Microsurgeryによる blood access の作成と血管の病理組織学的変化および A-V シャントの循環動態に及ぼす影響について

織本 正慶 井上 明夫*

織本病院 杏林大学第1内科*

(昭和57年11月9日受付)

key words: 酸と作成技術, 血管壁の病理組織学的変化

〈要旨〉

長期透析者において、シャント・トラブルは看過できない問題である。このため、我々は1975年より、microsurgery法を用いて270例のシャント作成を行ってきた。本法によりシャント・トラブルは著明に減少をみている。シャント再作成時に動静脈の病理組織学的検討を行った。動脈側では、高血圧、動脈硬化、糖尿病などの原疾患由来の変化がみられたが、静脈側では血流量、圧負荷によると思われる中膜の硝子様変化が様々の程度にみられた。シャント作成前後における循環動態の変化についても検討したが、今回の成績では、ほとんど影響が認められなかった。

Blood access by a microscopic surgery method —Vascular histopathological changes and the effects of arteriovenous fistulae on circulatory function

Masayoshi Orimoto, M. D., Akio Inoue, M. D.*

Orimoto Hospital. The 1st Department Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kyorin University*

In many patients undergoing long-term hemodialysis, blood access problems, i. e., inadequate blood flow volume for dialysis have been seen periodically. A microscopic surgery technique was used to create adequate arteriovenous fistulae in order to eliminate these problems in 270 cases starting in 1975. Thus, blood access problems were reduced quite favorably.

The histopathological changes of arteries and veins were investigated in order to ascertain whether the failed blood access originated from the vascular area itself or not. Although arteries were considered changes of Arteriosclerosis, Hypertention and Diabetes, there was appreciated various hyalin degenerations in veins.

Cardiac pressure study was undertaken to estimate the effects of arteriovenous fistulae on circulatory function. There were no significant changes, before and after surgery, with fistulae of 5-6 mm in diameter.

緒言

血液透析用の blood access すなわち A-V シャント造設術は必ずしも 100%成功するものではない。また A-V 吻合は成功したとしても透析に必要な十分な血流量のある、blood access でなければならない。この不成功の原因は単一ではなく、血管吻合の技術、血管壁の病理組織学的変化、その時の全循環血流量、シャント流量、血圧、血液の凝固性、等々に起因するものであらうと考えられる。そこで我々はまず血管吻合の技術を確実にするために、脳外科用顕微鏡を用い、吻合法にも工夫を加えて、blood access を作成した。

また年余におよんだ透析者のシャント再造設時にシャ

ント部の動脈および静脈を切りとり、この病理組織学的変化を調べた。さらにシャントの短絡量が増加した場合に血圧の上昇ひいては心不全を惹起するとの文献上の報告もあるため、blood access の循環動態に及ぼす影響も調べたのでここに報告する。

対象・方法

内シャント造設時における血管吻合をより確実にするために、脳外科用顕微鏡を用いて270回の内シャント造設術を行った。これは昭和46年より昭和57年8月30日までに当病院で行った374回の blood access 作成数の中の69%にあたる。この手術用顕微鏡の倍率は、ほぼ30倍であるために最小外径 0.6 mm までの静脈を吻合

図 1 中膜の切除

血管ブジーリング

図 3 吻合動脈拡張法

図 2 吻合孔を楕円型にする

図 4 純銀製血管ブジー

し、シャント化することが可能である。この microsurgery により必要に応じて肥厚した中膜を切除したり（図 1）、中膜、内膜の肥厚した症例には（図 2）、吻合孔を楕円形にあけて広い吻合孔を作る。吻合後血流量が少なく thrill がきこえない場合には自作した純銀製のブジー（図 3、4）によって十分に血管を拡張する。このブジーの太さはそれぞれ直径 3.2 mm, 2.8 mm, 2.5 mm, 2.0 mm である。

