



体外循環が血液性状に及ぼす影響に関する臨床的研究：気泡型人工肺と回転円板型人工肺との比較を中心として

川崎, 富夫

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

1969-07-16

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙0122

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2000122>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	川崎富夫(兵庫県)
学位の種類	医学博士
学位記番号	医博ろ第84号
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位授与の日付	昭和44年7月16日
学位論文題目	「体外循環が血液性状に及ぼす影響に関する臨床的研究 ——気泡型人工肺と回転円板型人工肺との比較を中心として——」
審査委員	主査教授 麻田 栄 教授 家森 武夫 教授 友松 達 弥

論文内容の要旨

I 研究目的

近年体外循環法には種々の改良が加えられ、回転円板型人工肺によればかなり長時間の体外循環が安全に実施されうる段階に達しているが、一方、気泡型人工肺はなお比較的短時間の灌流例に限定して使用されている現状である。気泡型人工肺による体外循環が、より安全にさらに長時間にわたって実施されるようになるならば、血液確保の問題のみならず、人工心肺 stand by による手術或は緊急手術も簡易に行ないうるのであろう。かかる観点から著者は気泡型人工肺を長時間体外循環へ応用するに当たっての問題点を指摘し、それを克服すべき手段を解明したい目的で、気泡型及び円板型人工肺を用いた灌流成績、特に血液性状が蒙る影響について、比較検討を加えた。

II 研究方法

A 研究対象

昭和41年4月より昭和42年9月までの当教室における開心術症例133例を研究対象とした。その内訳は気泡型人工肺によるもの72例、円板型人工肺によるもの61例で、灌流時間は気泡型は60分以内58例、60～120分14例、120分以上の例はなく、最長灌流時間は105分であり、円板型は60分以内15例、60～120分14例、120分以上は32例で、最長灌流時間は340分であった。

B 人工心肺装置及び灌流条件

人工心は Pemco 社製 roller 式を用い、人工肺は気泡型として本郷精器製東大式及び泉工社或は循環研製シート型を、円板型として Pemco 社製 Kay-Cross 型を使用した。灌流条件は、灌流時に稀釈率が

20%となるように、10%低分子デキストラン、5%糖液、20%マニトール液を用いて血液希釈を行ない、円板型、気泡型とも軽度低体温法（30～32℃）を併用し、灌流量は $1.6 \sim 2.6 \text{ l/m}^2/\text{min}$ の比較的高流量を維持した。人工肺への吹送酸素流量は、円板型の初期の20例では100%酸素 10 l/min を吹送したが、以後は円板型、気泡型とも原則として灌流量の2倍量の酸素を吹送した。

C 検査項目及び検査方法

1. 血球成分（赤血球数，Hb，Ht，栓球数）

2. 血清電解質

体外循環前の採血は、循環開始前の麻酔中に行ない、循環開始后には経時的に人工心の送血ラインから採血した。循環終了后には2時間、24時間、3日、5日、7日目に採血を行なった。

3. 血清 Hb

4. 乳酸

循環前及び循環中には、上記の採血について測定し、循環后には2時間、24時間目に採血し、血清Hbはシアンメトヘモグロビン法により、乳酸はBarker—Summerson法にしたがい島津—Boschlom分光比色計にて測定した。

5. 酸塩基平衡

6. 血中ガス分析

Astrup 法により、温度補正は行なわず、すべて38℃で測定した。

Ⅲ 研究成績

A 血球成分の変動

循環時間が60分以内であった症例をⅠ群、60～120分の症例をⅡ群、120分以上の症例をⅢ群とし、各群につき循環中及び循環後の血球成分の変動を追求した。ただし循環前の赤血球数が400万以下であった症例は除外した。

1. 赤血球数

循環開始後15分で、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ群ともに赤血球は300～335万に減少し、以後循環時間の経過とともに軽度の増加を示したが、その程度は円板型よりも気泡型の方がやや著明であった。循環後の変動は、気泡型、円板型ともに循環後24時間～3日で、ほぼ循環前値に回復した。それ以後には再び減少を示したが、円板型の方が気泡型よりも早くから減少しはじめ、その程度は充填ヘパリン血の使用量が多いほど著明であった。しかし気泡型、円板型ともに術後7日目における赤血球数の減少度は、循環前値の15%以内であった。

2. Hb, Ht

Hbは循環中にはⅠ、Ⅱ、Ⅲ各群とも平均10g/dl前後の値を示し、Htは平均30%前後の値を示した。循環中及び循環後の変動は、上述の赤血球数の変動にほぼ一致した。

3. 栓球数

栓球数は、循環中には気泡型では循環15分で平均130,000前後、循環60分では更に減少して平均81,000を示した。円板型では気泡型よりも減少が著明で、すでに循環15分で各群とも平均82,000前後の低値を示

