

当院の希釈体外循環における Small-Adult 回路を用いた輸血量削減への取り組み

竹岡 優 北 早苗 長田 浩彰 高松 誉明 西内 聡士
村岡 義輝 小島 洋幸 宮本 将人 田島佳代子 柳澤 輝実

徳島赤十字病院 臨床工学技術課

要 旨

当院では、緊急症例において迅速に対応するためテルモ社製プレコネクト人工心肺回路を日常使用してきた。上記回路は、総充填液量が1000mlと限定されるため、術前 Ht 値が低い症例、成人低体重患者においては充填液による血液希釈により有血充填を余儀なくされ、輸血合併症による患者リスクを負わせてしまう。そこで、輸血による患者リスクの低減と希釈 Ht 値の維持を目的とし2010年度より上記回路に加え、新たに静脈貯血槽と人工肺を変更し総充填液量を700mlとした Small-Adult 回路を作成し、2010年3月から9月までに17例に対して臨床使用した。今回、新回路を使用した17症例(Sa 群)と、2008年1月から2009年12月にかけて上記回路が適応可能とされた62例(A 群)を対象とし、Student T 検定を用いて両群を、術中予想 Ht 値と充填時および体外循環中追加血液量、体外循環中最終 Ht 値について比較し、回路変更に伴う充填量削減が輸血量削減に寄与したかを検討し、報告する。

キーワード：Small-Adult 回路、輸血量削減、希釈 Ht

背 景

生体の Ht 値は40~50%に維持されることが好ましいが、低体温を加味した希釈体外循環では常温体外循環時で Ht 値20%が安全限界として定義されている^{1),2)}。すなわち、安全限界を、加味した人工心肺回路における充填液量は、回路全体を満たしポンプスタート時に安全に体外循環を施行し、かつ安全限界を確保しうる量を必要とする。

当院における人工心肺回路は、急性大動脈解離や OPCAB から CABG への移行症例、その他緊急症例において迅速に体外循環の施行が可能であるテルモ社製プレコネクト回路(静脈貯血槽：CAPIOX CX-RR40H, 人工心肺：CX-RX25E)を日常使用してきた(以後 Adult 回路とする)。Adult 回路の問題点として、人工肺のテルモ社規定充填液量250mlと静脈貯血槽の最低貯血量200mlを加味した充填液量が1000mlと限定され、術前 Ht 値の低い症例(術中予想 Ht 値<20%)においては充填時輸血を余儀なくされ、輸血による血清肝炎等の感染症、GVHD、アナフィラキシー、発熱等の免疫反応による患者危険因子を少なからず負わせ

てしまうことであった³⁾。当院では、灌流量3.5ℓ以下の症例においても Adult 回路を使用してきたが、2010年3月に小児体外循環(BSA=1.04, 灌流血流量=2.5ℓ, 希釈 Ht 値20.4)において輸血量削減による患者リスクの低減と希釈 Ht 値の維持を目的とし Small-Adult 回路を試作し臨床使用した経験から、小児や成人低体重および低 Ht 症例において輸血による患者リスクを低減することを目的として、従来の回路に加え、新たに静脈貯血槽と人工肺を変更し(静脈貯血槽：CAPIOX CX-RX30H, 人工肺：CX-RX15E)充填液量を300ml削減した充填液量700mlの Small-Adult 回路を作成した。なお、充填液量削減の内訳としては人工肺の規定充填液量135mlと静脈貯血槽の最低貯血量70ml、回路長の短縮による55mlの削減によるものである(表1)。今回、Small-Adult 回路への回路変更に伴う充填量削減の輸血量削減への有益性および操作・管理上の利点と問題点を検討・考察し、ここに報告する。

対象および方法

対象症例は、静脈貯血槽の機能的な安全灌流量を考慮

表1 回路充填量の内訳

	Adult 回路	Small-Adult 回路	削減量(ml)
人工肺充填液量(ml)	250	135	115
静脈貯血槽の最低貯血量(ml)	200	70	130
回路長短縮による削減量(ml)	—	55	55
合計(ml)	450	150	300

し灌流血流量が CI=2.4ml/min/m²において3500ml/min (BSA<1.4m²) 以下であり, 人工肺 CX-RX15E の長期的管理経験が少ないため, 緊急症例を除く予定症例を対象とし, 2010年3月から9月までに17例に対して臨床使用した. 今回, Small-Adult 回路を使用した17症例 (Sa 群) と, 2008年1月から2009年12月にかけて上記回路が適応可能とされた62例 (A 群) を対象とし, Student T 検定により P 群および C 群を, 術中予想 Ht 値と充填時および体外循環中 (心肺側, 麻酔科側), 開心術中全体での追加血液量, 体外循環中最終 Ht 値を比較し (p 値<0.05を有意差ありとする), 回路変更に伴う充填量の削減が輸血量 (他家血) の削減に寄与したかを検討する.