以上 microsurgery による血管吻合は内膜にしっかりと

縫合針がかかっているかどうか（縫い落しがあるかどうか）を見きわめることを目的とする。呼吸不全で P_{CO_2} が 80 mmHg 以上になったものに対して我々は、人工肺用 blood access を作成している。 P_{CO_2} が常時高い呼吸不全者は、一般的に右室圧が高いために、A-V シャントは作らず肘動脈に動脈バイパスを作り、これを blood access としている。この場合大伏在静脈をループにして肘動脈に移植するか（図 5）肘動脈と平行して走る深部静脈を吻合し、吻合後静脈の前後を遮断し静脈弁をブジーで破壊して、動脈バイパスとしている（図 6）。

成績

1) 血管の病理組織学的変化

透析時に blood access から導く血流量は 180 ml/min 以上でないと甚だ透析効率は良くない。そこで 130 ml/min 以下の流量しか得られない blood access は不成功例として成績を検討すると、microsurgery によっても 10% 程度の不成功がある。これは血管の病理組織学的変

図 5 大伏在静脈の移植

図 6 動脈バイパス (深部静脈を使う)

図 7 症例 1 ♂ 39歳 (elastica van gieson 染色 40×)
透析歴 3 年。一部内膜の肥厚を認める (↑↑)。中膜の軽度肥厚。

図 8 症例 2 ♀ 55 歳 (hematoxyrin eosin 染色 40×)
透析歴 1 年。内膜の不整肥厚 (↑↑) 一部内膜の剥離を認める。eosin に濃く染まる fibrin の付着が一部認められる。

図 9 症例 3 ♂ 39 歳 (elastica van gieson 染色 100×)
透析歴 5 年。中膜のびまん性、かつ著明な肥厚を認める。内膜は elastosis もなく非常に flat. ↑ は内弾性板を示す。

図 10 症例 4 ♀ 71 歳 (hematoxyrin eosin 染色 40×)
透析歴 1 年。内膜の著明な肥厚。↑ は血栓を示し同付着部位に一致して、内膜は明らかに肥厚を示している。一部内膜下に非特異的な炎症細胞をみる。

図 11 症例 5 ♂ 72 歳 (hematoxyrin eosin 染色 40×) 透析歴 1.8 年。内膜における著しい筋線維の肥厚が認められさらに非常に密な配列をとっている。これはシャントによる圧の変化に対する静脈の動脈化と考えられる。

図 13 症例 7 ♀ 38 歳 (masson 染色 100×) 透析歴 2 カ月。器質化した血栓が認められる (↑)。 (↑) 血栓の表面に赤染せる fibrin 付着 (↑)

図 12 症例 6 ♂ 58 歳 (masson 染色 40×) 透析歴なし。中膜に豊富な青く染まる膠原線維が存在し、その中に赤く fine な筋線維が流れるように認められる。ほぼ正常構造と考える。

図 14 症例 8 ♂ 53 歳 (hematoxyrin eosin 染色 40×) 透析歴 5 年。一部に、硝子化を伴った血管壁の肥厚を示す。細胞成分の少ないところが、硝子化部位を示す。

化に基因するものではないかと考え、数例の blood access に用いた血管の病理組織を調べた。

〔症例 1〕橈骨動脈 男 39 歳。(elastica van gieson 染色 40×)

透析歴 3 年 一部内膜肥厚を認める。術後流量良好 (図 7)。

〔症例 2〕橈骨動脈 女 55 歳。(HE 染色 40×) 透析歴 1 年 内膜の剥離。術後流量良好 (図 8)。

〔症例 3〕橈骨動脈 男 39 歳。(EV 染色 100×) 透析歴 5 年 中膜著明な肥厚。術後流量良好 (図 9)。

〔症例 4〕橈骨動脈 女 71 歳。(HE 染色 40×) 透析歴 1 年 内膜著明な肥厚。血栓の付着。術後流量良好 (図 10)。

以上、透析者の動脈変化としては、中膜内膜の肥厚や剥

離があることが認められる。

〔症例 5〕静脈 男 72 歳。(HE 染色 40×) 透析歴 1 年 8 カ月 中膜には著しい筋線維の肥厚が認められ、更に非常に密な配列をとっているが、これはシャントによる静脈内圧の変化に対する静脈の動脈化であると考えられる (図 11)。

〔症例 6〕静脈 男 58 歳。(masson 染色 40×) 透析歴なし。中膜に豊富な青く染まる膠原線維が存在しその中に赤く fine な筋線維が流れる様に認められるが、これはほぼ正常である (図 12)。

