腎切石術における手術々式の検討

その1 腎実質結節縫合法について

近畿大学医学部泌尿器科学教室 井 口 正 典
(主任 栗田孝教授)

STUDIES OF THE OPERATIVE PROCEDURE FOR NEPHROLITHOTOMY

Part 1. Vertical Interrupted Parenchymal Suture

Masanori Iguchi

Department of Urology, Kinki University School of Medicine

(Director: Prof. T. Kurita)

Although vertical interrupted parenchymal suture for nephrotomy is thought to be a well defined technical procedure, damage to the postoperative function of the kidney can not be disregarded. Experimentally I have studied the effect of nephrolithotomy on renal function with special reference to microcirculation using microangiography.

Fourteen kidneys in 14 dogs were subjected to renal bivalve incisions made from the upper to the lower pole and deepened sufficiently to allow access to the pelvis. This incision was made in the convex border of the kidney. The kidney was reconstituted using a continuous pelvic suture and also vertical interrupted parenchymal sutures. The contralateral kidney was not treated. All operated kidneys had 30 min of ischemia. The results were summarized as follows:

- 1) The influences of the nephrotomy on the vascular system were slight.
- 2) In the group 2 weeks after operation, a large wedge avascular area near the incision could be seen. In this area, histopathologically, necrotic tissue was recognized. AV-fistula were seen in some cases.
- 3) In the group 2 months after operation, the large wedge avascular area disappeared. But the renal cortex became thinner.
- 4) From the point of view of the contact microangiogram, in the 2 weeks group, the minor vasculature was dilatated, tortuous and deviated in the area of parenchymal sutures. And in the 2 months group, the number of glomeruli decreased in the same area.
- 5) In the 500 μ section of the contact microangiographic specimens, the individual glomerular area (gA), the number of glomeruli (No. Gl.) and total vascular area (TVA) which is the sum of the glomerular area (GA) and the vascular area (VA) were measured with a π MC Particle Measurement Computer System. GA (No. Gl $\times$ average individual glomerular area) and VA (TVA-GA) were calculated. In the area of parenchymal sutures, there was a decrease of TVA, especially GA in the 2 weeks group, and in the 2 months group, there was a marked decrease of GA compared with the control group. The latter was due to a marked decrease of the number of glomeruli.

Thus, vertical interrupted parenchymal sutures decreased the number of functional glomeruli and I concluded that this was not the ideal operative procedure following nephrotomy.

要 旨: 腎結石に対して, 広く臨床で行われている腎実質結節縫合法 (腎凸縁長軸切開, 腎実質結節縫合) は約1世紀にわたる歴史的背景の上に考案された手術々式であるが, 術後の腎実質組織, 腎機能に及ぼす影響を詳細に検討した報告は少ない. そこでこの腎実質結節縫合法が術後の腎実質組織とくに腎血管系および腎機能に及ぼす影響を及ぼすかを検討した. 雑種成犬を用いて右腎に腎切開, 縫合を行い, 術後の変化を術直後,

術後2週間、術後2カ月で観察した。分腎の C_{PAH} , C_{Thio} , 尿量、腎重量を測定後、腎動脈より Micropaque を注入し microangiography, contact microangiography を行い、微小血管系の変化を観察し、組織所見と比較した。また μ MC Particle Measurement Computer System を利用して contact microangiogram から一定面積あたりの糸球体数、総血管床面積（造影剤の注入された全面積）および個々の糸球体面積を測定した。以上の検討より以下の結果を得た。すなわち腎実質結節縫合を受けた部位は広範囲の楔状の壊死組織と化し、遂には線維化し萎縮した。またその周辺部も著明な糸球体数の減少を来した。また症例により縫合針に起因すると考えられる腎動静脈瘻の発生をみた。以上の如く、今日広く臨床で行われている腎実質結節縫合法は他の術式に比して一応の安全性と腎機能保存は認められているものの、術後多大な実質障害を招来する点から、理想的な術式とは言い難いと考えられた。

