小児無輸血開心術における血液希釈と 周術期因子との関連についての検討

古平 聡 藤井正実 佐藤正憲 東條圭一 宮本隆司¹⁾ 宮地 鑑¹⁾ 小原邦義¹⁾

【要旨】 心室中隔欠損症に対する術中無輸血開心術 40 症例 (平均体重 6.3 ± 3.6 kg) における血液希釈と周術期因子との関連について、体外循環開始後 Hct 20 % 以上を A 群, 20 % 未満を B 群とし術前, 術中, 術後の各因子と術後血液データについて比較検討した。両群間で年齢, 体重, 術前 Hct, 血液希釈率, 灌流指数, WBC, CPK, GOT, LDH, CRP において有意差を認めた。CPB-Hct は年齢, 体重, 術前 Hct, 血液希釈率に左右されるが, 術後経過および退院時 Hct には影響を及ぼさないことが推察された。B 群における CPK, GOT, LDH の上昇データについては, 溶血の可能性が高く, WBC, CRP の上昇は, 回路接触面積の増加による炎症反応の可能性が考えられた。今後 A 群のような条件で無輸血体外循環を行っていくには, 患児の体格, 生体情報に注意を払い, 回路の低容量化を含めた安全な人工心肺システムにしていける必要がある。また B 群の結果に当てはまるような条件が 1 つでもあった場合, 灌流条件の変更などにより条件が改善されるかどうかを総合的に判断し対処する必要があると考える。

索引用語: 血液希釈, 周術期因子, 酸素運搬量, 灌流条件, 血液データ

Investigation on relationship between hemodilution and perioperative factors during pediatric cardiac surgery without blood transfusion.

Satoshi Kohira, Masami Fujii, Masanori Sato, Keiichi Tojo, Takashi Miyamoto¹⁾, Kagami Miyaji¹⁾, Kuniyoshi Ohara¹⁾

Key words : hemodilution, perioperative factors, oxgen transportation, perfusion technique, blood gas data

[J Extra-Corporeal Technology 34 (1): 1 ~ 3, 2007]

I. 目 的

医療技術の進歩により, 低体重児においても無輸血開心術が行われるようになってきた。そこで, 体外循環中の血液希釈と周術期因子との関連について検討したので報告する。

II. 対 象

2002 年 6 月~2006 年 3 月における心室中隔欠損症に対する術中無輸血開心術 40 症例 (体重 10 kg 未満) を対象とした。男女比 17 : 23, 平均年齢 8.8 ± 4.3 ヶ月, 平均体重 6.3 ± 3.6 kg であった。体外循環開始後 Hct が 20 % 以上 (21.5 ± 1.3 %) の 20 例を A 群, 20 % 未満 (18.8 ± 1.1 %) の 20 例を B 群とし

た。両群ともに手術法, 麻酔条件に違いはなかった。

III. 方 法

体外循環中の目標灌流条件を表 1 に示す。この条件に加え, 人工肺に麻酔半減期の短いセボフルレンを投与することで挿管期間を短くするようにしている。更に, rSO₂, BIS など, 各種モニタリングによ

表 1 体外循環中の目標値

項目	目標値
PH	7.35~7.45
PaO ₂	300mmHg以上
PaCO ₂	40mmHg
SVO ₂	60%以上
CPB-Ht (%)	20%以上
平均動脈圧	40mmHg以上
体温 (膀胱温)	35℃
灌流指数	120~180 (ml/kg)
尿量	5~10ml/kg/時

©北里大学病院MEセンター部 古平聡(Satoshi Kohira)
Department of Medical Engineering ,Kitasato University Hospital
1-15-1, kitasato, sagami-hara, kanagawa 228-8555, Japan

1) 同 心臓血管外科

表2 術前因子

	A群	B群	P value
年齢(ヶ月)	10.8±5.2	6.8±3.3	(P<0.05)
性別(男:女)	9:11	8:12	(N.S.)
体重(kg)	7.23±1.6	5.5±1.2	(P<0.05)
術前Hct(%)	37.0±2.5	34.5±2.5	(P<0.05)

(mean±SD)

リセポフルレンの濃度調整、灌流条件の調整を行いながら脳保護と末梢血管拡張を図り循環動態の維持を行うようにしている^{1,2)}。体外循環中の輸血基準はヘマトクリット値(以下、CPB-Hct)15%未満であるが、CPB-Hct 20%以下で静脈血酸素飽和度(以下、SvO₂)が60%以上を維持できない場合は輸血を考慮している。両群において術前因子(年齢、性別、体重、術前 Hct)、術中因子(回路充填量、血液希釈率、灌流指数、DO₂/最低 SvO₂、rSO₂較差、体外循環時間、液量平衡)、術後因子(挿管期間、ドレーン留置期間、入院期間、頻脈、胸水、退院時 Hct)、術後血液データ(WBC、CPK、GOT、GPT、LDH/CRP)について比較検討した(図1)。

IV. 結果

病院死亡0例、術後輸血施行例1例(B群)であった。術前因子では、年齢、体重、術前 Hct においてA群が有意に高い結果となった(表2)。術中因子

血液モニタ装置

脳内酸素飽和度測定装置

セポフルレンの投与
(人工肺)

血管抵抗 ↓
脳血流量 ↑
酸素代謝率 ↓↓

BISモニタ

術中管理
30~50%(人工心肺中)
90%以上(抜管直前)

図1 人工肺へのセポフルレン投与方法とモニタリング

表3 術中因子

	A群	B群	P value
回路充填量(ml)	172.2±19.0	177.0±22.9	(N.S.)
血液希釈率(%)	23.3±3.6	28.6±3.2	(P<0.05)
灌流指数(ml/kg)	133.7±11.5	147.4±15.3	(P<0.05)
DO ₂ (ml/min)	124.3±29.4	83.4±16.4	(P<0.05)
最低SvO ₂ (%)	68.5±3.6	66.1±4.4	(N.S.)
rSO ₂ 較差	15.8±8.8	16.4±10.7	(N.S.)
体外循環時間(min)	72.5±22.5	76.1±25.1	(N.S.)
液量平衡(ml)	29.5±74.0	17.2±46.7	(N.S.)

