

内視鏡的腎尿管結石手術における尿管損傷

倉敷中央病院泌尿器科（部長：町田修三）

寺地 敏郎・寺井 章人・町田 修三

京都大学医学部泌尿器科学教室（主任：吉田 修教授）

竹 内 秀 雄*

URETERAL INJURY IN ENDOUROLOGICAL
TREATMENT OF RENAL AND URETERAL CALCULI

Toshiro TERACHI, Akito TERAI and Shuzo MACHIDA

*From the Department of Urology, Kurashiki Central Hospital
(Chief: Dr. S. Machida)*

Hideo TAKEUCHI

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director: Prof. O. Yoshida)*

Percutaneous and transurethral removal of renal and ureteral calculi was performed in 109 cases. Targeted calculi were successfully removed in 105 cases (96.3 per cent), but in five cases combined percutaneous and transurethral procedures were required. Although endourological stone removal resulted in low morbidity rates in many other series, some major complications have also been reported. They include arterio-venous fistula, colo-cutaneous fistula, nephro-duodenal fistula and ureteral avulsion. There were two severe complications in our early experience as well. In one case, a ureteral stenosis was found seven months after two sessions of percutaneous ultrasonic lithotripsy for an upper ureteral stone, and in the other case, a mid-ureteral avulsion was caused by ureteroscopic manipulation. Besides these, we experienced several minor pelvic and ureteral perforations which were easily controlled only by ureteral stent placement. Causes and management of ureteral complications in endourological treatment of renal and ureteral calculi are discussed.

Key words: PNL, TUL, Ureteral injury

緒 言

腎結石に対する体外衝撃波 Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (以下 ESWL と略す.) による治療成績の向上は著しいが、尿管結石に対する成績が、結石より遠位尿管の狭窄の存在や結石の陥頓期間に依存することは否定できない¹⁾。ESWL のさらなる普及によっても、このような尿管結石に対しての経皮的（腎）尿管切石術 Percutaneous (Nephro-)ureterolithotomy (以下 PNL と略す) や経尿道的尿管切石術 Transurethral Ureterolithotomy (以下 TUL と略す) は依然として残ると考えている。PNL や

TUL においても尿管切石術の既往のある場合や、長期陥頓結石の場合は尿管損傷の危険性は高くなる^{2,3)}が、近い将来、PNL や TUL の対象症例はこうした尿管損傷の High risk group が中心となることは十分予想される。われわれも PNL および TUL の初期の症例において、それぞれ術後7ヵ月後に発症した尿管狭窄の症例と術中に尿管断裂を生じた症例を経験した。これらは前述の High risk group の症例とは言い難いが、その報告ともに、PNL, TUL における尿管損傷の原因と対策について検討したい。

対象および方法

1985年5月から PNL を⁴⁾、また、1986年1月から TUL を開始し、1987年4月までに75例の PNL お

* 現： 滋賀医科大学泌尿器科学教室

Table 1. Endourological stone retrieval record.

Location of stones	Initial procedure	Targeted stone removed
Staghorn calculi	PNL ⁺	6/6 (100%)
Diverticular calculi	PNL	0*/1 (0%)
Pelvis+Calix(Calyces)	PNL	10/10 (100%)
Pelvis or Calix(Calyces)+Upper ureter	PNL	6/6 (100%)
Pelvis or Calix(Calyces)	PNL	20*/21 (95.2%)
Upper ureter	PNL TUL ⁺	28/28 (100%) 4*/3/8 (50%)
Mid ureter	PNL TUL	2*/3 (66.7%) 6*/3/8 (75%)
Lower ureter	TUL	18/18 (100%)
Over-all		100/109 (91.7%)
Targeted stone removed with adjuvant endourological procedures		105/109 (96.3%)
+ Percutaneous nephrolithotomy		
+ Transurethral lithotomy		
* 1~9 Case No. 1~9 in Table 2.		

Table 2. Cause of failure in initial procedure and adjuvant treatment.

