

体外衝撃波碎石術後の Stone street 発生症例における 尿管ステントの有用性について

加藤 祐司, 山口 聡, 堀 淳一
奥山 光彦, 金子 茂男, 八竹 直

旭川医科大学泌尿器科

UTILITY OF URETERAL STENT FOR STONE STREET AFTER EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY

Yuji KATO, Satoshi YAMAGUCHI, Jun-ichi HORI,
Mitsuhiko OKUYAMA, Shigeo KANEKO and Sunao YACHIKU
The Department of Urology, Asahikawa Medical College

We reviewed the records of the 530 patients with urinary stones (renal stones : 243 ; ureter stones 287) who received extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) (MFL5000 ; Dornier), from January 1995 to July 2002, retrospectively and determined whether the ureteral stent affected the incidence rate of stone street (SS). We also assessed the effect of ureteral stent on the subsequent management for SS.

Forty patients (7.5%) developed SS. Twenty patients were inserted a ureteral stent prior to ESWL (stent group), and 20 patients were performed ESWL without a ureteral stent (*in situ* group). In the stent group, the most common (80.0%) location for SS was in the upper third ureter, while in the *in situ* group, SS mostly developed in the distal third ureter (60.0%). The incidence of SS did not differ significantly between the two groups when the size of renal and ureter stones was below 30 and 20 mm, respectively. When the renal stones were larger than above 30 mm, the incidence of SS in the stent group was significantly higher than that in the *in situ* group. SS disappeared spontaneously with stone passage in 10 of the patients in *in situ* group, but in only 1 patient in the stent group. In the stent group, 15 patients were treated for SS by removal of ureteral stent regardless of stone diameter.

We conclude that ESWL should be performed without a ureteral stent when the stone diameter is below 20 mm. When the ureteral stent is thought to interfere with the delivery of stone fragments, the decision to remove it should be made as soon as possible.

(Hinyokika Kiyo 51 : 309-314, 2005)

Key words : Stone street, Ureteral stent, ESWL

緒 言

Stone street (steinstrasse ; 以下 SS) は体外衝撃波碎石術 (以下 ESWL) による碎石片が尿管内に集積し膀胱へ流出しない状態である¹⁾。その発生頻度は4~8%程度と報告されており²⁾, ESWL 後の合併症の中では高頻度なものである。SS は ESWL 施行後24~48時間以内に発生することが多く, 大部分は自然に解消し, 臨床的に問題となることは少ない³⁾。しかし尿管閉塞による疼痛や閉塞性腎盂腎炎を惹起する危険性があり, 無症状のまま SS が長期間尿管内に停滞し, 不可逆性の腎機能喪失に陥った症例も報告されている⁴⁾。SS はサンゴ状結石などの大結石で発生しやすく⁵⁾, 大きさが 20 mm を越えると発生のリスクが高くなる⁶⁾。SS 予防や SS 発生後の尿管閉塞症状を回避する目的で ESWL 施行前の尿管ステント (以下ステント) 留置が推奨されている。しかし結

石サイズに関してステントの留置基準は明確ではなく, SS 予防を目的としたステント留置に対しては, いまだに議論が分かれている⁷⁻¹²⁾。

そこでわれわれは ESWL 施行後に SS を発生した症例を対象とし, ステント留置の有用性について retrospective に検討したので報告する。

対 象 と 方 法

1995年1月から2002年7月までの間に当科において ESWL (Dornier MFL5000) を施行した上部尿路結石症患者を対象とした。診療録およびX線写真を retrospective に解析し SS 発生症例を集計した。Pure な尿酸結石などのX線透過性結石, シスチン結石および感染結石症例, 単腎症例 (萎縮腎などの機能的単腎症例を含む) に加え, ESWL 施行前に経尿道的尿管碎石術 (以下 TUL), 経皮的腎碎石術 (以下 PNL) および経皮的腎瘻造設術 (以下 PNS) を施行した症例は除

外した。

ESWLの方法は、施行30分前にジクロフェナク坐剤またはペンタゾシンの筋注を使用し、患者が耐えうる最大の衝撃波パワーで施行した。1回の治療につき2,000~2,500発を上限とし、治療後の評価は翌日と1週間後のKUBで判定した。再ESWLを施行する場合には少なくとも1週間以上の間隔を設けた。ESWL施行前のステント留置の基準は、痙攣発作や閉塞性腎盂腎炎などでドレナージが必要な場合には結石サイズを考慮せずに留置し、それ以外では原則として15~20 mm以上の結石に対し留置する方針であったが、主治医の判断でこの基準から逸脱する症例も存在した。ステントは患者の体型を考慮しおもに6 Fr, 26 cmまたは28 cmの側孔のあるタイプのdouble pigtail catheterを留置した。ステントは1995年から2001年まではC-flex製、Sof-flex製またはblack silicone製(Cook Urological社)を2001年以降はPercuflex製(Boston Scientific社)のものを使用した。

