心臓手術における自己血貯血の現況と展望

自治医科大学胸部外科

長谷川 伸 之 加 藤 盛 人 三 澤 吉 雄
上 沢 修 小 西 宏 明 布 施 勝 生

The Present State and the Prospect of Autologous Blood Donation for Cardiac Surgery

Nobuyuki HASEGAWA, Morito KATO, Yoshio MISAWA,
Osamu KAMISAWA, Hiroaki KONISHI and Katsuo FUSE

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Jichi Medical School

1994年1月から1997年12月までに、期待的行った心臓手術376例のうち、術前自己血貯血を行った166例（男性109例、女性57例）を対象とし、①成人初回心臓手術（140例；男性97例、女性43例）、②小児初回心臓手術（17例；男性6例、女性11例）、③再手術（9例；男性6例、女性3例）に分類して、各々の年次推移から今後の展望を検討した。①成人初回心臓手術：外来で貯血を行い、1回貯血量は400mlとし、初回貯血時のヘモグロビン（Hb）値により、エリスロポエチンの皮下注射を併用した。総貯血量は'94年には600mlから1200mlまでさまざまであったが、'96年以降はほとんどの症例で800mlとした。期待手術に占める貯血例の割合は'94年の29.4%から'97年の58.2%へと増加し、同種血輸血回避率は高率（'95、97.1%、'96、92.1%、'97、94.3%）を維持した。貯血を行わなかった症例の理由として、重症心不全（NYHA 3度以上）、不安定狭心症、重症の大動脈弁狭窄症（圧較差100mmHg以上）、高度の貧血（Hb値で10g/dl未満）が挙げられるが、今後、NYHA 3度程度の心不全症例については、入院後症状の軽快を待ってから、貯血し得るものと考えられた。②小児初回心臓手術：体重により1回貯血量を、体重と疾患により総貯血量を決定し、適宜MAP血を併用した。非チアノーゼ性心疾患症例については、年々貯血例は増加し、同種血輸血回避率は高率（'95、100%、'96、100%、'97、90.9%）であった。今後は、チアノーゼ性心疾患症例についても貯血の対象を拡大し得るものと考えられた。③再手術：成人初回手術症例と貯血の適応、方法などはほぼ同じであるが、自己MAP血、自己新鮮凍結血漿、自己血小板などの成分貯血を行った。貯血例における同種血輸血回避率は高率（'96、100%、'97、66.7%）であった。今後は70歳以上の高齢者やNYHA 3度程度の心不全症例についても、貯血の適応が広げ得るものと考えられた。

索引用語：成人心臓手術（Cardiac Surgery for Adults）、小児心臓手術（Cardiac Surgery for Children）、再心臓手術（Reoperation of Cardiac Surgery）、自己血貯血（Autologous Blood Donation）、成分貯血（Elemental Blood Donation）

はじめに

各分野における手術の成績は年々向上し、安定した成果を納めるようになってきた。比較的安全に同種血輸血が可能になった近年でも、輸血によるウイルス肝炎、HIV感染、GVHDなどはあとを

絶たない。また、心臓手術の場合、多くの症例で何らかの輸血が必要であり、本邦においては、1980年代後半から回収式、貯血式、希釈式などの各種の自己血輸血法が用いられるようになり、1990年代半ばには、成人の初回心臓手術における術前自己血貯血は、多くの施設で定着し、安定した成績

を収めるようになってきた。そこで今回著者らは、当教室における自己血貯血の年次推移から今後の展望を検討したので報告する。

対象および方法

1994年1月から1997年12月までに、期待的行った心臓手術376例のうち、術前自己血貯血を行った166例（男性109例、女性57例）を対象とした。原疾患は、虚血性が66例、虚血性+弁膜症が2例、弁膜症が62例、先天性が36例である。

1. 対象の分類

まず、初回手術症例と再手術症例に分類し、次に、初回手術症例は年齢によって、成人初回手術症例（16歳以上）と小児初回手術症例（3-15歳）に分けた。

2. 各群における術前自己血貯血法

①成人初回手術：140例（男性97例、女性43例）

1回貯血量は、原則として400mlとし、外来で1週間毎に貯血した。鉄剤はフェロミア®100-200mg/日を手術前日まで毎日内服させ、同時にビタミンC1-2g/日も内服させた。エリスロポエチンの皮下注射（24000U/回/週）は、初回貯血時のヘモグロビン値によって適応を決定した（Table 1）。貯血した血液は主に液状保存血として保存した。

②小児初回手術：17例（男性6例、女性11例）

1回貯血量は、原則として体重が40kg未満の症例で100mlとし、40kg以上の症例で400mlとした。総貯血量は、体重によって人工心肺の充填量が1000-1700mlと異なるため、40kg未満の心房中隔欠損症で200ml、心室中隔欠損症で300-400mlとし、40kg以上の症例では800mlとした（Table 2）。貯血は外来で行い、鉄剤とビタミンCを連日内服

