

血液透析のための動静脈シャントの研究

第2報：慢性血液透析患者の過去2年間の Quinton Scribner
シャントの成績・合併症について

京都大学医学部人工腎臓室（室長：加藤篤二教授）

川	村	寿	一*
岡	部	達	士郎*
山	下	喬	世*
沢	西	謙	次*
加	藤	篤	二*
原			晃**

STUDY ON ARTERIO-VEIN SHUNT FOR HEMODIALYSIS

II. RESULTS AND COMPLICATIONS OF QUINTON-SCRIBNER
SHUNT FOR CHRONIC HEMODIALYSISJuichi KAWAMURA, Tatsushirō OKABE, Akiyo YAMASHITA,
Kenji SAWANISHI, Tokuji KATŌ and Akira HARA*From the Hemodialysis Unit, Kyoto University Hospital, Kyoto, Japan*
(Chief: Prof. T. Katō, M. D.)

Twenty-six patients were treated by intermittent hemodialysis with Kiil dialyser for past two years, April, 1968 to March 1970. All the patients were equipped with the arterio-venous shunt of Quinton-Scribner type, 16 in the forearm and 10 in the leg.

Average shunt survival in the patients dialyzed more than three months was 11 to 12 months on the arterial side and 8 to 9 months on the venous side both in the forearm and leg shunts. If the cases dialyzed more than one year were taken, the shunt survival was 14 to 17 months on the arterial side and 10 to 12 months on the venous side with a little longer survival in the leg shunt. These results are never inferior to those in the western countries.

Complications associated with shunt consisted of clotting (48.3%), mechanical imperfection (26.7%), infection (15%) and bleeding (10%). These were predominantly seen on the venous side, therefore, recannulation required was mostly that of the venous cannula. Frequency of the complications was a little higher in the forearm shunts, but that of recannulation was almost same in both groups.

Angiography is important for diagnosis of the complications. It is often helpful for recannulation to know about the state of the vessel where the vessel tip is inserted as well as about the collateral circulation.

はじめに

* 泌尿器科

** 第三内科

最近数年間に、わが国においても、各種人工

腎臓装置の普及とあいまって、いろいろの腎疾患に由来する慢性腎不全に対して、間欠の血液透析が広くおこなわれるようになってきた。この反復せる血液透析に欠かせぬものに動静脈シャントがあり、このシャントの開存期間の長短が長期透析の可能性を決めるひとつの要因となるし、シャント血流状態のよしあしが透析効率に影響してくる。

われわれのところでは1960年に Kolff 型人工腎臓が備えられていらい、急性および慢性の腎不全患者の治療に血液透析がおこなわれてきた。現在までの間欠の慢性血液透析についてはおおよそ、三つの時期に分けて考えられる¹⁾。

i) 当初1965年までは各症例に対してほんの数の透析を試みたにすぎず、単に延命効果を得たにとどまった時期で、動静脈シャントについてはこの当時、まだ製品として市販されているものはなく、自家製シャントを使っていたが症例がいずれも短期間のため、シャントの合併症が注目されるには至らなかった。

ii) 1966年以降1967年ではようやく各症例を長期透析のプログラムにのせられるようになった時期であるが、まだその透析期間が数カ月の単位であり、シャントの状態を論ずるにはまだ短い期間の経験であった。しかし、このころよりわれわれがこんにち使用している Quinton Scribner 型の動静脈シャントの材料が市販されるようになってきた。

iii) 1968年以降こんにちまで、おもに Kiil 透析槽を使って、慢性血液透析をおこなってきたが、これら症例のなかには外来通院にて透析をしつつ社会復帰している症例も経験されるようになったので、1968年4月より、1970年3月末日までの2年間の動静脈シャントの成績について、カニューラの寿命、合併症を中心に述べてみたい。

方法ならびに症例

われわれのおこなっている動静脈シャント形成術についてはすでに第1報²⁾にてふれたところであるが、通常、前腕シャントのばあい、きき腕でない側で、radial artery と cephalic vein を、また下肢シャントのばあい、左側の posterial tibial artery と

long saphenous vein を使っている。シャント部位を前腕か下肢かどちらを選ぶかは、その患者の生活環境、職業を考慮して決めているが、手術時に目的とした血管が使用できなかったばあいとか、今までのシャントが不良のため第2回目の手術が必要なばあいは、四肢の部位を変えてシャントを形成することもある。また、われわれの用いている動静脈シャントはこんにちまで、すべて external shunt で、Quinton Scribner 型の teflon tip と silastic tube をそのシャントの材質として使用している。

1968年4月より1970年3月末日までに、慢性血液透析の長期プログラムに組み入れられた症例は26例になる (Table 1)。使用した人工腎臓は3種類のタイプの異なる灌流液供給装置にキール型2層の透析槽を連結したシステムである。

症例を概説すると、年齢は15～56才、男子例が圧倒的に多く23例、女子はわずかに3例である。これはひとつには経済的理由から健康保険本人を第1の適応にしているからかも知れない。

原疾患は慢性糸球体腎炎が大部分を占め、腎硬化症、慢性腎盂腎炎、systemic lupus erythematosus (SLE) による腎障害、両腎結核がそれぞれ1例ずつとなっている。

透析回数は症例によって週1回～3回までいろいろであるが、外来通院透析例はおおむね週1回～2回、週3回の透析を必要とする症例は多くは入院透析者である。

透析期間では、最長25カ月におよぶもの (症例13) があるが、これは他病院にて透析を開始されたものをわれわれが引き継いだものである。

併用療法として、腹膜灌流が約半数におこなわれているが、これは動静脈シャント設置後、人工腎臓を開始するまでのつなぎの療法としておこなわれたものが多い。

慢性透析患者の合併症としてはいろいろなものが経験されているが、第1に高血圧である。食事療法、頻回の透析にて症例の多くは血圧降下を見るものであるが、なかなか下がらない症例もある (症例16, 19, 23)。また透析開始後1年間は週1回の外来透析にてよく管理されていたが、ことしにはいって高血圧、眼底出血を訴えて入院している症例 (症例15) もある。第2に、腹水、心嚢水、胸水のごとき腹膜、心嚢膜、肋膜などのからだの漿膜面よりなる体腔に液体の貯留を見る症例を経験している (症例1, 3, 7, 10, 12, 17)。第3にカナマイシンによるつんばが2例ある (症例8, 17)。いずれも他病院にて腹膜灌流施行時にカ

Table 1 慢性血液透析患者 (1968年4月～1970年3月末日)