SSの定義は、①ESWL終了後に尿管のいずれかの部位に長さ10 mm以上の碎石片の集積がKUBで確認され、その碎石片が少なくとも1週間以上同部位に残存していたもの、または、②1週間以内であってもSSによる尿管閉塞症状(疼痛、発熱など)のために何らかの外科的処置を要したものとした。SS発生例では、膿尿・発熱などの有無にかかわらず予防的抗生剤(内服または点滴)の投与を行った。

結石部位の記載に関してはEndourology, ESWLによる結石治療の評価基準¹³⁾に従った。統計学的解析手法はコンピュータソフトウェア(Stat View 5.0 for Windows)でWilcoxon T test またはMann Whitney U testを用い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

結 果

対象者530例(腎結石243例, 尿管結石287例)のうちSSの発生を40例(7.5%)に認めた。事前のステント留置は147例に対し施行された。留置の理由は結石サイズを考慮した症例が最も多く(38.1%), 水腎症の改善, 閉塞性腎盂腎炎の治療の一環として留置した症例がそれぞれ約20%を占めた(Table 1)。SS発生例の結石成分分析の内訳は、シュウ酸カルシウム(CaOx)とリン酸カルシウム(CaP)の混合結石が27例(13.6%)と最多で、CaOx 7例, CaP 5例, 不明1例であった(Table 2)。

SS発生例のうちESWL施行前にステントを留置した群(以下stent群)と非留置群(以下in situ群)はそれぞれ20例であった。SS発生率はstent群13.6%, in situ群5.2%であり、stent群の方が有意に高い発生率であった。SS発生部位はstent群はU1に多く(80.0%), in situ群ではU3に多く発生する傾向を認

Table 1. Reasons for indwelling ureteral stent

Reason	n (%)
Large stone burden	56 (38.1)
Hydronephrosis	32 (21.8)
Pyelonephritis	31 (21.1)
Renal colic	28 (19.0)

Table 2. Stone analysis in patients with stone street

Composition	Stone street (%)	Total
CaOx+CaP	27 (13.6)	198
CaOx	7 (5.8)	120
CaP	5 (17.2)	29
CaOx+UA	0 (0)	9
Unknown	1 (0.6)	174

CaOx: calcium oxalate; CaP: calcium phosphate; UA: uric acid

Table 3. Position of stone street

Position	In situ (%)	Stent (%)
Upper	6 (30.0)	16 (80.0)
Middle	1 (5.0)	0
Lower	12 (60.0)	3 (15.0)
Upper and lower	1 (5.0)	1 (5.0)

めた(60.0%) (Table 3)。

SS発生例を腎結石症例と尿管結石症例に分けた場合、腎結石症例は28例(SS発生率11.3%), 尿管結石症例は12例(同4.2%)であった。結石部位別のSS発生率の内訳を示す(Fig. 1)。腎結石症例では結石サイズはin situ群に比べてstent群で有意に大きく(35.1 vs 22.3 mm), SSの長さもstent群51.6 mm, in situ群30.5 mmでstent群が有意に長かった(Table 4)。一方尿管結石症例では2群間で結石サイズ, SSの長さ

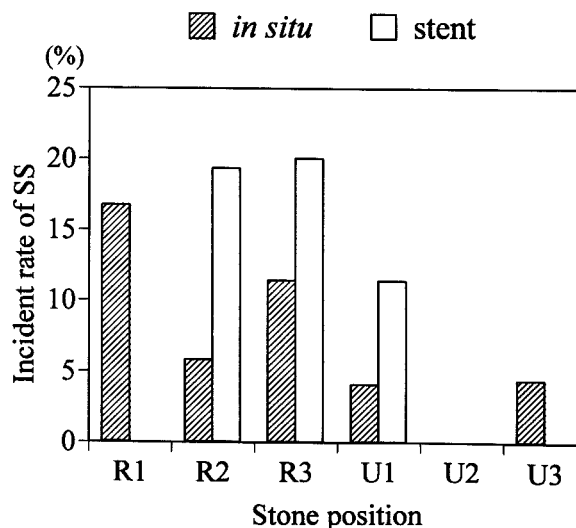


Fig. 1. Stone positions before ESWL and incidence rates of stone street.