Case	Location of stone	Initial procedure	Cause of failure	Adjuvant treatment	Outcome
No. 1	Diverticular calculi	PNL	could not access		conservative
No. 2	Pelvis	PNL	could not engage stone fragments		conservative
No. 3	Upper ureter	TUL	could not engage (impacted stone)	PNL	stone removed
No. 4	Upper ureter	TUL	could not access (ureteral stenosis)		conservative
No. 5	Upper ureter	TUL	could not engage (impacted stone)	PNL	stone removed
No. 6	Upper ureter	TUL	could not engage (impacted stone)	uretero-lithotomy	stone removed
No. 7	Mid ureter	PNL	could not access (ureteral stenosis)	TUL+PNL	stone removed
No. 8	Mid ureter	TUL	could not access (ureteral avulsion)	PNL	stone removed
No. 9	Mid ureter	TUL	could not engage (stone too hard)	PNL	stone removed

よび34例の TUL を経験した。手術回数としては PNL 97回, TUL 37回, PNL を2回以上行なった症例が13例, TUL を2回行なった症例が2例, PNL と TUL を併用した症例が5例であった。男女比は65/44, 年齢はそれぞれ16~81歳(平均47.8歳), 18~73歳(平均44.1歳), 男女合わせると平均46.3歳であった。同側の手術既往歴のある症例が9例, 回転異常腎が3例, 馬蹄腎が1例⁴⁾, 重複腎が3例および単腎症例が2例であった。また, 11肋間からの穿刺を行なったものが3例あった。麻酔は PNL では1985年9月までの21例29回は持続硬膜外麻酔を用い, 以後は0.25%もしくは0.5% Bupivacaine による腰椎麻酔を用いた。TUL は1% Lidocaine による持続硬膜外麻酔下に行なった。体位は PNL では腹部に枕を当てた腹臥位とし⁴⁾, TUL では碎石位とした。PNL は2例目からは原則として one stage で行なった。内視鏡は Wolf 社製の硬性腎盂鏡, 硬性尿管鏡および Olympus 社製の胆道ファイバースコープ(OES CHF type 10)を用いたが, 碎石装置としては超音

波碎石装置のみを使用した。

結 果

内視鏡的腎尿管切石術を行なった109例の成績を Table 1 に示した。PNL または TUL 単独で目的とした結石を摘出できたものは100例(91.7%)であった。摘出に失敗した症例のうち, 腎盂内結石の症例は PNL 開始後2例目の症例で, 自排可能な大きさまで破碎したが内視鏡操作の未熟さゆえに結石片の摘出に失敗した。上部尿管結石の4例中1例は患者の希望で経過観察とし, 1例はやはり患者希望で尿管切石術を行なった。残る2例と, 中部尿管結石の3例は, PNL および TUL 併用で目的とした結石の摘出ができた。よって, 内視鏡的手術のみで目的とした結石の摘出に成功したものは105例(96.3%)であった。

次に, 失敗の原因を Table 2 に示した。腎杯憩室内結石の症例は腎切石術の既往があり, 残存した憩室内結石による緑膿菌感染が持続するため PNL を試みたが, 結石の一部を摘出できたのみであった⁴⁾。穿

Table 3. Complications of endourological treatment for urolithiasis.

Complication	No. Pts.	Treatment
PNL (97 sessions)		
Bleeding at nephrostomy placement	1	another puncture +blood transfusion
Bleeding at nephrostomy removal	1	tamponade catheter inserted
Peripelvic hematoma	1	another puncture +stent placement
Intraoperative gastrointestinal tract bleeding	1	procedure stopped +blood transfusion
Pelvic perforation	3	stent placement
Ureteral perforation	3	stent placement
Ureteral stenosis	1	endoureterotomy
Urinoma (urine from nephrostomy tract)	1	nephrostomy reinserted
Pneumothorax	1	conservative
Fever (38°C $\leq$)	14	antibiotics
TUL (37 sessions)		
Ureteral perforation	4	antegrade stent placement
Ureteral avulsion	1	substitution by ileum
Fever (38°C $\leq$)	2	antibiotics

刺ルートの選択や尿道切開刀の使用により摘出可能であったかも知れないが、菌体の散布による敗血症も考えられ、それ以上の手技を行なわなかった。現在、発熱もなく無症状に経過している。症例8は TUL の3例目の症例であるが、尿管鏡操作により尿管粘膜の断裂を来し、後日、尿管を回腸で置換した。症例9は結石が堅く、尿管鏡での超音波碎石は無効であり腎盂内に戻し、改めて PNL にて摘出した。

