

< Editorial Comment >

小児開心術に際する術前自己血貯血

国立循環器病センター 心臓血管外科 上村 秀樹

成人期での体外循環を用いた心臓手術では、多くの症例で、無輸血で周術期管理を完遂することが可能となってきた。冠動脈バイパス手術では、人工心肺を使用しない手技がもてはやされていることにも関連して、無輸血手術達成率が高率になってきている<sup>1,2)</sup>。体外循環を使用する手術のうち、大動脈弁疾患に対する自己肺動脈基部移植手術 (Ross 手術) や、弓部大動脈瘤に対する大動脈弓全置換、そして複合心臓弁手術 + Maze 手術のような、心停止時間・体外循環時間の長い手術でさえ、無輸血で手術を終えることができることがある。このような無輸血手術が可能かどうか、必ずしも確信を持っていない場合には、特に、術前からの自己血貯血が心強い。

術前自己血貯血の効用は、実際には、血中ヘモグロビン濃度の維持のみではない。成人あるいは 50 kg 以上の体重がある場合には、術前に 400 ml あるいは 800 ml の貯血が可能で、術中にこれを患者に一旦戻して、新たに 800 ml あるいは 1200 ml の新鮮血を確保することができる。当然のことながら、この新鮮血は数時間後に再び体内に戻すことになるので、十分な血小板機能、そして止血効果を期待できる。長時間体外循環あるいは低血液温の後で血小板機能・血液凝固能が低下した状況では、この効用はありがたい。最近の日本では、厚生労働省による指針で、他家新鮮血、いわゆる生血を使用しづらい状況下にあるので、一つの alternative として重要であろう。

同様な効用は、乳児期・小児期手術においてもある。問題は、実用上採血が容易でないこと<sup>3)</sup>と、修復前の心内短絡のある不全心では貧血が全身状態に好ましくない影響を与える可能性のあることであろう。たとえば、高肺血流で肺高血圧を伴った心室中隔欠損では、もともと血中ヘモグロビン濃度が 11 g/dl 以下のことが多々ある。術前に貯血採血した後、鉄剤の服用にもかかわらず貧血の改善が思わしくないことも起こり得る。また、チアノーゼ性の低肺血流のファロー四徴では、逆に血中ヘモグロビン濃度は高くても、総体的な循環血液量は正常より少な目であり、適量の補液を行わないと、hypovolemia に関連して、低酸素血症発作を惹起する危険性も否定できない。こうした術前の病態・循環動態の特徴を認識することで、本来の目標が挫折せずに遂げられるよう、留意する必要がある。

術前自己血貯血の本来の目的は何かと言えば、より確実な無輸血手術の完遂ということである。それでは、無輸血手術は術前自己血貯血なしではその確実性が揺らぐかということ、必ずしもそうでもなくなってきている。本論文<sup>4)</sup>において著者も認めているように、体外循環の低充填量化も、ひとつの大きな要因であろう。体外循環中あるいは直後の血液限外濾過による血液濃縮に、その主要的意義を見出す者もいるかもしれない。無輸血手術が可能かどうかは、体外循環中の血液希釈と体外循環時間、そして体外循環離脱後の心機能と出血の程度に依存すると考えられる。

体外循環開始時の血液希釈を最小限にとどめるためには、低充填量化が最優先事項である<sup>5)</sup>。現在、先天性心疾患の手術を多数手掛けているアメリカやフランスなど世界の主要な施設では、大体、220 ml から 280 ml の充填量の体外循環が用いられている<sup>6,7)</sup>。この規模の装置で、実際に 3 kg 台の心室中隔欠損の無輸血修復術が可能ながある。計算上は、4.5 kg から 4.8 kg 程度の体重で、希釈率 40% となる。実際の経験上も、それ以上の体重を有する乳児の心室中隔欠損であれば、術前自己血貯血なしに、無輸血手術が高い頻度で可能である。心房中隔欠損では、国立循環器病センターにおける最近 5 年間に、10 kg 未満の乳児症例全例で輸血を要しなかった。高肺血流量のファロー四徴の場合は、心室中隔欠損に準じるが、低肺血流症例では、現在のところ 7 kg が無輸血手術を目指して高頻度に達成できる境界であろう。従って、心室中隔欠損では 3～4.5 kg、ファロー四徴では 5～7 kg が、術前自己血貯血によ

り, より安全により確実に無輸血手術達成の恩恵を被る対象となると考える。

もっと複雑な先天性心疾患での術前自己血貯血の適応はどうかというと, あまり肯定的には考えられない。もちろん, Fontan 手術のように, ある程度の年齢・体格になってから待機的に手術を計画する場合には, 無輸血手術の達成は決して難しくない<sup>9)10)</sup>。しかし, もっと小さな体重や新生児期に手術を要する疾患, 例えば心外型総肺静脈還流異常では, 症状発現後すみやかに修復が必要となることが多く, 貯血の猶予はない。完全大血管転位の場合にも, 基本的に生後2週間以内に動脈スイッチを施行することが多いので, 貯血は難しい。大動脈縮窄を合併した心室中隔欠損も然りである。こうした新生児期開心修復術において, 無輸血体外循環を可能とするためには, 現時点では, やはり低充填量化を目指すしかない。どこまで小型化できるかは, まだ定かでないが, 近いうちに125~150 ml程度の充填量の人工心肺が実用になる可能性がある。現時点では, まだ, 動脈フィルターや熱交換器を犠牲にして低充填量とする, ある意味で試みの段階であるが, 開発は進行中である<sup>10)11)</sup>。国立循環器病センターにおいて現在使用している最小の乳児用体外循環装置は, 99 mlの総充填量で, 周術期の突然のショックやカテーテル合併症に対する緊急蘇生用の補助循環装置である<sup>12)</sup>。この装置では, 2 kgの体重の乳児で, 希釈率が40%である。さらなる人工肺の小型化を検討中で, 充填量をさらに少なくできる見通しである。