(mean±SD)

表4 術後因子

	A群	B群	P value
抜管時間(手術後30分以内)	全例	全例	(N.S.)
ドレーン留置期間(日)	1.2±0.4	1.4±0.6	(N.S.)
入院期間(日)	4.2±0.5	4.3±0.8	(N.S.)
頻脈(150bpm以上)	1例	1例	(N.S.)
胸水	(-)	(-)	(N.S.)
退院時Hct	30.7±2.4	28.9±2.4	(N.S.)

(mean±SD)

表5 術後血液データ

	A群	B群	P value
WBC(mm ³)	12.4±2.8	16.1±6.2	(P<0.05)
CPK(IU/L)	1112.2±509.1	1602.6±216.7	(P<0.05)
GOT(IU/L)	121.3±51.8	166.7±47.6	(P<0.05)
GPT(IU/L)	26.0±24.2	28.1±13.5	(N.S.)
LDH(IU/L)	474.0±177.6	606.8±152.8	(P<0.05)
CRP(mg/dL)	321.7±136.7	447.7±220.5	(N.S.)

(mean±SD)

では、回路充填量に差はなく、血液希釈率(A群 23.3±3.6%, B群 28.6±3.2%), 灌流指数(A群 133.7±11.5 mL/kg, B群 147.4±15.3 mL/kg), DO₂(A群 124.3±29.4 mL/min, B群 83.4±16.4 mL/min)において有意差を認め、最低 SvO₂、rSO₂較差(麻酔導入後の rSO₂値と体外循環中 rSO₂値の差)、体外循環時間、液量平衡には有意差を認めなかった(表3)。術後因子では挿管期間、ドレーン留置期間、入院期間、頻脈、胸水、退院時 Hct に有意差はなかった(表4)。術後血液データは、B群においてWBC、CPK、GOT、LDHが有意に上昇した。GPTとCRPには有意差がなかった(表5)。なお、術後輸血を行ったB群の1例は術後血液データから除外した。

V. 考察

CPB-Hct は年齢、体重、術前 Hct、血液希釈率に

左右されるが、術後因子の結果から術後経過及び退院時 Hct には影響を及ぼさないことが推察された。B 群における輸血症例の原因は、術後出血による腎不全（腹膜透析施行）症例であり、術後管理の留意点であることが示唆された。

B 群における CPK, GOT, LDH の上昇データについては、定性的ではあるが血液ガス分析装置による遊離ヘモグロビンの検出があったこと、また当院ではポンプ脱血方式を用いていること、 SvO_2 60 % 以上の維持と rSO_2 の較差を小さく³⁾するために灌流指数を増加させているが、ポンプのストロークボリュームが小さく回転数が高い設定であることなどから判断すると、溶血の可能性が高いと考えられる。今後、遊離ヘモグロビンの定量化やアイソザイム法による検査を行い判断していく必要があると考える。また溶血を少なく抑えて灌流量を増加させるためには、ストロークボリュームが大きく回転数の少ないシステムへの変更が必要であると考ええる。

B 群の WBC, CRP の上昇は、A 群に比べ患児の体格に対する人工心肺充填容量が大きいことと、循環時間に有意差はなかったが灌流時間あたりの灌流量が多いため、回路接触面積（両群ともにコーティング回路を使用）が増加し炎症反応が上昇したと考えられる。このため、患児の体格に無理のないような回路システムの選択が必要であり限界はあるが限られた医療材料の中での低充填化は必須であると考ええる。

現在、当院での最小回路充填量は 140 mL であるため目標 CPB-Ht は 20 % 以上とした場合、今回の

結果から A 群の条件で無輸血体外循環を行うためには体重 4.5 kg 以上の体格が必要であると考ええる。また今回の B 群の結果に当てはまるような条件（例えば体格は大きい年齢が小さい場合や体外循環開始前の出血による Hct の低下など）が 1 つでもあった場合、灌流条件の変更などにより条件が改善されるかどうか（不可能であれば輸血を行うなど）を総合的に判断し対処しながら、A 群のような条件にしていく必要があると考える。

VI. 結 語

小児無輸血開心術における血液希釈と周術期因子との関連について検討した。

開心術を行う際の患児のデータ、術中モニタのデータに特に注意を払いながら、低体重児においても安全かつ質の高い体外循環を行っていきたい。

●参考文献

- 1) 花岡一雄 編：臨床麻酔学全書（上巻）．第 1 版 4 刷，東京，真興交易医書出版部．2001．p.484-487.
- 2) 花岡一雄 編：臨床生理学．第 1 版 4 刷，東京，真興交易医書出版部．2001．p.120-140.
- 3) Kathleen N. Fenton : The significance of baseline cerebral oxygen saturation in children under going congenital heart surgery. The American journal of surgery, 190 ; 260-263, 2005.

〔本論文は、第 31 回日本体外循環技術研究会大会にて報告した。〕