LIGATION OF COMMON CAROTID ARTERY AND CEREBRAL BLOOD FLOW

(transition of PO_2 , Pco_2 and pH of cerebral circulating blood
by the ligation of common carotid artery)

By

KENJIRO YANAGINO, NOBUO TAKASUGA,
SANETOMI EGUCHI and TAKASHI FUKUSAKI

From the Dept. of Oto-Rhino-Laryngology, Nagasaki University
School of Medicine. (Director: Prof. T. Goto)

Observations were made on the changes of the cerebral blood flow caused by the ligation of the common carotid artery in 5 clinical cases and 10 dogs.

In the clinical cases, the fact was revealed that PO_2 of jugular venous blood after 5 min. of ligation of the jugular vein decreased by 5~10% of the normal jugular venous blood, and PO_2 of jugular venous blood, and PO_2 of jugular venous blood after 1min. and 30sec. of ligation of the common carotid

artery decreased by 10~20% of the normal.

It is considered from this fact that if the maximum duration of ligation of the common carotid artery is 3 min., PO_2 of the carotid artery blood must be kept at 60~80% and up in radical neck surgery.

In the cases of dogs, transition of PO_2 and pH of blood presented the same trend as that of the clinical cases, but the degrees were smaller.

総頸動脈結紮の脳循環に及ぼす影響について

(結紮時における脳循環血の PO_2 , Pco_2 , pHの変動について)

長崎大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任: 後藤敏郎教授)

柳 野 権 次 郎 高 須 賀 信 夫
やなぎ の けん じ ろう たか す か のぶ お

江 口 実 美 福 崎 隆
え ぐち さね とみ ふく さき たかし

総頸動脈結紮術は、その術後の予期される障害のために、頸部外傷あるいは悪性腫瘍における術後の大出血の場合以外には行なわれていなかった。

近年、頭頸部悪性腫瘍における頸部廓清術の徹底を期する目的で、総頸動脈の結紮切除は試みられており、又、頸部血管外科領域でも、頸動脈閉塞症の外科的治療法として、この方法は積極的に応用されつつある。然るに、総頸動脈を結紮した場合の障害及びその予防などに関する研究は極めて少なく、病理組織学的、臨床的、脳波生理学的研究が僅かに散見されるにすぎない。

著者らは総頸動脈結紮による術後の障害を予防する目的で、結紮開始より終了までに1週間を経る漸進的結紮

法を行っているが、かかる結紮法の妥当性を確め、改良すべき点を知るために、臨床例及び犬による動物実験において、脳循環血における血中 PO_2 , Pco_2 , pH を測定し、総頸動脈結紮が脳呼吸に及ぼす影響について考察を行つたので報告し、著者らの漸進的結紮法について考察を加えたい。

総頸動脈結紮法

胸乳筋にそつて皮切を加え、内頸静脈、総頸動脈を露出、迷走神経をよく分離して糸をかけ、結紮を行つた。結紮は次の段階に従つて行つた。

1. 約50%の結紮を行つて4日間経過観察
2. 4日目に完全結紮を行つて3日間観察

3. 完全結紮後3日目に切断(結紮開始より7日目)

測定対象及び方法

臨床例では、上頸癌患者5例について、全身麻酔下にて下記条件時の血液を各5cc採取した。

- A. 正常時頸動脈血
- B. 正常時頸静脈血
- C. 頸静脈5分間結紮後の脳側静脈血
- D. 頸動脈結紮後30秒から採血を始め、1分30秒までに採取した場合の結紮側静脈血

動物実験では、成犬10匹を用い、腹腔内麻酔下に頸部を開き、一側の頸動脈と頸静脈を露出し、下記条件時の血液を採取した。

- イ. 正常時頸動脈血
- ロ. 正常時頸静脈血
- ハ. 頸静脈5分間結紮後の脳側静脈血
- ニ. 頸動脈5分間結紮後の同側静脈血

なほ、採取した血液はヘパリンで凝血を防止し、流動パラフィンに重畳して血球の呼吸を防止した。Po₂, Pco₂, pHの測定はI.L. meterによつて行つた。

測定成績

臨床例の成績を表(1)に、動物実験例の成績を表(2)に示す。更に、臨床例のPo₂を図(1)、Pco₂を図(2)、pHを図(3)に示し、動物実験におけるPo₂を図(4)、Pco₂を図(5)、pHを図(6)に示す

