

大動脈起始部直視下手術における 冠灌流の心電図学的研究

第 2 編

体外循環使用下冠灌流における心電図学的考察

岡山大学医学部第2外科教室 (指導 前主任 津田誠次名誉教授
現主任 砂出輝武教授)

池 田 寿 真

〔昭和34年9月9日受稿〕

1. 緒 言

前編において、低体温下においては心筋の被刺激興奮性が昂まり心室細動を惹起しやすいことから、大動脈弁々膜症の根治手術に低体温を併用することは不適であることを明らかにし、常温下で直接灌流法を使用するのがもつともよいと述べた。しかも長時間の冠血行を保持する際、低体温下では、当然脳障害の発生が問題となり、これを防ぐためになんらかの方法を講じなければならない。体外循環、特に人工心肺の急速な進歩は、本問題に一つの光明を与えるものであり、私はこれを用いて、再び冠静脈洞逆灌流法ならびに冠動脈直接灌流法を行い、その価値を検討したので報告する。

2. 材料並びに方法

1) 冠静脈洞逆灌流法

10~16 kg の成犬 6 頭を用い、前編同様ネムブータル静脈内麻酔の下に気管内挿管を行い麻酔器に連結して、純酸素呼吸を行わせた。体外循環には Lilliehei type pump oxygenator model 3 を用いた。本装置の使用にさいし体外循環流量は、小流量、中等度流量、大流量循環と、諸家により種々の研究報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾があるが、私は教室の研究⁶⁾⁷⁾に基き、60 cc/min/kg を基本として体外循環を施行した。

前編同様両側開胸後、上下大静脈に遮断用ビニール・テープを通し、奇静脈周囲を剝離して絹糸を通す。次いで心嚢を切開し、切開縁を胸壁に固定、大動脈周囲にビニール・テープを通した。ヘパリン 3 mg/kg 投与後、右心耳のタバコ縫合を通して下大静脈へ静脈血吸引用カニューレを挿入し、つづい

て奇静脈より上大静脈へ同様カニューレを挿入し、一方において右股動脈を切開し、酸素加血送血用チューブに接続した。術中胸腔内への出血々液を再使用すべきかどうかは問題であるが、本研究では Coronary sinus return reservoir からポンプを介して再使用することとした。ポンプ回転と共に上下大静脈を遮断して体外循環を行い、右心房切開後、ポリエチレン・チューブを冠静脈洞口に挿入固定し、流量ならびに洞圧の測定後、圧力瓶つき血液貯蔵槽と連結、圧力瓶の圧を徐々に上げて 30~35 mmHg の間で灌流を行つた。他の実験要綱は総べて前編実験に準ずる。今回は心電図記録に際し paper speed は 50 mm/sec. とした。

2) 冠動脈直接灌流法

10~18 kg の成犬 5 頭を用いた。方法は逆灌流法に準ずるが、灌流方法として先ず逆灌流の準備をすすめたのち、大動脈を縦に切開し直ちに逆灌流を行う (灌流圧・水銀柱 30 mmHg)。挿管、灌流順序は、まず右室側を行つた後、左室側の挿管にうつり、同時に逆灌流法を中止し、圧力瓶の圧を徐々に上げて 100~120 mmHg とし、この灌流圧下で灌流を行い、左室流量 : 右室流量 = 3 : 1 となるよう調節して灌流を行つた。

3. 成 績

I) 冠静脈洞逆灌流法

灌流は前編において述べた至適灌流条件において行つた。すなわち酸素飽和血を灌流圧 35 mmHg 以下において灌流し、かつ右室側では冠不全の発生は不可避であるが、左室側の ST-T はなるべく基線上にあるように灌流した。ただ今回の実験は、主として

低室温環境下で行ったので、灌流回路における血液の冷却を充分考慮して、灌流血温は $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ に保った。灌流圧 $30\sim 35\text{ mmHg}$ における灌流量は $28\sim 34\text{ cc/min}$ で、また左冠動脈口流出量は $13\sim 15\text{ cc/min}$ 100 g 左室心筋重量であつた。