背景因子である両群の男女比は Sa 群 0 : 17, A 群 1 : 61, 平均年齢は Sa 群69.7歳, A 群72.5歳 (両群に有意差なし), 平均 BSA は Sa 群1.32m², A 群1.32m² (両群に有意差なし), 術前 Ht 値は Sa 群34.0, A 群34.4 (両群に有意差なし), 平均体外循環時間は Sa 群94min, A 群102min (両群に有意差なし), 充填量は Sa 群700ml, A 群1000mlであった. 術式は, Sa 群 AVR 9例, MVP 1例, ASD 1例, 弁置換および Maze・CABG 等の複合症例6例の計17例, A 群 AVR 19例, MVR 2例, MVP 1例, ASD 5例, 弁置換および Maze・CABG 等の複合症例35例の計62例であった (表2). なお, 全例において輸血は照射赤血球濃厚液 LR [日赤] 1u=130mlを用いた.

結 果

平均術中予想 Ht 値は Sa 群18.8%, A 群18.3%であり Sa 群のほうが0.5%高く維持できた (両群に有意差なし). 平均充填時追加血液量は Sa 群2.32u, A 群2.30uであり Sa 群のほうが0.02u 輸血を必要とした (両群に有意差なし). 心肺側平均体外循環中追加血液量は Sa 群0u, A 群0.39uで Sa 群のほうが0.39u 輸血量を削減できた (p 値<0.05有意差あり). 平均麻酔科側追加血液量は Sa 群2.4u, A 群2.33u, Sa 群のほうが0.06u 輸血を必要とした (両群に有意差なし) 開心術中全体では Sa 群4.53u, A 群4.82uであり0.29u 輸血量を削減できた (両群に有意差なし). 最終 Ht 値は Sa 群21.05, A 群21.72であり Sa 群の方が0.5%離脱時の Ht 値は低い結果となった. (p 値<0.05有意差あり). 以上の結果を表に示す (表3).

考 察

平均術中予想 Ht 値は両群に有意差は生じなかったものの, Sa 群では術中予想 Ht 値として0.5%の上昇が得られた. さらに, A 群において Small-Adult 回路を使用したと仮定すると予想 Ht 値の平均値は19.3%と1%の上昇を得ると予想できることから, この差異は Small-Adult 回路の使用による充填液量の減少に

表2 背景因子

	Sa 群	A 群	p(p<0.05)
男女比	0 : 17	1 : 61	—
平均年齢(age)	69.7	72.5	np
平均 BSA (m ²)	1.32	1.32	np
平均術前 Ht (%)	34.0	34.4	np
平均体外循環時間(min)	94	102	np
Priming Volume(ml)	700	1000	—

表3 結果

	Sa 群	A 群	p (p<0.05)
平均希釈率	18.8	18.3	np
平均充填時追加血液量	2.3	2.32	np
心肺側平均体外循環中追加血液量	0	0.39	p<0.05
平均麻酔科側追加血液量	2.4	2.33	np
平均手術中追加血液量	4.53	4.82	np
最終 Ht 値	21.05	21.72	p<0.05

※u=単位(130ml)

よって得られた結果であると考えられる。また、充填時追加血液量は Sa 群の方が、追加輸血を要した。これは血液疾患のため術前 Ht 値が極端に低い症例の経験や n 数の少なさから Small-Adult 回路における有意性が生じなかったものと考えられる。しかし、Small-Adult 回路の使用によって充填時輸血を回避できた症例が 3 例あったことから以降継続して使用していくことで、Small-Adult 回路における充填時輸血量低減に対する有意性が現れてくるものと仮定される。また、術中予想 Ht 値が実測 Ht 値よりも少ない症例を経験することもあったことから、上記した充填時輸血を回避できた症例を含め、充填量の削減により不必要な輸血を事前に回避することが可能となるものとする。