させた。貯血した血液は、3週間以内に手術が行える場合は液状保存血とし、それ以上かかる場合はMAP血と液状保存血の両方を併用して保存した。

③再手術：9例（男性6例、女性3例）

1回貯血量、鉄剤、エリスロポエチンの皮下注射の方法は、成人初回手術症例と同様であるが、貯血した血液は主にMAP血と新鮮凍結血漿に分離して保存し、9例中6例で、術前日に自己血小板貯血10U（2例）または20U（4例）を行った。

各症例群について、期待手術における貯血者の割合、総貯血量の推移、同種血輸血回避率、貯血を行わなかった理由を明らかにし、今後の展望を検討した。

結 果

1. 期待手術における貯血者の割合（Fig. 1）

成人初回手術症例では、年々期待手術症例が増加し、貯血者の割合も'94年の29.4%から'97年の58.2%へ増加した。貯血例の平均年齢は53.8-57.3歳とほぼ一定していた。

小児初回手術症例では、'95年12月に開始したた

Table 2 The autologous blood donation in cardiac surgery for children

	donation (ml)	total donation (ml)
B.W.<40kg		
ASD	100	200
VSD	100	300-400
B.W.≥40kg	400	800

ASD:atrial septal defect
VSD:ventricular septal defect
B.W.:body weight

Table 1 The presentation of erythropoietin
EPO 24,000U once in a week (S.C.)

Hb≤12.0g/dl	→ EPO administration before a week of the donation
12.0g/dl<Hb≤14.0g/dl	→ EPO administration
14.0g/dl<Hb	→ none

erythropoietin:EPO
hemoglobin concentration:Hb

Fig. 1 The rate of autologous blood donation cases in elective cardiac surgery

Fig. 2 The change in total volume of autologous blood donation (adults)

Fig. 3 The change in total volume of autologous blood donation (children and reoperations)

め、初年次は1例(4.2%)と少ないが、それ以降は徐々に増加し、'97年は78.6%に達した。貯血例の年齢は3-15歳(平均は、'96年:6.2歳、'97年:8.7歳)であった。

再手術症例では'96年から開始し、貯血者の割合が増加しつつあった。貯血例の平均年齢は'96年が31.7歳、'97年が54.7歳と徐々に高齢化していた。

2. 総貯血量の推移 (Fig. 2, 3)

成人初回手術症例では、'94年は600ml, 800ml, 1000ml, 1200mlとさまざまであったが、'96年以降は、ほとんどが800mlとなり、ごく少数例にのみ400mlの貯血を行った。

小児初回手術症例では、人工心肺の充填量が体重により1000-1700mlと異なっており、術中・術後の出血量も考慮して、総貯血量は疾患と体重によって、'96年以降は200ml, 400ml, 800mlに分けて行ったが、概ね体重40kg未満の心房中隔欠損症で200ml, 心室中隔欠損症で400ml, 体重40kg以上の症例(川崎病や心内膜床欠損症)では800mlであっ

Fig. 4 The evasion rate of homologous blood transfusion

た。

再手術症例では、1/3の症例で800ml, 2/3の症例で1200mlの貯血を行った。

3. 同種血輸血回避率 (Fig. 4)

成人初回手術症例において、貯血例では'95, 97.1%, '96, 92.1%, '97, 94.3%と高い同種血輸血回避率を維持しているのに対して、非貯血例では'95, 24.3%, '96, 37.5%, '97, 7.3%にとどまっていた。待期手術全体での回避率は'95, 59.2%, '96, 67.1%, '97, 58.2%であった。

小児初回手術症例において、貯血例では'95, 100%, '96, 100%, '97, 90.9%であったのに対して、非貯血例では'95, 56.5%, '96, 50.0%, '97, 0%であり、全体では'95, 58.3%, '96, 77.8%, '97, 71.4%であった。

再手術症例において、貯血例では'96, 100%, '97, 66.7%であったのに対して、非貯血例では'96, 10.0%, '97, 14.3%であり、全体では'96, 30.8%, '97, 38.5%であった。

4. 貯血を行わなかった理由

成人初回手術症例での理由は、NYHA 3度以上の重症心不全、不安定狭心症、圧較差100mmHg以上の重症大動脈弁狭窄症、ヘモグロビン値10g/dl未満の高度の貧血であった。

小児初回手術症例での理由は、3歳未満の低年齢、チアノーゼ性心疾患、ダウン症候群、重症心不全であった。

再手術症例での理由は、NYHA 3度以上の重症心不全、ヘモグロビン値10g/dl未満の高度の溶血性貧血、70歳以上の高齢、収縮期肺動脈圧が70mmHg以上の高度の肺高圧血症、不安定狭心症で

