

Title	気泡型人工肺を用いた体外循環のガス動態に関する研究
Author(s)	藤田, 毅
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28598
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 5 】

氏名・(本籍)	藤 田 毅 ふじ た つよし
学位の種類	医 学 博 士
学位記番号	第 459 号
学位授与の日付	昭 和 38 年 12 月 6 日
学位授与の要件	医 学 研 究 科 外 科 系 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	気泡型人工肺を用いた体外循環のガス動態に関する研究 (主 査) (副 査)
論文審査委員	教 授 武 田 義 章 教 授 吉 井 直 三 郎 教 授 山 村 雄 一

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

人工心肺を用いて体外循環を行う事は、1953年以来開心術を行う手段として用いられる様になった。人工心肺の臨床応用の初期に於いては20分内外の体外循環であったが、その後開心術適応の拡大が企図されると共に手術手技が複雑化し、数時間の体外循環が必要となって来た。この長時間の体外循環を安全に行うためには、人工心肺を適正に操作する事が必要である。このためには体外循環の血行動態及びガス動態を明らかにして、可及的生理的条件に近い状態で体外循環を行なう事を要する。

教室の川嶋は先きに、体外循環の血行動態を研究し、至適灌流量を 2.2 l/min/m^2 と決定して体外循環安全運行の一輪に相当する問題を解決した。

著者は他の一輪に当るガス動態を研究して、人工肺の至適制御条件を決定せんとした。

〔研究方法並びに成績〕

気泡型人工肺を用いて常温下体外循環を行なった心疾患々者36例を対象とした。気泡型人工肺はDeWallの原型に基づいて作製した。

気泡型人工肺の実地使用にあたっては、人工肺への送入 O_2 流量及び灌流量を操作者が決定しなければならないので、この O_2 流量と灌流量との関係を人工肺の制御指数とした。即ち、
$$\text{制御指数} = \frac{\text{O}_2 \text{流量}}{\text{灌流量}}$$

この制御指数を中心として、体外循環のガス動態を動脈血の O_2 飽和度及び P_{CO_2} より検索した。

1) 動脈血性状： O_2 飽和度90.0~100%は制御指数0.73~1.64の場合にみられ、制御指数がこれより小なる時は O_2 飽和度は低く、制御指数が大なる時は100%に飽和された。制御指数と動脈血 O_2 飽和度との間には正の相関が認められた。 P_{CO_2} 35.0~45.0 mmHg は制御指数の0.85~1.57の場合にみられ、制御指数がこれより小なる時は P_{CO_2} は高く、制御指数が大なる時は P_{CO_2} は低くなった。制御指数と動脈血

P_{CO_2} との間には負の相関が認められた。 O_2 飽和度と P_{CO_2} との関係をみると、 O_2 飽和90.0~100%の場合 P_{CO_2} は20.0~52.5mmHg で殆んど生理的範囲にあり、 O_2 飽和度が低い時は P_{CO_2} は高く、 O_2 飽和度100%の時は P_{CO_2} は低く、動脈血 O_2 飽和度と P_{CO_2} との間には負の相関が認められた。

O_2 飽和度 100%の場合 O_2 添加量は 120~155cc/min/m²、 O_2 飽和度90.0~100%の場合 75~128cc/min/m²、 O_2 飽和度76.7~90.0%の場合 70~126cc/min/m² で、 O_2 飽和度の増加は O_2 添加量の増加を示した。 P_{CO_2} 45.0~55.0mmHg の場合 CO_2 排出量は 84~156cc/min/m²、 P_{CO_2} 35.0~45.0mmHg の場合 79~161 cc/min/m² P_{CO_2} 21.8~35.0 mmHg の場合 66~163 cc/min/m² であった。 P_{CO_2} 21.8~55.0 mmHg の範囲に於いて CO_2 排出量は略々同範囲にあり、 P_{CO_2} と CO_2 排出量との間には一定の関係を認めなかった。しかし P_{CO_2} は $\frac{CO_2 \text{ 排出量}}{O_2 \text{ 流量}}$ との間に正の相関を示した。

2) 還流静脈血性状： O_2 飽和度90%以上の動脈血による灌流の場合還流静脈血 O_2 飽和度は66.5~82.7%で、この場合灌流量の増加は静脈血 O_2 飽和度の増加を示した。 O_2 飽和度90%以下の不飽和動脈血による灌流の場合静脈血 O_2 飽和度は53.0~61.6%と低値を示し、灌流量の増加によっても静脈血 O_2 飽和度の増加を示さなかった。静脈血 P_{CO_2} は動脈血 P_{CO_2} を高 CO_2 血 (45.0~55.0mmHg)、正常 (35.0~45.0 mmHg) 及び低 CO_2 血 (21.8~35.0 mmHg) の3群に分けてみると、夫々の群に対応して 57.7~67.3 mmHg, 41.6~56.0 mmHg 及び 28.7~40.3 mmHg の値を示し、静脈血 P_{CO_2} と動脈血 P_{CO_2} との間には正の相関を認めた。