この成績から分ることは、臨床例では、頸静脈を5分

結紮して鬱血を起させた場合では、正常例に比して静脈血中のPo₂は5~10%の減少があつた。頸動脈を30秒結紮後から採血を開始し、1分間で採血を行つた場合の静脈血は正常に比しPo₂10~20%の減少が生ずることを知つた。Pco₂では頸静脈の結紮の場合は1.5~2.5%の増加、頸動脈結紮の場合は2~3%の増加が認められた。動物実験では、各条件時のPo₂, Pco₂の変動は臨床例の結果と同じ傾向が認められたが、その程度は臨床例よりも低い。

表 1 臨床例による検査成績

Case	No.	1	2	3	4	5
A	Po ₂	147.0	180.0	93.0	92.0	110
	Pco ₂	42.0	35.5	40.5	43.0	45.0
	pH	7.28	7.42	7.435	7.28	7.29
B	Po ₂	74.0	50.0	62.0	60.0	67.0
	Pco ₂	45.0	39.0	42.0	45.0	46.5
	pH	7.24	7.39	7.40	7.25	7.26
C	Po ₂	71.0	40.0	53.0	55.5	61.0
	Pco ₂	44.0	41.5	43.5	47.5	48.0
	pH	7.23	7.375	7.39	7.225	7.25
D	Po ₂	55.0	38.0	46.0	53.0	56.0
	Pco ₂	46.0	41.0	44.5	48.0	48.5
	pH	7.24	7.370	7.38	7.22	7.24

表 2 犬による実験成績

Case	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
イ	Po ₂	78.0	77.0	100.0	90.0	64.0	79.0	99.0	95.0	87.0	98.0
	Pco ₂	40.0	40.5	37.0	38.5	41.5	40.5	42.0	39.5	40.0	41.0
	pH	7.315	7.265	7.29	7.31	7.28	7.34	7.29	7.30	7.27	7.34
ロ	Po ₂	57.0	47.0	63.0	65.0	45.0	58.0	59.0	83.0	52.0	70.0
	Pco ₂	41.0	41.0	40.0	43.5	42.0	42.5	43.0	41.5	42.0	42.5
	pH	7.31	7.26	7.28	7.30	7.27	7.30	7.26	7.35	7.275	7.31
ハ	Po ₂	50.0	45.0	55.0	61.0	44.0	50.0	55.0	63.0	50.0	66.0
	Pco ₂	42.5	44.5	44.0	45.0	43.0	43.5	45.0	44.0	43.5	42.5
	pH	7.30	7.23	7.26	7.26	7.26	7.28	7.24	7.33	7.255	7.31
ニ	Po ₂	48.0	43.0	53.0	61.0	46.0	48.0	54.0	63.0	46.0	64.0
	Pco ₂	42.5	45.0	41.5	46.5	43.5	44.0	46.5	45.5	44.0	43.5
	pH	7.30	7.22	7.26	7.25	7.26	7.27	7.23	7.32	7.245	7.30

図 1

図 2

図 3

図 4

図 5

総括並びに考按

総頸動脈結紮術について

総頸動脈結紮術は、古くから頸部外傷或いは術後出血の場合に試みられていたが、積極的に治療面に応用した報告は極めて少なかった。

近年、術中及び術後の管理の進歩によつて、悪性腫瘍の徹底的な手術が行なわれるようになったが、頭頸部悪性腫瘍においては、頸部リンパ節転移を起している場合が非常に多く、頸部臓器と癒着のために、剝離困難な症例が少なくない。頸動脈との癒着を起している例では剝離ができない場合には、inoperable と見做すことが常識とさへなつていた。しかし、腫瘍を頸動脈と共に除去することができるならば、転移巣を徹底的に廓清することができる。末期における大出血を予防し、放射線療法の徹底を期することができる。

癌腫が頸動脈に癒着した例では、その進展も広く、侵潤も強く、予後は必ずしも良好でないとする報告もあるが、著者らは inoperable として外科的処置から見放された症例のうちに、1例でも多くの症例を救うことを心掛けていた。