したが、循環時間の経過に伴う減少度は気泡型よりもはるかにすくなかった。循環後には、気泡型、円板型ともにⅠ群では24時間後まで、Ⅱ、Ⅲ群では3日後まで減少しつづけ、7日後にはじめて循環前値に回復したが、Ⅲ群では回復がおくれ、7日後でも平均114,000という低値を示した。

B 血清電解質

循環中には気泡型、円板型の各群ともにNaは115~135meq/l, clは80~90meq/l (いずれも循環前値の約10%減), caは3.0~4.8meq/l (約20%減)を示し、循環時間の経過による変動はすくなかった。Kは循環15分で循環前値より上昇した例が多く、特に円板型で著明で、各群ともに平均循環前値の13%の増加を示した。循環15分以後は気泡型、円板型とも漸次減少した。循環後にはNa, Clは一般に回復がおそく、特に円板型Ⅲ群でClの回復のおくれが目立った。Caは気泡型、円板型各群とも循環後24時間でほぼ循環前値に回復し、以後の変動は認められなかった。Kは循環直後には低値を示し、特に気泡型で著明であったが、気泡型、円板型ともⅠ群では24時間、Ⅱ群では3日後にはほぼ循環前値にまで回復した。円板型Ⅲ群では術後数日間にわたる低K血症がみられる症例が多かった。

C 血清 Hb

循環中には血清 Hb の増加は気泡型において円板型よりも著明であり、血清 Hb 分時増加量はヘパリン血使用量の多い症例ほど著明であった。又気泡型では、灌流量対総循環血量比が0.55~0.65のときに血清 Hb 増加量が最もすくないことが認められた(酸素流量対灌流量比は一定)。

D 乳酸

血中乳酸値は気泡型、円板型ともに循環時間の経過とともに増加したが、体重当りの分時増加量について比較すると、気泡型は平均 0.12mg/kg/min, 円板型は 0.16mg/kg/min であって、大差がみられなかった。

E 酸塩基平衡

酸塩基平衡については、気泡型において代謝性アシドーシスの進行がやや著しかった。

F 血液ガス分析

一般に循環時間の経過とともに動脈血 PO_2 は漸次上昇し、一方 PCO_2 は漸次低下した。円板型では酸素流量対灌流量比が1.5以上であれば、循環中 PAO_2 は全例 100mmHg をこえたが、気泡型では3.0以下では、循環15分で大多数が 100mmHg 以下を示した。一方動脈血 PCO_2 については円板型では酸素流量対灌流量比が3.0以下群は循環15分で大多数が正常範囲を示したのに対し、気泡型では呼吸性アシドーシスを示した例が多く、すなわち酸化効率及び炭酸ガス排除能力はともに円板型の方がすぐれていた。

Ⅳ 総括並びに結論

1. 気泡型、円板型ともに循環中には血液希釈のために赤血球数は平均 300 万, Hb は 10g/dl, Htは30%前後に減少した。循環後には、一たん循環前値に回復したのち、再び漸次減少を示したが、減少の程度は術前値の15%以下であった。又使用充填ヘパリン血量の多い円板型の方が気泡型よりも減少が著明であり、この点では気泡型の方が有利と考えられた。

栓球数は環循環開始直後には、円板型では循環前値の50~60%まで著しく減少したが、循環時間の経過に伴う減少度は気泡型の方が著しく、すなわち循環中の栓球の破壊は気泡型の方が円板型よりも著明で

あった。

2. 血清電解質の変動については、循環中 Na, Cl は約10%, Ca は20%の減少を示したが、循環後には Ca は速やかに回復し, Na, Cl はやや回復がおくれた。K は循環開始直後にはやや増加したが、循環時間の経過とともに漸次減少し、循環直後には低値を示した症例が多く、I, II 群とも気泡型の方が円板型よりも低い値を示した。したがって気泡型では短時間灌流例においても循環直後の低K血症に留意する必要がある。長時間灌流例では円板型においても循環直後から数日間にわたって低K血症を示した例が多いので、不整脈発生の防止のためK補給の励行は臨床上甚だ重要と思われる。

3. 溶血については、循環中の血清 Hb の増加は気泡型が円板型よりも著明であり、一方使用ヘパリン血量が多い症例ほど著るしい傾向がみられた。なお気泡型では灌流量対総循環血量比が 0.55~0.65 である場合に溶血が最もすくなかった。

4. 酸塩基平衡については、気泡型において円板型よりも代謝性アシドーシスの進行がやや著明であったが、血中乳酸の増加率は気泡型、円板型とも同程度であり、すなわち末梢循環状態は両者の間に差異があるとは考えられなかった。

5. 血液ガス分析の結果から、人工肺の酸化効率及び炭酸ガス排除能力は、円板型が気泡型よりもすぐれていると考えられた。

6. 以上の成績から、気泡型人工肺が長時間灌流へ応用されるためには、ヘパリン血の使用を可及的少量にとどめ、稀釈液としては緩衝作用を有する電解質溶液を用いることが望ましく、灌流量は総循環血量の 55~65%に維持し、酸素流量は最初は灌流量の3倍として循環を開始し、循環15分頃から2倍に減少させる等の工夫が必要と考えられる。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

