

腎・尿管結石に対する r & f-TUL 100件の治療成績

高沢 亮治, 北山 沙知, 小林秀一郎, 荒木 沙織
早稲田悠馬, 兵地 信彦, 辻井 俊彦
東京都立大塚病院泌尿器科

TRANSURETHRAL LITHOTRIPSY WITH RIGID AND FLEXIBLE
URETEROSCOPY FOR RENAL AND URETERAL STONES :
RESULTS OF THE FIRST 100 PROCEDURES

Ryoji TAKAZAWA, Sachi KITAYAMA, Shuichiro KOBAYASHI, Saori ARAKI,
Yuma WASEDA, Nobuhiko HYOCHI and Toshihiko TSUJII
The Department of Urology, Tokyo Metropolitan Ohtsuka Hospital

We evaluated the clinical outcome of transurethral lithotripsy (TUL) using rigid & flexible ureteroscopy and holmium : yttrium-aluminum-garnet (YAG) laser in our hospital. We retrospectively reviewed 100 consecutive transurethral lithotripsy procedures performed on 82 patients from May 2008 to June 2010 at our hospital. Twenty-five patients (30%) had multiple stones and 10 patients (12%) had bilateral stones. The main stones were located in the renal pelvis, ureteropelvic junction, upper ureter, middle ureter, and lower ureter in 14, 12, 26, 3, and 27 cases, respectively. Median operative time was 75 minutes (range, 18-238 minutes). Operative complications were 5 cases of pyelonephritis and 1 case of ureteral perforation that was managed conservatively with percutaneous nephrostomy. The average number of procedures was 1.22 with 65 patients requiring one, 16 requiring two, and 1 requiring three procedures. Three patients had shock wave lithotripsy (SWL) and two patients had minipercutaneous nephrolithotomy (mini-PNL) after first TUL. However, all of these patients eventually needed additional TUL. The overall success rate was 99% (81/82). Rigid & flexible ureteroscopy and holmium : YAG laser lithotripsy achieved excellent results of treatment for urolithiasis. TUL gave a high stone-free rate with low complication rates. In Japan, where shock wave lithotripters are widely used, trend of treatment for urolithiasis will shift from SWL to TUL.

(Hinyokika Kiyo 57 : 411-416, 2011)

Key words : Ureteroscopy, Lithotripsy, Holmium laser, Ureteral calculi, Kidney calculi

緒 言

日本人の尿路結石症患者は年々増加している。2005年の疫学調査での生涯罹患率は男性で7人に1人、女性で15人に1人の割合であり、これは10年前の1.5倍である¹⁾。

当院は東京都豊島区（人口24万人）内、唯一の500床病院であり、2次救急医療までを取り扱う地域の中核総合病院として機能している。泌尿器科は常勤医師3名で、SWL装置を保有していないが、半径5km圏内にはSWL装置を保有する施設が少なくとも12施設あり、これまで破碎治療を必要とする尿路結石症患者はこれら近隣の施設に紹介していた。しかしAUA/EAU共同の尿管結石治療ガイドライン改訂²⁾を契機に、2008年5月からホルミウムレーザー装置と硬性鏡 rigid scope と軟性鏡 flexible scope による TUL (r & f-TUL) を本格的に行ってきた。今回は導入初期100件82症例の治療成績を報告する。

対 象 と 方 法

対象は、当院にて2008年5月から2010年6月までに r & f-TUL を施行した82例、手術件数100件。患者背景、結石情報、感染情報、手術情報および治療成績について解析した。

術前の画像評価は単純 CT と単純レントゲン撮影 KUB にて行い、静脈性尿路造影 IVU は必須としない。治療対象結石は82症例で全123結石あり、そのうちの6例は前治療として SWL が行われていた。

当院での標準的な手術方法を以下に記す。手術前日に入院、麻酔は腰椎麻酔あるいは全身麻酔とし、レントゲン透視下に、碎石位にて手術を施行する。術者1名と注水および破碎片回収操作などを介助する1名がペアを組んで手術操作を行う。生理食塩水の注水ルートは Boston Scientific 社製ポンピングシステム SAPS CF[®] を使用する。まず操作用硬性膀胱鏡下にガイドワイヤーを尿管口に挿入し、さらに硬性尿管鏡 (Wolf 社製、先端2口式、先端外径 6 Fr を主に使用) をガイドワイヤーに沿って挿入して尿管内を観察する。尿

