腎切開術における縫合法と腎実質障害の実験的研究

腎実質一層縫合法における組織変性に関する検討

横浜市立大学医学部泌尿器科学教室

(主任: 大島博幸教授)

国立相模原病院泌尿器科

(医長: 田口裕功博士)

白 田 和 正

AN EXPERIMENTAL STUDY OF RENAL PARENCHYMAL CHANGES AND SUTURE METHODS FOR NEPHROTOMY; ON DEGENERATION OF CANINE RENAL TISSUE AFTER ONE LAYER INTERRUPTED PARENCHYMAL SUTURE

Kazumasa Usuda

Department of Urology, Yokohama City University School of Medicine

(Director: Prfo. H. Oshima)

Department of Urology, Sagami Hospital

(Director: Chief. H. Taguchi)

In nephrotomy, important points are how simply and quickly it is performed and how accurately hemostasis can be achieved. One layer interrupted parenchymal suture (one layer suture method) proposed by Taguchi^{1~4)} is one of the methods which satisfy above requirements for nephrotomy and has been proven to be practical for nephrolithotomy with renal bisection. The present study is designed to investigate the postoperative degeneration of renal tissue and the process of wound healing after one layer suture method.

Animals used were 24 mongrel dogs. Bilateral kidneys were incised through dorsal approach. The right kidney was bisected on Brödel line and sutured with modified vertical mattress suture. Then, the other kidney was sequentially bisected in a similar way and sutured by one layer suture method. In both methods, hemostasis was achieved by pressure on the cut surface caused by swelling of renal tissue after declamping of the renal pedicle without ligation of bleeding points. Clamping time was adjusted equally for each kidney. The animals were grouped by the time before sacrificing after the operation as follows; 6 dogs in group A were sacrificed within 5 days, 6 dogs in group B after 1 to 2 weeks, 5 dogs in group C after 1 to 3 months and 5 dogs in group D after 6 to 12 months. Two dogs were excluded from the experimental groups because of postoperative death.

Renal clamping time averaged 11'50", ranging from 5'30" to 23'30". Hemostasis was achieved in all animals by one layer suture method. Whereas with mattress suture it was insufficient in 4 animals, 2 of which were died postoperatively. Postoperative gross hematuria averaged for 2.6 days and no recurrence occurred. The renal volume decreased from 0 to 8.5% after the one layer suture method, while from 6.6 to 18.9% after mattress suture. Histologically, wedge shaped infarction extending from the corticomedullary portion to the renal surface was formed around the incised plane in various degrees, which appeared less extensive in the left kidney after the one layer suture method than the other side. The ratios of postoperative parenchymal degeneration to incisional length calculated using microcomputer instruments averaged 3.2 ± 0.3 ($M \pm S.E.M.$) in one layer suture method and 4.4 ± 0.3 ($M \pm S.E.M.$) in mattress suture method ($p < 0.01$). Collagen fiber was formed at the incised plane within a week. This healing process showed no remarkable differences between the two methods. Unabsorbed catgut was found in the parenchyma or on the pelvic mucosa of some kidneys even 6 to 12 months after the operation.

The present results demonstrate that the one layer suture method causes less postoperative

degeneration of renal tissue with accurate hemostasis than the modified vertical mattress suture, indicating that damage of renal tissue after nephrotomy depends on the method of suture.

要旨: 24匹の雑種犬を用い、腎実質への切開と縫合方法が及ぼす組織学的影響について最長12カ月にわたって経時的に検討した。被検対象は途中死亡の2匹を除いた22匹で、1) 術後5日以内: 6匹, 2) 1~2週間後: 6匹, 3) 1~3カ月後: 5匹, 4) 6~12カ月後: 5匹の4群に分けて検討した。両側腎をBrödel氏線上で切開し、右腎はマットレス縫合法、左腎は腎実質一層縫合法(一層縫合法)^{1)~4)}で閉鎖し、各個体の腎阻血時間は左右同一となる様調節した。

腎阻血時間は5分30秒から23分30秒、平均11分50秒であった。一層縫合法では腎血行遮断解除後の腎腫脹により全例完全に止血が可能であったが、マットレス縫合法では4例止血不完全であり、2例は死亡し実験群より除外した。術後の肉眼的血尿持続期間は平均2.6日で、4日以内に全例消失し、再発例はなかった。術後腎容積の減少率はどの時期においてもマットレス縫合法の方が大であった。梗塞像は切開面を中心に認められ、その範囲はマットレス縫合法の方が広く、断面の組織変性比(組織変性範囲面積/切開長)は一層縫合法で 3.2 ± 0.3 (M $\pm$ S.E.M.), マットレス縫合法は 4.4 ± 0.3 (M $\pm$ S.E.M.)と有意差($p < 0.01$)であった。腎実質創面の繊維化による治癒過程では縫合法による差は認めず、1週間後既に膠原繊維の増殖を認めた。