結 言

腎結石に対する手術的療法として近年 extended pyelolithotomy¹⁾ が普及しつつあるが、日常遭遇する腎結石がすべてこの術式により摘出し得るものではなく、サンゴ状結石や多発結石で腎切石術の適応となる症例も数多く存在する。腎切石術の目的は結石の完全な摘出であることは言うまでもないが、同時に安全であり、かつ腎阻血、腎切開、腎縫合等に起因する腎障害を最小限に止め得る術式が理想と考えられ、現在まで幾多の手術々式が考案されてきた。今日一般臨床において広く行われている腎実質結節縫合法による腎切石術（腎凸縁長軸切開、腎実質結節縫合）は、これらの歴史的背景の上に考案された手術々式と考えられるが、この腎実質結節縫合法が術後の腎実質組織および腎機能におよぼす影響を詳細に検討した報告は少ない。そこで今回は日常臨床で行われている実質結節縫合法による腎切石術が術後の腎実質組織とくに腎血管系および腎機能にいかなる影響をおよぼすかを検討したので報告する。

実験方法

10kg~20kg の雌性雑種成犬を用い、ペントバルビタール（ネンブタール® 25mg/kg）麻酔下に無菌的操作で経腹膜的に右腎を露出した後、腎基部にサティンスキー鉗子をかけ腎を阻血した。腎凸縁長軸方向に上極から下極に到る腎被膜切開をおき、被膜を腎実質から剝離した後、同部位にて鋭的に腎盂に到る切開をおいた。切開面に露出した大血管断端を3-0または4-0 atraumatic chromic catgut を用いてZ縫合し止血した後、腎盂を4-0 atraumatic chromic catgut を用いて連続縫合し閉鎖した。次いで腎剖面を合わせ、腎被膜を合わせる様にして、65mm 弱弯丸針（三宅針）につけた3-0または2-0 chromic catgut を用いて腎実質内を深く貫通する4~6針の腎実質結節縫合を行った。腎阻血時間は一律に30分間とした。なお血流再開後、圧迫止血により止血

し得ない切開縁からの出血は同部位に腎実質結節縫合を追加することにより止血した。

以上の腎に対する手術操作は、経腹膜のアプローチおよび腎阻血にサティンスキー鉗子を用いた点以外は、われわれが日常臨床で行っている腎切開、腎縫合同様の操作を行った。また術後2週間は CEX 30mg/kg/day の投与を行った。

手術が腎におよぼす影響を経時的に観察するため、腎阻血解除後2時間後に検索した術直後群（3頭）、術後2週間に検索した術後2週間群（8頭）、術後2カ月以上を経て検索した術後2カ月群（3頭）の3群を作成し、対照には無処置の対照群（9頭）と実験群と同様の操作にて腎基部の30分間の阻血のみを行ない2週間後に検索した阻血群（3頭）を用いた。なお全例とも対側（左腎）腎には何らの処置を加えていない。これらの各群について以下の検索を行った。

1. 手術時所見および術後経過
2. 肉眼的所見

腎摘出時の腎の形態、とくに腎縫合部の状態を観察し、また腎重量を測定した。

3. 微小血管造影所見および腎内血管床面積定量

摘出腎を灌流液（乳酸ナトリウム加リンゲル500ml, プロカイン500mg, ヘパリン5,000u.）で洗浄した後、10% Micropaque を腎動脈より注入し、microangiography および contact microangiography の検体とした。まず Siemens 製 Manmomat を用いて腎全体像を撮影し造影剤の注入状態を観察した後、幅5~7mmの縦断切片または横断切片を作成し、Softex type ESM 型超軟線X線装置を使用して microangiography を行った。次いでその切片を正確に厚さ500 μ に薄切し contact microangiography を行った。この標本を用いて個々の糸球体面積（individual glomerular area: gA と略す）、一定面積（約4.32mm²）あたりの総血管床面積（造影剤の占める

全面積, total vascular area: TVA と略す), 糸球体数 (number of glomeruli: No. Gl. と略す) を測定し, 糸球体面積 (TVA 中糸球体の占める面積, glomerular area: GA と略す, $GA = \text{average } gA \times \text{No. Gl.}$) および血管床面積 (TVA 中糸球体以外の血管の占める面積, vascular area: VA と略す, $VA = TVA - GA$) を計算した. 以上の測定には Millipore 製 μ MC Particle Measurement Computer System を用いた. これらの microangiography, contact microangiography および腎内血管床面積定量の手法の詳細はすでに報告した⁹⁾.

4. 組織学的検査

contact microangiogram の標本から組織標本を作成し, Hematoxylin-Eosin 染色および elastica Van Gieson 染色による組織学的検索を行い, microangiogram および contact microangiogram の所見と比較した.