管口の通過が困難な場合、10 Fr のダイレーターカテーテルで尿管口をブジーしている。破碎操作が可能な場合はそのまま破碎を開始する。腎盂結石あるいは男性の上部尿管結石は、硬性尿管鏡による観察のあと、尿管アクセスシース（Cook 社製 Flexor® 14/12 Fr 35 cm あるいは Boston Scientific 社製 Navigator® 13/11 Fr 36 cm あるいは 46 cm を主に使用）を留置。軟性尿管鏡（Olympus 社製 URF-P5® を主に使用）を挿入し、破碎する。セーフティーガイドワイヤーはおいていない。碎石装置は Lumenis 社製ホルミウム YAG レーザー Versa Pulse Select® を 0.5~0.8 J×5~8 Hz に設定し、スリムライン® 200 μm もしくは 375 μm を用いる。バスケットカテーテル（Boston Scientific 社製 ZeroTip® あるいは Escape® いずれも 1.9 Fr）を用いて、すべての破碎片の回収を心がける。全例、尿管ステントを留置し、翌日あるいは退院後外来受診の際に抜去する。3泊4日のクリニカルパスによる入院診療管理とし、術後発熱がなければ翌日午後以降を退院可能と判断している。周術期の抗菌剤はセファゾシンあるいは術前尿培養結果に応じて選択した薬剤を術当日および翌日に点滴投与する。

術後の画像評価は単純レントゲン撮影 KUB もしくは単純 CT、超音波画像にて行い、治療効果判定は「尿路結石内視鏡治療マニュアル 2007」³⁾ に準じて、成功の定義を残石なし（完全排石）かつ閉塞解除（水腎症の改善）とした。ただし腎盂結石では 2 mm 以下の結石を臨床的に有意でない残石として完全排石に含んだ。また周術期合併症のうち、術後発熱（腎盂腎炎）は抗菌剤の点滴投与の追加延長を要した発熱と定義した。

結 果

[患者情報] (Table 1)

男性は50症例、女性は32症例、男性/女性比は1.5であった。年齢中央値62歳。全体の身長中央値 160.5 cm、体重中央値 60.5 kg、BMI 中央値23.1。脳梗塞や虚血性心疾患など心血管系疾患の既往を持つ患者は15例で、全体の18%であった。抗凝固薬あるいは抗血小板薬の内服

Table 1. Patient characteristics

性別	
男性	50例
女性	32例
年齢 (歳)	62 [33-97]*
身長 (cm)	160.5 [141-182]*
体重 (kg)	60.5 [37-83]*
Body mass index: BMI	23.1 [16.2-29.4]*
心血管系疾患の既往	15例
抗凝固薬・抗血小板薬の内服	12例

* Median [range].

Table 2. Stone characteristics

単数/複数	57/25例
片側/両側	72/10例
最大結石の部位内訳	
R2	14例
R3	12例
U1	26例
U2	3例
U3	27例
結石成分	
シュウ酸 Ca	35例
シュウ酸 Ca・リン酸 Ca	29例
尿酸	5例
尿酸・シュウ酸 Ca	4例
リン酸 Ca	3例
未検	6例

板薬を内服している患者は12例で、全体の15%、そのうち1例はヘパリンによる周術期管理を要した。

[結石情報] (Table 2)

全82症例123結石のうち、複数個の患者は25例で、両側に破碎対象結石を認めたのは10例であった。結石部位の内訳（複数結石は最大径結石の部位）は R2 : 14例、R3 : 12例、U1 : 26例、U2 : 3例、U3 : 27例であった。結石成分の内訳はシュウ酸カルシウム35例（43%）、シュウ酸・リン酸カルシウム29例（35%）、尿酸5例（6%）、尿酸・シュウ酸カルシウム4例（5%）、リン酸カルシウム3例（4%）であった。6例は破碎片を回収できなかった。

[感染情報]

術前に結石性腎盂腎炎のエピソードのあった症例は27例（33%）あり、うち2例は初診時に敗血症性ショックを起こしていた。19例は尿管ステント留置、3例は腎瘻によるドレナージを行い、うち1例はエンドトキシン吸着療法も行った。64例で術前に自然尿培養検査を行い、そのうち培養陽性が41例（64%）あ