以上の成績より、腎切開後の実質障害は縫合法により大きく左右されること、および一層縫合法は術後組織変性の少ない方法であると想定された。

結 言

腎切開術に関して、腎実質の切開法ならびに縫合法には多くの術式がある。合理的な腎切開法としては、例えばBoyceらのanastrophic segmental nephrotomy⁵⁾⁶⁾あるいはBrödel氏線上に切開を加える腎切半術がある⁷⁾⁸⁾。前者は複雑な手術操作を要するのに対し、腎切半術では短時間の腎阻血で主要血管を傷つける心配もないため広く行われている。腎実質の縫合にも多くの方法があるが、血行遮断解除後に腎主幹動脈より僅かに高い圧迫を実質切開面に与えられれば、血管断端の結紮なしに止血が可能となる。田口はこの原理に基づき腎実質一層縫合法(以下、一層縫合法と略す)を発表し^{1)~4)}、その後の臨床例でも操作が簡単で腎血行遮断時間も短く、安全な方法であることが認められている^{8)~12)}。

しかしながら一層縫合法により腎実質の障害についての検討はなされていないため、その腎実質組織に及ぼす影響を犬を用いて最長12カ月にわたり組織学的に観察した。対照として、一層縫合法に類似する止血法が可能な垂直マットレス縫合法¹³⁾を変法させて比較検討した。尚、犬の腎は単乳頭である点がヒト・豚等が複乳頭であるのと異なるが、腎内の血管系はヒトと同様に前後の区域動脈に分けられる¹⁴⁾¹⁵⁾ので、腎実質の切開・縫合における組織学的影響を臨床例と比較検討する上には充分可能と判断した。

被検対象ならびに実験方法

1. 被検動物

24匹の雑種成犬(6~16kg, 体重)を用いた。術後屠殺する迄の期間により表1に示す如く4群に分けて比較検討した。

2. 実施手技

1) 塩酸ケタミン筋注麻酔(初回量20mg/kg, 適宜追加)および硫酸アトロピン0.1~0.2mg筋注後、腹臥位に犬を固定する。傍脊椎筋群の外側左右に平行する皮膚縦切開を加え、後腹膜性に両腎を露呈させる。尚、腎の長径、横径、前後径を各々測定する。

2) まず右腎基部にゴム付きDoyen弯曲腸鉗子をかけ、動静脈共血行遮断を行う。

3) 腎外側凸隆部中央より長軸に沿った切開を鋭的に加える。全腎盂が直視下に確認できる範囲迄腎実質ならびに腎盂粘膜を切開する。

4) 右腎切開面の血管断端処理は行わずマットレス縫合法にて閉じ、続いて左腎を同様に切開し一層縫合法にて閉鎖した。マットレス縫合法は操作上やや時間を要するので一層縫合の際に血行遮断時間を調節し、腎阻血時間を左右同一とした。

5) 縫合法

a) 一層縫合法(図1 a)

2-0カットグートと適度に弯曲させた陽用丸針を用いた。縫合針は切開縁より約3mm離れた所の腎被膜

表1 動物実験群

実験群	犬 No.	体重 (kg)	屠殺時期	阻血時間
A 5 日 以内 (6 例)	6	6.0	2 日	12分20秒
	8	7.5	2 日	11分15秒
	11	10.0	3 日	23分30秒
	14	5.0	4 日	13分10秒
	15	6.0	5 日	14分30秒
	17	9.0	5 日	23分15秒
B 1～2 週間後 (6 例)	10	13.0	2 週間	9 分16秒
	12	12.0	1 週間	10分30秒
	16	7.0	2 週間	16分00秒
	19	8.0	2 週間	7 分00秒
	20	10.0	1 週間	10分20秒
	21	16.0	1 週間	7 分00秒
C 1～3 ヵ月後 (5 例)	3	11.0	3 カ月	6 分40秒
	7	7.0	2 カ月	10分18秒
	13	5.5	1 カ月	10分50秒
	23	8.0	3 カ月	6 分00秒
	24	7.5	1 カ月	12分00秒
D 6～12 ヵ月後 (5 例)	1	13.0	6 カ月	12分00秒
	2	8.5	6 カ月	15分20秒
	4	6.0	12ヵ月	5 分30秒
	5	9.0	12ヵ月	10分20秒
	22	7.0	6 カ月	10分00秒