Table 4. The characteristics of patients with stone street after ESWL (renal stones)

	<i>In situ</i>	Stent	Total	
Number of patients	12	16	28	
Age (years)	44.8±4.3	55.9±2.8	51.1±2.6	<0.05*
Body mass index (Kg/m ²)	24.8±1.1	23.2±0.65	23.8±0.61	NS
Delivery number of shock wave	3,561.8±489.6	3,706.6±651.8	3,644.5±420.6	NS
Stone size (mm)	22.3±3.8	35.1±3.9	29.6±2.9	<0.05*
Length of stone street (mm)	30.5±4.3	51.6±9.9	42.6±6.2	<0.05*

Mean±SEM *: *in situ* vs stent (Mann-Whitney U test); NS: no significant difference

Table 5. The characteristics of patients with stone street after ESWL (ureter stones)

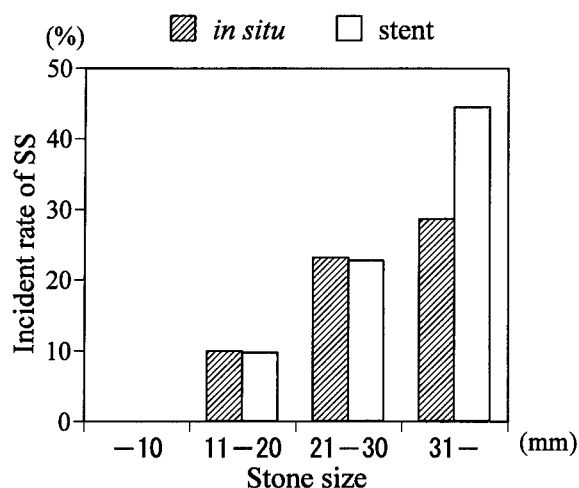
	<i>In situ</i>	Stent	Total	
Number of patients	8	4	12	
Age (years)	58.1±4.3	68.0±6.4	61.4±3.7	NS
Body mass index (kg/m ²)	24.5±1.1	26.1±2.1	25.0±0.98	NS
Delivery number of shock wave	3,516.3±507.7	2,298.8±122.8	3,110.4±375.1	NS
Stone size (mm)	16.2±1.9	15.4±4.6	15.9±1.5	NS
Length of stone street (mm)	22.3±4.4	28.8±9.4	24.4±3.3	NS

Mean±SEM NS: no significant difference (Mann-Whitney U test)

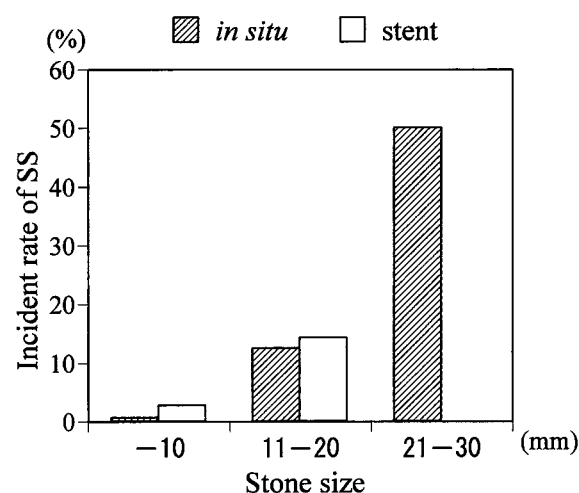
に有意差を認めなかった (Table 5).

SS 発生例を結石サイズ別に分けて検討すると, 腎結石症例では SS 発生率は 30 mm 以下の症例では 2 群ともほぼ同程度であったが, 31 mm 以上では stent 群の方が高い発生率であった (Fig. 2). 31 mm 以上の結石の平均径は *in situ* 群 39.2 mm, stent 群 47.7 mm と stent 群の方が有意に大きかった ($p<0.01$). 尿管結石症例では結石サイズが 20 mm 以下の場合, 2 群ともほぼ同じ SS 発生率であったが, 21~30 mm では stent 群に SS の発生を認めず, *in situ* 群で 50% と高い発生率であった (Fig. 3). 30 mm 以上の尿管結石症例はいなかった.

Renal stones

**Fig. 2.** The incidence rates of stone street in the *in situ* and stent group (renal stones).

Ureter stones

**Fig. 3.** The incidence rates of stone street in the *in situ* and stent group (ureter stones).

血清クレアチニン値 (以下 s-Cr) は ESWL 治療前と SS の発生後に最も上昇した時の値を比較した. 腎結石症例では 2 群とも SS 発生後に s-Cr は有意に増加したが, SS 発生後の s-Cr は *in situ* 群で有意に stent 群よりも高値であった (Fig. 4). 一方尿管結石症例では 2 群とも SS 発生前後の s-Cr には有意差を認めなかった.