〔症例 7〕静脈 女 38 歳。(HE 染色 100×) 透析歴 2 カ月 器質化した血栓が認められる (図 13)。

〔症例 8〕静脈 男 53 歳。(HE 染色 40×) 透析歴 5 年 これは動脈瘤様に膨張したシャント静脈で

図 15 シャント静脈の動脈瘤様膨隆

あるが、中膜の筋線維の高度な変性と著しい肥厚、あるいは筋線維の硝子化が認められる(図 14)。これはすでに正常の静脈血管構造とはかけはなれたものであり、弾性を失い、不規則な拡張を呈し最終的には破綻する運命にあるとも思われる(図 15)。この種の、かなり硬い静脈瘤切除術は 3 例を経験しているが、最初シャント作成時には動静脈 1 本ずつの側々吻合であった筈であるのに、この瘤には main の動脈の他に 2 本から 4 本の血管(太い拍動をもった動脈様の血管)が入っていた。流入血管は、組織学的には動脈ではなく静脈構造をもっていることが認められた。

2) 血管の組織学的変化と手術成績

以上 8 症例について血管の病理組織学的変化を述べたが、その他数例の組織学的正常構造をもったシャントもあり、この異常構造のものに関して blood access としての成功、不成功を調べてみると、異常構造のものが必ずしも不成功例である訳ではなく、むしろ microsurgery によって血管の組織学的変化を技術的に克服しているような観すらあるのである。しかし一般的には、blood access 不成功の因子としては当然血管壁の病理組織学的変化をあげる事は出来ると思われる。

3) A-V シャントの循環動態に及ぼす影響

microsurgery による blood access 作成時におけるシャント流量の測定には日本光電の電磁流量計を用いたが橈骨動脈の流量は大体 50 ml/min 以下であり、良好なシャントができれば、シャント静脈の流量は 130 ml/min 以上になる。数日後から、年余に及ぶシャントは、超音波流量計により、経皮的に測定すると、表 1 に示す如く、吻合孔が 5 mm~6 mm の場合には、短絡量 300 ml/min~450 ml/min であることが認められ、透析中はさらに多くの量が流れる。ただし、すでに述べた如く電磁、および超音波による流量計に表現される数値は正確とは言い難い。さらに、昭和 51 年から昭和 57 年 4 月 30 日までの 7 年間に当病院透析室で行った心拍出量の測定は 3595 件であり、心カテテル総数は 270 件である。

氏名	シャント 部血流量	透析中の血流量		デジタル式血 流量計による 透析血流量値
		穿刺針前部	穿刺針後部	
	450	450	300	200
	300	300	200	200
	350	300	200	200
	250	250	200	180
	310	250	200	200
	400	400	350	210
	450	450	250	200
	400	400	150	200
	350	350	250	230
	400	400	350	210

単位 ml/min

表 1 超音波血流量計によるシャント血流量測定値

C. T. R (%)	C. I (l)	S. I (ml)
49 以下 (100)	4.0	54
50~54 (100)	4.2	55
55~59 (46)	4.2	59

表 2 心胸比と心拍出量の関係

この心拍出量は色素稀釈によるものと、心カテ時における熱稀釈によるものであるが、総数 3595 件の中から心胸比 49%以下 100 件、50~54%100 件、55~59%46 件のそれぞれの心拍出量の平均は、透析前分時拍出量指数、CI は 4.0 l (正常値 3.5 l) 程度で、SI は 55 ml (正常値 50 ml) 程度である(表 2)。透析前においてやや高拍出となっているのは、全循環血流量が一般的に増加しているためであって排尿がないものにとって当然であり、短絡量のためとは考えられない。さらに症例を選んで、blood access 作成前に心カテを留置し、blood access 作成前後の心内圧および肺動脈楔入圧の変化をみると 1 例を除いてほとんど変化は認められない(表 3)。さらに A-V シャント作成中の中心静脈圧を見ると、シャント化した瞬間には、やや圧は上昇するが、間もなく正常に復帰することが認められる。表 3 の症例 D は、シャント流量は 500 ml/min の(超音波流量計)動脈瘤様膨隆をもった case で、この膨隆部を圧迫し閉鎖した時と開放した時の心内圧の変化をしらべ、その後新しく blood access を作りなおした。この圧迫前後の差も極めて僅少である。