22例の平均腎阻血時間：11分50秒±58秒

から腎実質内へ軽い弧を描く様に無理なく進め、腎盂粘膜を切開縁より数 mm の所で確実に通す。続いて対側の腎盂粘膜から腎実質、被膜へと針を進め、この様な長円形の結節縫合を約1cmの間隔で行う。(臨床例では約1.5cmの間隔で施行している)。

全縫合糸をかけ終えてから、切開面が軽く接する程度に緩く縫合糸を縛る。止血は腎血行再開後の腎腫脹による創面圧迫で達成される。カットグートの緩みを防ぐため、結び目の根元を3-0または4-0絹糸で結紮する。出血があっても、結び目を調節しながら引き上げることにより止血できる。

b) マットレス縫合法 (図1 b)

2-0 カットグートと直の腸用丸針を用いた。予めリボン・カットグートを切開縁の両側に平行して置き、縫合による実質の変形を防止する。腎実質中央部より切開面とほぼ垂直に針を通し、腎盂粘膜面の切開縁よ

図1 腎縫合法

り数 mm 離れた所に出す。切半反対側も対称的に針を通し、この針を折返し各腎被膜切開縁より数 mm の所にかかけ、リボン・カットグートを挟む形で縫合する。縫合の間隔は一層縫合法と同様に約1cm とする。

6) 両側腎の手術終了後、腎を還納し切開創を縫合閉鎖する。術後約4日間抗生剤(セフアレキシン1g/日、筋注)の投与を行い、止血剤等は使用しない。この間連日排泄尿を観察し、肉眼的血尿の消失の有無を調べる。

7) 一定期間経過後、屠殺する。経腹的に両腎を露呈させ肉眼的に観察し、両腎を摘出する。腎の長径、横径、前後径を測定し、術前の値と比較する。

8) 摘出された腎は10%ホルマリン液にて固定後、腎長軸に直角な割面を入れて各検体でニカ所以上(縫合糸の影響が顕著な部と少ない部)より組織検査用ブロックを作成した。パラフィン包埋、薄切し、各々に以下の染色を施した。

a) ヘマトキシリン・エオジン (Hematoxylin eosin, H.E.) 染色。

b) アザン・マロリー (Azan-Mallory) 染色：退行変性部が青色系に分染され、後述の組織変性部の面積測定に利用。

c) エラスチカ・ワンギーソン (elastica Van Gieson) 染色：実質切開創部における膠原線維増生の変化をみる。

2. 計測データについて

1) 腎体積ならびに腎前後投影像の変動比

術前腎の長径 (a₁), 横径 (b₁), 前後径 (c₁), 屠殺時腎の長径 (a₂), 横軸 (b₂), 前後径 (c₂) とする。腎体積の変動比 = $100 \times (a_1 \times b_1 \times c_1 - a_2 \times b_2 \times c_2) / a_1 \times b_1 \times c_1$ 腎前後投影像の変動比 = $100 \times (a_1 \times b_1 - a_2 \times b_2) / a_1 \times b_1$

2) 実質変性部の相対的面積比

一腎につき 3 か所以上の標本について、切開に対する組織変性の割合 (組織変性比) を導き、その平均値をもって各腎の変性比とした。スライド・プロジェクター (ツインキャビン, キャビン工業) にて、アザン染色をした各プレパラートを 64 倍大に拡大した。実質の切開部と組織変性部をトレースし、その面積および切開長を HIPAD Digitizer (Huston Instrument) および NEC PC-9801F と周辺機械を用いて算出し、組織変性比 = 組織変性部の面積 (S) / 切開長 (I) を求めた。

尚、組織変性部は以下の通りに定義した。(1) 被膜、粘膜を除く、腎実質内に於いて切開・縫合により二次的変性を受けた範囲。(2) 切開及びカットグート刺入等物理的操作で作られた実質を伴わない空間も含まれる。(3) 二次的変性には受傷後早期の鬱血及び血腫を含むが、浮腫のみで実質組織に変化がない場合は含まれない。(4) 創傷修復過程の線維芽細胞から膠原線維は含まれる。

成 績

1. 腎実質縫合時における止血の達成度および術後経過・肉眼的血尿の消失時期

一層縫合法では術中全例完全な止血が可能であった。これに対して、マットレス縫合法では止血が不十分な 4 例のうち 2 例は翌日死亡した。さらに別の 3 例は術後衰弱し 1 ~ 3 日間補液を要した。表 2 に術後肉眼的血尿の消失した時期を示す。尚、肉眼的血尿の再