No.	症 例	年齢	性別	診 断	透析回数	透析期間	併用療法	合 併 症	予 後
1	Y. M.	28	男	慢性糸球体腎炎	112	16½月	腹膜灌流	心 囊 炎	死 亡
2	N. K.	29	〃	〃	193	23	〃	一	入 院
3	S. H.	31	〃	〃	212	21½	〃	腹 水 貯 留	〃
4	N. N.	50	〃	〃	129	21	な し	網 膜 剥 離	外来透析
5	I. K.	15	〃	〃	150	18½	〃	一	転院透析中
6	K. M.	26	〃	〃	129	21	〃	一	外来透析
7	H. Y.	31	〃	〃	159	19½	腹膜灌流	腹 水 貯 留	入 院
8	K. O.	46	〃	腎 硬 化 症	109	18	〃	カナマイシン・つんぼ	外来透析
9	N. O.	56	〃	慢性糸球体腎炎	89	19	な し	一	〃
10	I. I.	26	〃	〃	212	18½	腹膜灌流	腹 水 貯 留	入 院
11	T. S.	39	〃	〃	27	3½	な し	高 血 圧 脳 症	死 亡
12	H. Y.	19	女	〃	5	¾	腹膜灌流	心 囊 炎	〃
13	T. Y.	39	男	〃	260	25	な し	関 節 炎 ・ 偽 痛 風	外来透析
14	Y. O.	26	女	S. L. E. (ループス腎炎)	115	16	腹膜灌流	一	転院透析中
15	M. Y.	31	男	慢性糸球体腎炎	73	14½	〃	高 血 圧	入 院
16	S. Y.	26	〃	〃	37	4½	〃	〃	死 亡
17	T. Y.	28	〃	〃	124	10½	〃	カナマイシン・つんぼ 胸 水 貯 留	入 院
18	I. A.	43	〃	慢性腎盂腎炎	38	8½	な し	一	外来透析
19	H. Y.	53	〃	慢性糸球体腎炎	64	6½	腹膜灌流	高 血 圧	入 院
20	K. I.	49	女	〃	74	6½	な し	一	外来透析
21	S. S.	45	男	〃	55	5%	〃	一	〃
22	T. S.	35	〃	両 腎 結 核	42	5½	〃	一	入 院
23	K. S.	53	〃	慢性糸球体腎炎	59	5	腹膜灌流	高 血 圧	〃
24	T. T.	43	〃	〃	6	½	な し	一	〃
25	T. O.	29	〃	〃	3	½	〃	一	外来透析
26	K. N.	37	〃	〃	5	½	〃	一	〃

ナマイシンの連続投与を受けて発生したものである。そのほか1例に痛風様の関節痛発作を訴える症例(症例13)もあるが、関節に特有の痛風結節は証明されていない。しかし、血中尿酸値は他の透析例に比べて高めである。

以上26症例のうち、1970年3月末日現在で透析半ばにして4症例を失い(Table 2)、2症例は他病院へ転院、透析中であり、残り20例のうち半数が外来通院にて透析中である。これら26症例のシャント部位は16例に前腕シャントを、10例に下肢シャントを設置した。

Table 2 慢性血液透析患者死亡原因
(1968.4～1970.3)

症例	1. Y.M.	心囊炎, 心不全
	11. T.S.	高血圧, 脳出血
	12. H.Y.	心囊炎
	16. S.Y.	高血圧, 急性高カリウム血症

成 績

Table 3に26症例の動静脈シャントの成績をまとめてみた。シャント合併症については、以下のごとく4項目に整理した。

1. 凝血 (血圧低下によるシャント流量低下によるもの。原因不明のもの。血管撮影にてはじめて血管壁、血管内腔に病変の見られたもの)
2. 機械的な外力によるシャント圧迫, ねじれ, ひっこ抜け
3. 感染 (皮下膿瘍, 皮膚びらん, 潰瘍形成, 静脈炎など)

4. 出血, 血腫形成

なお、合併症のうちには必ずしも明らかに分類できないものもあるが、その多くは臨床上、凝血 (clotting) という所見が見られるものだから、第1項に含めた。

Table 3の合併症の欄には動静脈別に合併症の頻度をかかげた。再カニューレーションについては合併症がおきても、いろいろ対策を講じて、tip の入れ替えは

Table 3 動静脈シャントの成績

No	症 例	シャント部 位	透析期間 (月)	合併症頻度 (回)	再カニューレーション数 (回)	シャント寿命 (月)	凝血率 (回/月)
1	Y. M.	下 肢	16½	A. 0 V. 2	A. 0 V. 1	A. 16.3 V. 8.2	0.122
2	N. K.	〃	23	A. 3 V. 0	A. 0 V. 0	A. 23.0 V. 23.0	0
3	S. H.	前 腕	21½	A. 2 V. 2	A. 1 V. 1	A. 10.3 V. 10.3	0.093
4	N. N.	下 肢	21	A. 2 V. 1	A. 1 V. 0	A. 10.5 V. 21.0	0.046
5	I. K.	前 腕	18½	A. 0 V. 3	A. 0 V. 1	A. 18.3 V. 9.1	0.109
6	K. M.	〃	21	A. 1 V. 3	A. 1 V. 1	A. 10.5 V. 10.5	0.190
7	H. Y.	下 肢	19½	A. 0 V. 4	A. 0 V. 2	A. 19.5 V. 6.5	0.102
8	K. O.	〃	18	A. 0 V. 4	A. 0 V. 3	A. 18.0 V. 4.5	0.222
9	N. O.	前 腕	19	A. 1 V. 2	A. 0 V. 0	A. 19.0 V. 19.0	0.052
10	I. I.	〃	18½	A. 0 V. 5	A. 0 V. 2	A. 18.5 V. 6.2	0.270
11	T. S.	〃	3½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 3.3 V. 3.3	0
12	H. Y.	〃	¾	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	—	—
13	T. Y.	〃	25	A. 2 V. 5	A. 2 V. 3	A. 8.3 V. 6.2	0.280
14	Y. O.	下 肢	16	A. 0 V. 3	A. 0 V. 1	A. 16.0 V. 8.0	0.166
15	M. Y.	前 腕	14½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 14.5 V. 14.5	0
16	S. Y.	下 肢	4½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 4.5 V. 4.5	0
17	T. Y.	前 腕	10½	A. 0 V. 2	A. 0 V. 0	A. 10.5 V. 10.5	0.190
18	I. A.	下 肢	8½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 8.5 V. 8.5	0
19	H. Y.	前 腕	6½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 6.5 V. 6.5	0
20	K. I.	〃	6½	A. 0 V. 4	A. 0 V. 1	A. 6.3 V. 3.2	0.476
21	S. S.	下 肢	5¾	A. 2 V. 3	A. 1 V. 1	A. 3.0 V. 3.0	0.357
22	T. S.	前 腕	5½	A. 0 V. 4	A. 0 V. 1	A. 5.5 V. 2.7	0.727
23	K. S.	下 肢	5	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	A. 5.0 V. 5.0	0
24	T. T.	前 腕	½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	—	—
25	T. O.	〃	½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	—	—
26	K. N.	〃	½	A. 0 V. 0	A. 0 V. 0	—	—

A. 動脈カニューラ V. 静脈カニューラ

必ずしも必要ではないので、実際に teflon tip の入れ替えをなおした回数を動静脈別にその回数をかけた。シャント寿命については動静脈別に再カニューレーションの回数に現在の時点で全症例でひとしくカニューラを入れ替えたと仮定して1回加え、これで透析期間を割って算出した。凝血率は1カ月当りの凝血回数を表わしたものである。

以下、われわれの動静脈シャントの成績について述べるが、シャント設置後3カ月以上のもの、前腕シャント12例、下肢シャント10例の計22例を、その対象とした。

1) 合併症

ほとんどの症例で多少なりともなんらかの合併症をおこしているが、症例15のごとく、14.5カ月間、ぜんぜん合併症のないものもある。

Table 4は合併症の頻度を示したものであるが、その合併症の種類としては、第1に多いのは凝血で、その多くは原因不明のものが多く、血圧が低下してシ

Table 4 シャント合併症 (1)

1. 凝 血	48.3% (A. 7 / V. 22)
2. 機械的外力によるもの	26.7% (A. 1 / V. 15)
3. 感 染	15.0% (A. 3 / V. 6)
4. 出血, 血腫	10.0% (A. 2 / V. 4)

