

Title	Effect of Hemodilution on the Adequacy of Cerebral Perfusion under Hypothermic Cardiopulmonary Bypass
Author(s)	川田, 博昭
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43106
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	川 田 博 昭
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学位記番号	第 1 6 6 5 3 号
学位授与年月日	平成 14 年 1 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Effect of Hemodilution on the Adequacy of Cerebral Perfusion under Hypothermic Cardiopulmonary Bypass (低体温体外循環における脳循環に対する血液希釈の影響)
論文審査委員	(主査) 教授 松田 暉 (副査) 教授 真下 節 教授 吉峰 俊樹

論 文 内 容 の 要 旨

【目的】

他家血輸血を行わない開心術は、成人のみならず、より血液希釈が高度となる小児においても積極的に行われるようになってきている。しかし、開心術での補助手段として必要な体外循環における血液希釈の安全限界については、いまだ明らかではない。これまでの安全限界に関する報告は、臨床成績からの後方視的な検討や実験的検討でも全身の酸素消費より求めたもので、臓器により異なると考えられる低酸素に対する安全限界が考慮されていないからと思われる。特に、低体温体外循環における血液希釈の脳への影響に関する報告は殆どみられない。その背景には、脳での低酸素による障害を反映する指標が少なかったことが考えられる。本研究では、近年可能となってきた脳 pH 測定に着目し、これが脳虚血の指標として有用であると考え、臨床上一般的である中等度低体温併用の体外循環において、血液希釈の程度が脳組織に及ぼす影響を及ぼすかを脳組織 pH の変化から実験的に検討した。

【方法】

家兎14羽を用いて、程度の異なる血液希釈の条件下で体外循環を行い、脳組織 pH を持続測定した。体外循環は、全身麻酔下に胸骨切開、上行大動脈送血、右房脱血により、膜型人工肺、ローラーポンプを用いて、 α stat 管理の血液ガス管理にて行った。体外循環の灌流量は100ml/kg体重/分とした。体外循環充填液を、電解質液と新鮮家兎血液または hydroxyethyl starch の混合液とし、各実験家兎の血液希釈の程度をかえた。咽頭温37°Cで体外循環を開始し20分の安定状態の後、20分間で25°Cまで冷却した。60分間25°Cの低体温体外循環を保った後、30分間で再び37°Cまで復温し、さらに30分間37°Cで維持した。径5mmの頭骨切開口から左側頭葉に pH センサーを留置し、脳組織 pH と脳温度を持続測定した。脳組織 pH の温度補正は行わなかった。下行大動脈、右内頸静脈にカテーテルを留置し、体外循環前、体外循環中10分ごとに間歇的に血液ガスを測定し、酸素含量から脳酸素摂取率を算出した。

【成績】

各家兎の体外循環中の血中ヘモグロビン (Hb) 値は、血液希釈の程度により各家兎でほぼ一定の値をとり、家兎ごとの最低値は2.5から8.5 g/dlであった。37°Cの体外循環開始後常温安定期での脳組織 pH は、 7.21 ± 0.16 であったが、冷却により3羽を除いて上昇し、60分間の低体温体外循環時の血中 Hb 値と脳組織 pH は正の対数回帰を示した ($r=0.831$)。低体温体外循環中に脳組織 pH が低下した3羽中2羽の血中 Hb 値は3.0 g/dl 以下であった。復温開始とともに脳組織 pH は低下し、復温60分後の37°Cの常温体外循環では、脳組織 pH は 7.18 ± 0.31 となった。血中 Hb

値が低い家兎ほど脳組織 pH は低値で、低温時と同様、血中 Hb 値と脳組織 pH は正の対数回帰を示した ($r=0.778$)。血中 Hb 値が 4.0 g/dl 以下の 4 羽の脳組織 pH は 6.67 ± 0.24 で、体外循環開始後安定期に比して低値であったが、残る 10 羽の脳組織 pH は 7.22 ± 0.16 で、ほぼ安定期 (7.21 ± 0.16) と同等であった。即ち、血中 Hb 値が 4.0 から 5.0 g/dl の 4 羽中 2 羽の脳組織 pH は、体外循環開始後安定期の値より低値であったが、5.0 g/dl 以上の 6 羽すべてにおいて、安定期の値より低値ではなかった。内頸静脈血酸素飽和度は、常温体外循環開始後安定期には $56.3 \pm 14.0\%$ であったが、低温体外循環時にはすべての家兎で 95% 以上となった。復温時には低下して、復温 60 分後には $80.2 \pm 11.9\%$ となった。復温 60 分後の 37°C の常温体外循環では、脳酸素摂取率と脳組織 pH の間に負の一次相関 ($r = -0.327$ 、 $p = 0.039$) を認め、脳組織 pH が低値であるものほど脳酸素摂取率は高値であった。血中 Hb 値が低い場合には、脳酸素摂取率が高く、脳組織 pH の低下は持続した。

【総括】

- 1) 咽頭温 25°C の低体温体外循環中も、37°C の復温 60 分後の常温体外循環においても、血中 Hb 値が低値であるほど脳組織 pH は低値であった。
- 2) 血中 Hb 値が 3.0 g/dl 以下では、低体温体外循環中の脳組織 pH は体外循環開始後安定期より低値となった。
- 3) 復温後の 37°C の常温体外循環においては、血中 Hb 値が 4.0 g/dl 以下では脳組織 pH は体外循環開始後安定期に比して低値となったが、5.0 g/dl 以上では低値ではなかった。
- 4) 以上より、流量を一定にした定常流体外循環における血液希釈では、血中 Hb 値の安全限界として、低体温時には 3.0 g/dl、復温時には 4.0 から 5.0 g/dl が境界線と考えられた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高度血液希釈体外循環の脳組織への影響を、脳組織 pH を脳虚血の指標として、家兎を用いて実験的に検討したものである。その結果、咽頭温 25°C の低体温体外循環中も、37°C の復温 60 分後の常温体外循環においても、血中ヘモグロビン値が低値であるほど脳組織 pH は低値であり、低体温体外循環中には血中ヘモグロビン値が 3.0 g/dl 以下では脳組織 pH が体外循環開始後安定期より低値となったこと、復温後の 37°C の常温体外循環においては、血中ヘモグロビン値が 4.0 g/dl 以下では脳組織 pH は体外循環開始後安定期に比して低値となったが、5.0 g/dl 以上では低値ではなかったことより、流量を一定にした定常流体外循環における血液希釈では、血中ヘモグロビン値の安全限界として、低体温時には 3.0 g/dl、復温時には 4.0 から 5.0 g/dl が境界線と考えられた。

本研究は、未だ明らかになっていない体外循環における血液希釈の安全限界を、特に低酸素に対する安全限界がきびしいと考えられる脳への影響から検討したものであるが、低体温体外循環における血液希釈の安全限界を脳への影響から検討した報告は殆どみられないこと、近年脳虚血の指標として有用とされてきている脳 pH を体外循環における脳虚血の評価に応用したこと、安全限界の解明は臨床成績を向上させる上で有意義であることなどより、学位の授与に値すると考えられる。