出現は見られなかった。

2. 屠殺時における腎周囲の肉眼的所見

22 例中、腎門部および尿管・膀胱には異常を認めた例は無く、癒着性変化は全例とも切開縫合部に局限し、その経時的变化は以下の如くである。

1) A 群 (術後 5 日以内)：腎切開創は小範囲の血腫により被覆されているが、周囲との癒着は極く軽度で腎摘は容易であった。実質縫合部の外観は、縫合糸による腎表面の陥凹が手術時よりもやや顕著であり、一層縫合側よりもマットレス縫合側の方が縫合糸による圧痕が明かであった (図 2)。

2) B 群 (術後 1 ~ 2 週間)：術後 1 週間前後の例では、同部は柔らかな脂肪様組織と薄く平滑な漿膜で完全に被覆されていた。血腫は術後 2 週間以内の例で殆どに認められるが、いずれも切開部に局限しており、その程度はマットレス縫合側に比較的広範囲に認められた (図 3)。

3) C 群 (術後 1 ~ 3 か月)：1 か月以上経過した例

図 2 A 群 摘出標本 (No. 17, 術後 5 日)
左：マットレス縫合, 右：一層縫合

図 3 B 群 摘出標本 (No. 20, 術後 1 週間)
図 2 参照

表 2 術後肉眼的血尿の消失時期

24時間以内	4例
48時間以内	7例
術後 3 日目	9例
術後 5 日目	2例
合計	22例

M ± S.E.M (日) : 2.7 ± 0.9

でも、腎周囲の癒着性変化は切開縫合部に局限されており、鈍的剥離が可能であった。切開部の外観より縫合法を判別することは困難であった(図4)。

4) D群(術後6~12カ月): 切開部の癒着結合織は1~2カ月後の例よりも量的に減少傾向が伺われた。この時期でも表面にカットグートの遺残を所々に確認できた(図5)。

腎表面には縫合糸の走行に一致する圧痕が術後の各時期に共通して見られた。圧痕の程度は個体差が大きかったが、初期にはマットレス縫合側で全体に圧痕が著明であった。

3. 摘出腎の計測値

腎の体積の変化を縫合手術前、および屠殺時に計測した値より算出し比較した。図6の如く各時期を通じ

て、一層縫合法では平均0~8.5%, マットレス縫合法では平均6.6~18.9%の減少がみられた。C, D群において一層縫合法はマットレス縫合法よりも有意($p < 0.05$)に体積減少の割合が少ないことを認めた。腎前後投影像の変動比も同様な変化を示した(図7)。

4. 摘出腎の剖面所見

観察項目は、切開面間隙における変化(血腫、組織脱落等)、周囲組織の鬱血性変化の程度、切開・縫合に伴う虚血性変化、梗塞像の範囲、およびこれら退行変性部の面積の計測と、腎被膜から腎盂粘膜に至る切開部の癒合の程度である。

1) A群(術後5日以内): 腎実質切開部周囲には鬱血が著明であり、虚血性変化も見られた。切開面間隙

図4 C群 摘出標本(No. 13, 術後1カ月)
図2参照

図5 D群 摘出標本(No. 1, 術後6カ月)
図2参照

図6 術後腎体積縮小率とその縫合法による差異

体積減少率の算出については実験方法参照。*: 有意差 ($p < 0.05$), t-test

図7 腎前後投影像の術後相対的变化
算出法の詳細は実験方法参照。* : $p < 0.05$, t-test

図8 A群 剖面像 (No. 17, 術後5日)
左 : マットレス縫合, 右 : 一層縫合, ← : 切開線, ⇐ : catgut, ribbon catgut

には部分的血腫を認めるものもあった。縫合糸の貫通部周辺にも、アザン・マロリー染色で青染する虚血性変化部とこれを取り囲む形で鬱血像が瀰漫性に認められた。上記変化は縫合による実質への圧迫緊張が高度に加わる部位で顕著であり、マットレス縫合側における病変の範囲は一層縫合法よりも明らかに大きかった。切開部の接合状態は、腎盂側に比して、腎被膜部では僅かな離開がみられ、マットレス縫合側で明らかだった。髓質から腎盂にかけての変化は皮質側に比べて少なかった (図8)。

2) B群 (術後1～2週間) : 切開部および縫合糸貫通部周辺の鬱血は軽減するが、梗塞像がより明らかに認められた。梗塞像は皮髓境界部より皮質に向かって放射状に広がり楔状を呈し、底辺となる腎被膜部は陥凹し、同部には腎周囲の結合組織が不規則に癒着していた。梗塞部と健常腎組織との境界は比較的明瞭であり、同境界部には鬱血像の残存を一部に認めた。皮髓境界部より髓質・腎盂粘膜にかけての切開部の状態は、同間隙に小血腫を認めた例があったが、皮質部に比して虚血性変化は少なかった。切開創の梗塞範囲の分布は