Table 3 にわれわれが経験した PNL, TUL の合併症を示した。まず、PNL の合併症では、腎血管の損傷によると考えられる多量の出血をきたした症例が3例あるが、術後の再出血は認めず血管造影は施行していない。輸血を行なった症例は2例で、1例は術中の消化管出血のためである。直後の胃十二指腸の内視鏡所見では異常を認めなかった。Guidewire や Dilator による腎盂および尿管の穿孔は6例にみられたが、いずれも1週間以内の Malecot stent set の留置で尿の溢流は止った。腎瘻抜去後1週の排泄性腎盂造影で異常を認めず、7ヵ月後の排泄性腎盂造影で結石陥頓部位の狭窄による術側の水腎症を認めた症例が1例あった。腎瘻抜去後、腎瘻ルートからの尿溢流による尿瘻腫を作ったものが1例、また、11肋間から穿刺した3例中1例に 8Fr Dilator 抜去時気胸の発生を認め、手技を中止した。38°C 以上の発熱は14例

に認めた。TUL の合併症としては、Guidewire による尿管の穿孔を4例に認めた。また、先に示したごとく尿管鏡による尿管粘膜の断裂を1例に認めた。38°C 以上の発熱は2例に認めた。

PNL による尿管狭窄の症例と、TUL による尿管断裂の症例を示す。

症例1: 52歳男性、尿路結石症の既往なし。左上部尿管結石に対し、1985年6月14日 PNL 施行。下腎杯に腎瘻を設置したため、結石全体は視野にはいらず、結石の一部を碎石吸引したのみであった。残存結石に対し同年6月21日同ルートから直接硬性腎盂鏡を挿入し超音波碎石を行ない、最後に軟性鏡で残石のないことを確認した。腎瘻抜去後1週での排泄性腎盂造影では水腎症は認めなかった。しかし、7ヵ月後結石が陥頓していた部位の尿管狭窄による左水腎症を認め (Fig. 1A) 外来にて経過観察していたが、1986年12月8日経皮的に Storz 社製の尿道切開刀を用いて内視鏡的尿管切開術を施行した。術後は 20 Fr Nephro-stomy catheter を5日、Smith universal ureteral catheter を腎瘻部から膀胱まで6週間留置した。Smith universal ureteral catheter は9日後退院時に近位端を閉鎖した。しかし、Smith universal ureteral catheter 抜去後水腎症の増強をみたため、1987年2月9日経尿道的に Ureteral balloon dilator で6mm まで狭窄部を拡張し、4週間 W-J stent を留置した。1987年4月21日現在、左尿管の通過障害は認めない (Fig. 1B)。

症例2: 59歳男性、尿路結石の既往なし。1986年1月31日右中部尿管結石に対し TUL 施行。Guidewire は結石の横を通過し腎盂内まで挿入してきた。Olive-tip metal dilator を用い 14 Fr まで結石下方の尿管を拡張したのち、尿管鏡を尿管に挿入した腸骨動脈との交叉部の遠位で尿管内腔を尿管鏡の視野の中心に合わせることができず、透視のCアームを振りながら Guidewire を直線状に保持しつつ透視下に尿管鏡を進めてしまった。尿管鏡は結石の下方2cmの位置で止まり、視野には尿管外の脂肪組織が観察された。しかし、1~2cm 尿管鏡を引くと尿管粘膜が観察でき、結石直下での尿管穿孔と考えた。操作を中止し Ureteral catheter の留置を試みたが、穿孔部位で Guidewire が屈曲して Catheter が上がらなかった。このとき結石が突然腎内に戻ったため、後日の PNL および順行性尿管カテーテル留置を予定して手術を中止した。3日後、PNL を行ない結石は摘出したが、Ureteral catheter の留置はできなかった。腎瘻のみ留置したまま3週間後軟性鏡で狭窄部を観察した