以上のことから A-V、シャントによる短絡量の循環動態に及ぼす影響は極めて少なく、問題視する必要はないと断定しうるものである。

症 例	blood access 作成前								blood access 作成後							
	RA	RV	PA	PW	CO	CI	SV	SI	RA	RV	PA	PW	CO	CI	SV	SI
A	3		16	8	12.7(熱) 10.0(色)	7.1(熱) 5.6(色)	12.9(熱) 98(色)	73(熱) 55(色)	3	13	16	8	9.9(色)	5.6(色)	103(色)	58(色)
B	2.5	11	18	10	13.4(熱)	7.7(熱)	170(熱)	97(熱)	4.0	18	24	15	14.4(熱)	8.2(熱)	180(熱)	102(熱)
C	3	8	9	5	9.55(熱)	5.9(熱)	133(熱)	82(熱)	2.0		9	5	8.34(熱)	5.1(熱)	110(熱)	68(熱)
D	4	10	15	10	14.4(熱)	8.4(熱)	200(熱)	117(熱)	5	10	17	9	12.3(熱)	7.2(熱)	166(熱)	97(熱)
E	3	8	5	0	5.8(熱)	4.3(熱)	74(熱)	54(熱)	5	10	7	1	47(熱)	3.5(熱)	67(熱)	49(熱)

RA 右房平均圧(mmHg) RV 右室平均圧(mmHg) PA 肺動脈平均圧(mmHg) PW 楔入平均圧(mmHg) CO 分時心拍出量(l)
CI 分時心拍出量指数(l) SV 1 回心拍出量(ml) SI 1 回心拍出量指数 (色) 色素希釈式 (熱) 熱希釈式

表3 A-V シャント作成前後の循環動態

	熱 希 釈		右房から色素希釈		シャント静脈から色素希釈	
	C.I	S.I	C.I	S.I	C.I	S.I
A			5.1	66.4	6.6	84
B	5.2	87.6	4.4	74.3	5.4	91.6
C	4.1	64.8	2.9	47.1	2.5	40
D	6.3	78.2	4.2	51.6	3.5	44.9
E	4.2	75.7	3.6	57.7	3.3	53.1
F	4.2	61.6	3.9	43.9	6.1	88.8
G	7.6	94.2	5.3	60.5		

CI 分時心拍出量指数 SI 1 回心拍出量指数

表4 熱希釈, 右房からの色素希釈, シャント静脈から色素希釈による心拍出量の比較

報 告 者	年 代	例 数	心拍出量(l)
HAMILTON	1948	48	6.8
WERKÖ	1949	69	6.10±1.8
KOPELMAN	1951	28	4.4±1.74
JOHNSON	1951	130	7.25
DOYLE	1953	152	3.2±0.7
NEELY	1954	22	6.2±2.0
ELIASCH	1955	352	6.14±2.26
織 本*	1982	1,000	6.69(透析者)

「指示薬希釈法の臨床応用」中村 隆

表5 諸家による指示薬希釈法の心拍出量

4) 心拍出量の測定法による差異

心拍出量の測定は日本光電製の心拍出量計を用いているが、色素希釈法の場合には色素を注入する場所によってもかなり数値の変動があり、また熱希釈による場合も

3 回測定してその平均値をとることにしているが色素法との差が認められる。そこで同一症例で、同一時期に熱希釈法、右房からの色素注入法、シャント静脈からの色素注入法を行いその数値を比較した。腕の静脈からの色素注入はさらに不確実であるために除外した。普通の静脈から色素を注入する場合には太い静脈が胸部の静脈に移行しているものを選ばなければならない。そうでないと色素が分散しすぎるからである(表4)。これによるとかなりのバラツキがあり、熱希釈は色素希釈より常に高値を示すが、いかなる方法によるも1 回の測定だけでは絶対値としての信頼性は低いと思われる。しかしながら、シャント静脈からの色素注入による心拍出量の測定1000 件の平均値をとってみると(表5)文献上に報告されている数値と大差ないことが認められる。