A: 動脈カニューラ

V: 静脈カニューラ

ャント血流量が低下し、凝固性が亢進して凝血を生ずるばあいや、血管撮影をしてみて、tip 近くに血管壁の肥厚や狭窄などの凝血をおこす原因がつかとめられるばあいも少なくない。また、われわれはシャント設置後早期に、2～3日以内に生じる postoperative early thrombosis を今までに2例(症例4, 14)に経験している。これは vessel tip が血管壁に直角に近く当たって、血流が著しく障害されて血流のうっ滞を

生じたもので、挿入血管と vessel tip との位置関係が悪いために起こったものである。第2番目に多いのは機械的外力によるシャントの圧迫、ねじれ、ひっこ抜けである。透析時に長い血液回路のねじれにつながって、silastic tube および teflon tip にまでねじれが波及し、tip と血管壁との間に間隙が生じたりする。またわれわれにはまだ経験はない静脈カニューラに straight type のカニューラを使用したばあい、なんらかの外力が加わって容易にひっこ抜ける可能性がある。しかしこのばあいでも、前述したような tip と血管壁との間にずれが存在しているとか、つぎに述べるような tip と挿入血管との間隙から出血するようなばあいにおこりやすい。この外力について注意しなければならないのは、すでに第1報²⁾でも触れたように、シャント静脈は比較的皮膚の表層近くを走っているため、肘関節や膝関節で容易に外からの圧迫を受けやすいことである（症例6, 8, 10, 13, 22）。続いてシャント部位の感染や出血が合併症としてあげられる。これらはすぐにはシャント血流量には影響しないが、静脈炎の原因になったり、出血のばあい、静脈 tip より中極側に狭窄部位があって、静脈抵抗を増す結果、tip と挿入血管の間隙から出血していることが多く、血管撮影をして確かめられる。

いずれにしても、これら合併症は静脈側に圧倒的に多い。

つぎにこれら合併症が前腕シャントに多いか、下肢シャントに多いかをしらべてみると、Table 5 のごとく、前腕シャント12例中39回（1例当り3.25回）、下肢シャント10例中21回（1例当り2.1回）と前腕シャントに合併症の多いことがわかる。前腕、下肢シャントともに凝血がいちばん多い。前腕シャントは機械的外力による合併症が多く、感染、出血などは下肢シャントにやや多いようである。

Table 5 シャント合併症 (2)

合併症	前腕シャント	下肢シャント
1. 凝血	A. 5 V. 14 48.7%	A. 1 V. 9 47.7%
2. 機械的外力によるもの	A. 1 V. 13 35.9%	A. 0 V. 3 14.3%
3. 感染	A. 1 V. 3 10.3%	A. 2 V. 2 19.0%
4. 出血、血腫	A. 0 V. 2 5.1%	A. 2 V. 2 19.0%

前腕シャント 12例 39回、下肢シャント 10例 21回
A：動脈カニューラ
V：静脈カニューラ

2) 再カニューレージョン (Table 6)

再カニューレージョンの頻度としては、全体として過去2年間に前腕シャント14回、下肢シャント10回で、両シャントではその数に有意差はない。しかし、動脈カニューラ、静脈カニューラを比べてみると、静脈側のほうに多く、動脈側の3倍の数字が出ている。

Table 6 再カニューレージョン (回)

	前腕シャント	下肢シャント	計
動脈カニューラ	4	2	6
静脈カニューラ	10	8	18
計	14	10	

3) シャント寿命

このシャント寿命はその患者の透析期間に左右されることはもちろんであるが、Table 1 から3か月以上の透析患者22症例を選び、その平均寿命を全体としてまとめてみると、動脈側11.6か月、静脈側8.8か月となる。透析期間を3か月以上のもの（22症例）、6か月以上のもの（17症例）、12か月以上のもの（13症例）の3群に分けて、動静脈別にその平均寿命を Table 7 に掲げた。この成績から、前腕シャントにしる、下肢シャントにしる、動脈側11～12か月、静脈側8～10か月はシャントの入れ替えはしなくてもよいことになる。

Table 7 シャント平均寿命 (月)

	3か月以上 透析症例 (22例)	6か月以上 透析症例 (17例)	12か月以上 透析症例 (13例)
前腕シャント			
動脈側	11.0	12.3	14.2
静脈側	8.5 (12例)	9.6 (10例)	10.8 (7例)
下肢シャント			
動脈側	12.4	16.0	17.2
静脈側	9.2 (10例)	11.4 (7例)	11.0 (6例)

4) 月当りの凝血回数 (凝血率)

全体としては0.155回となるが、透析期間別にみると Table 8 のごとくである。この結果から凝血をおこす回数は透析期間にかかわらず1年までは前腕シャ

Table 8 凝血率 (回/月)

	前腕シャント	下肢シャント
3か月以上の透析例	0.20	0.10
6か月以上の透析例	0.17	0.09
12か月以上の透析例	0.14	0.11

ントで下肢シャントの約2倍の頻度で凝血がおこっているようである。しかし、1年以上の透析例では両シャントで大差はない。

考 按

動静脈シャントについて

慢性腎不全患者に対して頻回の血液透析を効果よくおこなわしめるためにはより長く開存する動静脈シャントが必要であることはいうまでもない。

1960年 Quinton, Dillard, Scribner⁸⁾ が teflon tube を使った vessel tip の動静脈シャントを提唱し、その2, 3の点が改良されて^{4), 5)}, vessel tip の感染を防ぐために挿入血管よりすこし距離をおいて皮下を通して皮膚上に teflon tube を出す方法を考えた。しかし、この teflon tube は材質が堅く、皮膚面の突出部分、皮下組織のトンネル部分 および vessel tip のところで、透析時のカニューーラ操作や四肢の運動にさいして、この teflon tube 自体による圧迫がかかりやすい欠点があり、平均45日くらいで、出血、感染、凝血のため、カニューーラを除去せざるをえなかった。そのご、Quinton ら⁶⁾ は動静脈シャントの材質として、つぎのような条件をあげた。

- i) 内面が凝血をおこさないもの、あるいはおこすことの少ないもの。
- ii) 外面は組織反応をおこさないもの、あるいはおこすことの少ないもの。
- iii) 外面が周囲組織と固く結合するようなもの。
- iv) シャントの皮膚面への出口のところに、granulation などがおこりにくいもの。
- v) カニューーラの材質が elastic で、四肢の運動につれて、自由に、むりなく動くもの。
- vi) 加えられた外力によく耐えて、永久的な傷を残さないもの。
- vii) 血管挿入部で血管を閉塞しない。
- viii) カニューーラには vessel tip が容易に取りはずせたり、size のことなる tip も装着できるもの。
- ix) 皮膚上に出ているカニューーラ部分が容易にクランプされたり、取りはずしができること。
- x) カニューーラは皮膚に近く位置するようなもの。

以来、これらの条件に少しでも近く合うものへと改良がなされて、vessel tip には teflon tube を使用し、これに続いて皮下組織を通る tube には弾力性のある silastic tube を使用するにおよんで、従来の合併症も少なくなり、こんにちに至るまで、この teflon tip と種々の型に加工できる silastic tube との組み合わせからなる、いわゆる Quinton Scribner 型シャ