乳児開心術に際して, 無輸血手術を推進することのできる方法として, 体外循環の低充填量化の他に, 人工赤血球の利用あるいは自己赤血球の培養増殖が観念的には考えられる。人工赤血球の開発は, 随分と古くから手掛けられている割に, いまだ実用に至っていない。自己赤血球の培養は, 胎児期に心疾患を診断し, 胎児期に採血を行い, 出生までの間に培養増殖を行えば, 新生児期であっても, 他家輸血を使用せずに開心術が行えるようになるかもしれない。赤血球のみならず, 血小板も生成することができるかもしれない。いずれにしても, 21世紀の生物工学技術の進歩に期待するところが大きい。

先天性心疾患における無輸血手術は, その黎明期から, 明らかに, その発展期に入ってきている。小児や乳児における開心術が安全・確実に行えるようになったことを背景に, 一つの「贅沢品」的な意味合いで, 無輸血というオプションが考えられるようになってきたわけである。従って, 無輸血ゆえに, 手術の安全性や術後の morbidity を損なうことがあっては, 絶対にならない。長期的に見て, 肝機能を含めた全ての morbidity を回避して, はじめて無輸血手術の意義がある。今現在でも, 輸血を躊躇なく行って周術期の患者全身状態を少しでも良好に保ち, 必要であれば止血能の高い生血を利用して手術時間を可及的に短縮することが, より良好な手術成績に貢献するとの考えを述べる者もあり, 無輸血手術が至上と決めつけることは到底できない。様々な側面から, 今後も議論を深め, よりよい方法を開発していくことが肝要であろう。自己血貯血は, その中で, 実用上の煩雑さはあるものの, より安全・確実な無輸血手術達成への一つの方策であることには相違ないと考える。

## 文 献

- 1) Koutlas TC, Elbeery JR, Williams JM, Moran JF, Francalancia NA, Chitwood WR Jr: Myocardial revascularization in the elderly using beating heart coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1042-1047
- 2) Bowles BJ, Lee JD, Dang CR, Taoka SN, Johnson EW, Lau EM, Nekomoto K: Coronary artery bypass performed without the use of cardiopulmonary bypass is associated with reduced cerebral microemboli and improved clinical results. *Chest* 2001; 119: 25-30
- 3) 石坂 透, 公文啓二, 八木原俊克, 山本文雄, 上村秀樹, 山下克司: 小児開心術における自己血輸血の経験。自己血輸血 1997; 10: 105-108
- 4) 山内正信, 羽根田紀幸, 花田智樹, 内山 温, 田坂 勝: 術前自己血貯血下に小児開心術を行った症例の検討。日本小児循環器学会雑誌 2001; 17: (in press)
- 5) Horisberger J, Jegger D, Boone Y, Seigneul I, Pierrel N, Hurni M, Corno AF, von Segesser LK: Impact of a remote pump head on neonatal priming volumes. *Perfusion* 1999; 14: 351-356
- 6) Kirklin JW, Raible DA, Blackstone EH: Priming volume and other aspects of pump oxygenators for neonates and

- infants. In : Jonas RA, Elliott MJ, eds. "Cardiopulmonary bypass in neonates, infants and young children". Butterworth-Heinemann, Ltd., Oxford 1994 ; 198-201
- 7) 川平洋一, 八木原俊克, 上村秀樹, 吉川義朗, 北村惣一郎 : 新生児期, 乳児期開心術における補助手段の検討 . 日本心臓血管外科学会雑誌 2001 ; 31[ suppl ] : 27
  - 8) Uemura H, Yagihara T, Yamashita K, Ishizaka T, Yoshizumi K, Kawahira Y : Establishment of total cavopulmonary connection without use of cardiopulmonary bypass. Eur J Cardio-thorac Surg 1998 ; 13 : 504-508
  - 9) 福村文雄, 瀬瀬 顯, 上野安孝, 坂本真人, 田ノ上禎久, 岩井敏郎 : 無輸血フォンタン手術の可能性 . 日本小児循環器学会雑誌 2000 ; 16 : 772-776
  - 10) 小出昌秋, 国井佳文, 森木直哉, 鮎澤慶一, 北本憲永, 神谷典男 : 超低充填量小児人工心肺システムの開発 . 日本胸部外科学会雑誌 2000 ; 48 : 288
  - 11) 吉野泰啓, 金沢幸夫, 伊勢一哉, 佐藤志以樹, 後藤満一, 元木良一 : バイオポンプを用いた新生児用 ECMO 回路の試作 : ローラーポンプとの比較実験 . 日本小児外科学会雑誌 2000 ; 36 : 1027-1033
  - 12) 上村秀樹, 稲盛修二, 林 輝行, 長澤智一, 吉川義朗, 川平洋一, 中谷武嗣, 八木原俊克, 北村惣一郎 : 乳児における catheter 合併症に対処可能な超低充填量体外循環補助装置 . 日本小児循環器学会雑誌 2001 ; 17 : ( in press )
-