個体差が大きかった。しかし、一方強度の縫合緊縛を必要とした例では縫合糸の貫通・圧迫によると考えられる梗塞像が切開創部より離れて認められた。切開部の癒合の程度を観察すると、皮髄境界部を中心として好エオジンでアザン・マロリーに青染し、エラスチカ・ワンギーソンで赤く染色される膠原線維束の出現が見られ、切開面の着実な癒合を伺わせた。一方、髄質内側から腎盂粘膜に向かって、切開線に一致した楔状の組織間隙を認めるものもあった。この所見は両縫合法

に共通して見られた(図9)。
3) C群(術後1～3ヵ月): 実質切開部の楔状梗塞部は、陥凹・萎縮による面積の減少を認め、梗塞部周辺の鬱血像は消失している。縫合糸の貫通圧迫による梗塞部も同様の所見を呈しており、マットレス縫合側では縫合糸による梗塞像が目立った。実質切開部の癒合状況を見ると、この時期では膠原線維束がより顕著となってきており、エラスチカ・ワンギーソン染色にて濃厚に赤染を示した。一方、髄質内層から腎盂粘膜

図9 B群 剖面像 (No. 20, 術後1週間)
図8 参照

図10 C群 剖面像 (No. 13, 術後1ヵ月)
図8 参照

にかけては、B群と同様に組織癒合の欠落が所々に認められた。この癒合欠落部を仔細に観察すると、移行上皮による被覆の傾向が見られた(図10)。

4) D群(術後6~12カ月): 梗塞部はC群に比してさらに減少が見られる一方、切開縫合部を中心に実質の結節様隆起、あるいは瘢痕による陥凹が様々の程度で見られた。切開部では小空洞形成も一部に認められた。切開線部における膠原線維束と全体としてやや減少し、術後概ね6カ月以降では腎実質の切開縫合によ

る形態的变化は固定化する傾向を示した。髓質・腎盂の所見はC群と大差を認めなかった(図11)。

以上、全観察期間を通じて認められた所見をまとめると、(1) 切開部の虚血性変化および梗塞像は、切開自体による影響が大きく、術後早期より確認され、6カ月以降では瘢痕化し固定する。同変化は個体差が大きかった。(2) 縫合糸による実質への影響は、切開自体によるものよりも少ないが、強度の緊縛が加わる場合、特にマットレス縫合側においては切開に劣らない

図11 D群 剖面像 (No. 1, 術後6カ月)
図8参照

図12 術後腎実質組織変性比(組織変性面積/切開線長)
詳細は実験方法参照. *: $p < 0.5$, **: $p < 0.01$, t-test

影響を及ぼした。(3) 切開部においては、膠原線維の出現が1週間後に確認され、3カ月以降は皮髄境界部を中心とした線維化層は量的・質的にも変化を認めなかった。腎盂粘膜部には組織癒合の欠落部が所々に見られた。上記変化は両術式で大差を認められなかった。

5. 腎実質の組織変性比 (Degenerative ratio of the parenchyma, S/I)

上記所見を客観評価する目的で組織変性比を求めて比較した。図12に示す如く、一層縫合法はマットレス縫合法よりも組織変性比は各群において有意に ($p < 0.05$) 少なかった。全体の一層縫合法における組織変性比は 3.2 ± 0.3 ($M \pm S.E.M.$)、マットレス縫合法では、 4.4 ± 0.3 ($M \pm S.E.M.$) であり、有意差 ($p < 0.01$) を認めた (t -test)。また、一層縫合法では経時的に組織変性比の減少傾向が認められ、A群は 4.1 ± 0.3 ($M \pm S.E.M.$) に対し、D群では 1.8 ± 0.2 ($M \pm S.E.M.$) と約半分になっていた。

6. 腎実質の部位別組織学的所見

1) 糸球体の变化

術後24~48時間では、実質切開部を中心として糸球体毛細血管係蹄の鬱血およびボウマン嚢内への出血が見られた。鬱血像は1カ月後にはほぼ消失した。梗塞部の糸球体は長期間経過後も原型を留めることが多く、周囲尿細管の退行変性が進行した後、硝子化に陥る。

2) 尿細管の変化

切開縫合に伴い虚血性変化を受けた範囲において、尿細管上皮細胞は24~48時間後に混濁腫脹し、更に基底膜より剝離し壊死へと進行する。梗塞部では早期に壊死・脱落が著しく、続いて瘢痕化と進む腎体積減少の主因とみなされた。この変化は近位尿細管部で著しく、マットレス縫合側では一層縫合側に比して範囲が大きかった。各時期を通じて再生を思わせる所見の確認は困難であった。