5. 腎機能検査

腎摘出に先立ち, 左右各尿管にカテーテルを挿入, 腎盂に留置し分腎尿を採取した. また10%パラアミノ馬尿酸 4ml, 10%チオ硫酸ナトリウム16ml を静注し, 各腎の $CPAH$, C_{Thio} を測定した.

実験成績

1. 手術時所見および術後経過

腎阻血は全例30分間行つたが, 腎被膜切開から腎実質結節縫合終了までの所要時間は15分から29分 (平均23分) であつた. 血流再開後の切開縁からの出血は全例に認められたため全例に圧迫止血を要し, また圧迫のみでは止血が不十分の場合には腎実質結節縫合を追加した. 術後の肉眼的血尿は全例2時間ではほぼ消失し, また一次出血や後出血は1例も認めなかつた. また再開腹時, 腎縫合不全はまったく認められなかつたが, 手術腎の肝や腸管との癒着は高度であつた.

2. 肉眼的所見

i) 術直後群

手術腎は数本の腎実質結節縫合糸により絞扼を受けているが, 血流再開後の腫脹は良好である. また腎切開縁に凝血の付着を認めるが, 新たな出血は認めない.

ii) 術後2週間群

手術腎は重量, 大きさとも対側腎に比較して大差なく (Fig. 1), また腎実質結節縫合糸は残存し, 腎実質の絞扼は術直後群と同じ様相を呈していた.

iii) 術後2ヵ月群

手術腎は対側腎に比較して萎縮傾向を認め, 腎重量は対側腎の約4分の3に減少していた (Fig. 1). また腎実

Fig. 1 重量による手術腎の比較

質結節縫合糸はすでに消失し, 縫合による腎実質の絞扼はほとんど認められなかつたが, 腎の厚さは著明に減少し, 切開部を中心に著明な腎実質の陥凹を認めるものもあつた.

3. 微小血管造影所見および腎内血管床面積定量

i) 対照群

Manmomat で撮影した腎全体像では, 造影剤は腎内血管全域に末梢にまで十分に注入され, 腎内血管も小葉間動脈まで追求できる (Fig. 2).

幅5~7mmの横断切片で観察した microangiogram では葉間動脈は徐々にその口径を減じながら腎皮質へと向い, 葉間動脈から分岐した小葉間動脈は腎皮質内を真直ぐに腎外縁へと向う. 縦断切片では腎基部より分岐した葉間動脈は口径を減じながら放射状に腎皮質へと向い, 皮質直前で弓状動脈, 小葉間動脈となり, 小葉間動脈は腎皮質内を真直ぐに腎外縁へと向う (Fig. 3—a, b).

厚さ500 μ で観察した contact microangiogram では, 小葉間動脈から輸入動脈を経て多数の糸球体が明瞭に造影され, また後糸球体血行路も造影される (Fig. 4).

ii) 阻血群

腎全体像, microangiogram および contact microangiogram とも対照群とはほぼ同様の所見を呈し, 阻血に起因すると考えられる異常所見は認められない.

iii) 術直後群

腎全体像でみると, 腎実質結節縫合に一致して造影剤の注入状態が不良であり, 部位によつては葉間動脈より末梢血管の途絶, 狭小化が認められる. また切開面の切断された血管からの漏出と思われる造影剤の切開面への漏出を認める (Fig. 5).

横断切片の microangiogram では腎切開面に造影剤の漏出を認め, また切開面に造影剤の注入されないわずかな領域を認めるが, 他の部位では造影剤は末梢まで注入

されている。しかし腎実質結節縫合糸により圧迫される切開面を中心とした幅広い領域に小葉間動脈の屈曲、圧迫像が認められる (Fig. 6)。

contact microangiogram でみると、腎実質結節縫合糸のかけられた部位では幅広い領域で造影剤はまったく注入されず (Fig. 7—a), 一方縫合糸間では腎切開面にわずかな造影剤の注入されない領域を認めるものの、造影剤は末梢まで注入されている。しかし切開面を中心とした結節縫合糸により圧迫を受ける領域では、全体に輸入動脈は細く、また糸球体は造影されるが造影剤の充満は不十分であり、造影される後糸球体血行路も減少していた (Fig. 7—b)。

iv) 術後2週間群

腎全体像では葉間動脈の拡張および小葉間動脈の途絶、狭小化が認められ、また腎切開部に一致した腎外縁における造影剤の注入状態が不良となり、腎輪郭も同部位で不整となつた (Fig. 8)。