以上のような至適灌流条件下において、心電図学的変化は次のようである。

(1) PR-interval の変化. 通常 PQ 延長を見るが, first degree AV-block の型はとらない。

(2) QRS の変化. QRS のフレは15分前後に記録した心電図を対照にして調べたが、そのフレが遮断前の $\frac{2}{3}\sim\frac{1}{2}$ まで減少した例は5例中2例である。右脚ブロックは、5例中1例に見た。

(3) ST-T の変化. 右室並びに左室に、冠不全像を見るが、右室冠不全像は灌流時間の延長とともに

高度となる傾向があるのに比べて、左室冠不全像は、必ずしも灌流時間と関係がない。右室冠不全像が高度となつて、ST-T 上昇を認めた例について調べて見ると、本例は冠灌流開始後10分で心室細動をおこし、逆灌流を続行のまま、counter-shock による心蘇生術を試み、心搏動は再び開始したが、心電図で ST-T の著明な下降、PR 間隔の延長、Wenckebach type AV-block、心房収縮多発ないし心房細動、QRS 時間の延長がみられ、PR 間隔は延長し、不定となつた。counter shock 施行後8分で心電図波形はほぼ正常に恢復したが、再び両室の ST-T 下降を見るようになり、一方前述したような PR の変化もおこつた。遮断40分前後から急に心筋の色調

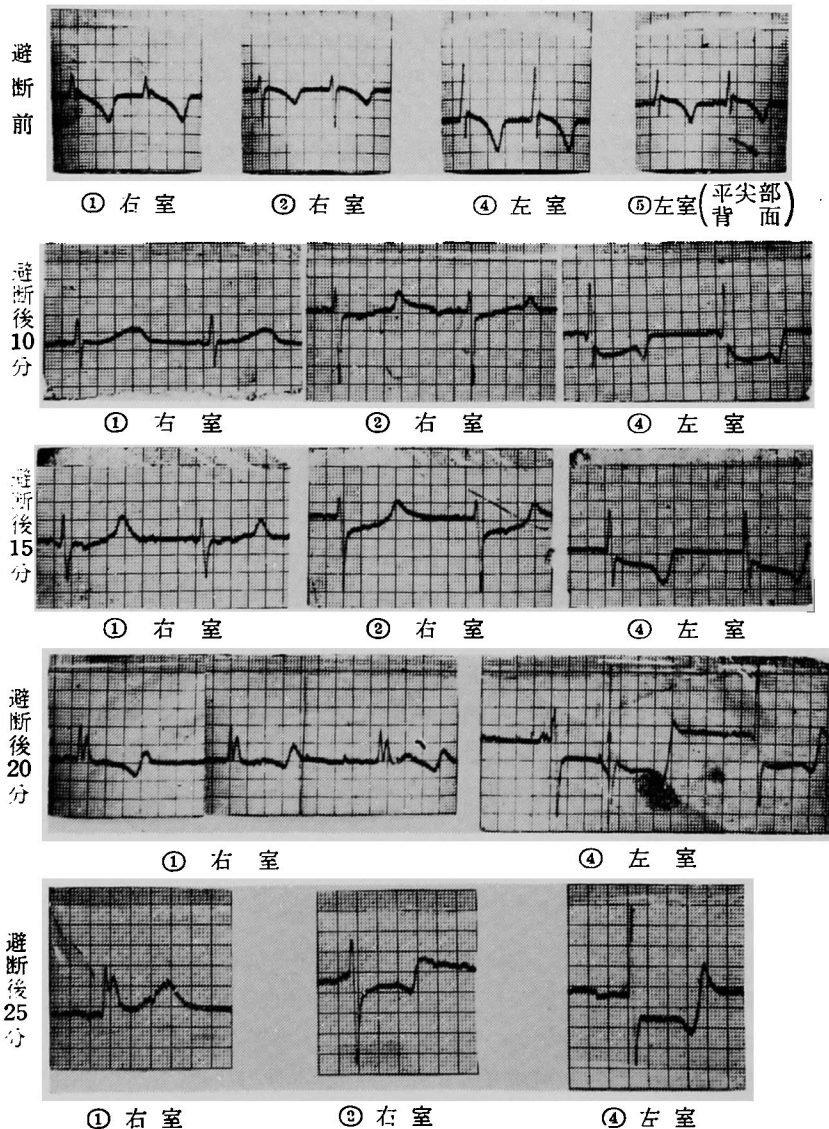
がわるくなりはじめ、42分後右室心筋に高度の ischemic area が現われたので心電図を記録し上記所見を得たが、これから間もなく心室細動に移行した。countershock を試みたが無効であつた。