3) 気泡型人工肺の至適制御指数：以上のガス動態の成績から、人工肺送入 O_2 流量と灌流量とを調節して動脈血を O_2 飽和度95%、 P_{CO_2} 40 mmHg とした生理的レベルで体外循環を行なうと、静脈血は O_2 飽和度70%、 P_{CO_2} 47 mmHg となって生理的状态に近い人工灌流を行ない得る事を見出した。この状態は灌流量を 2.2l/min/m² とし、制御指数を1.0とした時に得られるので、この値を至適制御指数とした。

〔総括〕

1) 体外循環のガス動態を、人工肺と生体とを結合させた gas transport system として O_2 飽和度及び P_{CO_2} より研究した。動脈血 O_2 飽和度及び P_{CO_2} のレベルは人工肺送入 O_2 流量と灌流量の比によって調節されることを知り、この比を人工肺制御指数とした。静脈血 O_2 飽和度のレベルは O_2 飽和血による灌流では灌流量によって制御され、静脈血 P_{CO_2} のレベルは動脈血 P_{CO_2} によって規制される事が判った。

2) 人工心肺は固有心肺の機能を代行すべきもので、生体に悪影響の可及的少ない至適条件下に於いて循環を行なわねばならない。至適灌流量 2.2l/min/m² に於いて体外循環を行なう時、人工肺送入 O_2 流量と灌流量の比を1.0となる様に操作すると、動脈血 O_2 飽和度95%、 P_{CO_2} 40 mmHg、静脈血 O_2 飽和度70%、 P_{CO_2} 47 mmHg の生理的レベルが維持される事が判った。著者はこの $\frac{O_2 \text{ 流量}}{\text{灌流量}}$ を気泡型人工肺の至適制御指数と命名した。

論文の審査結果の要旨

人工心肺による体外循環は1953年以来開心術を行なう際の必須操作であり、1時間以内の短時間の体外循環は安全に行ない得る。しかし複雑な心疾患に対して開心術を行なうためには2時間以上の長時間に亘

る体外循環が必要となって来た。この長時間の体外循環を安全に行なうためには人工心肺を適正に操作する事が必要であり、このためには体外循環の血行動態及びガス動態を明らかにして可及的生理的状态に於いて灌流を行なう事が肝要である。

先に川嶋が血行動態の面より研究し至適灌流量を決定して体外循環安全運行の一輪に担当する問題を解決した。著者は他の一輪に当るガス動態を研究して人工肺の至適制御条件を決定せんとした。

人工肺としては De Wallの原型に基づいた気泡型人工肺を使用し、常温下体外循環を行なった心疾患々者36例を対象とした。著者は人工肺送入 O_2 流量と灌流量の比を制御指数とし、人工肺操作に際しこの制御指数を中心に体外循環のガス動態を O_2 飽和度及び P_{CO_2} の面より検索した。

人工肺を通過した動脈血の O_2 飽和度は制御指数との間に正の相関 ($\eta=0.71, 0.69$) を認め、又 P_{CO_2} は制御指数との間に負の相関 ($\eta=-0.73, -0.60$) を認めた。

次いで組織の状態を反映する還流静脈血をみるに、 O_2 飽和血による灌流の場合には静脈血 O_2 飽和度は灌流量との間に正の相関 ($r=0.65$) を示した。しかし O_2 不飽和血による灌流の場合には灌流量の増加によって静脈血 O_2 飽和度は上昇を示さなかった。静脈血 P_{CO_2} は動脈血 P_{CO_2} との間に正の相関 ($r=0.96$) を示した。

以上のガス動態の成績を人工心肺操作の面よりみれば、動脈血性状は制御指数によって調節可能であり、静脈血性状は灌流量と動脈血性状とによって受動的に制御される事が判った。人工肺を通過した動脈血が O_2 飽和度95%、 P_{CO_2} 40 mmHg となる様に調節して体外循環を行うときは静脈血の O_2 飽和度70%、 P_{CO_2} 47 mmHg となり生理的状态で人工循環を行ない得る事を見出した。この状態は至適灌流量 2.2 l/min/m^2 で循環を行なう場合、著者の用いた制御指数1.0に於いて得られる事が判った。そこでこの制御指数1.0を DeWall 型気泡型人工肺の至適制御条件として用いて誤りのない事を確めた。

即ち人工心肺を用いて体外循環を行なうとき灌流量 2.2 l/min/m^2 、制御指数1.0の条件は生体に対し循環及びガス動態の両面よりみて体外循環に依って生ずる影響が最も少ない条件である事を立証したものであり、本研究は開心術に於いて長時間安全に体外循環を行なう際の理論的根拠を考えた有意義な研究である。