Table 3. Preoperative infection data

術前の結石性腎盂腎炎	27例
術前尿培養（64例で施行）	
陽性	41例
<i>Escherichia coli</i>	9例
<i>Streptococcus spp</i>	6例
<i>Enterococcus spp</i>	6例
<i>Staphylococcus aureus</i>	4例
<i>Klebsiella spp</i>	3例
<i>Coagulase-negative staphylococci</i> (CNS)	3例
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2例
MRSA	1例
Other	7例
陰性	23例

り, 同定された菌種の内訳を Table 3 にまとめた. 広域ペニシリン系抗菌薬あるいは第 1, 2 世代セファロsporin 系抗菌薬, 経口ニューキノロン系抗菌薬に対する耐性を認めた菌種は 7 例あり, うち大腸菌, エンテロコッカス属, プドウ球菌属が各 2 例, クレブシエラ属が 1 例であった. 結石性腎盂腎炎後の破碎治療時期の目安は, 解熱と白血球数・血清 CRP 値の正常化が得られてから, 2 週間以降とした.

[手術情報と周術期合併症]

結石の部位別に Table 4 にまとめた. 全 82 症例に対して合計 100 件の TUL 手術を実施した. 主な術者は 2 名で, それぞれ 75 件と 25 件を担当した. 麻酔方法は, 比較的大きな腎盂・上部尿管結石例や患者本人の希望例および腰椎麻酔の非適応例は全身麻酔を選択した. 腰椎麻酔は 67 件, 全身麻酔は 33 件であった. 手術時間 (膀胱内視鏡の挿入から尿管ステントの留置まで) は中央値 75 分 (18~238 分) であった.

周術期合併症として, 術後発熱は 5 件 (5 %) で, いずれも術前の自然尿培養が陽性, うち 2 件は多剤耐性菌であった. 尿管穿孔を 34 件目に 1 例経験した. これは男性の U1 結石の症例で, 破碎・回収後に尿管ステントを留置しようとした際にガイドワイヤーで穿孔し, 腹臥位に体位変換して腎瘻を造設した.

[治療経過と効果判定] (Fig. 1, Table 5)

全 82 症例のうち, 64 例が初回の TUL のみで治療成功した. 2 例 (2 %) は内視鏡挿入困難のために尿管ステント留置による仕切り直しを要した. 1 回目の TUL で破砕片が残った 18 例 (仕切り直し 2 例を含む) のうち, 13 例は 2 回目の TUL (セカンド TUL) で破碎を完了した. 導入当初の 3 例で SWL による追加破碎を行ったが, うち 2 例は SWL による破碎が不十分で再度 TUL を行った. 逆行性にアプローチできなかった 2 例は mini-PNL で順行性に破碎した後, 再度 TUL を追加して治療を完了した. 患者 1 人あたりの

Table 4. Operative data and perioperative complications (total 100 procedures)

最大結石の部位	R2	R3	U1	U2	U3	Total
手術件数	21	13	31	5	30	100
最大結石の長径 (mm) median [range]	13 [3-35]	13 [5-48]	8 [3-20]	11 [5-15]	7.5 [3-20]	9 [3-48]
手術時間 (分) median [range]	93 [23-160]	75 [38-238]	76 [41-182]	89 [38-127]	50.5 [18-130]	75 [18-238]
麻酔方法 腰椎/全身	12/9	5/8	20/11	5/0	25/5	67/33
合併症						
腎盂腎炎	2	1	1	0	1	5
尿管穿孔	0	0	1	0	0	1

