

実験的肺動静脈瘻が犬の腎組織呼吸に及ぼす影響

金沢大学医学部第二外科学教室(主任 熊埜御堂進教授)

逸 見 稔

(昭和40年4月1日受付)

麻酔の経過中或いは急性失血等に際して発生する急性の低酸素症のために腎に対し酸素供給量が減少するとき、腎の組織呼吸率 (T.M.R.) が低下することに関しては榎本¹⁾、逸見²⁾の研究がある。著者は慢性の低酸素症が続くとき、腎の T.M.R. がいかに変化するかを知るべく、犬に肺動静脈瘻を作つてその腎の T.M.R. を測定した。

実験方法

被験動物として雑種犬雌雄合計10頭を使用し、いずれも体重 10kg 以上、特に肺動静脈瘻群には 15kg 以上の大型犬を選んだ。10頭の犬は3群に分け、

- 1) 対 照 群 3頭 No. 1, No. 2, No. 3
- 2) 肺 切 群 2頭 No. 4, No. 5
- 3) 肺動静脈瘻群 6頭 No. 5, No. 6, No. 7,
No. 8, No. 9, No. 10

とした。但し No. 5 は始め 3) に属していたが肺動静脈瘻作製に失敗したため肺切除のみを行なつて 2) に編入し、No. 7 及び No. 10 は手術終了後それぞれ3及び7時間経過して死亡した。

肺動静脈瘻作製に関しては Peirce³⁾ の方法に準じ左肺動静脈吻合術を行なつた。

エーテル吸入気管内麻酔下に陰陽圧調節呼吸を行ないつつ左第5肋骨を切除開胸し、先ず下肺動脈を可及的末梢端において切断し、断端は小型の血管鉗子によりとめておき、次に気管支を可及的中枢端で切断し、最後に肺静脈を動脈と同様にして切断し肺葉を切除する。(図1)

次いで肺動静脈を中枢側に向つて約 1.5cm 宛周囲組織から剥離し、特に静脈は心嚢を切開してその起始部迄充分に露出する。吻合に際し緊張しないことをたしかめた後、1号の血管縫合針によりU字縫合と連続縫合を併用して両血管の断端に端々吻合を行なう。血管縫合がおわれば、はじめに動脈側の鉗子はずし、出血せしめて気泡をのぞき、次に静脈側の鉗子はず

図1 肺葉切除終了時の写真

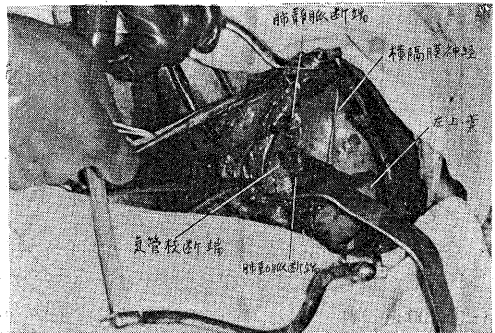
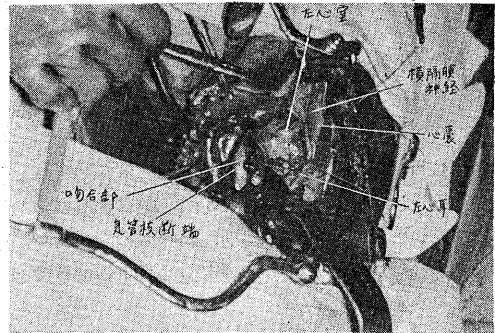


図2 吻合完了時の写真



す。縫合部よりなお出血するから食塩水ガーゼにて2分間圧迫止血せしむれば血管吻合は完了する。(図2)

切開せる心嚢を縫合し、残存肺を加圧膨張せしめて胸腔を閉鎖する。胸腔内ドレナージは行なわず、翌日より肋膜腔穿刺により排液を行なつた。

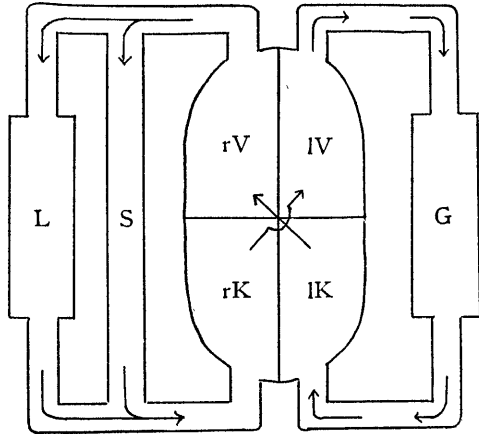
術後の循環形は図3の如くに右室よりの血液の一部が肺を経由せずに右房にかえる短絡路を形成し、ために動脈血の酸素飽和度が低下することになる。

手術後、動脈血の酸素飽和度は60~70%に低下し、低酸素血状態を1カ月間持続することができた。

腎の組織呼吸率 (T.M.R.) は厚さ 0.2~0.4 mm の切片につき、Warburg 氏の検圧法により測定し

An Experimental Study on Influence of Chronic Hypoxia Produced by Artificial Pulmonary Arterio-Venous Shunt on Tissue Metabolism of Kidney in Dog. Minoru Henmi, Department of Surgery (II) (Director: Prof. S. Kumanomido), School of Medicine, Kanazawa University.