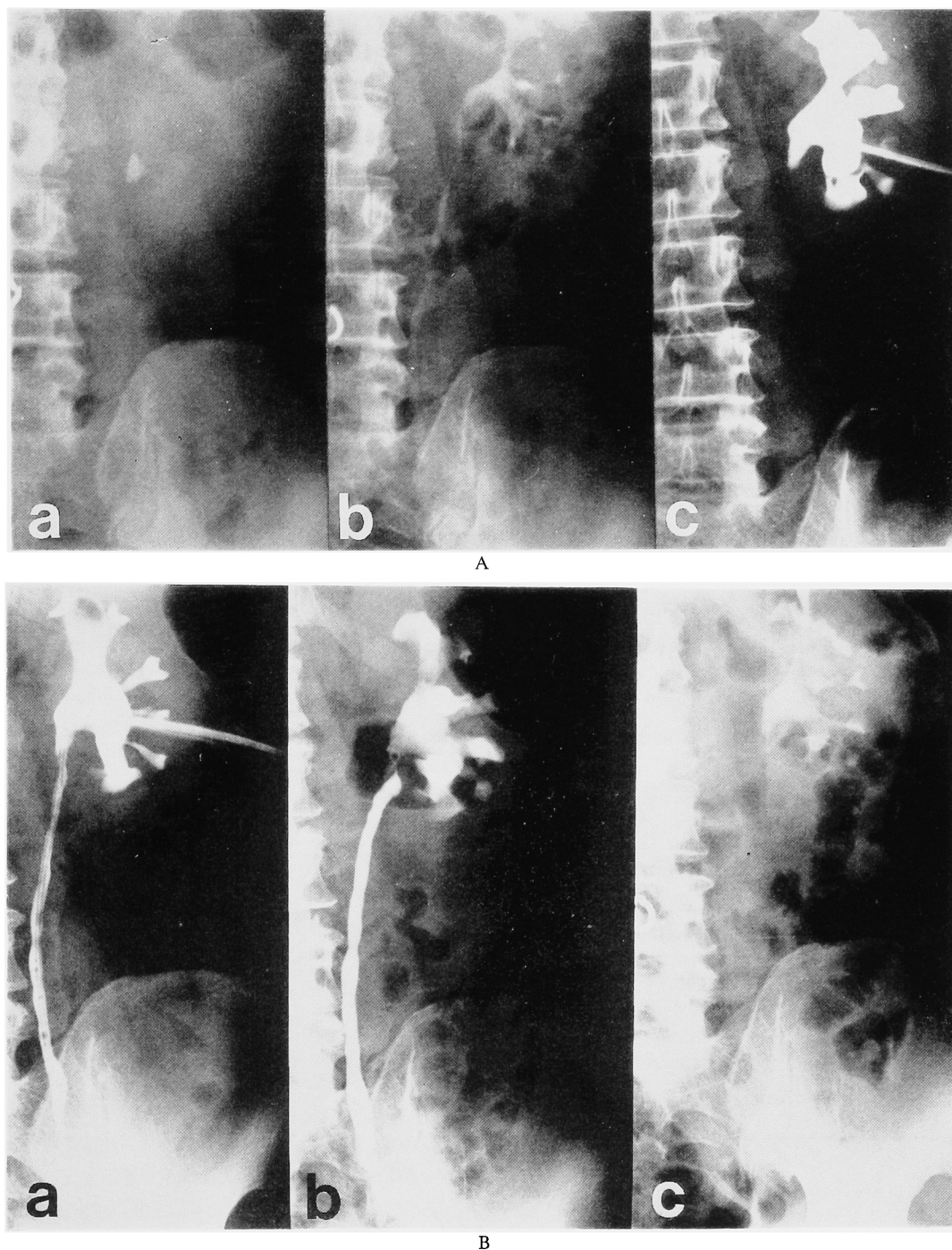


Fig. 1A. a; Plain film shows a left proximal ureteral stone. b; Excretory urography 1 week after removal of a nephrostomy tube shows normal pyeloureterogram. c; Left nephrostogram 7 months after 2 sessions of percutaneous ureterolithotomy displays complete proximal ureteral obstruction.