ント⁷⁾ が広く臨床的に用いられ、頻回の血液透析にも耐えて、これら血液透析の成績向上に大いに役だってきた。

われわれのところでは、1965年まではこの Quinton Scribner シャントが手にはいらず、もっぱら自家製のカニューーラに頼っていた⁸⁾。すなわち、点滴用セットのビニール管を高熱パラフィン下で加工し、種々の口径をもった tube を作成し、これにシリコン加工を施したものを使用した。この tube には抗凝血性は認められたが弾力性がないために、頻回の使用により、挿入血管との間に間隙ができたり、皮下より斜めに皮膚面へ出るため、外力を直接に、容易に受けやすい欠点があった。現在では、第1報²⁾でも触れたように、値段は高いが、EMSCO 製の Quinton Scribner 型のシャントを使用している。

一般に、血液透析のための動静脈シャントには内シャント (internal shunt) と、外シャント (external shunt) に大別され、前者は前腕における Cimino-Brescia の動静脈瘻⁹⁾ が代表的なものであり、後者は Quinton Scribner シャントに代表されるものである。

動静脈瘻については、本邦では、2, 3の報告^{10), 11)} が散見されるが、その手術手技、血液ポンプや付属静脈モニターの必要性、血管穿刺の手間などから、いまだ一般化されていない。しかし、欧米の透析センターではほとんどのところで Quinton Scribner シャントから Brescia の動静脈瘻に切り替えられており、週に1~2回の慢性透析のばあいや、Shaldon¹²⁾ のところにおけるごとく、home dialysis の訓練にさいしては圧倒的にこの動静脈瘻が使われている。この動静脈瘻は小児の症例を除いて、すべての症例に適応になるという。もっとも Sweden の Alwall¹³⁾ のところでは7才女児に動静脈瘻を作っていて、すでに1年間にわたって満足せる血流量が得られていた。また、当初いわれていたごとく、静脈還流量の増加が心への負担を増すのではないかという問題も、臨床的にはほとんど症状として表われていないし¹⁴⁻¹⁷⁾、この動静脈瘻作成時、反対側の手には Quinton Scribner シャントを設置して、動静脈瘻が使えるまで約1カ月間使用するばあいもある。

最近、前腕における動静脈瘻の変法として、Hackett¹⁸⁾ は以前に A. radialis を外シャントで使用済みのばあい、saphenous vein graft を用いて、1側を A. ulnaris と手関節近くで端々吻合し、他側を前腕の表層静脈と肘関節で、あるいはその上部で上腕静脈と端々吻合し、かつこの vein graft を皮下ヘトン

ネルを作って埋めこむ方法を述べ、術後2週間でじゅうぶんな血流量が得られるという。

また、Brittinger ら¹⁹⁾は大腿上内側部において Sartorius muscle を切断し、離断端を Vastus fascia に縫合し、この fascia の上に、下部の A. femoralis superficialis を挙上させ、皮膚直下へ持ってくる方法を述べ、術後2～3週間で使用可能で、透析ごとに股動脈の穿刺の要領で穿刺をして、血液ポンプを使用しなくてもじゅうぶんな血流量が得られるとのことである。May ら²⁰⁾も、同じく大腿部で saphenous vein を利用した動静脈瘻を発表している。

われわれのところでは、この動静脈瘻の経験はないが、Quinton Scribner シャントを使用して、合併症がぜんぜんないわけではなく、こんご、慢性透析で、週1～2回の透析例には適応を決めて、動静脈瘻を作ってみるつもりである。

つぎに、後者の外シャントについては、そのシャントの部位により、

- i) radial artery—cephalic vein.
- ii) ulnar artery—basilar vein.
- iii) posterior tibial artery—long saphenous vein.
- iv) lateral femoral circumflex artery—saphenous vein.
- v) deep inferior epigastric artery—vein in the abdominal wall.

などに分類され、われわれの前腕シャントは(i)に、下肢シャントは(iii)にあたるわけである。(iv)については Lansing²¹⁾は小児2症例の経験を述べているし、さらに、最近、Rae ら²²⁾は(iv)の変法として、autovein graft を superficial femoral artery に端側吻合移植し、この graft にカニューレを挿入して、できるだけとの動脈を傷つけないように配慮している。また、Thomas²³⁾は同じようにカニューレートした血管をふたたび利用する意味から、大血管(たとえば股動脈)に側孔をあけ、ダクロン製のカプ付きの血管プロテーゼを装着せしめる方法を発表している。そのほか McDonald ら²⁴⁾、Ersek ら²⁵⁾によっても、シャント自体の改良とくふうが述べられている。(v)については Koen ら²⁶⁾が4ヵ月開存した症例を述べている。

そのほか、比較的短期間の透析用のシャント、たとえば急性腎不全用のシャントには、第1報²⁾で述べたごとく、Shaldon 氏カテーテル法、double lumen catheter 法などがある。急性腎不全で、緊急にシャントの必要なばあいには、Seldinger 法で股動脈を穿

刺して、適当な静脈に帰してやる方法も利用される。Fig. 1 には、われわれの経験した股動脈—股静脈間のシャントを示した。また、Fig. 2 のとき teflon 製血管穿刺針を用いても、股動脈の穿刺ならびに留置をおこなうことができる。

シャント寿命

動静脈シャントのよしあしを測るめやすとして、シャント寿命 (shunt survival) が用いられているが、報告者によって、その成績はまちまちである。これは何を基準にしてシャント寿命を定義しているのか一定していないからであろう。また透析期間、週間の透析回数、人工腎臓の機種種の相違(ことに、血液ポンプを使うか否か)によって、そのシャント寿命は影響を受けることはいうまでもない。われわれはたとえ同じ血管であっても vessel tip の入れ替えをもって、一つのシャント寿命の基準とした。

欧米諸家の報告は Table 9²⁷⁾に掲げるようなものがあるが、Pendras & Smith²⁸⁾によると、4年以上の経験で、年間47.6人平均の透析患者について、動脈側14.3ヵ月(1.3～38ヵ月)、静脈側11.7ヵ月(1.3～15.1ヵ月)という成績をあげており、これがいちばんよい成績のようである。

Table 9 Mittlere Shunt-Verweildauer an verschiedenen Dialysezentren.

Autoren	Mittlere Verweildauer in Monaten	
	Arterie	Venen
Goldsmith, 1966 [601]	4,00	2,50
Thomson, 1967 [1863]	4,30	3,50
Schupak, 1967 [1629]	4,80	4,50
Heinze, 1966 [725]		5,10
Eschbach, 1966 [460]	6,60	5,00
Kerr, 1966 [869]	7,00	5,00
McLeod, 1966 [1193]	7,20	5,50
Clunie, 1967 [295]	7,60	7,30
Rubini, 1966 [1518]	8,12	8,11
Johnson, 1966 [817]	10,00	9,00
Comty, 1966 [308]	12,00	9,90
Hayes, 1966 [710]		12,00
Kulatilake, 1967 [971]		13,00
Pendras, 1966 [1398]	14,30	11,70

(Dittrich, von P. et al.²⁷⁾ より引用)

われわれの成績はすでに述べたところであるが、年間22人の透析患者についてこの2年間の経過から、1年以上の透析期間の症例に限ると、前腕シャントの動脈側14.2ヵ月(8.3～19.0ヵ月)、同静脈側10.8ヵ月(6.2～19.0ヵ月)、下肢シャントの動脈側17.2ヵ月

