent infusion was not significantly different between the 2 groups.

Discussion: ANH for aortic stenosis might pose a risk of hemodynamic instability to the patient as he might have anemia. Our study was unable to show elongation of inotropic agent infusion or hemodynamic instability in these patients.

Conclusion: ANH might be performed for aortic valve stenosis if it is safe for the patient and contributes to reduction in the use of allogeneic blood products. It might also be beneficial for post-operative recovery.

Keywords:

pre-operative blood donation, cardiovascular surgery, reduction in blood transfusion