横断切片の microangiogram では腎切開面を中心に腎盂に到る幅広い楔状の血管の乏しい領域 (poor vascular area と称す) が認められ、造影剤はほとんど注入されていない。また腎切開面周辺の直細動脈は他の部位より濃く造影された。また腎切開面から離れた腎髄質内に腎動脈瘤の所見を呈した症例も経験した (Fig. 9)。

contact microangiogram で観察すると、この poor vascular area は切片により多少の幅の差はあるもののすべての切片に存在し、また同部位では血管のまったく認められないか、あるいは屈曲、蛇行した小葉間動脈がわずかに認められるのみで、糸球体はまったく造影されない。またその周辺の縫合により圧迫を受ける部位でも造影される糸球体数は著明に減少し、また造影される糸球体も造影剤の充満が不十分で、小葉間・輸入動脈の屈曲、拡張が認められた (Fig. 10)。

v) 術後2ヵ月群

腎全体像では軽度の葉間・小葉間動脈の屈曲・蛇行が認められるものの術後2週間群ほど顕著ではなく、また術後2週間群でみられた腎外縁における造影剤の注入不良状態は軽減した (Fig. 11)。

縦断切片でみた microangiogram では腎実質結節縫合を受けた腎皮質の菲薄化が著明であるが、横断切片でみると術後2週間にみられた poor vascular area は消失し、直細動脈の拡張も認められず、腎内微小血管系の再構築はほぼ完成されたと考えられた (Fig. 12—a, b)。

contact microangiogram でみると、腎切開面隣接部

では小葉間動脈の屈曲、蛇行が著明で、糸球体はほとんど造影されない。しかしその周辺部では小葉間動脈の屈曲、蛇行は存在するものの輸入動脈は正常に復し、糸球体も正常に近い形態で造影された。しかし造影される糸球体数は著明に減少していた (Fig. 13)。

次いでこれら手術腎の腎内血流分布の変化を検討する目的で、contact microangiogram の標本を用いて腎内血管床面積を測定した。すなわち Fig. 14 のごとく、腎実質結節縫合により影響を受けたと考えられる poor vascular area に隣接し糸球体の造影される部位 (I) および腎実質結節縫合によつて直接影響を受けないと考えられる腎茎部に近い部位 (II) のそれぞれ皮質中央部、個々の糸球体面積 (gA), 総血管床面積 (TVA), 糸球体数 (No. Gl.) を測定し、糸球体面積 (GA) および血管床面積 (VA) を計算した (Table 1, Fig. 15)。

Fig. 14 腎内血管床面積測定部位

Transverse Section

術後2週間

術後2ヵ月

Table 1 腎内血管床面積

	%TVA	No. Gl.	gA (μ²)	%GA	%VA	%GA/%TVA×100
対照群 (N=3)	n=30	n=30	n=90	n=3	n=3	n=3
I	26.66	41.20	23617	22.34	4.32	83.80
II	25.70	41.87	20689	19.99	5.71	77.78
術後2週間群 (N=3)						
I	12.51	15.10	18489	6.34	6.17	50.68
	(46.9%)	(36.7%)	(78.3%)	(28.4%)	(142.8%)	(60.5%)
II	17.60	26.13	24258	14.82	2.78	84.20
	(68.5%)	(62.4%)	(117.3%)	(74.1%)	(48.7%)	(100.5%)
術後2ヵ月群 (N=3)						
I	14.55	8.40	19019	3.69	10.86	25.36
	(54.7%)	(20.4%)	(80.5%)	(16.5%)	(251.4%)	(30.3%)
II	16.62	19.50	22913	10.35	6.27	62.27
	(64.7%)	(47.3%)	(110.7%)	(51.8%)	(108.8%)	(80.1%)

()内は、対照群に対する比率

TVA: Total Vascular Area (TVA=GA+VA)

No. Gl.: number of glomeruli

gA: individual glomerular area

GA: Glomerular Area (average gA×No. Gl.)