考察

1) シャント化した血管の病理組織学変化について

動脈変化は主として、腎不全、糖尿病、高血圧という原疾患に基因するものと考えられるが、静脈変化は圧と量の変化によるものと思われる。ことに比較的硬い動脈瘤様膨隆は、将来組織学的にも破綻するものと考えられるので、これは放置することなく切除すべきであり、できればこのような瘤を作らないようにするためには、A-V 吻合部周辺のいかなる細い静脈の分枝といえども結紮しておくことが必要であろう。さらに、何故このような動脈瘤様膨隆が吻合部付近のシャント静脈に生じたかという点、手術所見からは、この膨隆部にはすでに述べた如く、橈骨動脈の他に2〜4 本の血管が流入しており、この血管は肉眼的には動脈であり拍動をもっているが、組織学的には静脈構造であり、A-V 吻合時には静脈の細い分枝であったと考えられるもので、吻合直後には、流出血管であったものが、時日を経て拡張し、末梢動脈と活発に流通し、その時から流れを変え、いわゆるバックフローとなってシャント静脈への流入血管となったも

図 16 バイプレーンによりカテの先端の高さと血圧モニターの高さを合わせる

のと考えられ、これにより血流量が増大したために、動脈瘤の如く膨隆したと思われる。

2) A-V シャントの循環動態に及ぼす影響

A-V シャントを造設することによって循環動態に異常を来すか否かに関して文献的には、これによる血圧の上昇、心拍出量の増加あるいは心不全の合併があるとされている。だが右房に環流する全身の血流量のうち、A-V シャントの短絡量が増加したからといって、どれだけの右心あるいは左心に対する影響があるであろうか。むしろ循環動態に及ぼす影響は、全循環血液量の増減であって、尿排泄のない腎不全患者であるが故に日常の水管理の、良し悪しの方がはるかにその影響は大であると考えられる。したがって我々は短絡量が多くなると心不全になるというような論議に対しては、かなり懐疑的である。

3) 透析患者の心拍出量の測定と心カテーテル検査について

心拍出量の測定はすでに述べたごとく色素希釈によるも熱希釈によるもかなりバラツキがある。透析患者の心拍出量測定は透析前にシャント静脈を利用して行うのが患者に2度の苦痛を与えないで済むという利点もあり、日常的に行うには、よい方法であると思われる。これにひきかえて、心カテーテルによる圧測定は十分な信頼性をもつことができ、透析患者の適正な心の大きさを決定する上にもまた心拡張が、前負荷 (preload) によるものであるか否かを判断する場合にも、かなり重要な役割をもっている。我々は心カテ時の圧測定を確実にするために、レントゲンはバイプレーンを用い、心内、肺内にお

けるカテの先端を横のレントゲンの中心部に合わせて高さによる誤差をなくし(図16)、圧測定の正確さを期している。

結論

以上 microsurgery による、blood access 作成の特徴および透析者の末梢動静脈の病理組織学的変化、さらに blood access の循環動態に及ぼす影響を検討したが、1) microsurgery によれば、かなり微小血管も A-V シャントとすることは可能であり、血管の病理組織学的変化にも対応しうるものである。2) 末梢血管の病理組織学的変化に関しては、動脈の変化は主として、原疾患および合併疾患等に基因するものと考えられるが、静脈変化はその圧と流量によるものと思われ、ことに吻合部附近の硬い動脈瘤様膨隆は切除すべきである。3) A-V シャントの短絡量は吻合孔が 5~6 mm のものでは、年余に及ぶも、500 ml/min 以内のものが多く、この程度の短絡量では循環動態に及ぼす影響はきわめて少ない。

文献

- 1) 大坪 修：血液透析のための血管手術。日本臨床，39：27-37，1981。
- 2) 木川田隆一：心機能，日本臨床，39：89-99，1981。
- 3) 平沢由平，田尻正記，相沢義房：長期透析者と心機能。腎と透析，10 (2)：135-144，1981。
- 4) 太田和夫：blood access をめぐる問題—合併症と対策—。透析ライフ，初夏，pp 27-29，1982。
- 5) 太田和夫：blood access の工夫，透析患者の診かた考え方。33-64，南江堂，1980。