心臓外科の進歩とともに、体外循環法にも種々の改良が加えられ、回転円板型人工肺によればかなり長時間の体外循環が安全に行なわれうる段階に達しているが、気泡型人工肺はなお短時間灌流例に限定して使用されその安全使用限界は90分程度と考えられて来た。

申請者は、円板型人工肺を用いた灌流成績と気泡型人工肺によるそれとを比較検討して、気泡型人工肺の有する問題点を解明し、さらに体外循環法に改良や工夫を加えることにより、気泡型人工肺による灌流の安全限界を延長させようと試みたものである。

研究対象は昭和41年4月から昭和42年9月までの間に行なわれた開心術症例 133 例で、気泡型人工肺によるもの72例、円板型人工肺によるもの61例であり、最長灌流時間は、気泡型は 105 分、円板型は 340 分であった。

灌流条件は気泡型、円板型ともに30°~32°Cの軽度低体温法を併用し、灌流時に稀釈率が20%となるよう5%糖液、低分子デキストラン、マニトール液を用いて血液稀釈を行なった。灌流量は 1.6~2.6l/m²/m の比較的高流量を維持した。

これらの各症例において、血球成分、血清電解質、血清 Hb、血中乳酸、酸塩基平衡及び血中ガス分析

について、循環中及び循環後早期における検索を行ない、以下のごとき成績を得ている。

1. 気泡型、円板型ともに循環中は血液希釈のために赤血球数は平均 300 万、Hb は 10g/dl、Ht は 30% 前後に減少し、循環後には速やかに一たん循環前値まで回復したのち再び漸次減少を示したが、この減少の程度は使用したヘパリン血の多い円板型の方が気泡型よりも著明であった。

栓球数は循環開始直後には、円板型では循環前値の 50~60% にまで著しく減少したのに対して、気泡型では循環前値の 30% 程度の減少にとどまった。しかし循環時間の経過に伴う減少度は気泡型の方が著しかった。

2. 血清電解質の循環中及び循環後の変動は Na, Cl, Ca に関しては、気泡型、円板型の間に著明な差異が認められなかったが、血清 K 値は循環時間の経過とともに漸次減少し、循環直後においては気泡型の方が低 K 血症を示す例が多かった。

3. 血清 Hb の増加は気泡型が円板型よりも著明であり、かつ使用ヘパリン血が多い症例ほど血清 Hb の増加も多くなる傾向が認められた。また吹送酸素流量対灌流量比を一定にしたとき、円板型では灌流量対総循環血量比と血清 Hb 増加率の間には相関が認められないのに対して、気泡型ではこの比が 0.55~0.65 の間にある場合に、血清 Hb 増加率が最もすくなくなるという興味ある事実が認められた。したがってこの範囲で灌流量を維持するならば、例えば心室中隔欠損症についていえば、2 時間の灌流でも血清 Hb は 100mg/dl をこえないと考えられ、円板型における心室中隔欠損症手術の際の血清 Hb 増加率に近い値を得た。

4. 血中乳酸の増加率には、気泡型、円板型両者の間に有意の差が認められなかった。

5. 酸塩基平衡に関しては気泡型の方が代謝性アシドーシスの進行が著しかったが、乳酸のデータから、その原因は気泡型と円板型における末梢循環の良否に関与するものでなく、総循環血量中の緩衝物質の多少によるものと考えられた。

6. 血中ガス分析の結果、一般に循環中は気泡型、円板型とも循環時間の経過にしたがって P_{AO_2} は漸次上昇し、 P_{ACO_2} は漸次低下したが、人工肺の酸化効率及び炭酸ガス排除能力は、気泡型は円板型に劣っていた。したがって適正な P_{AO_2} 、 P_{ACO_2} を維持するためには、循環開始直後は気泡型では円板型よりもやや多量の酸素を吹送する必要がある。

申請者は以上の成績にもとずき、気泡型人工肺を長時間灌流へ応用するためには、ヘパリン血の使用を可及的少量にとどめ、血液希釈液としては緩衝作用を有する電解質溶液を用いることが望ましく、灌流量は総循環血量の 55~65% を維持し、酸素流量は最初は灌流量の 3 倍として循環を開始し循環 15 分頃より 2 倍に減少させるなどの工夫が必要であると結論している。

本論文は最長 90 分程度の短時間灌流を目的として設計作成された気泡型人工肺によっても灌流法に改善と工夫を加えることにより、すくなくとも 2 時間あるいはそれ以上の灌流が安全に行なわれうることを示唆したものであり、直視下心臓内手術の発展に寄与するところがすくなくないと思われるので、学位を授与するに価すると考えられる。