VA: Vascular Area

Fig. 15 腎内血管床面積

一定面積あたりの TVA, GA, VA の占める比率

その結果、Iにおける TVA は術後2週間群、術後2ヵ月群とも対照群の約50%に減少し、また gA も両群とも対照群の約80%に減少した。TVA 中 GA の占める割合 ($\%GA/\%TVA \times 100$) をみると、対照群のそれは約85%であるのに対し、術後2週間群では約50% (対照群の約60%) に減少し、さらに術後2ヵ月群では約25% (対照群の約30%) に激減した。 $\%GA/\%TVA \times 100$ の減少は相対的な VA の増加を意味するが、実測値でも術後2週間群、術後2ヵ月群の VA は対照群のそれぞれ140%、250%と増加していた。これらの結果から、Iにおける TVA の減少は GA の減少、すなわち No. Gl. が術後2週間群では対照群の36.7%に、また術後2ヵ月群では対照群の20.5%に減少すること、および gA も対照群の約80%に減少することに起因すると考えられた。

一方腎実質結節縫合の直接の影響を受けないと考えられる II においても、TVA および No. Gl. は術後2週間群、術後2ヵ月群とも対照群に比較して減少したが、I におけるそれよりも軽度であつた。しかし逆に gA は、術後2週間群、術後2ヵ月群とも対照群より増加する傾向を認めた。

4. 組織学的検査

i) 阻血群

30分間の阻血の影響はまったく認められず、正常の組織像を呈する。

ii) 術後2週間群

microangiogram で認められた poor vascular area は広範囲の壊死に陥っており、壊死部に隣接した部位では膿瘍形成を伴う炎症所見が著明である。また腎実質結節縫合により圧迫を受けた部位 (Fig. 14の I にあたる) では、尿細管が軽度拡張し、内腔に円柱形成や石灰化を認める部位も存在する。しかし糸球体の形態はほぼ正常に保たれている (Fig. 16)。

iii) 術後2ヵ月群

術後2週間群 でみとめられた 広範囲の 壊死は 瘢痕化し、腎被膜から腎盂に到る幅の狭い線維組織と化すが、その 隣接部の 腎実質結節縫合 により圧迫を受けた部位 (Fig. 14の I にあたる) では、ボーマン氏嚢の拡張が著明で、尿細管も萎縮する。また形質細胞の間質への浸潤が著明である。

5. 腎機能検査 (Fig. 18~21)

分腎尿量および $CPAH$, C_{Thio} による 分腎機能を測定し、無処置の対側腎 (左腎) 機能に対する手術腎 (右腎) 機能の割合で各群を比較検討した。

まず正常犬における 分腎機能の 左右差 を検討するため、対照群における 尿量, $CPAH$, C_{Thio} , Filtration Fraction を比較したが、左右差は認められなかつた。

Fig. 18 尿量による手術腎機能の比較

Fig. 19 PAH clearance による手術腎機能の比較

Fig. 20 Thio-sulphate clearance による手術腎機能の比較

Fig. 21 Filtration Fraction による手術腎機能の比較

尿量は阻血群では対照群と差は認めなかつたが、術後2週間群では対側腎の約80%に減少し、また術後2ヵ月群では対側腎の約45%と明らかに減少した。

$CPAH$, C_{Thio} は阻血群ではそれぞれ対側腎の91%, 92%と軽度の低下を認めるにすぎなかつたが、術後2週間群ではそれぞれ対側腎の33%, 36%と著明に低下し、また術後2ヵ月群では対側腎のそれぞれ60%, 57%に回復した。

Filtration Fraction では術後2週間群は対側腎より軽度増加する傾向を認めたが、阻血群および術後2ヵ月群では対側腎との差は認められなかつた。

考 案

腎切石術が臨床に応用されて以来ほぼ1世紀の年月を経過するが、その間数多くの手術々式が考案されてきた。これらの手術々技の変遷は、術後出血や尿瘻形成の防止などの安全な手術々式の確立と同時に、腎阻血、腎切開、腎縫合に起因する腎障害を最小限に止めるという相反する二面をいかに両立させるかを追求した歴史である。

腎実質結節縫合法はこれらの歴史的背景の上に1911

年 Moore and Corbett⁴⁾ により考案された手術々式であり、今日術者の好みにより切開面の血管断端や腎盂粘膜の処理に多少の差はあるものの^{5)~8)}、腎実質に大きくかけられた結節縫合糸は一次出血を防止する点から効果的であり、また mattress 縫合に比較して術後の腎障害も軽度であることなどが^{4) 9) 10)}、今日広く臨床で利用されている理由と考えられる。しかしながら腎実質結節縫合法がたとえ mattress 縫合法に比較して術後の腎におよぼす影響が軽度であるとしても、腎実質に大きくかけられた結節縫合糸が腎に与える影響は無視できないものがあると考えられる。