B. a; Nephrostogram after percutaneous endoureterotomy with cold knife for the ureteral obstruction. A nephrostomy tube and a Smith universal ureteral stent are placed. b; Excretory urogram two months after endoureterotomy shows re-stricture of the incised portion of the proximal ureter. c; Excretory urogram 2 months after the balloon dilation of the ureteral stenosis. Hydronephrosis has almost disappeared.

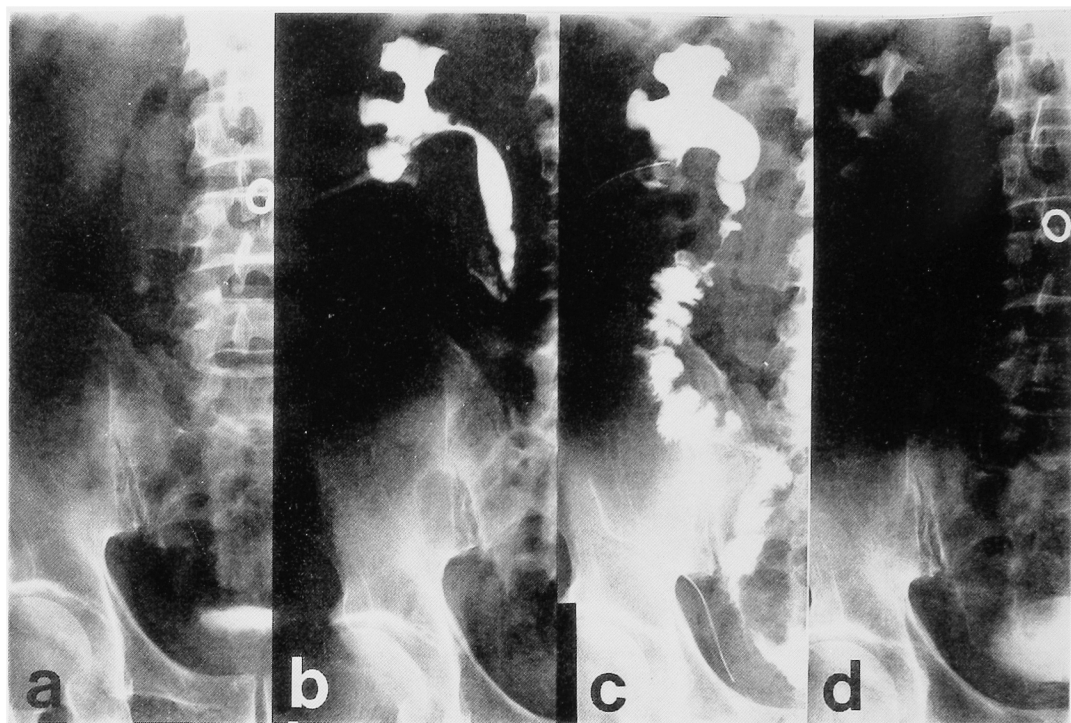
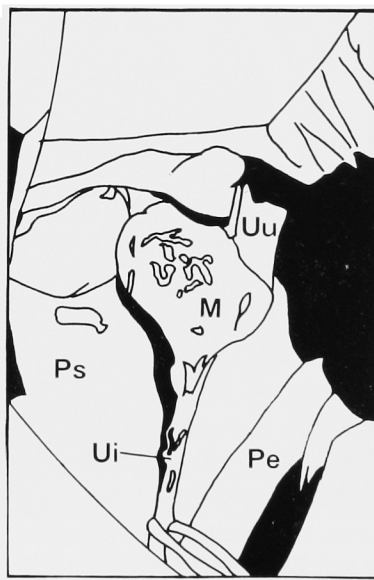


Fig. 2. a; Plain film shows a right mid ureteral stone. b; Nephrostography displays complete ureteral obstruction and a ureteral diverticulum-like lesion. c; Nephrostography after ureteral substitution by the ileum. d, Excretory urogram 9 months after the ureteral substitution by the ileum reveals mild hydronephrosis.



M : ureteral mass
caused by injury
Ui : impaired ureter
Pe : peritoneum
Uu : upper ureter
Ps : psoas muscle

Fig. 3. Intraoperative finding of the chronic ureteral avulsion caused by transurethral ureterolithotomy.