あった。

考 察

近年、心臓手術は人工心肺技術の発達により、安全に行えるようになったが、その充填液による希釈と術中・術後の出血のために、輸血を余儀なくされることが多い。そのため、1990年代前半まではウイルス肝炎、HIV感染、GVHDなどの同種血輸血による危険性があったため、比較的他の分野よりも早くから自己血輸血の取り組みが熱心になされてきた。本邦における自己血輸血の取り組みは、1980年代より整形外科と心臓外科の分野で試みられるようになり、回収式、貯血式、希釈式などさまざまな努力が報告されてきた^{1)~6)}。そして、1990年代になるとエリスロポエチンが、術前自己血貯血に応用されるようになり、心臓手術の分野では成人初回手術において、800ml以上の貯血でその効果が報告されるようになった^{7)~12)}。そして、多くの施設で急速に普及し、成績も安定するようになってきた。著者らの施設における術前自己血貯血は、輸血部と協力しながら1994年から本格的に行われるようになり、待期手術に占める貯血者の割合は年々増加するようになった。初年時の総貯血量は600-1200mlまで幅広く行っているにも関わらず、同種血輸血回避率は73.3%と十分な成績を収めていなかったが、その後800mlの貯血を原則としてから、同種血輸血回避率は90%以上の好成績を維持した。その一因は、エリスロポエチンの先行投与が可能になったこと、同種血輸血を回避するという術者、麻酔科などの意識の向上、術中の丹念な止血操作などによるものであった。

また、1995年12月から小児心臓手術症例に、1996年から再手術症例に術前自己血貯血を開始したが、それに先立って、それぞれの手術における出血量や同種血の輸血量を検討した結果、小児例ではTable 2に示す貯血量が必要であり、再手術例では、800mlないし1200mlが必要な貯血量であるという結論を得た。さらに、再手術症例では、新鮮血による止血効果からヒントを得て、自己MAP血、自己新鮮凍結血漿、自己血小板という成分貯血を行うことで回避率向上に貢献したものと考

えられた。最近、術前ないし麻酔導入時に自己血小板を採取し、ポンプ終了時に返血することで出血量が減少し、同種血輸血回避に役買っているという報告¹³⁾¹⁴⁾が散見される。しかしながら、著者らの教室では、成人初回手術においては、自己血小板貯血を行わなくとも満足のゆく成績を得ているので、それにかかるコストを考慮して、再手術¹⁵⁾¹⁶⁾や胸部大血管手術のみに限定して行うようにしている。

自己血輸血に関する厚生省薬務局の「採血及び保管管理マニュアル」を踏まえて、自験例から自己血輸血の今後の適応拡大について考察した。マニュアルによる自己血輸血の適応患者での全身状態の評価としてはAmerican Society of Anesthesiologists physical statusの1度及び2度、心疾患を有する外来患者の貯血についてはNew York Heart Association: Classification of Cardiac Patientsの1度及び2度を原則とするとあり、著者らはこれに準じて成人初回手術、小児初回手術、再手術症例において、外来で術前自己血貯血を行った。まず、今回までの成人初回手術症例における貯血の具体的な適応基準としては、①重症な心不全がないこと(NYHA 2度以下)、②不安定狭心症でないこと、③重症な大動脈弁狭窄症がないこと、④ヘモグロビン値が10g/dl未満の高度の貧血がないこととしており、ほとんどの症例で外来貯血を行ってきた。また、NYHA 3度程度の心不全症例でも、入院させて安静とし、内科的治療を加えることによって症状の軽減がはかられることはよく経験するところである。それゆえ、今後、NYHA 3度程度の心不全症例については、入院させて症状の軽快を待ってから、厳密な管理下で、1回貯血量を減らして心臓への負担を軽くするなどの工夫を行うことで、適応症例が拡大できると考えられた。

次に、今回までの小児初回手術症例における貯血の適応基準としては、①3歳以上であること、②非チアノーゼ性心疾患であること、③精神発達遅延が強いこと、④重症心不全がないことなどとしてきた。最近高橋らの報告¹⁷⁾などいくつか文献¹⁸⁾¹⁹⁾で、チアノーゼ性心疾患症例においても安全に貯血ができ同種血輸血が回避可能であると