図3 肺動静脈瘻作製後の循環模式図



V 心室 K 心房 G 大循環系 S 短絡 L 肺

た。浮遊液は Ringer 氏液，ガス腔は 5% CO₂ 加 O₂ 及び N₂，恒温槽温度は 37.5°C，また呼吸基質はブドウ糖 200 mg/dl とした。肺切群，肺動静脈群においては，ともに術後30日目に測定した。

また血液ガスは Van Slyke-Neil 氏法により測定し，酸素飽和度は $\frac{O_2 \text{ 含量}}{O_2 \text{ 抱合能}} \times 100\%$ を以てあらわし，抱合能の測定は酸素飽和法によった。

実験成績

I) 対照群

被検犬は No. 1~No. 3 の3頭，いずれも健康無処置のものである。体重，性別，動脈血の酸素含量，同飽和度及び T.M.R. の各測定値は表1の通りであつ

て，飽和度はすべて92%以上，平均95%，また T.M.R. の平均値は Q_{O₂} = -15.4, Q_{M^{O₂}} = 0, Q_{M^{N₂}} = 4.9 となつた。

II) 肺切群

被検犬は No. 4, No. 5 の2頭，No. 4 は右上葉，No. 5 は左下葉を切除した。各測定値は表2の通りで，術後やや動脈血酸素飽和度が低下するが，1カ月目には全く術前値と変らぬ値を示す，T.M.R. は平均 Q_{O₂} = 15.8, Q_{M^{O₂}} = 0, Q_{M^{N₂}} = 4.7 であつて，対照群との間に有意の差を示していない。

III) 肺動脈静瘻群

被検犬は No. 5~No. 10 の6頭，いずれも左下肺動静脈吻合を行なつたが，No. 5 は不成功のため肺切群に編入，No. 7, No. 10 は死亡した。生存例の各測定値は表3の通りで，術後動脈血の酸素含量及び飽和度が著明に低下し，飽和度の平均値は2週目64%，1カ月目72%となつている。

吻合部の状況をうかがうべく2週目に心カテーテリスムスを行なつた。右外頸静脈より Counand 氏カテーテル F8 を挿入し左肺動脈に達した所で，No. 6 は肺動脈撮影を行なつたが成功せず，No. 9 はそれより更に吻合部をカテーテルが通過することをレントゲン透視により確認したので肺動脈撮影は省略した。No. 8 は全身状態不良のため全く試みなかつた。また，No. 6 は実験終了後2カ月にして死亡，No. 8 は実験終了直後に屠殺，ともに剖検したが，No. 6 では吻合部に血栓を形成して閉塞しており，No. 8 は剖検的になお開通していることを認めた。No. 9 は実験終了後

表1 対 照 群

犬 番 号	体 重 kg	性 別	動脈血O ₂ 含 量 Vol%	動脈血O ₂ 飽 和 度 %	Q _{O₂}	Q _{M^{O₂}}	Q _{M^{N₂}}
No. 1	10.1	♀	14.3	97	-16.1	0	5.5
No. 2	9.5	♀	13.2	95	-16.6	0	4.4
No. 3	7.2	♂	13.5	92	-13.5	0	4.8
平 均 値			13.7	95	-15.4	0	4.9

表2 肺 切 群

犬 番 号	体 重 kg	性 別	切 除 肺 葉	動脈血O ₂ 含量 Vol%			動脈血O ₂ 飽和度%			Q _{O₂}	Q _{M^{O₂}}	Q _{M^{N₂}}
				術 前	2 週後	1 ヶ月後	術 前	2 週後	1 ヶ月後			
No. 4	8.0	♂	右上葉	13.4	12.6	13.0	95	90	93	-17.6	0	5.0
No. 5	12.2	♂	左上葉	13.9	-	13.8	96	-	95	-14.0	0	4.4
平 均 値				13.65	12.6	13.4	95.5	90	94	-15.8	0	4.7

表3 肺動静脈瘻群

犬 番 号	体 重 kg	性 別	短 絡 状 況	動脈血 O ₂ 含量 Vol%			動脈血 O ₂ 飽和度%			Q _{O₂}	Q _{M^{O₂}}	Q _{M^{N₂}}
				術 前	2 週後	1 ヵ月 後	術 前	2 週後	1 ヵ月 後			
No. 6	15.0	♀	2 週開存 1 ヵ月閉鎖	10.7	7.7	8.8	97	70	88	-15.2	0	4.9
No. 7	18.0	♂	開 存	15.6	10.2	10.9	91.5	60	64	-19.1	0	4.0
No. 9	17.2	♀	開 存	13.3	8.8	8.8	95	63	63	-23.1	0	7.2
平 均 値							94.5	64	72	-19.1	0	5.4