(4) RR 間隔の変化. 循環遮断後時間の経過とともに延長するか、遮断20分前後において $0.1'$ 以上延長することはない。

挿管に直接関係ある心室細動は見られず、心室細動等重篤な心電図学上の変化があらわれるまでの時間は6例平均21分であつた。なお灌流圧 35 mmHg において灌流した場合、心筋出血はみられず、これ以上の圧で行つた場合、2例において心筋出血をおこしたが、参考までにこの変化を記すと、① D_2, V_6 の低電位差、直接誘導法において QRS のフレは心筋出血をおこす前の $\frac{1}{2}$ 以下になり、左室側の波形はその R の高さを徐々に減じ、遂には QS type となる。② 房室ブロックの発生を見る。

以上の変化は図 1, 2 にしめした。

図 1 冠静脈洞逆灌流法心電図



II) 冠動脈直接灌流法
至適灌流条件下における心電図変化は、ほとんど正常心電図に一致する。冠灌流量は、100~120 mmHg において、40~65 cc/min/100 g 全心筋重量であつた。

(1) PR-interval の変化。PR-interval は延長しない。

(2) QRS の変化。QRS のフレは循環遮断30分以上を対象とした場合、そのフレが遮断前の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ まで減少した例は、5例中1例であつた。

(3) ST-T の変化。殆んど両室共に変化なく稀に右室冠不全像を見る。また心背面部のST-T下降、回旋枝領のST上昇も見る。

(4) RR 間隔の変化。循環遮断後、RR 間隔は延長し10~15分後から遮断前にかえり、各々一定した間隔で搏動を続ける。

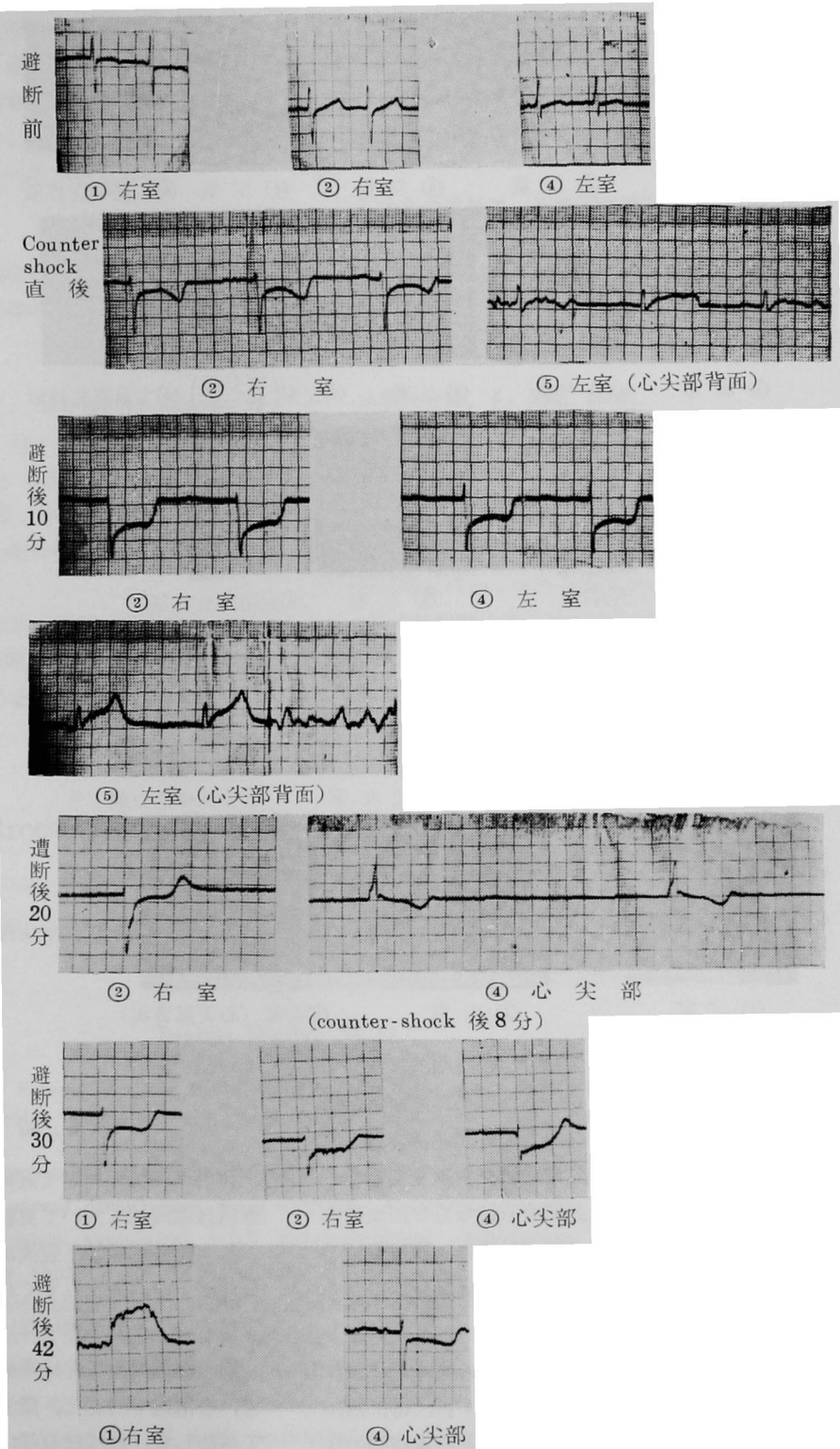
挿管に直接関係すると思われる心室細動は見られず、私は遮断を35~50分の間で解除した(図3)。