(16.0～23.0カ月)，同静脈側11.9カ月(4.5～23.0カ月)となり，欧米の成績に比べて遜色ないところである。

動静脈シャントの合併症とその対策

シャント寿命をいかに延ばすかの要点は，第1にシャント形成手術時の注意，第2に非透析日のシャントの管理，第3に合併症に対する予防と対策である。

シャントの合併症のうち最も多いのは凝血であるが，これには原因の明らかなものと，そうでないものがある。もっとも，この原因のなかには，機械的外力，感染，出血などが第一義的な原因となつて，凝血をおこすこともあるわけであるが，これらのばあいは原因除去につとめることが第一であろう。これら合併症を少なくするためにはシャント手術時からいろいろ注意すべきことがある。手術手技の詳細については第1報²⁾にて述べたところであるが，注意すべき点を2，3補足すると，皮膚切開については切開創の直下に vessel tip が位置しないように注意することはもちろんである。切開創は1カ所のほうが瘢痕形成も少なく，2回目の手術にさしつかえが少ないという人²⁹⁾もいるが，下肢シャントのばあいは動脈側と静脈側の2カ所切開する必要がある。皮下血管あるいは挿入血管周囲の栄養血管はできるだけ残すように努めている。これは副血行路の発達をうながし，次の血管手術に備える意味がある。

使用する vessel tip の形については，Leith ら³⁰⁾が流体力学的考察から理想的な形および材質を検討しているが，現在使用している teflon tip のできるだけ太いものを選ぶにこしたことはない。しかし，tip のカニューレにさいしては tip の口径が太すぎると血管内膜を tip の先端とともに中へ押し込む可能性があり，じゅうぶんに血管内膜を確認してから tip を挿入することが望ましい。また，tip と挿入血管との間に屈曲やずれがあると，postoperative early thrombosis (Lansing²¹⁾) や arterial flap lesion (血管内膜の弁状離反) のごとき合併症の原因になりやすい。

vessel tip に接続する silastic tube が reverse 型のばあい，皮下にポケットを作つて silastic tube の彎曲部を埋めるわけであるが，このポケットが小さすぎると，皮下で弾力性のある silastic tube が kink をおこして，血流量を著しく悪くする原因となる。

皮膚縫合のさいには，この silastic tube の皮下部分が皮膚面からできるだけ下方に位置するように，二層に皮下を縫合するなどくふうをこらすべきである。これは，透析が長期にわたってくると，皮下埋設部が

徐々に皮膚面に挙上して，皮膚を圧迫し，感染，膿瘍形成をうながし，皮膚壊死の原因につながるからである。

術後は，少なくとも1週間はできるだけ安静にしてシャントを使わないようにしているが，創部がじゅうぶんにかたまりぬうちに使用しなければならないときは，透析時に regional heparinization にじゅうぶん心がける必要がある。ガーゼ交換は抜糸まで毎日おこない，抜糸は10日～2週間後におこない，以後ガーゼ交換は隔日ないし透析日におこなっている。Wolin²⁹⁾は術後1週間は毎日ガーゼ交換をおこない，2週目より隔日に，3週目に抜糸しているし，Koen ら²⁹⁾は術後，上肢で2週間，下肢で3週間の安静が必要であると述べている。

術後のシャント管理のひとつとして抗凝固剤の使用がある。抗凝固剤は使用したほうが明らかに非使用時に比べて，凝血頻度を減じたと報告している人²⁶⁾もいるが，われわれの経験を述べると，Table 10 は1969年11月末までの17症例について，抗凝固剤使用群(11例)と未使用群(6例)の凝血回数を比較したものである。使用群では11例中15回，未使用群は6例中4回と，使用群のほうが凝血頻度が高くなっている。しかし，凝血をおこしやすいものほど，それだけシャント設置後より抗凝固剤を使用する頻度も多く，この数字をもって，ただちに，両群の優劣を論ずることはできないと思う。事実，Table 11のごとく，1969年11月末まで，3カ月以上の透析患者で，ぜんぜん凝血

Table 10 抗凝固剤の使用と凝血回数
(1968.4～1969.11)

		抗 凝 固 剤	
		使用群(11例)	未使用群(6例)
凝 血 回 数	前腕シャント (9例)	A. 4 V. 6 10	A. 0 V. 2 2
	下肢シャント (8例)	A. 0 V. 5 5	A. 1 V. 1 2

A：動脈カニューレ

V：静脈カニューレ

Table 11 凝血の合併症のないもの
(1968.4～1969.11)

	抗 凝 固 剤	
	使 用 群	未 使 用 群
前腕シャント	3	0
下肢シャント	0	3

をおこしていない症例は使用群と非使用群でそれぞれ3例ずつと差はない。現在、われわれは抗凝固剤使用については原則を設けておらず、シャント血流量の減少しない症例には全く使用していないし、逆にシャントがつまりやすいものほど連続的に投与している傾向にある。

一般に、シャントの管理には、患者およびその家族をよく教育し、シャント血流状態に絶えず注意させるようにすることが必要である。

いったん凝血をおこすと、declottingを試みるわけである。まずヘパリン加生食水でsilastic tube内の凝血を吸引する。もちろん、凝血をおこしてから時間が関係するが、発見が早いと、動脈側はたいい器質的な原因がないかぎり、declotting可能なことが多い。静脈側では、vessel tipより中枢側の凝血はなかなか吸引のみでは除去することがむずかしいばあいが多く、尿管カテーテルやSeldinger用guide wireを用いて、凝血を少しずつほぐしてやる操作を繰り返す。これでも静脈側では完全に小さい凝血まで除去することは不可能で、第1報²⁾で述べたごとく、Fig. 3のごとき、side arm connectorのある連結管をシャント間に挿入して、ヘパリンのほか、ウロキナーゼのごときthrombolytic agentsを微量注入している。最近、thrombolytic agentとして、ストレプトキナーゼの使用も述べられている³¹⁻³³⁾。

こうして凝血のばあい、発見が早いとたいいのばあい、カニューレの入れ替えは必要としないが、挿入血管部の出血、感染、膿瘍が存在したり、皮下の壊死のごとき、いろいろな病変があると入れ替える必要がある。

機械的外力が加わっておこる種々の合併症の多くは一過性である。もっとも静脈側のvessel tipの中枢側に狭窄部があって、tipの部分に圧力がかかり、血管壁との間が疎になっていると容易に血液回路のもつ重みだけでも引っこ抜けることがある。

シャント部の感染症に対しては局所感染巣より細菌培養をおこない、局所的、全身的な抗生物質の投与がなされるべきである。Martinら³⁴⁾によると、その感染の原因は81%が自家感染すなわち、からだの他の部分に感染巣が存在しておこり、19%は体外からの感染によると述べている。

皮下膿瘍をつくってくると、難治性のことが多く、切開しても皮下組織の壊死を伴っており、皮膚ビラン、シャントによる圧迫壊死をおこしてきて、ついには皮膚壊死をおこして、皮下のシャント部が露出するようになる。一般に、慢性透析患者は栄養不良、四肢の

そうが加わって、皮下組織に乏しく、何回か膿瘍形成を反復してくると、ますますシャントを埋めこむべき皮下組織がなくなってきた、ついにはシャント部位を変える必要が出てくる。

シャント部の出血、血腫形成については、術後早期に局所の出血がおこることもあるが、tip挿入部血管に病変のあるばあいが多く、tipより中枢部に血管の狭窄部があって、tipに圧力がかかったり、あるいは凝血をおこして、その除去にさいして、血管壁を傷つけたり、tipと血管壁との間に間隙ができて、血液が漏れてくるわけである。この血液漏れが強くなって、血腫をつくってくると、感染も誘発され、シャントの入れ替えが必要となってくる。