術後の腎機能に重大な影響をおよぼす因子として腎阻血時間、腎切開および腎縫合がある。それらのうち腎阻血時間の延長に伴って術後の腎機能の回復が遅延することは Wickham ら (1967)¹¹⁾ の報告からも明らかであるが、本実験で行った30分間の腎阻血では、阻血後2週間後の腎機能検査の成績から理解されるごとく、術後腎機能におよぼす影響は無視し得ると考えられた。また腎凸縁長軸切開が腎血管系におよぼす影響は、術直後群における microangiogram において切開面を中心としたごく一部の領域にのみ造影剤の注入されない部位を認めた点から、腎凸縁長軸切開が術後の腎機能に重大な影響をおよぼすとは考えられず、術後腎機能障害の最大の原因は腎実質結節縫合に由来すると考えられた。

すなわち microangiography 所見から結節縫合糸が腎実質におよぼす影響をみると、術直後群では結節縫合糸により直接圧迫を受ける切開面に垂直なごく一部の領域に poor vascular area を認めるにすぎないが、術後2週間群では結節縫合糸間にも帯状の poor vascular area を認めた。

これは術後2週間群では結節縫合による腎実質圧迫の影響が結節縫合糸間の腎実質にまでおよび、その結果腎切開部全長にわたる楔状の乏血流領域を招来したためと考えられた。また同部位は組織学的には壊死組織であり、術後2ヵ月群にみるごとく術後2ヵ月間に壊死組織は萎縮・線維化し、術後2ヵ月群では著明な腎実質の減少を来した。そればかりか contact microangiography の標本を用いて測定した総血管床面積、糸球体数、個々の糸球体面積の結果から、poor vascular area に接する部位でも総血管面積は著明に減少しており、その主たる原因は糸球体数および個々の糸球体面積の減少による糸球体面積 (GA) の減少であつた。これは腎実質結節縫合という機械的圧迫により糸球体が直接の障害を受けること

Fig. 2 対照群の腎全体像

造影剤は腎内血管全域に均等に末梢まで十分に注入され、腎内血管も小葉間動脈まで追求できる。

Fig. 3-a 対照群のmicroangiogram (transverse section)

葉間動脈は徐々に口径を減しながら腎皮質へと向い、小葉間動脈は腎皮質内を真直ぐに腎外縁へと向う。

Fig. 3-b 対照群の microangiogram (longitudinal section)

葉間動脈は皮質直前で弓状動脈、小葉間動脈となり、小葉間動脈は腎皮質内を真直ぐに腎外縁へと向う。

Fig. 4 対照群の contact microangiogram (transverse section)

小葉間動脈から輸入動脈を経て多数の糸球体が明瞭に造影され、また後糸球体血行路も造影される。

Fig. 6 術直後群の microangiogram (transverse section)

腎切開部に造影剤の漏出を認め、腎切開面に造影剤の注入されないわずかな領域を認めるが、他の部位では造影剤は末梢まで注入されている。しかし腎実質結節縫合糸により圧迫される切開面を中心とした幅広い領域に小葉間動脈の屈曲、圧迫像を認める。

Fig. 5 術直後群の腎全体像

腎実質結節縫合に一致して造影剤の注入状態が不良で、造影剤の切開面への漏出を認める。

に加えて、同部の血流量が減少する結果機能をおこなう糸球体の数が減少したことを意味すると考えられ、同部における著明な機能低下が推察された。

一方腎実質結節縫合の直接の影響を受けないと考えられる腎基部に近い腎実質においても総血管床面積および糸球体数の減少を認め、腎実質結節縫合による機械的圧迫が同部にまで何らかの機序で障害をおよぼしている可能性が示唆された。また同部における個々の糸球体面積が術後2週間群および術後2カ月群とも対照群に比べて増加する傾向を認めたことは、同部において残存する糸球体が腎実質結節縫合により多大の障害を受けた手術腎の機能を維持するために、代償的に働いていることを意味していると考えられた。

以上のごとく、腎実質結節縫合は術後切開面を中心とした広範囲の腎実質壊死を生じさせるばかりか、壊死部周辺の腎機能障害をも招来せしめ、さらには遠隔部位にまで影響をおよぼす可能性のあることが判明した。