3) 間質の変化

皮髄境界部を中心に炎症性細胞浸潤と線維性結合織の増殖が見られたが、両縫合法により明らかな差は認められなかった。術後1週間以内に線維芽細胞が出現し、更に好エオジンでアザン・マロリー青染、エラスチカ・ワンギーソン赤染の膠原線維の増殖がみられた。術直後には出血と多核白血球の浸潤があり、次いでリンパ球・形質細胞等の小円形細胞が主体を占めるが、2~3カ月後には大部分が消退していた。但し、小円形細胞の浸潤は、実質の切開部よりも縫合糸の周辺に

顕著であり、同所見は12カ月経過後も認められた。一方、梗塞部や縫合糸走行部には石灰沈着や骨化も見られた。

考 察

1) 腎血行遮断時間

臨床例における安全な腎血行遮断時間の上限に関する確実な数値は明らかでない。しかし30分間の腎血行遮断でも重篤な副作用が少ないことより、この30分間が安全な上限時間と考えられてきた^{16)~18)}。ラットおよび犬を用いた動物実験において1~2時間の連続血行遮断後も尿管の変化は少ないとの報告があるが¹⁹⁾²⁰⁾短時間の血行遮断でもp-アミノ馬尿酸排泄試験の低下等が認められており²¹⁾²²⁾、血行遮断時間が長くなれば非可逆性の実質障害へと進行する可能性は高い。犬を用いた本実験では23分間の2例を除き、16分以内の腎血行遮断であり、実際腎阻血によると考えられる非可逆的变化は切開部以外では認められなかった。

2) 切開創面の止血

Brödel氏線上に置いた腎実質切開創の主な出血箇所は皮髄境界部であり、本実験でも確認された。これは本法によって起こる動脈の切断が葉間動脈レベル以下に限定される¹²⁾ことから当然のことと考えられる。この葉間動脈圧より高い圧で両切開面を密着すると止血が達成できる。動物での検査成績では、腎内各動脈分枝は糸球体輸入動脈レベル迄は主幹動脈と大差の無い血圧を保持しており²³⁾²⁴⁾、葉間動脈の圧迫止血にもこの程度の圧が必要と考えられる。一層縫合法では縫合糸がほぼ楕円形となり、血行遮断解除後の腎腫脹により切開面のどの部においてもほぼ均一な圧がかかると推定され、本実験で術後急性期に当る24~48時間後摘出腎の切開面に殆ど血腫を認めていない(死亡例を含む)。これに対し、同じ圧迫止血法として試みたマットレス縫合法では、腎被膜部の離開と縫合緊縛による変形が著明で且つ血腫形成もより広範囲であった。これはマットレス縫合法では切開面の圧が不均一となり、圧の弱い部分で血腫形成と離開が起こることを示している。一方、一層縫合法の原理である創面間の圧迫によるBrödel氏線上の葉間動脈の止血が達成されることは、術中一度止血が得られれば腎盂粘膜面に多少の離開があるのにもかかわらず血尿再発の無いことがこれを裏付けており、臨床例で平均4.7日²⁵⁾、本実験は2.6日で血尿が消失している。

3) 切開後の治癒過程

止血の完成は創傷治癒によって達成される。本実験

では、腎実質切開創の治癒過程に縫合法による差は認められず、術後1週間で切開部に膠原線維束が確認された。これは創面の血行が保たれ、肉芽組織による修復が早くから進んでいることを示している。血腫等の阻害因子²⁶⁾がなければ、腎実質創部の治癒は早期に安定化することが想定された。

本実験で1カ月以上経過した例に腎盂粘膜切開面と髓質に癒合不全部が認められたが、組織所見に尿浸潤を思わせる所見や肉芽増殖性変化は確認されなかった。これは、その解剖学的な血行の関係から髓質の創治癒が遷延することを示すと共に、腎盂粘膜の再生が遅いことも意味するものと考えられる。

4) 切開縫合による実質の退行性変化

栄養血管の遮断および縫合に伴う血行障害によって起こる梗塞形成は実質容積の減少を意味し、これら臨床的にはネフログラム面積の減少率で推定される。本動物実験において腎体積減少率と腎前後投影像(ネフログラム面積相当値)の減少率は術後1カ月以上を経たC, D群において相互に良く関連しており、一層縫合法の腎体積減少率は5.5%、腎前後投影像減少率は1.5~2.1%であった。(図6, 図12)。臨床例で福岡は一層縫合法術後の動脈中絶は葉間動脈レベル以下で平均4.7カ所にみられ、ネフログラム面積減少率は6.4%と報告しており¹²⁾、本実験で示された梗塞範囲は臨床例における梗塞形成の程度を示唆するものとする。