ところ、内腔は完全閉鎖しており、造影すると尿管憩室様形態を示した (Fig. 2)。患者の希望で腎瘻を置いたまま一時退院し、1986年5月尿管尿管新吻合目的で開

腹したところ、狭窄部から遠位約7~8cmの尿管は索状になっており (Fig. 3)、管腔は認めなかった。手術は試験開腹にとどめ、改めて回腸による尿管の置

換を行なった。尿管一回腸吻合は端端吻合で行ない、回腸一膀胱吻合では逆流防止術は行わなかった。摘出した尿管には移行上皮は見られず、膠原繊維の増殖を認め、尿管粘膜断裂による所見と考えられた。1987年4月現在水腎症は軽度で（Fig. 2）、無症状に経過している。

考 察

PNLによる重篤な尿管損傷として、Seguraらは尿管結石に対するPNL 195例中尿管断裂1例、結石の尿管外脱出1例、Basket forcepsの嵌頓1例の計3例（1.5%）を報告し²⁾、また、Kahnは64例の中部および上部尿管結石に対するPNLで、1例の尿管断裂、2例の尿管穿孔（4.7%）を報告している⁵⁾。これに対してTULでは、Kahnは56例の下部尿管結石で1例の尿管断裂、5例の尿管穿孔（10.7%）を、Weinbergらは127例中尿管断裂1例、結石の尿管外脱出2例の3例（2.4%）を報告している⁶⁾。さらに、28施設で行なわれた941例のTULでは、28例の長期ステント留置を要した尿管穿孔、5例の尿管断裂、8例の尿管狭窄の計41例（4.4%）を報告している⁶⁾。Stacklらは10 Frもしくは11.5 Frの尿管鏡を用いたにもかかわらず、236例中2例の尿管断裂、1例の尿管狭窄、4例の経皮的ドレナージを行なった尿管穿孔（3.0%）を報告している⁹⁾。尿管断裂時の処置としては、術中に断裂と気付けば開腹手術による迅速な修復が望ましい。Stent留置による待機では、後に尿管狭窄を起こす可能性が高く、Stent留置も不能で腎瘻のみ留置した場合、自然修復の可能性は低く自家腎移植や回腸による尿管の置換が必要になるであろう。尿管穿孔の場合も、Stent留置は不可欠であり、不能ならば速やかに開腹手術を行なうべきと考える。

1週間以内のStent留置を必要とした軽度の尿管穿孔も含めると、われわれの成績でもやはりTULに尿管損傷の頻度が高い（Table 3）。その原因としてはまず、PNLでの尿管損傷は結石の把持もしくは碎石時のみに起きるが、TULではそれに加え、結石への到達までに起きるものがあることである。尿管へのGuidewireの挿入と尿管の拡張は、内視鏡下ではなく透視下に行なわれるため、膀胱壁内尿管や結石嵌頓部位での尿管穿孔は確実に防げない。さらには、正常尿管を急激に拡張したところへ蠕動に逆らって尿管鏡を上げて行く作業は、硬性鏡の先端の形状、操作性の低さおよび強要される術者の姿勢と相まって、不用意な尿管損傷の原因となる。われわれが経験したTULでの尿管断裂の原因は、厳重な直視下での内視