いわれるようになってきており、今後は著者らもチアノーゼ性心疾患症例についても貯血の適応を拡大してゆく方針である。

最後に、今回までの再手術症例における貯血の適応基準は、①重症な心不全がないこと (NYHA 2 度以下)、②ヘモグロビン値が10g/dl未満の高度の溶血性貧血がないこと、③70歳以上の高齢者でないこと、④収縮期肺動脈圧が70mmHg以上の高度の肺高血圧症がないこと、⑤不安定狭心症でないこととしており、ほとんどの症例で外来貯血を行ってきた。再手術症例のうち弁膜症の症例では、大なり小なり心不全を伴っている症例が多く、全身状態の不良が原因で貯血困難な症例も少なくなかったが、今後、NYHA 3 度程度の心不全症例については、成人初回手術症例と同様な工夫を行えばよいと考えられた。また、70歳以上の高齢者についても、全身状態の良い症例では、成人初回手術症例にならって行い得るものと考えられた。

結 語

1. 成人初回心臓手術における術前自己血貯血と同種血輸血の回避の成績はほぼ安定したが、NYHA 3 度程度の心不全を有する症例では、入院のうえ、症状が改善してから、1 回貯血量を加減するなど心臓の負担を軽減する方法を工夫すれば、貯血が可能であると考えられた。

2. 小児初回心臓手術での術前自己血貯血は、3 歳以上の非チアノーゼ性心疾患症例についてはほぼ満足し得る成績であった。今後は、チアノーゼ性心疾患症例にも貯血の適応を拡大し得るものと考えられた。

3. 再心臓手術症例における術前自己血貯血では、症例の術前状態は必ずしも良いとはいえず、適応になる割合が少ないが、自己血小板貯血を含む成分貯血が可能であれば、高率に同種血輸血は回避できると考えられた。

参考文献

- 岡野克紀, 飛松治基, 関 寛之他: 整形外科選択手術に対する自家血輸血の経験. 整形外科35: 42-46, 1984
- 高折益彦, 福井 明, 奥防康士: 自己輸血. 麻酔 34: 530-550, 1985
- 藤原稔泰, 桜井康晴, 立花新太郎他: 整形外科選択手術における自己血輸血の応用. 整形外科36: 1823-1827, 1985
- 高折益彦: 回収式自己輸血. *Immunohaematology* 9: 167-172, 1987
- Shibata Y, Kawabata M, Fuse K: Experience with the use of autologous frozen blood in 100 patients. *Low temperature medicine* 14: 53-55, 1988
- 脇本信博: 自己血輸血. *Current Therapy* 7: 1023-1034, 1989
- Watanabe Y, Fuse K, Konishi T, et al: Autologous blood transfusion with recombinant human erythropoietin in heart operations. *Ann Thorac Surg* 51: 767-772, 1991
- 渡辺泰徳, 布施勝生, 成瀬好洋他: エリスロポエチン投与による自己血輸血開心術一術前貯血量及び術後投与方法に関する検討一. 日胸外会誌 39: 2012-2016, 1991
- Konishi T, Ohbayashi T, Kaneda T, et al: Preoperative use of erythropoietin for cardiovascular operations in anemia. *Ann Thorac Surg* 56: 101-103, 1993
- 高梨秀一郎, 青木啓一, 山村光弘他: エリスロポエチン使用上の問題点一その効果を左右する患者因子は?一. 自己血輸血 6: 226-228, 1994
- 渡辺泰徳, 平松祐司, 服部隆司他: 赤十字血液センターの協力を得て施行した開心術術前自己血貯血. 日心外会誌27: 24-29, 1998
- 増田 宏, 森山由紀則, 山岡章浩他: 開心術における術前自己血貯血法一年齢因子からみた検討一. 日胸外会誌46: 267-273, 1998
- 増田 宏, 豊平 均, 下川新二他: 開心術における自己血小板輸血の有効性. 自己血輸血10: 258-261, 1997
- 椎谷紀彦, 国原 孝, 須藤幸雄他: hemoS-TATUS™による術中自己血小板採取・再輸注時, 及び体外循環中の血小板機能評価. 人工臓器 27: 402-404, 1998
- 長谷川伸之, 布施勝生, 加藤盛人他: 同種血輸血を回避し得た, 心臓の再手術症例の経験. 日臨外医会誌58 (増刊号): 426, 1997
- 長谷川伸之, 加藤盛人, 三澤吉雄他: 術前自己血

- 貯血と術中回収式自己血輸血（洗浄式）を併用した心臓の再手術。日心外会誌27（supplement）：223, 1998
- 17) 高橋幸宏, 龍野勝彦, 菊池利夫：チアノーゼ性心疾患に対する無輸血開心術—麻酔導入後の自己血貯血の意義—。日胸外会誌44：1075-1081, 1996
- 18) 高橋幸宏, 龍野勝彦, 菊池利夫 他：Fallot四徴症に対する同種血非使用開心術—Hydroxyethyl Starchは、蛋白製剤の使用削減に有効である—。日胸外会誌45：694-699, 1997
- 19) 栗栖和宏, 米永國宏, 宮本和幸 他：ファロー四徴症に対する自己血手術。日胸外会誌46：544-548, 1998
-