平均心肺側体外循環中追加血液量においては、Sa 群の輸血量削減が有意差を持って証明された。体外循環管理中の患者 Ht 値は回路中より除水を行うことで上昇させることが可能であり、体外循環中追加血液量の減少は、Small-Adult 回路使用時の除水調節が Adult 回路より、さらに厳密に行われた結果である。今回、Small-Adult 回路の使用によって静脈貯血槽の形状に変化があり、Adult 回路のそれよりもシャープな形状から最低貯血量が減少し、外観上では同容量の Adult 回路と比較して貯血レベルが高く維持できることで、低容量時においてもより安全な体外循環管理が施行可能となった(図1)。よって、除水による貯血量の減少時にも循環管理が安全になったことで、除水量増加

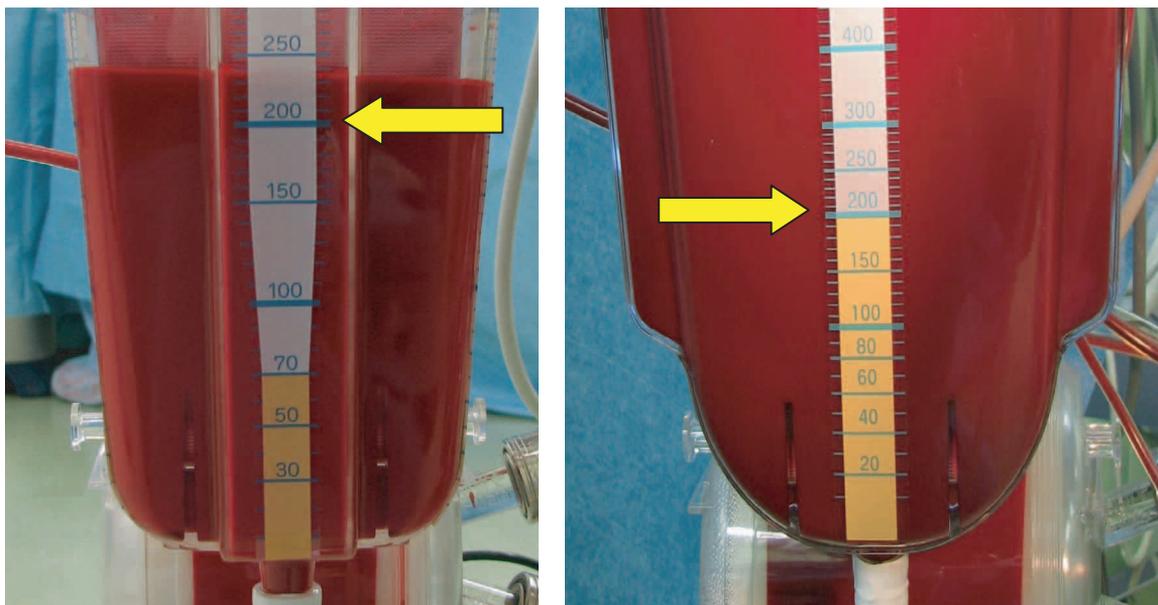


図1 Small-Adult 回路と Adult 回路における静脈貯血槽の形状と管理レベルの違い

Small-Adult 回路では、静脈貯血槽が Adult 回路のそれよりもシャープな形状から最低貯血量が減少し、外観上の同容量な Adult 回路と比較しても高い貯血レベルで管理可能となったため、より安全な体外循環管理が施行可能となった。