鏡の挿入操作が行なわれなかったことによるが、その基盤には上述の硬性尿管鏡の特性があると思われる。対策として、透視下での尿管損傷を防ぐには、Guidewire挿入時のUPJ occlusion balloon catheterのBalloonを取り去ったような2腔式のUreteral catheterを使用した尿管の造影が有効であろう。また、軟性尿管鏡の普及が望まれることは論を待たない。次に、結石の把持、碎石時の尿管損傷の原因として、Basket forcepsの嵌頓²⁾、超音波や電気水圧衝撃波による熱の影響³⁾によるものなどが考えられる。Stacklらは、超音波や電気水圧衝撃波による碎石を必要とした73例中48%が60分以上の碎石時間を要し、その19%が尿管穿孔を来したと述べている⁹⁾。さらに、長期嵌頓結石に対し超音波碎石を行なった症例の術後尿管狭窄の報告もある³⁾。われわれの経験した術後7カ月を経て発見された尿管狭窄の症例も2回にわたる超音波碎石術を受けており、やはり、超音波による熱の影響が疑われる。この症例は腎瘻除去後1週では水腎症を認めていないが、これは直前まで行なわれていた経皮的ドレナージによるとも考えられ、尿管狭窄は比較的早期に生じた可能性もある。長期嵌頓結石に対し長時間の超音波碎石を行なった場合には、注意深い術後の排泄性腎盂造影によるチェックが必要と考える。熱による影響の長期予後は未だ判然としないが、合併症の予防には碎石時間の短縮が重要な要素である。このため、長期嵌頓した尿管結石に対するPNLでは、24時間前から逆行性に結石の遠位尿管にUreteral balloon catheterを留置し、結石部位の尿管を拡張させておく方法⁷⁾も有効と思われる。また、TULではSonotrodeが細いためPNLに比べ碎石、吸引時間は長くなる。さらに、上部尿管まで尿管鏡を上げると尿管鏡の弯曲のためSonotrodeの動きはより制限され、予想外に時間がかかる。上部尿管の長期嵌頓結石では、結石を腎内にpush backしたのちPNLを行なう方法も尿管損傷を防ぐには役立つ^{3,8)}。われわれも上部尿管結石でTULに失敗した4例のうち2例は、PNLで容易に摘出できた。現在では、上部および中部尿管の長期嵌頓結石や術前から発熱を伴う症例では、腎盂内圧の低下と腎盂尿のドレナージによる結石周囲の浮腫の軽減のため、少なくとも24時間前から7 Fr Pigtail catheterを経皮的に留置している。これは、TUL時の腎盂内圧の低下にも役立つ。

体外衝撃波や腎瘻、腎盂内圧の上昇による腎実質障害、内視鏡の形態や碎石手段による尿管損傷の評価は今後の検討を待たねばならない。将来の尿管結石に対

する治療の選択は ESWL の発達と普及によるところが大きい、開腹手術を含めた術式の再編は今後の課題である。

結 語

PNL 施行後 7 カ月を経過して認められた尿管狭窄の 1 例と、TUL で起きた尿管断裂の 1 例を報告した。尿管断裂を繰り返した報告は少ないが、内視鏡的尿管結石手術に習熟するまでは十分に起こり得る合併症であり、内視鏡操作や強い炎症を伴う場合の Basket forceps の操作は、良好な視野のもとで決して無理な力をかけず行なうよう注意が必要である。

また、上部および中部尿管の結石については、長時間の尿管での碎石を避けるため、現状では結石の大きさ、手術既往の有無、嵌頓期間、発熱の有無などにより、多様な手術手技が考慮されるべきと考えている。

文 献

- 1) Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssman B and Walther V: First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol* **127**: 417~420, 1982
- 2) Segura JW, Patterson DE, LeRoy AJ, Wil-

liams HJ Jr, Barrett DM, Benson RC Jr, May GR and Bender CE: Percutaneous removal of kidney stones: Review of 1000 cases. *J Urol* **134**: 1077~1081, 1985

- 3) Stackl W and Marberger M: Late sequelae of the management of ureteral calculi with the ureterorenoscope. *J Urol* **136**: 386~389, 1986
- 4) 寺地敏郎・寺井章人・町田修三: 経皮的腎尿管碎石術40例の治療成績. 倉敷中央病院年報 **54** (2): 129~138, 1985
- 5) Kahn R: Endourological treatment of ureteral calculi. *J Urol* **135**: 239~243, 1986
- 6) Weinberg JJ, Anson K and Smith AD: Complications of ureteroscopy in relation to experience: Report of survey and author experience. *J Urol* **137**: 384~385, 1987
- 7) Netto NR Jr, Lemos GC and Claro JFA: Methodology for endoscopic treatment of ureteral calculi. *J Urol* **135**: 909~911, 1986
- 8) Hulbert JC, Reddy PK, Hunter DW, Young AT, Castaneda-Zuniga WR, Amplatz K and Lange PH: Percutaneous management of ureteral calculi facilitated by retrograde flushing with carbon dioxide or diluted radiopaque dye. *J Urol* **134**: 29~32, 1985

(1987年 6月12日迅速掲載受付)