シャント血管撮影

以上のごときいろいろなシャント合併症のうち、他覚所見の見つからないもの（多くは原因不明の凝血）については、透析時の血流量の変化に注意して、血流量の減少を認めたときにはシャントの血管撮影をおこなうべきである。その撮影手技についてはすでにふれたところであるが、シャントの血管像を得ることによって、その原因および病変の部位の発見が可能で、再カニューレーションにさいしても使用できる血管の分布状態を知ることができる。

この血管撮影で得られた動脈像、静脈像については文献上、多くの人びと^{31,35-42)}によって述べられているし、また、vessel tip挿入血管の組織像についても2, 3の報告^{37,43,44)}に接する。Depalmaら⁴⁵⁾は得られた血管像を動脈側と静脈側に分けて、Table 12およびTable 13のごとくに分類している。

Table 12 Radiologic Findings of Arterial Shunt-Angiograms

1. "Beading".
2. Artery-teflon tip angulation.
 - a. mild.
 - b. severe.
3. Filling defect at artery-teflon tip junction.
4. Clot at artery-teflon tip junction.
5. Extravasation of contrast material about cannula tip.
6. Transverse lucency at artery-teflon tip junction.
7. False aneurysms <0.6 cm dia.
<1.0 cm dia.

(Depalma, J. R. et al.⁴⁴⁾ より引用)

また、Depalmaら⁴⁵⁾は血管撮影の適応として、つぎのように指摘している。

Table 13 Radiographic Findings of Venous Shunt-Angiograms

1. Venous stenosis.
 - a. At vein-teflon tip junction.
 - b. 1 to 6 cm proximal to teflon tip.
2. Vein teflon-tip angulation.
 - a. mild.
 - b. severe.
3. Filling defect at vein-teflon tip junction.
4. Clots at vein-teflon tip junction or more proximally.
5. Transverse lucency at vein-teflon tip junction.

(Depalma, J. R. et al.⁴⁰ より引用)

i) Kiil 透析槽で、低血圧がなくても血流量が 125 ml/min 以下であれば撮る。

ii) コイル型人工腎臓で 200 ml/min 以上の血流が得られないばあい（もっとも透析開始時に、動脈回路の collapse がないこと、コイルの outflow pressure ゲージが 100 mmHg 以上でないことが必要）。

iii) カニューーラの凝血をおこして数時間以内に撮る。

iv) 過度の出血のあるばあい。

v) 動脈カニューーラ、末梢静脈に細菌が検出されたばあい。

さらに得られた血管像をもとにして、カニューーラを入れ替える適応としてつぎのようなばあいをあげている。

i) 最もよくみられる静脈側 vessel tip の先端の狭窄 (venous stenosis)。

ii) 動静脈の造影剤の充えい不足 (filling defects)。

iii) vessel tip のねじれ、弯曲があって、血流量の減少している場合 (vessel teflon-tip angulation)。

iv) vessel tip の凝血形成。

v) 動脈側 vessel tip 周辺の extravasation。

vi) 偽動脈瘤 (false aneurysms)。

vii) transverse lucency や beading では、ほかに合併症がなく、血流減少もないときには入れ替えはしない。

われわれは全透析症例について血管撮影をおこなっていないので、Depalma らの分類にあてはめるには例数が少ない。われわれはシャント血流量の減少したばあいとか、他の合併症を認めたばあいにシャント血管撮影をおこなっているのので、そのなかから代表的なものを供覧したい。

Fig. 4. 症例 13, T. Y. 前腕シャント、静脈側。vessel tip に引き続いて、約 2 cm にわたる静脈の狭

小化（壁は比較的平滑）と狭窄後拡張を認める。

Fig. 5. 症例 20, K. I. 前腕シャント、静脈側。vessel tip より 1.5 cm 中樞側で狭窄とそれに続くコブ状の拡張を認め、肘関節部にも血管壁の不規則な狭小化がおよんでいる。

Fig. 6. 症例 10, I. I. 前腕シャント、vessel tip に接して、静脈の狭小化、不規則化が見られ、その範囲は肘関節をこえている。

Fig. 7. 症例 23, K. S. 下肢シャント、静脈側。vessel tip より 1 cm 中樞側から不規則に狭小化し、この本管はきわめて細くなって膝関節まで伸びているが、側副路が発達している。のちにこのよく発達した側副路へ再カニューレーションをおこなった。狭小部の血管壁の組織像は Fig. 8 のごとく、内膜の肥厚とヒアリン化が著明であり、Fig. 9 はその拡大像であるが、内膜と中膜の間に細胞浸潤が認められる。

Fig. 10. 症例 7, H. Y. 下肢シャント、静脈側。vessel tip の先端から静脈がとぎれたようになって、きわめて細く糸状に描出され、よく発達した側副路を認める。Fig. 11 はこの狭小静脈の組織像で、壁の瘢痕形成が著明で、瘢痕組織が血管内腔をほとんど埋めつくしている。

Fig. 12. 症例 8, K. O. 下肢シャント、静脈側。臨床的にはシャント静脈が肘関節でごく表層を通り、しばしば外からの圧迫を受けて、よく静脈炎をおこしていたが、venography にても肘関節のところで静脈の狭小化を認める。

Fig. 13. 症例 21, S. S. 下肢シャント。静脈と vessel tip との angulation を認め、かつ同所からの造影剤の extravasation を認める。

Fig. 14. 症例 10, I. I. 第 1 回目の静脈側の再カニューレーション後 10 か月の左前腕シャントの写真である。あたかも皮下で動静脈瘻を形成したように静脈が太くど張（動脈化）していることがわかる。Fig. 15 はその静脈撮影で、同静脈は非常に太くなっている。透析時血流量は 280~350 ml/min である。

Fig. 16. 症例 9, N. O. 前腕シャント、静脈側。teflon tip のところに transverse lucency を認める（ブルドック・クランプの示す方向で、尺骨と重なっているため、もうひとつ鮮明ではないが）。

Fig. 17. 症例 13, T. Y. 前腕シャント、動脈側。動脈カニューーラの vessel tip の先端に相当した皮膚には、半球状に盛り上がった柔かい腫瘤を認め、同所に動脈搏動を触れる。Fig. 18 はその動脈血管像で vessel tip に接して、動脈の瘤状の腫大、仮性動脈瘤を示し、さらに中樞側では動脈が蛇行している。