3. 総括並びに考按

本編の実験においても、心電図学的変化を示標にした場合、明らかに直接灌流法は逆灌流法よりすぐれていることが立証された。

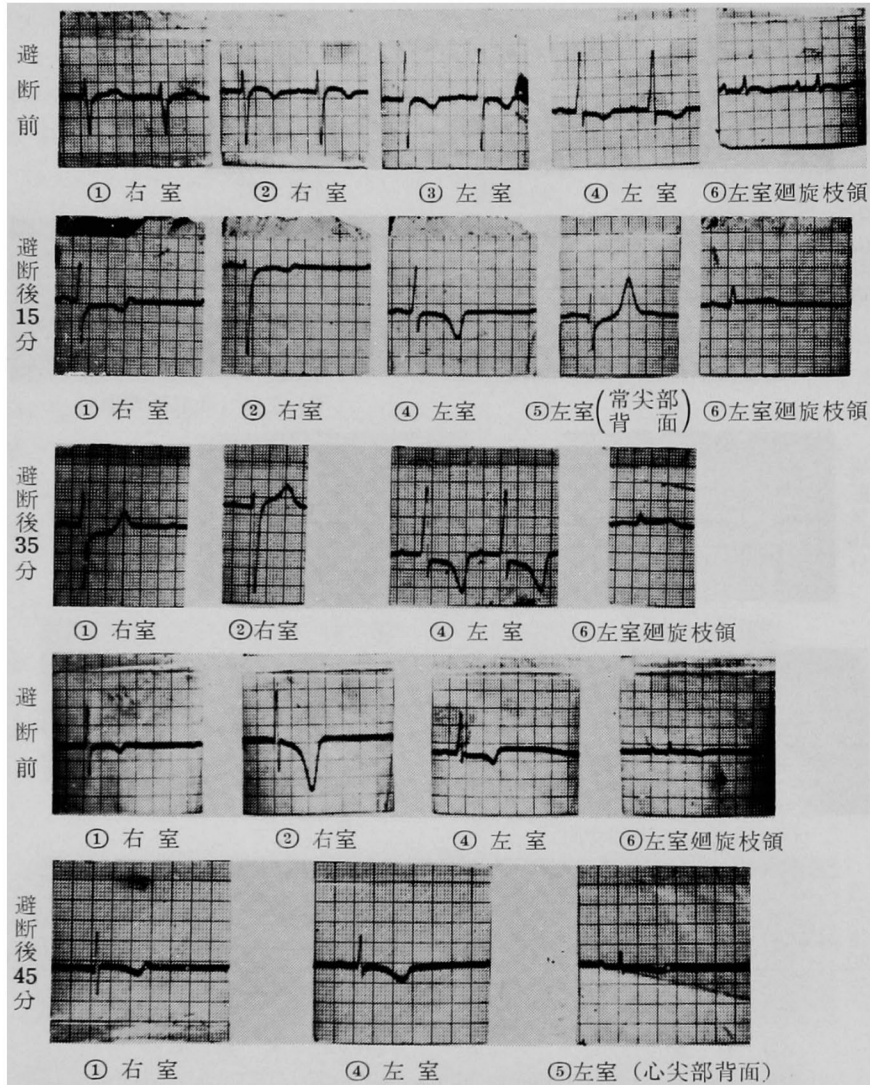
直接灌流法においては、比較的長時間の冠灌流においてその心機能保持は可能であるが、逆灌流法では不可能である。すなわち逆灌流法において、15~20分以上の冠血行保持を行い、この間で心室細動をお

図2 冠静脈洞逆灌流法心電図



こした場合には、counter shockは無効であり、15分以下の冠灌流中に心室細動を起した例では、一応心機能は殆んど旧に復するが、更に灌流を少くとも30分以上つづける場合には高度の右心側冠不全を発生し、その生命は保証されないことが判明した。第1編に

図3 冠動脈直接灌流法心電



おいてすでに述べたが、Gott 氏等の報告によつてもわかるように、イヌにおいてその循環遮断可能時間は15~20分であり、これ以上の時間逆行性冠灌流を行い手術を行うことは、はなはだ危険である。

私はヒトにおいても上記実験成績ならびに文献的考察において、逆灌流法下に大動脈弁々膜症根治手術を施行する際、その循環遮断時間は15分以下が安全と考える。

至適灌流条件下冠灌流を行う場合、明らかに低温下より常温下において行う方がすぐれ、特に直接灌流法において、挿管に直接関係ある心室細動の発生を見ないようにした。更に体外循環の併用により直接灌流法の有用性は確立され、30分~1時間の比較的長時間にわたり、冠血行は充分確保されることを知った。Lillehei らは、直接灌流法を行うに際しその欠陥として、(1) 技術的困難、(2) 挿管器具に

より手術視野が狭くなり、手術操作に不便を感ずること、(3) 冠血管空気栓塞発生の危険性ならびに(4) 血管内膜損傷をあげている。また私達の見解によれば、(5) 逆灌流法の場合、循環遮断、大動脈切開後直ちに灌流を行うことが出来るが、直接灌流法においては、高度に熟練しなければ、冠灌流にうつるまでに相当の時間を要する。

直接灌流法の欠点を検討し、これの対策を考えてみるに、(1) (2) (4) (5) の問題は、Kay 等が考案した灌流器具の改良を試みれば充分と考える。(3) 冠血管空気栓塞発生は、私が行つた心電図学的考察に基づくと余り重視する必要はない。なお今回の実験のように予め逆灌流の準備を行つたのち大動脈切開をおこない、病変の性質により逆灌流ないし直接灌流を行うの