また術後2週間群の手術腎に認められた動静脈瘻は、

Fig. 7 術直後群の contact microangiogram (transverse section)

a

a: 腎実質結節縫合糸のかけられた部位

b

b: 2本の腎実質結節縫合糸にはさまれた部位

Fig. 8 術後2週間群の腎全体像

葉間動脈の拡張および小葉間動脈の途絶、狭小化が認められる。

Fig. 9 術後2週間群の microangiogram (transverse section)

腎切開面を中心に、腎盂に到る幅広い楔状の poor vascular area を認め、また腎髄質内に腎動静脈瘻を認める。

Fig. 10 術後2週間群の contact microangiogram (transverse section)

左側は poor vascular area, 右側はその周辺の縫合の影響を受ける部位

Fig. 11 術後2ヵ月群の腎全体像

葉間・小葉間動脈の屈曲・蛇行は認められるものの、その程度は術後2週間群より軽度である。

Fig. 12-a 術後2ヵ月群の microangiogram (longitudinal section)

腎実質結節縫合を受けた腎皮質の菲薄化が著明である。

Fig. 12-b 術後2ヵ月群の microangiogram (transverse section)

術後2週間群で認められた poor vascular area は消失し、腎内微小血管系の再構築はほぼ完成されたと考えられる。

Fig. 13 術後2ヵ月群の contact microangiogram
(transverse section)

腎切開部では糸球体はほとんど造影されず、その周辺部でも糸球体数は著明に減少する。

Fig. 16 術後2週間群の組織像 (H-E 染色)

腎切開部を中心に広範囲な楔状の壊死組織を認め、これは microangiogram の poor vascular area に一致する。

Fig. 17 術後2ヵ月群の組織像 (H-E 染色)

腎被膜から腎盂に到る一本の線維組織を認め、その周辺部ではボーマン氏囊の拡張が著明である。

腎切開面より離れた部位に認められたことから、その発生は腎切開によるものではなく、腎実質結節縫合針による血管損傷に起因すると考えられた。腎切石術後に発生する腎動静脈瘻の可能性はすでに多くの人々に指摘されてはいるものの、その報告は内外文献上数例^{13)~16)}に認められるのみで一般には軽視されがちである。しかし日常臨床では腎切石術の術後に肉眼的血尿が長期間持続する症例もまれに経験することであり、保存的に治療された症例の中にも多数の腎動静脈瘻が存在していた可能性が十分に疑われる。つまり腎実質結節縫合を行う以上腎動静脈瘻を発生させる危険性は絶えず存在しており、またそれにより招来される腎障害も無視できないものがあると考えられた。

実験的腎切開における術後腎機能の検索は過去に数多くの報告が認められるが、それらの多くが術後腎機能を IVP, PSP, BUN などによって判定しており、Maddern (1967)¹⁰⁾も述べているごとく、これらの判定法では実験的腎切石術の術後腎機能の推移を追求するには不十分と考えられた。実験的腎切開（腎実質結節縫合）後の術後腎機能を renogram を用いて詳細に検討した牧野 (1964)¹²⁾は偏側腎切開（他側は正常）により腎機能が正常に回復するのに10~14日を要したと報告している。しかし自験例での C_{PAH} , C_{Thio} による腎機能検査では、術後2週間後には対側腎機能の約3分の1と著明に低下し、2ヵ月後でも約60%の回復にすぎなかつた。この治験例との相違は多少の手術手技の違いもさることながら、腎機能判定法の違いや、また自験例では対側腎に対する手術腎の

比で腎機能を比較したことが原因かもしれない。しかしながら microangiogram の所見を考えあわせると、腎実質結節縫合により手術腎が多大の障害を蒙ることは明白である。また腎内血管床面積定量の結果から想像される様に、一般に手術腎機能を判定する際に、直接障害を受けない部位で代償能が働く結果、手術による腎障害が見掛け上軽減される可能性のあることも見逃す訳にはいかない。

以上のごとく広く臨床で行われている腎切石術における腎実質結節縫合法は、今日他の縫合法に比較して一応の安全性と腎機能保存は認められているものの、術後多大の腎実質障害を招来する点から決して完成された手術々式とは言いがたい。今後より安全で、手術後の腎機能を保存し得る手術々式の改良が必要であると考えられ、現在考案中である。