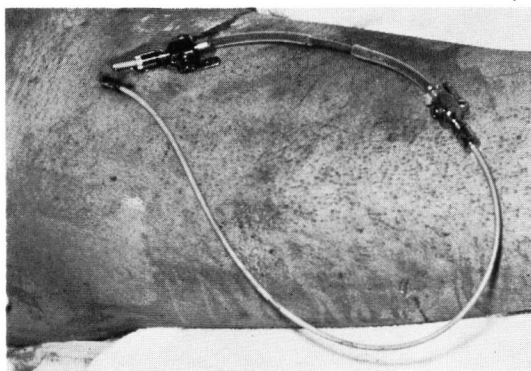


Fig. 1

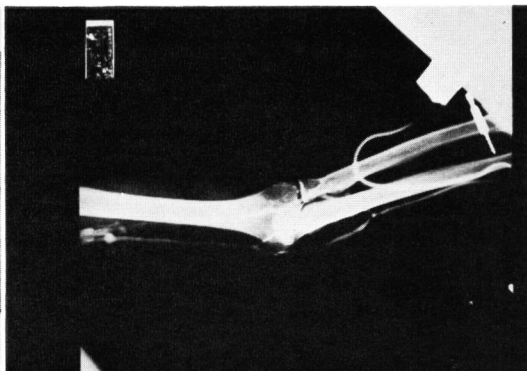


Fig. 5

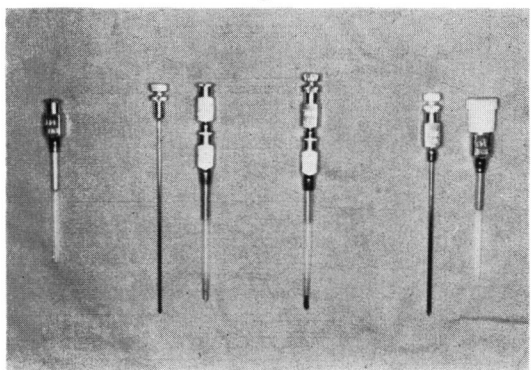


Fig. 2

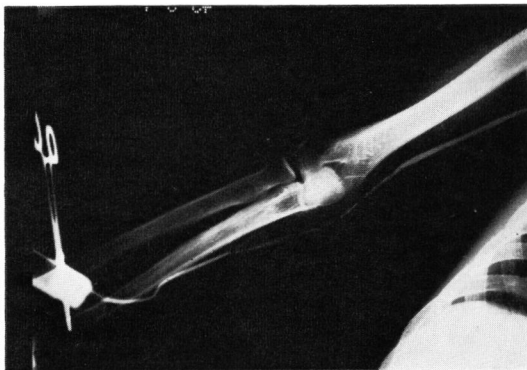


Fig. 6



Fig. 3



Fig. 7

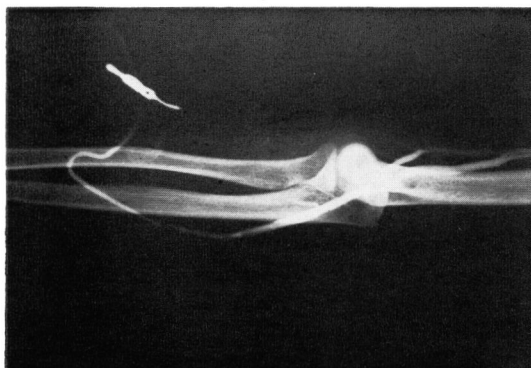


Fig. 4

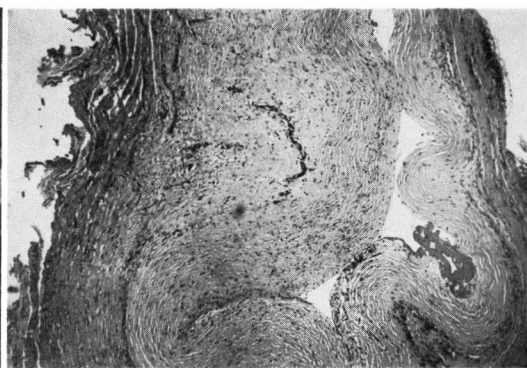


Fig. 8

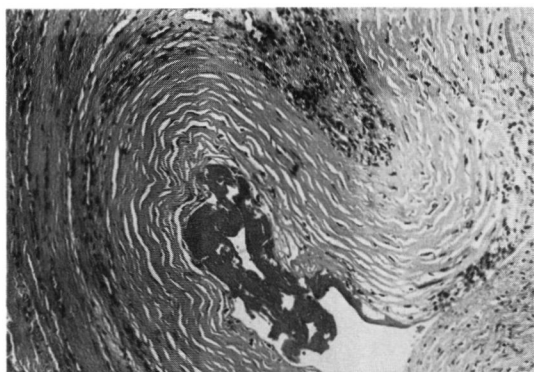


Fig. 9



Fig. 13

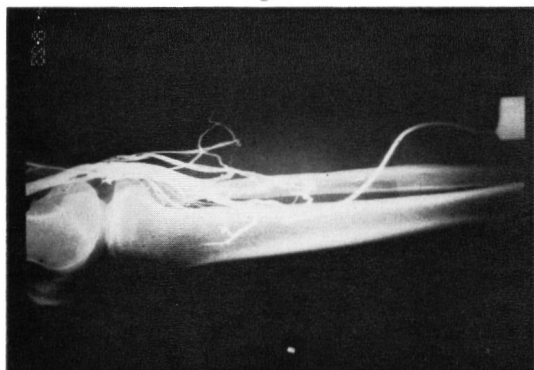


Fig. 10

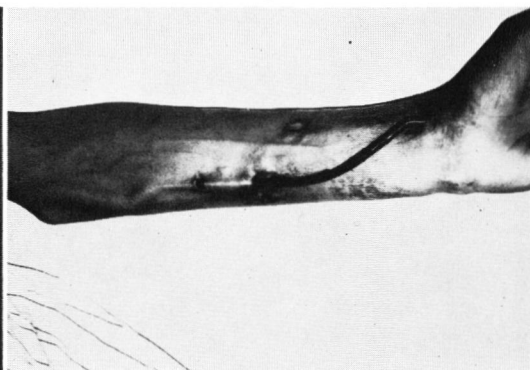


Fig. 14

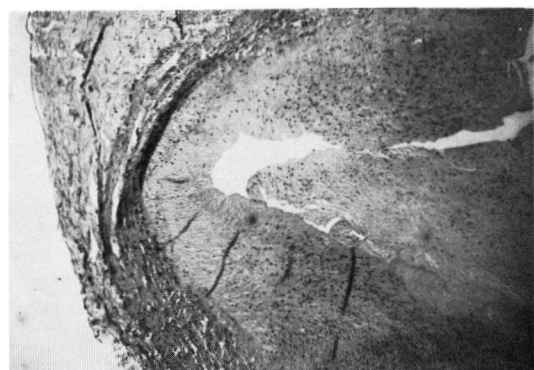


Fig. 11

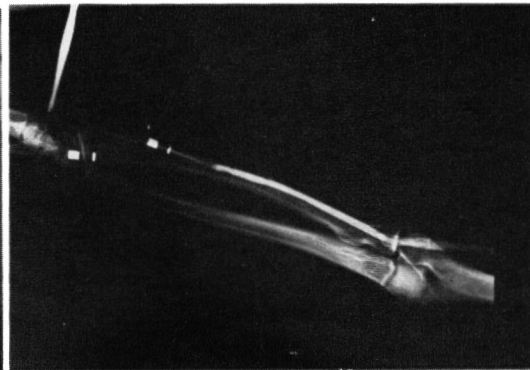


Fig. 15



Fig. 12

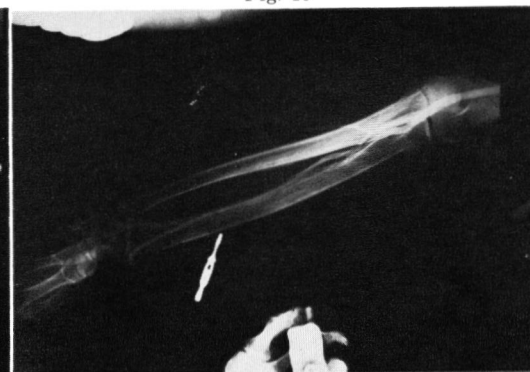


Fig. 16

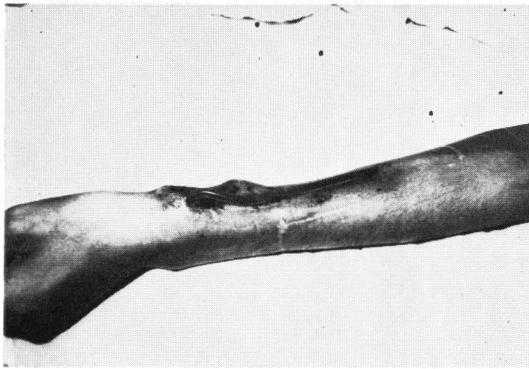


Fig. 17

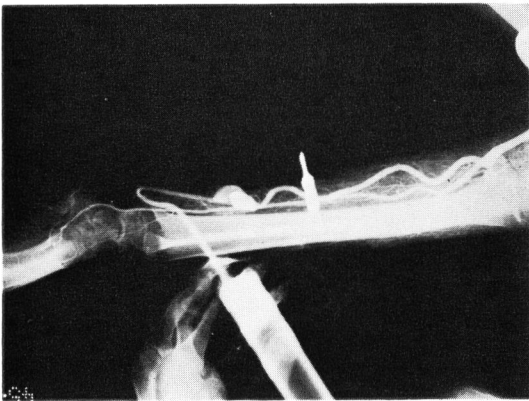


Fig. 18

ま と め

1. 1968年4月から1970年3月末までの2年間にわれわれが経験した26例の慢性血液透析患者の動静脈シャントの成績および合併症について述べた。

2. シャントはすべて Quinton-Scribner シャントで、前腕シャント16例、下肢シャント10例である。シャント寿命は透析期間にもよるが、前腕シャント、下肢シャントともに3カ月以上の透析例では、動脈側11～12カ月、静脈側8～9カ月、1年以上の透析例では、動脈側14～17カ月、静脈側10～12カ月となっており、欧米の成績に比べて遜色ない。前腕シャントより下肢シャントのほうがやや寿命がよいようである。

3. シャント合併症については、凝血が48.3%，機械的外力による障害26.7%，感染15.0%，出血10.0%となっている。これら合併症は静脈側カニューーラに多く、再カニューレーション

の回数も静脈側に圧倒的に多い。また、前腕シャントのほうが下肢シャントよりやや合併症が多いようであるが、再カニューレーションの数は両シャントであまり差はない。

4. これらシャント合併症の対策について述べ、その診断には血管撮影が重要であることを強調した。われわれの経験した症例から血管撮影像を供覧し、シャント挿入血管の組織学的所見についても報告した。

5. 欧米の文献から簡単に動静脈シャントの歴史的背景を述べ、最近の Quinton-Scribner シャント、動静脈瘻の改良、くふう、考案の諸点を紹介した。今後、本邦でも Quinton Scribner シャントにかわって、Brescia の皮下動静脈瘻が症例の適応を選んで普及してくるものと思われる。

なお、この研究には厚生省医療研究助成を受けたことを付記する。

また、本論文の要旨は第7回日本人工臓器学会（岡山市）ならびに第4回人工透析研究会（東京都）にて川村が口演した。

文 献

- 1) 川村：人工透析研究会会誌，2：129，1969.
- 2) 沢西・ほか：泌尿紀要，16：633，1970.
- 3) Quinton, W. E., Dillard, D. & Scribner, B. H.: Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, 6: 104, 1960.
- 4) Scribner, B. H. et al.: ibid, 6: 88, 1960.
- 5) Hegstrom, R. M. et al.: ibid, 7: 47, 1961.
- 6) Quinton, W. E. et al.: ibid, 7: 60, 1961.
- 7) Quinton, W. E. et al.: ibid, 8: 236, 1962.
- 8) 沢西：泌尿紀要，12：989，1966.
- 9) Brescia, M. J. et al.: New Eng. J. Med., 275: 1089, 1966.
- 10) 土肥：人工透析研究会会誌，22：117，1969.
- 11) 金田：ibid, 3(1)：6，1970.
- 12) Shaldon, S. & McKay, S.: Brit. Med. J., 4: 671, 1968.
- 13) Alwall, N.: personal communication.
- 14) Still, V. et al.: Dtsch. Med. Wschr., 94: 1604, 1969.
- 15) Klinkmann, von H., et al.: Zschr. für Urol., 61: 79, 1968.