著者らが行っている総頸動脈結紮術は、前述の如く、漸進的に結紮を完了する方法であつて、ほぼ50%結紮を4日間行い、この間神経症状の発現の有無を観察し、

図 6

4日目に完全結紮を行つて、更に3日間経過を観察し、1週間目に切断を行うこととしている。この方法は、側副血行路の成立を図り、脳の無酸素状態の急激な発生を予防する目的で行っている方法である。一方、頸部外科及び血管外科領域において、注目されるようになって来た頸動脈閉塞症候群は、その臨床症状が多様であることは、閉塞の成立が緩徐なものであるために側副血行路の発達に関与しているものと考えられる。かかる理由で、著者らが行っている漸進的総頸動脈結紮法が側副血行路の発達に充分であるかどうかを知ることが、この研究の目的であつた。

頭部血行及び側副血行路について

総頸動脈は頭部血行の主幹である。従つて、頸動脈を結紮すると脳における無酸素状態が急激に発生し、脳卒中に似た致命的な障害を起すものと思われていた。しかし、脳における血行は、頭部領域において幾つかの短絡が証明されており、これを介しての代償血行の成立が考えられている。そのうちで、側副血行の発達に最も関与すると考えられているものは、両側椎骨動脈から脳底動脈を経由する経路と、健側内頸動脈から前・後交通動脈を経由する経路との二つの経路である。即ち図(7)に示す如く、一側総頸動脈を結紮しても、その支配領域の血流が完全に阻断されることにはならない。側副血行と

図 7 脳 広 動 脈 系

は、主血行の障害による機能障害を代償するために生ずる生体の機能であつて、正常時には血流が少なかった経路が多くなつたり、Anastomoseを有するものでは正常流と逆の流れになつたりするが、主血行と同じ血量を供給するに十分な血行ではない。しかし、側副血行路の完全な成立とともに、十分な血流を得るようになるものと考えられる。このことは、頸動脈閉塞症候群のうちの、transient and recurrent type 及び slowly progressing type における発症病理によつて証明されると思われる。しかし、頸部外傷や大出血等の場合には、救急処置として、総頸動脈の結紮を余儀なくされることがある。この場合には、結紮側に脳軟化が発生するが、臨床的には無症状のままで経過する症例も存在する。これらの事実は側副血行路の個人差及び血管の性状の年齢差等が大きく影響するためであると考えられている。著者らが総頸動脈の結紮を行つた症例について得た臨床症状の多様性については、続編に発表する予定である。

測定成績について

脳は生体に 取り入れられる 酸素の 25% を消費するといわれ、断血機序の発生とともに脳細胞は崩壊を開始する。全面的血行阻止によつて、脳組織に決定的な catastrophe を招ねくに要する停止時間は個人によつてまちまちであつて、5～40 分のばらつきを示していると報告されているが、これは、血行停止時の救急処置のいかんにも左右される。しかし、最も注意を要することは、最低 5 分間の呼吸停止によつて、脳の組織崩壊を起すことである。そこで、著者らは総頸動脈を完全結紮して脳細胞が irreversible とならない安全な範囲を 3 分と見做して、結紮後 30 秒から採血を始め 1 分 30 秒までに採血を完了する方法を行い、その際の脳循環血液の酸素分

圧、炭酸ガス分圧、血液 pH を測定した。

臨床例において、頸動脈結紮前の動脈血において PO_2 が 100% 或いは 100% 以上であつたことは、症例が人工加圧呼吸下の条件で測定を行つたためであらう。又、正常時の頸動脈血と頸静脈血との PO_2 の差は約 50% であつた。これは脳を循環して来る間に脳において消費された酸素を示しており、血中酸素の大半が消費されることを意味している。頸動脈を 30 秒結紮してから採血を始め、1 分 30 秒で採血を完了して結紮を終つた場合は、静脈血中 PO_2 は正常時に較べて 10～20% 低下している。このことは結紮してから 1 分 30 秒間における循環血中 PO_2 の減少を意味しており、側副血行路から供給される血液では不足していることを示している。一方、脳組織が irreversible となる断血時間を 3 分以上とするならば、静脈血中 PO_2 は正常時に比し 20～40% の減少が推測される。この値は逆に考えると、頸動脈血中 PO_2 が 60～80% 以下となるならば、脳において irreversible な変化を惹起することであつて、頸部廓清術時の総頸動脈結紮では、大脳へ供給される動脈血の酸素分圧が 60～80% 以下にならないようにして、側副血行路の発達を図るべきであらう。