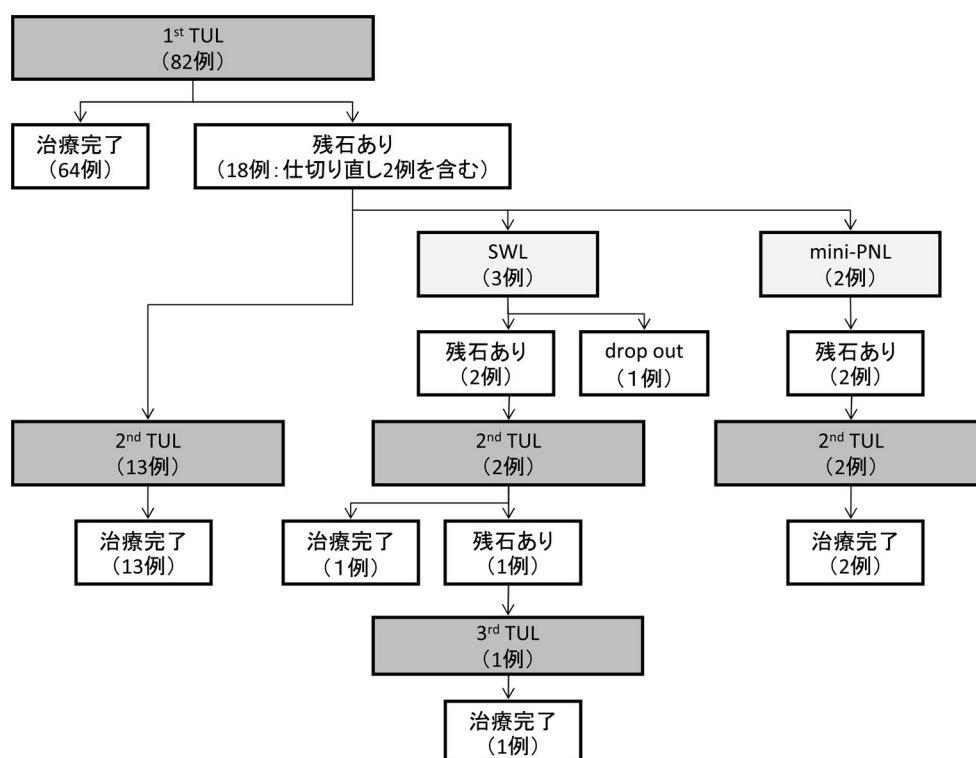


Fig. 1. Clinical courses of 82 cases.

Table 5. Clinical results

最大結石の部位	R2	R3	U1	U2	U3	Total
TUL 総回数 1/2/3 回	11/3/0	10/2/0	19/6/1	2/1/0	23/4/0	65/16/1
成功率						
最終手術直後	4/14 (29%)	4/12 (33%)	13/26 (50%)	2/3 (67%)	23/27 (85%)	46/82 (56%)
1 カ月後	10/14 (72%)	12/12 (100%)	19/26 (73%)	2/3 (67%)	25/27 (93%)	68/82 (83%)
3 カ月後	14/14 (100%)	12/12 (100%)	26/26 (100%)	3/3 (100%)	26/27 (96%)	81/82 (99%)

TUL 施行回数は、1 回が65例、2 回が16例、3 回が1 例、平均1.22回であった。

治療効果判定は、最終 TUL 手術の尿管ステントを抜去した直後および術後1 カ月、術後3 カ月で評価した。全82例の成功率はステント抜去直後で56%、1 カ月後で83%、3 カ月後で99%であった。腎盂結石症例 (R2, R3) に関しては、ステント抜去直後の成功率は低いものの、1 カ月後には R2 が72%、R3 が100%となり、最終評価ではいずれも100%に達した。中部・下部尿管症例 (U2, U3) に関しては、ステント抜去直後から83%に達しており、上部尿管症例 (U1) は腎盂結石と中部・下部尿管結石の間をとる成績であった。

唯一の不成功例 (9 件目) は下部尿管結石の長期嵌頓例で、ガイドワイヤーが結石嵌頓部を通過せず、直接硬性鏡を尿管内に挿入してトライしたが、手前の粘膜ポリープや出血によって結石を十分視認できずに破碎を断念した。そのあと複数の施設で SWL を施行したがフォローアップが途絶えた。

考 察

当院ではそれまで年間5 件程度しか TUL を行っていなかったが、2008年に f-TUL を導入して以来、2 年間で100件の r & f-TUL を施行してきた。硬性鏡のみでは、確実に破碎できる結石の位置は下部・中部尿管に限定され、さらに破砕片をプッシュアップした場合を危惧すると、積極的に TUL を行うことができなかった。しかし、軟性鏡によってすべての位置の腎盂・尿管結石へアプローチが可能となり、破碎・回収の技術が向上するにつれて、TUL の後に SWL による追加治療を他施設へ依頼することもなくなった。その結果、TUL 単独治療で94% (82例中77例) と高い成功率が得られたこと、さらに R2, R3 症例においても最終的には100%の成功率が得られたことから、当院のような SWL 装置のない施設においても、f-TUL の導入によって積極的な尿路結石治療が可能になったと言える。