- 16) Memmo, A. D. et al. : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **13**: 62, 1967.
- 17) Murphy, G. P. et al. : J. Urol., **103**: 699, 1970.
- 18) Hackett : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **15**: 285, 1969 (Discussion).
- 19) Brittinger, W. D. et al. : Klin. Wschrn., **47**: 393, 824, 1969.
- 20) May, J. et al. : New Eng. J. Med., **280**: 770, 1969.
- 21) Lansing, A. M. : Surg. Gynecol. & Obst., **125**: 775, 1967.
- 22) Rae, A. I. et al. : Lancet II: 1402, 1969.
- 23) Thomas, G. I. : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **15**: 288, 1969.
- 24) McDonald, H. P. Jr. et al. : *ibid*, **14**: 176, 1968.
- 25) Ersek, R. A. et al. : *ibid*, **15**: 267, 1969.
- 26) Koen, W. J. et al. : Canad. Med. Ass. J., **96**: 524, 1967.
- 27) Dittrich, von P. et al. : Hämodialyse und Peritonealdialyse. p. 310, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1969.
- 28) Pendras, J. P. & Smith, M. P. : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **12**: 222, 1966.
- 29) Wolin, L. H. : J. A. M. A., **202**: 99, 1967.
- 30) Leith, W. C. et al. : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **15**: 272, 1969.
- 31) Anderson, D. C. et al. : Proc. Europ. Dial. Transpl. Ass., **4**: 55, 1967.
- 32) Kjellstrand, C. M. et al. : *ibid*, **4**: 61, 1967.
- 33) Bennhold, I. et al. : *ibid*, **5**: 50, 1968.
- 34) Martin, A. M. et al. : *ibid*, **4**: 67, 1967.
- 35) Clark, P. B. & Parsons, F. M. : Brit. Med. J. **1**: 1200, 1966.
- 36) Hayes, C. P. et al. : J.A.M.A., **195**: 1089, 1966.
- 37) Massey, C. I. et al. : Proc. Europ. Dial. Transpl. Ass., **2**: 291, 1965.
- 38) Wing, A. J. et al. : Brit. Med. J., **2**: 143, 1967.
- 39) Clunie, G. J. A. et al. : Brit. Med. J., **2**: 88, 1967.
- 40) Hampers, C. L. & Schupack, E. : Long-term Hemodialysis. p. 63, New York and London: Grune & Stratton, 1967.
- 41) Thomson, G. E. et al. : Arch. Int. Med., **120**: 153, 1967.
- 42) Cohen, B. H. et al. : Radiology, **94**: 603, 1970.
- 43) Kulatilake, A. E. : Proc. Europ. Dial. Transpl. Ass., **4**: 369, 1967.
- 44) Höffler, D. et al. : Dtsch. med. Wschr., **90**: 1824, 1965.
- 45) Depalma, J. R. et al. : Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs, **15**: 278, 1969.

(1970年8月22日受付)