マットレス縫合による組織変化は実質切開による障害以上に大きいことが犬²⁷⁾および豚²⁸⁾を用いた実験で示されており、また連続縫合(continuous hemostatic suture)も虚血性変化を来し易いことが報告されている²⁹⁾。しかし、これらの実験では強い緊縛による止血縫合が行われていたことに注意を払う必要がある。また、マットレス縫合では、実質障害の範囲が術後、2週目には1週後に比べ減少するという実験報告³⁰⁾がある一方、腎実質を大きくかける結節縫合では、2週目には更に増大するとの報告もある³¹⁾。しかし、縫合時に加える緊縛度については記載されていないので本実験成績との比較は困難である。縫合による実質障害を避けるべく実質縫合を行わず生体接着剤の使用も犬を用いて試みられたが³²⁾³³⁾、3~4カ月後に広範な線維化と一部に石灰化が起こることが認められている。

尚、退行性変化のパラメーターについては、血管床面積を測定するmicroangiography³¹⁾があるが、本実験のごとく長期間の退行性変化をみる上には別の方法が必要と思われ、組織変性比として算出した。また、

偏側腎を阻血切開した場合 Crossed blanching³³⁾に関連する腎機能障害が対側腎におこることが指摘されているが、犬の両側腎同時と偏側腎切開の実験モデルで、術後4週間で経過中に両群はほぼ正常範囲内を変動するとの報告がある³⁰⁾。本実験の両側腎に対する外科的侵襲は各々の腎への長期的予後を殆ど左右しないと考える。

5) 縫合材料について

尿路系手術には吸収縫合糸を用いており、本実験ではカットグートを用いたが、12カ月後という長期間経過後も一部残存することが確認され、その一部では、石灰化等もみられた。今後、縫合材料に関する検討も必要であろう。

結 語

1. 腎実質の切開・縫合による組織学的影響を犬の腎を用いて経時的に検討した。

2. 24匹の雑種犬の両側腎を切開後、一層縫合法とマットレス縫合法を各々に施行し、術後最長12カ月にわたる経時的組織学的変化を観察した。一層縫合法は後者に比して腎実質組織に及ぼす影響が少なく、術後の体積減少率も僅かであったことを示した。

3. 術後1~2週間後の両縫合法に共通して見られる実質切開後の虚血性変化は、個体差が著しく切開そのものによる影響と思われたが、その後の縫合による梗塞形成は緊張が高度に加わるマットレス縫合側において広範囲であり、割面の組織変性比は一層縫合側で有意に($p<0.01$)低値であった。

4. 切開面の接合状態より、一層縫合法は各層へほぼ均一な圧の加わることが示された。

5. 腎実質切開部に比べて、縫合糸貫通部は炎症性細胞浸潤が長期間確認され、縫合材料に関する検討も必要と思われる。

以上より、本実験で用いた圧迫縫合である一層縫合法は、Brödel氏線におく腎切半術では、その容易さ、止血効果および短い手術時間、あるいは腎実質の損傷程度等のいずれをみても優れていると想定されるが、他の切開法による腎実質縫合に際してそのまま適用できるか否かは今後更に検討を加える必要があるものと考えられる。