結 語

広く一般臨床に用いられている腎凸縁長軸切開・腎実質結節縫合による腎切石術が手術腎におよぼす影響を主に microangiography の手法を用いて検討し、以下の結果を得た。

1) 30分間の腎阻血が腎機能におよぼす影響は軽微であつた。

2) 腎凸縁長軸切開により血流の遮断される領域は、切開面を中心としたわずかな範囲に局限していた。

3) 腎実質結節縫合により術後広範囲な楔状の乏血流領域が発生し、術後2カ月後には同部の瘢痕化と腎の著明な萎縮を認めた。また症例によつては腎実質結節縫合針による血管損傷に起因すると考えられる腎動静脈瘻の発生をみた。

4) π MC Particle Measurement Computer System を用いて腎内血管床面積を測定した結果、乏血流領域に接する領域では糸球体数の著明な減少と個々の糸球体面積の減少を認め、同部における機能の低下が推察された。また腎実質結節縫合による直接の影響を受けないと考えられた腎茎部に近い腎実質においても、糸球体数の減少を認め、同部にも腎実質結節縫合の影響がおよんでいると考えられた。しかし同部で個々の糸球体面積の増加傾向を認めたことから、同部において手術腎機能を維持するための代償機能が働いている可能性が示唆された。

5) C_{PAH} , C_{Thio} で判定した手術腎機能は、術後2週間群でそれぞれ対側腎の約3分の1に減少し、術後2カ月群でも約60%の回復にとどまつた。

以上の結果より、従来日常臨床では行われてきた腎実

質結節縫合法は理想的な腎切石術とはいいがたく、今後より安全で、かつ腎実質障害をより軽減し得る手術々式の改良が必要であると考えられた。

本論文の要旨は、第21回日本腎臓学会総会（岡山）において発表した。

文 献

- 1) Gil Vernet, J.: New surgical concepts in removing renal calculi. *Urol. Int.*, **20**, 255—288, 1965.
- 2) Blandy, J.M.D. and Chir, M.: Surgery of renal cast calculi. in *Reconstructive Urologic Surgery*, Libertino, J.A. & Zinman, L., p. 17, The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1978.
- 3) 井口正典, 松浦 健, 秋山隆弘, 栗田 孝: 腎 Contact microangiography —腎内血管床面積定量の試み—. *日泌尿会誌*, **70**, 941—945, 1979.
- 4) Moore, J.E. and Corbett, J.F.: The damage done to the kidney by operation. *Ann. Surg.*, **53**, 373—377, 1911.
- 5) Dodson, A.I.: *Urological Surgery*, 4th ed., p. 149, Mosby, Co., Saint Louis, 1970.
- 6) Mayor, G. and Zingg, E.J.: *Urologische Operationen*. p. 69, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1973.
- 7) 楠 隆光: 泌尿器科手術, 市川篤二, 落合京一郎監修, p. 32, 金原出版, 京都, 1966.
- 8) 藤田幸利: サイゴ状結石の手術 (2)—腎切半術一, *臨泌*, **30**, 1017—1021, 1976.
- 9) Jordan, W.P. Jr. and Tomskey, G.C.: Complications of nephrolithotomy with special reference to secondary hemorrhage. *J. Urol.*, **77**, 19—23, 1957.
- 10) Maddern, M.S.: Surgery of the staghorn calculus. *Brit. J. Urol.*, **139**, 237—275, 1967.
- 11) Wickham, J.E.A., Hanley, H.G. and Joekes, A.M.: Regional renal hypothermia. *Brit. J. Urol.*, **39**, 727—743, 1967.
- 12) 牧野昌彦: 腎切石術の腎機能に及ぼす影響について. *日泌尿会誌*, **55**, 525—575, 1964.
- 13) Eriksson, I. and Berglund, G.: Intrarenal arteriovenous fistula after nephrolithotomy—Surgical treatment with salvage of the kidney—. *Scand. J. Urol. Nephrol.*, **8**, 73—76, 1974.
- 14) Kelly, D.G.: Renal arteriovenous fistula—A report of four cases and review of the literature—. *Brit. J. Urol.*, **39**, 162—169, 1967.
- 15) Vest, S.A.: Renal arteriovenous fistula. *Urologist Correspondence Club Letter*, Dec. 6 p. 106, 1954, quoted by Eriksson, I. and Berglund, G.

(1980年2月15日受付, 特別掲載)