尿管結石に対する SWL と TUL の治療成績を比較した最新のメタアナリシス²⁾では、中部・下部尿管結石および 10 mm 以上の上部尿管結石については TUL の無結石率が勝っており、10 mm 未満の上部尿管結

石については SWL がわずかに勝る成績が報告されている。一方、尿管損傷の合併症率は SWL が1 ~ 2 % であるのに対して TUL は3 ~ 6 % で、安全面では SWL が勝っていた。しかし、10 mm 以上の大きな結石を破碎する技術をもつ術者は、当然 10 mm 未満の結石をより安全に破碎する技術をもっているはずで、TUL において尿管結石の大きさで適応を分ける必要はないと、筆者らは考えている。Krambeck ら⁴⁾は、比較的最近の尿管鏡手術1,000件 (うち350件は軟性尿管鏡を使用) で、尿管損傷発生率は1.5%、うち尿管穿孔1.3%、尿管狭窄0.2%、尿管断裂は0 %であったと報告している。今回のわれわれの成績でも、尿管損傷は穿孔の1 例のみである。

腎盂結石に対しては、従来 SWL の治療成績が TUL よりも勝るとされていたが、2005年に Pearle ら⁵⁾は 1 cm 未満の下腎杯結石に対する f-TUL と SWL を比較したランダム化試験を行い、両者の無結石率に有意な差はなかったことを報告している。さらに2005年以降、内視鏡機器ならびにバスケットカテーテルや尿管アクセスシースなどの関連器材の急速な進歩によって、f-TUL の治療成績と安全性は年々改善しており^{6,7)}、SWL を凌駕する治療手段になりつつある。

今回の対象82症例において、両側結石は10例あり、そのうち7 例は一次的に破碎し、いずれも合併症は起きなかった。一次的に行うかどうかの判断基準として、当院では全体の手術時間の目安を2 時間とし、片方の破碎に時間を要した場合あるいは強固な impacted stone で尿管粘膜の損傷を避け難い場合などは、無理せず二次的に行うことを基本方針としている。Hollenbeck ら⁸⁾は、両側結石に対する二次的 TUL の累積合併症率と一次的 TUL の合併症率はほぼ同等であったと報告している。術者の技量に応じて無理のない範囲で行えば、両側結石に対する一次的 TUL は容認されるものと考えられる。

さらに最大長径が 2 cm 以上 (複数結石の場合は長径の総和) の腎盂結石は82症例中12例あり、そのうち8 例 (67%) は1 回の TUL で、4 例 (33%) はセカンド TUL で破碎を完了した。2 cm 以上の腎盂結石に対する f-TUL 単独治療に関する最近の報告^{9,10)}では、いずれも必要に応じてセカンド TUL を追加することによって良好な治療成績が得られたとしている。当院

でも, 部分サンゴ状結石までは f-TUL 単独で治療可能と考えている. f-TUL にするか PNL にするかという明確な基準を定めるのは難しいが, 一時的とはいえ仕事をもつ患者の腎癭への抵抗感は強く, 入院期間も長くなることが, PNL を選択するにあたって不利となっている. ただし, 最近は miniperc あるいは mini-PNL と称する小さな腎癭拡張径による PNL が可能となり¹¹⁾, その合併症率も減少している. さらに仰臥位と碎石位を組み合わせた体位 (Galdakao-modified Valdivia position) あるいは開脚腹臥位で PNL と f-TUL を同時に行う方法も報告されており^{12,13)}, 今後はサンゴ状結石の治療戦略も変わっていくと予想する.

保険診療上の算定方法に関して, SWL と TUL を比較すると¹⁴⁾, SWL は K768 体外衝撃波腎・尿管結石破碎術 (一連につき) 19,300点で, 消耗性電極を使用した場合3,000点が加算される (K938). ただし, 同じ対象結石に対して複数回 SWL を施行しても, 1回のみしか保険請求できない. さらに SWL によって所期の目的が達成されず, 他の手術手技を行った場合の費用も, 所定点数に含まれ別に算定できない. 一方, TUL は K781 経尿道的尿管結石除去術14,800点で, 複数回の算出が容認されており, また特定診療材料としてバスケットカテーテル, 尿管アクセス (ダイレーター) シース (ただし現時点では Cook 社製のみ), 尿管ステントセットの償還が可能である. DPC 下でも, 手術材料, 麻酔, 薬剤については出来高分として算出可能であることは言うまでもない. 前述のように複数の手技を組み合わせた結石治療が必要な場合, 併算定が可能であることが望まれる.