尚、本論文の要旨は1979年4月東京都で開催された第67回日本泌尿器科学会総会と、1981年5月前橋市で開催された第69回日本泌尿器科学会総会において発表した。

稿を終るに当たり、御指導、御校閲をいただいた大島博幸教授、高井修道教授、国立相模原病院泌尿器科医長田口裕功博

士に心より感謝致します。また御援助、御協力をいただいた国立相模原病院泌尿器科山田哲夫博士、同検査科長浅尾武士博士、同病理室古家正道氏、同写真室林勝満氏の諸氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 田口裕功：サンゴ状結石の手術における腎実質の縫合について。安全な手術への道。市川他編，258—261，金原出版，東京，京都，1972。
- 2) 田口裕功，石塚栄一：サンゴ状結石およびそれに類する腎結石の手術について。手術，26，1088—1098，1972。
- 3) 田口裕功：サンゴ状結石の手術。腎切石術における腎実質一層縫合。臨泌，30，1027—1029，1976。
- 4) Taguchi, H., Fukuoka, H., Ishizuka, E., Yamada, T. and Usuda, K.: Nephrolithotomy by one layer interrupted parenchymal suture. Eur. Urol., 6, 55—62, 1980。
- 5) Boyce, W.H. and Elkins, I.B.: Reconstructive renal surgery following anatomic nephrolithotomy: Followup of 100 consecutive cases. J. Urol., 111, 307—312, 1974。
- 6) Smith, M.J.V. and Boyce, W.H.: Anatomic nephrotomy and plastic calyphaphy. J. Urol., 99, 521—527, 1968。
- 7) 堀内誠三：腎結石に関する手術—腎盂切石術と腎切石術。臨泌，27，453—464，1973。
- 8) 福岡 洋：腎切石術における腎実質縫合法の研究，第1編，腎実質縫合法の技術的変遷と腎実質一層縫合法の意義。日泌尿会誌，68，440—449，1977。
- 9) 石塚栄一：珊瑚状結石およびそれに類する腎結石の手術に関する臨床的研究(1)。日泌尿会誌，63，809—832，1972。
- 10) 石塚栄一：珊瑚状結石およびそれに類する腎結石の手術に関する臨床的研究(2)，術後の腎機能と腎組織像について。日泌尿会誌，63，833—840，1972。
- 11) 田口裕功，石塚栄一：レノグラムとその他の分腎機能検査および腎組織像。日腎誌，17，307—314，1975。
- 12) 福岡 洋：腎切石術における腎実質縫合法の研究，第二編，腎実質一層縫合法における腎血管変化の臨床的検討。日泌尿会誌，68，450—470，1977。
- 13) Slaughter, G.W.: Renal bisection. J. Urol., 68, 17—27, 1952。
- 14) Brodsky, S.L., Deru-Smith, P. and Zimskind, P. D.: Gross and radiologic anatomy of the canine kidney. Invest. Urol., 14, 356—360, 1977。
- 15) Rossignol, G. and Sarraon, J.P.: Vascular microsurgery in the ex situ kidney: An experimental study. Eur. Urol., 6, 32—36, 1980。
- 16) Wickham, J.E.A., Hanley, H.G. and Joekes, A. M.: Regional hypothermia. Brit. J. Urol., 39, 727—743, 1967。
- 17) Mason, T. and Crenshaw, W.B.: Renal bivalving. J. Urol., 83, 539—541, 1960。
- 18) Yoho, A., et al.: Further experience with occlusion of the renal pedicle. J. Urol., 86, 185—188, 1961。
- 19) Koletsky, S.: Effect of temporary interruption of renal circulation in rats. Arch. Path., 58, 592—595, 1954。
- 20) Porch, P.P. Jr., Chaberslain, N.O. and Edwards, W.H.: The effect of temporary renal vascular occlusion in the dogs. Surg. Form., 10, 892—898, 1958。
- 21) Robinson, J.W.L., Mirkovitch, V. and Gomba, Sx.: Alternation in the dog renal tubular epithelium during normothermic ischemia. Kidney International, 11, 86—92, 1977。
- 22) Glauman, B., Glauman, H. and Trump, B.F.: Studies of cellular recovery from injury. III. Ultrastructural studies of the recovery of the pars recta of the proximal tubule (P3 segment) of the rat kidney from temporary ischemia. Arch. Abt. B. Cell. Pathol., 25, 281—308, 1977。
- 23) Thorburn, G.D., Kopald, H.H., Herd, J.A., Hollenberg, M., O'Morchoe, C.C.C. and Barger, A.C.: Intrarenal distribution of nutritional blood flow determined with Krypton in the unanesthetized dog. Circul. Res., 13, 290—307, 1963。
- 24) Thureau, K.: Renal hemodynamics. Amer. J. med., 36, 698, 1964。
- 25) 福岡 洋，村山鉄郎，小川勝明，高井修造：腎切石術における術後血尿期間の検討。日泌尿会誌，70，1414—1421，1979。
- 26) King, W.W.: Renal wound healing: Histological and histochemical sequence in the repair of intersegmental nephrotomies. Invest. Urol., 11, 278—285, 1974。
- 27) Moore, J.E. and Corbett, J.F.: An experimental study of several methods of suturing the kidney. Ann. Surg., 57, 860—867, 1913。
- 28) Maddern, J.P.: Surgery of the staghorn calculus. Brit. J. Urol., 39, 237—275, 1967。
- 29) Clarke, B.G., Muisie, W. and Gherardi, G.J.: Surgical hemostasis and repair of the kidney: Experimental comparison of methods of vascular occlusion and renal reconstruction after extensive nephrotomy. J. Urol., 87, 753—758，

- 1962.
- 30) 小久保一也：腎切開創縫合法の実験的研究並びに臨床的観察。日泌尿会誌，48，534—557，1957.
- 31) 井口正典：腎切石術における手術々式の検討。日泌尿会誌，71，741—766，1980.
- 32) Mathes, G.L. and Terry, J.W. Jr.: Non suture closure of nephrotomy. J. Urol., 89, 122—125, 1963.
- 33) 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.
(1984年9月10日受付)
-