も一法である。

5. 結 語

体外循環法を用いて冠静洞逆灌流法ならびに冠動脈直接灌流法について実験を行い次の結果を得た。

1. 体外循環法下冠灌流すなわち常温下冠灌流は、低温下冠灌流よりすぐれ、本法使用至適灌流条件下において不成功例はない。
2. 至適灌流条件は灌流圧に重点をおかねばならず、心電図学的変化、灌流量は当限界圧以内において調節しなければならない。この灌流限界圧は逆灌流法で 35 mmHg、直接灌流法で 120 mmHg である。
3. 心電図学的観点から冠動脈直接灌流法は、冠静洞逆灌流法に比し、心筋血行維持を対象とした場合はるかにすぐれた方法であり、循環遮断可能時

間は後法の20分以下に比し、前法では50分以上である。しかし前法においては技術上の困難その他の欠点があり、この欠点を補う灌流器具の考案が必要である。なお予め逆灌流の準備を行つたのち大動脈切開をおこない、病変の程度に応じて逆灌流、直接灌流のいずれかを行うのも一つの方法である。

稿を終るに当り、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師津田誠次名譽教授、砂田輝武教授に

深甚なる感謝を捧げるとともに、絶大なる援助を頂いた稲田助教授、田口講師ならびに教室心臓研究班の諸氏に衷心より謝意を表します。また心電図について種々御懇切な御教示をいただいた京都大学内科第3講座緒方豊講師に深甚なる感謝の意を表します。

(本論文の要旨は、昭和32年第10回胸部外科学会、第1回並びに第3回直視下心臓内手術研究班協議会において発表した)

参 考 文 献

- 1) Cooley, D. A., et al.: Temporary extracorporeal circulation in the surgical treatment of cardiac and aortic disease. Report of 98 case. *Ann. Surg.* 145; 898, 1957.
- 2) 木本誠二ほか: 人工心肺の研究 (第1報) 胸部外科, 9; 241, 1956.
- 3) 木本誠二ほか: 人工心肺の研究 (第2報) 胸部外科, 9; 6, 569, 1956.
- 4) 石川敬: 体外循環中の血行動態に関する研究.
- 5) 稲田潔: 渡米中の見聞による私信.
- 6) 砂田輝武ほか: 気泡型人工心肺による体外循環に於ける不顕性脳変化の研究と臨床. 第59回, 日本外科学会総会号.
- 7) 砂田輝武ほか: 体外循環における不顕性脳変化 (特に気泡型人工心肺について) 胸部外科, 12; 305, 1959.

Electrocardiographic Study on Coronary Perfusion for Direct Vision Aortic Surgery

Part II. Coronary Perfusion Combined with Extracorporeal Circulation

By

Jushin Ikeda, M. D.

From the Second Surgical Division, Okayama University Medical School
(Director: Formerly, Emeritus Prof. Seiji Tsuda; Presently, Prof. Terutake Sunada)

Both retrograde perfusion via the coronary sinus and direct perfusion of the coronary artery during extracorporeal circulation were studied. Following results were obtained.

1) Coronary perfusion associated with extracorporeal circulation under normothermic condition is far better than with hypothermia in maintenance of cardiac physiology. All the experiments are successfully performed in the case of direct perfusion in this series.

2) It is important to keep perfusion pressure at optimal level during perfusion, which is 35 mm Hg. in retrograde and 120 mm Hg. in direct perfusion, respectively. Perfusion rate should be controlled within these optimal pressure in each case.

3) Blood flow to myocardium is well maintained in direct perfusion than in retrograde perfusion. Maximum circulatory cessation over 50 minutes is secured in the former method compared to less than 20 minutes in the latter. However, direct perfusion is technically difficult in practice and some device is needed to facilitate its clinical application. It is preferable to choose one of both methods after direct inspection of valvular lesions following preliminary retrograde perfusion.