頸静脈を結紮して鬱血を起させた場合では、 PO_2 が 5～10% 減少していたことは、脳内における血行障害によつて、脳の酸素消費により鬱血した血液の酸素が減少したことを意味していると思われる。

炭酸ガス分圧については、頸動脈結紮による場合では P_{CO_2} は 2～3% の増加を示していたことは断血状態のために増加したものであるが、 P_{CO_2} の増加は脳血管拡張作用があり、酸素の利用率を上昇させるから、この現象は側副循環の発達を促し、更に、脳血流が回復し脳血流中 PO_2 の上昇をきたす結果になるものと推論される。このことは、脳循環障害時に純酸素の吸入よりも、酸素 95% と炭酸ガス 5% の混合気の吸入の方が良好であることと一致している。

動物実験で得られた成績についてみると、臨床例と同じ傾向にあつたことは、脳循環における総頸動脈結紮の意味の重いことを証明しているが、各測定条件時における PO_2 , P_{CO_2} , pH の変動が臨床例におけるよりも僅少であつたことは、人類と犬との血行路の相違によるものと考えられる。

結 語

総頸動脈結紮の脳循環に及ぼす影響について、臨床例 5 例及び犬による動物実験 10 例において観察を行つた。

臨床例においては、頸静脈を5分間結紮すると、静脈血中の PO_2 は正常時よりも5～10%の減少が認められた。頸動脈を30秒結紮後から採血を始め、1分30秒に採血が完了した場合の静脈血の PO_2 は正常に比し10～20%の減少を生じた。このことから、頸動脈結紮による断血時間の安全範囲を3分以内であるとすれば、脳に供給される血液の PO_2 を60～80%以上に保つようにして側副血行路の発達を促進すれば、脳組織の崩壊を惹起することを予防出来ると推測された。 PCO_2 では頸静脈結紮では1.5～2.5%の増加、頸動脈結紮では2～3%の増加が認められた。

実験例では、 PO_2 、 PCO_2 の変動は、臨床例と同じ傾向にあるが、その程度は低かった。これは脳循環血管系と側副血行路の犬と人類との相違によるものであると考えた。

なお、総頸動脈結紮の適示と方法の選択とには、多くの問題を残していることが明らかであるが、血中 PCO_2 、 PCO_2 、pH の測定値をこの問題の参考として報告した次第である。

文 献

1) 梅原享：総頸動脈結紮に起因せりと思惟される脳軟化症の剖見例，日耳鼻，54：208，1951。 2) 白木博次：循環障害とくに断血過程の神経病理学，脳と神経，17：213，1965。 3) 吉倉範光：脳底及び椎骨動脈の閉塞とその循環不全の臨床，神経進歩，5：389，

1961。 4) J.W. Mc Call, et al.: Rupture of the Common Carotid Artery Following Radical Neck Surgery in Radiated Cases, Arch. Otolaryng. 69: 431, 1959。 5) K. Gandhi et al.: Emergency Carotid Ligation. Arch. Otolaryng. 75: 451, 1962。 6) J.J. Conley: Carotid Artery Surgery in the Treatment of Tumors of the Neck. Arch. Otolaryng. 65: 437 1957。 7) Fisher, M.: Occlusion of the internal carotid artery. Arch. Neurol. Psychiat. 65: 346, 1951。 8) Van Allen, M.W.: Collateral circulation to the eye in occlusion of the internal carotid artery. Arch. Neurol. 2: 74, 1960。 9) 竹内一夫：頸動脈閉塞症，神経進歩，5：511，1961。 10) 鬼頭昭三：内頸動脈閉塞症，神経進歩，5：480，1961。 11) 松村久，他：一側総頸動脈結紮の後遺症について，耳鼻臨，45：434，1952。 12) 岩田逸夫：頸動脈結紮の注意について，耳鼻喉科，27：7，1955。

本論文の要旨は昭和39年9月福岡にて開催された，第16回日本気管食道科学会にて発表された。本研究には本学第1外科古賀博士の御助言のあつたことを記し謝意を表わしたい。

(原稿到着＝昭和40.7.7日)