このように r & f-TUL はすべての腎・尿管結石に対する第1選択治療の1つとなり, 麻酔方法を工夫すれば TUL のデイスージェリーも可能であろう. しかし SWL には「無麻酔」「外来治療可能」という最大の利点があるので, われわれは結石破碎が必要と判断した際には, 患者に必ず SWL の選択肢も提示している. 結石の位置や大きさだけでなく, 年齢や性別, 合併症リスク, さらに職業など社会的条件も配慮して, 個々の症例にあった最適な治療の選択がなされるように心がけている.

結 語

r & f-TUL 100件82例の治療成績について報告した. TUL 単独治療による成功率は94%, さらに mini-PNL と組み合わせた内視鏡的治療のみでの成功率は96%であり, もはや SWL 装置は腎・尿管結石治療に必須の機器ではなくなったと言える. 現在, 腎・尿管結石の治療は世界的な変遷期にある. SWL が広く普及している日本においても, TUL を積極的に行う施

設が増えている. しかし, TUL は未熟な術者が行えば満足な治療成績は得られないどころか, 重篤な合併症を起こす可能性のある手術でもある. 今後, 系統的なトレーニングシステムを確立することが重要である.

文 献

- 1) Yasui T, Iguchi M, Suzuki S, et al.: Prevalence and epidemiological characteristics of urolithiasis in Japan: national trends between 1965 and 2005. *Urology* **71**: 209-213, 2008
- 2) Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, et al.: Guideline for the management of ureteral calculi. *J Urol* **178**: 2418-2434, 2007
- 3) 日本 Endourology・SWL 学会尿路結石内視鏡治療標準化委員会: 上部尿路結石内視鏡治療マニュアル. インターメディカ, 東京, 2007
- 4) Krambeck AE, Murat FJ, Gettman MT, et al.: The evolution of ureteroscopy: a modern single-institution series. *Mayo Clin Proc* **81**: 468-473, 2006
- 5) Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, et al.: Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J Urol* **173**: 2005-2009, 2005
- 6) Breda A, Ogunyemi O, Leppert JT, et al.: Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for multiple unilateral intrarenal stones. *Eur Urol* **55**: 1190-1196, 2009
- 7) Irwin BH and Desai M: Ureteroscopic superiority to extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of small-to-medium-sized intrarenal non-staghorn calculi. *Urology* **74**: 256-258, 2009
- 8) Hollenbeck BK, Schuster TG, Faerber GJ, et al.: Safety and efficacy of same-session bilateral ureteroscopy. *J Endourol* **17**: 881-885, 2003
- 9) Ricchiuti DJ, Smaldone MC, Jacobs BL, et al.: Staged retrograde endoscopic lithotripsy as alternative to PCNL in select patients with large renal calculi. *J Endourol* **21**: 1421-1424, 2007
- 10) Riley JM, Stearman L and Troxel S: Retrograde ureteroscopy for renal stones larger than 2.5 cm. *J Endourol* **23**: 1395-1398, 2009
- 11) Jackmann SV, Docimo SG, Cadeddu JA, et al.: The "miniperc" technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* **16**: 371-374, 1998
- 12) Ibarluzea G, Scoffone CM, Cracco CM, et al.: Supine Valdivia and modified lithotomy position for simultaneous antegrade and retrograde endourological access. *BJU Int* **100**: 233-236, 2007
- 13) Scoffone CM, Cracco CM, Cossu M, et al.: Endoscopic combined intrarenal surgery in Galdakao-modified supine Valdivia position: a new standard for percutaneous nephrolithotomy? *Eur Urol* **54**: 1393-1403, 2008

- 14) 辻井俊彦, 高沢亮治, 北山沙知: 保険請求に必要な知識—手術—. 泌尿器外科 **23**: 899-905, 2010

(Received on January 12, 2011)
(Accepted on April 11, 2011)