2 ヵ月（術後 3 ヵ月）目に動脈血酸素含量を測定したところ、飽和度が 95% に上昇していたので、実験当時開存していた吻合口がその後血栓形成により閉塞したものと診断した。なお同犬は術後 2 年以上経過し、現在なお健康に生存中である。

この群の T.M.R. は平均 $Q_{O_2} = -19.1$ 、 $Q_M^{O_2} = 0$ 、 $Q_M^{N_2} = 5.4$ であつて、対照群、肺切群に比し Q_{O_2} の増加が著明で、その増加率は 20% に達した。

総 括

3 群の犬の術前動脈血酸素飽和度は、いずれも 91.5% 以上であり、肺切群において呼吸障害を考慮さるべき時期に軽度の低下を認められる。肺動静脈瘻群においては動脈血の酸素含量及び飽和度はともに低下しており、その原因は実験的につくられた短絡路による非酸化血液の循環である。短絡路は No. 6 では 1 ヵ月後即ち T.M.R. 測定當時には閉塞していたのであるが、他の 2 例では確かに開存しており、No. 6 においてもその閉塞した時期は 2 週以後と推定される。

T.M.R. は肺切群では正常群との間に有意の差なく、肺動静脈瘻群では Q_{O_2} の 20% 以上の増加があり、 $Q_M^{O_2}$ 、 $Q_M^{N_2}$ は有意の差を認めなかつた。

考 按

肺動静脈吻合術の成功率は必ずしも良いとはいえず、著者は 6 例に試みて 2 例死亡、1 例は縫合部緊張のため縫合不全または閉塞が予想されて単純肺切除に止めるなど、結局成功したものは半数であつた。術後は肺動脈撮影、または心カテーテル法により短絡路の開存を確認し、また短絡量を決定することがのぞましいが、著者は必ずしも充分には行ない得なかつたことをいかに思う。動脈血の酸素含量及び飽和度は肺切除のみによつては低下せず、短絡形成に成功すれば著明な低下をおこすことは、その循環模式図につき考えるときは明らかである。

T.M.R. は対照群と肺切群と間には有意の差なく、

対照群及び肺切群の肺動静脈瘻群との間にかんがひの相違を示し、後者において Q_{O_2} の増大が見られた。腎に酸素供給が減少するときはその間 Q_{O_2} が低下するものであるが、低酸素状態が長期にわたるときはその不足したエネルギーを補うため呼吸酸素系の活性度が増すものと考えられる。その状態の腎切片を充分な含酸素気中にもちきたすときは賦活された酵素系がすべて活動するので Q_{O_2} が上昇するものと考えられる。

動脈血の酸素飽和度の低下は、臨床的には各種の心肺疾患に見られる所の短絡形式によつて生じ、本論文において扱つた実験的短絡形成と本質的には同じ原理である。臨床的に短絡を有する症例における腎機能は正常のもの或いは低下せるもの等まちまちであつて結論を得にくい、組織呼吸の面より考察するとき、腎の呼吸酵素系は一種の代償性機能昂進状態にあるものと見るべきである。

結 論

10 頭の犬につき肺切除及び肺動静脈瘻形成手術を施行して、動脈血の酸素含量及び腎の T.M.R. を測定した所、次の結論を得た。

- 1) 肺切除のみにては酸素飽和度の低下はきわめて少なく、T.M.R. も変化を認められない。
- 2) 肺動静脈瘻の作成に成功すれば動脈血の酸素飽和度の低下がおこり、短絡路が閉塞すれば飽和度は再び上昇する。
- 3) 動脈血の酸素飽和度が引続き 1 ヵ月間継続低下するときは、酸素を充分に与えた条件下においては、 Q_{O_2} が増大し、 $Q_M^{O_2}$ 、 $Q_M^{N_2}$ はともに正常値の範囲内にある。

文 献

- 1) 榎本：麻酔，3，57（1954）。麻酔，3，109（1954）。
- 2) 逸見：麻酔，5，130（1956）。
- 3) Peirce：Arch. Surg. 63，162（1951）。

Abstract

The shunt operation between the left pulmonary artery and the vein resulted decrease in oxygen saturation in arterial blood.

The oxygen content of arterial blood was observed to be less than 70% in experimental dogs, and this hypoxic condition lasted for more than one month when the operation was performed successfully.

Tissue metabolism of the kidney was determined after this operative procedure by Warburg's manometer, and results are described as below.

- 1) Q_{O_2} increases more than 20% when it is measured in 100% oxygen.
- 2) There is no influence on $Q_M^{N_2}$ as well as on $Q_M^{O_2}$.