左：Small-Adult 回路（貯血槽）、右：Adult 回路（貯血槽）

による Ht 値の上昇と体外循環中 Ht 値がより厳密にコントロールできる。さらに、元来循環血液量が少ない患者においても、貯血レベルが高く維持できることから、体外循環中どのステージにおいても操作上の安全性が向上している。平均麻酔科側追加血液量では、Sa 群のほうが多く輸血を必要とした。また、開心術中全体では Sa 群において輸血量削減を得たが、有意差は生じなかった。心肺側輸血量の削減に比して、麻酔科側輸血量の体外循環終了後に追加されるものについては、体外循環離脱時の患者状態によって適時変化するため平均値として削減の結果は得られたが、有意に差異が生まれる結果とならなかったものと考ええる。最終 Ht 値は Sa 群の方が低かった。最終 Ht 値は術中の輸血量や、補液量、体外循環中除水量等に関連して変化するが、Sa 群において輸血量を削減したことにより、最終 Ht 値は A 群におけるそれより減少したものであると考えられる。しかし、最終 Ht 値両群に 20% を超えており心肺離脱時に問題はなかった。以上の事項を考慮すると、今回の調査において Small-Adult 回路使用における充填液量の削減が、術中予想 Ht 値上昇および、輸血量の削減に対して有益に効果したとは言い難い。しかし、人工心肺充填時に輸血を予定していたが Small-Adult 回路の使用によって輸血を免れた症例が 2010 年度 17 例中 3 例あったことは、輸血量削減へ寄与した成功例と言えるため、以後長期的に調査していくことで有益性が現れてくることを期待する。また、Small-Adult 回路の使用によって体外循環管理上の安全性が向上することが臨床使用によって確認された。しかし、低容量人工肺等の長時間管理の経験が少ないことから、人工肺の長期機能的問題や酸素加能・加温冷却性能等に対しては、更なる検証が必要である。

結 語

今回、Small-Adult 回路作成による 300ml の充填液量削減による輸血量削減への効果としては、期待していたほど有意な結果は得られなかった。しかし、Small-Adult 回路の使用によって充填時輸血を回避できた症例が 3 例あったことから以降継続して使用していくことで、Small-Adult 回路における充填時輸血量低減に対する有益性が現れてくることを期待する。また、Small-Adult 回路の使用によって安全な体外循環管理が施行可能となったことで、患者に対する術中リスクの低減にも繋がったと考える。今後、回路のバリエーションを増やし、個々の患者に適応した、適切な回路選択ができるシステムを構築していくことで、不必要な充填時輸血の回避や、体外循環の安全性の向上、患者リスクの低減が可能となることから、さらに回路の改良を行っていく必要がある。外科医、麻酔科医、工学技士が連携し、輸血のみに限らず患者リスクの低減を考慮した心臓外科手術が提供できるように努力していきたい。

文 献

- 1) Thoren L: shock-principales of fluidtherapy. In Dextran-30years. Lewis H(ed) Acta Univ Ups Symp Univ Uppsala Vol 3, p83-91, Almqvist & Wiksell, Stockholm, 1977
- 2) Kawashima Y, Yamazaki Z, Manabe H: Safe limits of hemodilution in cardiopulmonary bypass. Surgery 76: 391-397, 1974
- 3) 安達秀雄, 百瀬直樹: 人工心肺ハンドブック第 2 版, p34-35, 中外医学社, 東京, 2009

Approach to Reduce the Amount of Blood Transfusion that Uses a Small-adult Circuit for Cardiopulmonary Bypass at Our Hospital

Yu TAKEOKA, Sanae KITA, Hiroaki NAGATA, Takaaki TAKAMATSU,
Satoshi NISHIUCHI, Yoshiteru MURAOKA, Hiroyuki KOJIMA,
Masato MIYAMOTO, Kayoko TAJIMA, Terumi YANAZAWA

Division of clinical engineering technology, Tokushima Red Cross hospital

A circuit of the connected type used for cardiopulmonary bypass is made by the Terumo Company and has been employed to correspond promptly in cases of emergency to the target in daily life at our hospital. The above-mentioned circuit uses hemodilution with a filler fluid to reconstitute the blood that becomes necessary, in the case of a low hematocrit (Hct) value and low weight of adult patients, and lowers the patient's risk of coexisting illness by blood transfusion. The total amount of the filler fluid is limited to 1000mL.

Next, the artificial lung and the venous reservoir were newly changed, and the small-adult circuit (mLtotal amount of filler fluid was 700mL) was designed to decrease the patient's risk due to blood transfusion and to maintain hemodilution and a stable Hct value. In fiscal year 2010 and addition to a past circuit. The small-adult circuit has been used for 17patients between March and September 2010.

This time, about Hct value expected while operating, added amount of blood at the filling and during extracorporeal circulation, and the final Hct value in the extracorporeal circulation. We compared 17cases in which the above-mentioned circuit (Sa group) was used with 62cases assumed for the above-mentioned circuit to be able to adjust from January 2008 to December 2009 (A group) by using the Student *t* test.

In addition, we examined whether the reduction in the amount of filling fluid contributes to a reduction in the amount of blood transfusion.

Key words: small-adult circuit, amount of blood transfusion, dilution Ht

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 16:139–143, 2011