SS に対する結石サイズ別の治療法の内訳を示す (Fig. 5). *In situ* 群では経過観察中に自然解消した症例が 10 名と最多であったが, 外科的処置としてステント留置や TUL を必要とした症例も 7 例 (35%) 存在した. これら 7 例中 5 例は結石サイズが 21 mm 以上

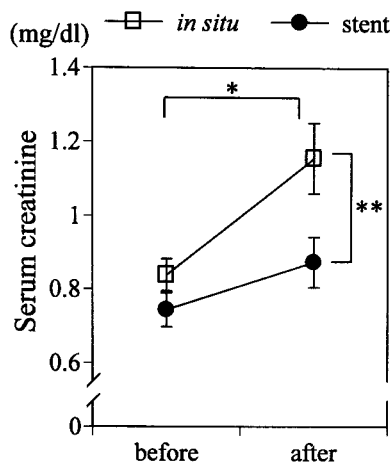


Fig. 4. Changes in serum creatinine concentration before and after development of stone street (renal stones) (Mean $\pm$ SEM; *: $p < 0.01$ Wilcoxon T test; **: $p < 0.01$ Mann-Whitney U test).

の症例であった。一方, stent 群では SS が自然解消した症例は 1 例だけであり, 結石サイズに関係なくステント抜去を契機に SS が解消した症例が 15 例と最多であった。TUL を必要とした症例は 2 例であった。

SS 発生後に水腎症の出現または増悪を認めた症例は *in situ* 群 11 例, stent 群 15 例であった。また SS 発生後に腰背部痛の出現または増悪を認めた症例は *in situ* 群 14 例, stent 群 10 例であった。閉塞性腎盂腎炎が疑われた症例は *in situ* 群 4 例, stent 群 2 例であった。*In situ* 群の 4 例中 1 例は保存的治療で改善したが, 3 例はステント留置または TUL を要した。一方, stent 群は 2 例とも ESWL を施行後, ステントを抜去して症状は改善した。SS 発生後に PNS を要した症例はなかった。

考 察

SS は ESWL 後の合併症としては高頻度なものの 1 つであり, SS の予防と発生した SS への対処が ESWL 治療の成否を握っていると言っても過言ではない。

SS 発生の予防を目的としたステント留置はいわゆる“大きな結石”に対し経験的に選択されるが, 結石サイズに関する留置基準は本邦では明確に提唱されていない¹⁴⁾ 当科においてもサイズによる留置基準は厳格なものではなく, 10 mm 台で無症状の腎結石症例に対しても留置することが稀ではなかった。しかし米国泌尿器科学会会員に対するアンケート調査でも 10 mm の腎結石に対し 25.3% の会員がステントを留置すると回答しており決して少ない数字ではない¹⁵⁾ このような不必要と思われるステントをあえて留置する要因としては, 治療者がステントを尿管閉塞症状を回避するための“保険”として捉えているためと考えられる¹⁶⁾ しかしステント留置および抜去は無侵襲操作ではなく, 留置中の膀胱刺激症状の出現は患者の QOL を損なう可能性がある。また結石患者では長期間の留置によりステントに結石が付着し, 抜去に難渋することも時に経験する。以上から不必要なステント留置を回避するために ESWL 施行時のステント留置の有用性とその限界を明確にすることは重要であると考え, retrospective に検討した。

本検討での全症例中の SS 発生率は 7.5% であり, 過去の報告とほぼ同程度であった²⁾ これを *in situ* 群と stent 群に分けた場合, 発生率はそれぞれ 5.2, 13.6% と stent 群に有意に多かった。この発生率の差は stent 群で結石サイズが有意に大きいことが原因であると考えられるため, サイズ別に SS 発生率を検討したところ腎結石では 30 mm 以下, 尿管結石では 20 mm 以下の症例においては *in situ* および stent の 2 群間で発生率に差を認めなかったが, 腎結石で 31 mm 以上の場合, stent 群で発生率が高かった。一方 21~30 mm の尿管結石では *in situ* 群で発生率が高かったが, stent 群には SS の発生を認めなかった。同じ結石サイズ (21~30 mm) にある腎と尿管結石症例で SS の発生状況に差が生じた理由は不明である。この結石サイズで結石部位を区別しない場合, SS 発生率は stent 群 17.2%, *in situ* 群 29.4% であった。以上の結果から SS 予防を目

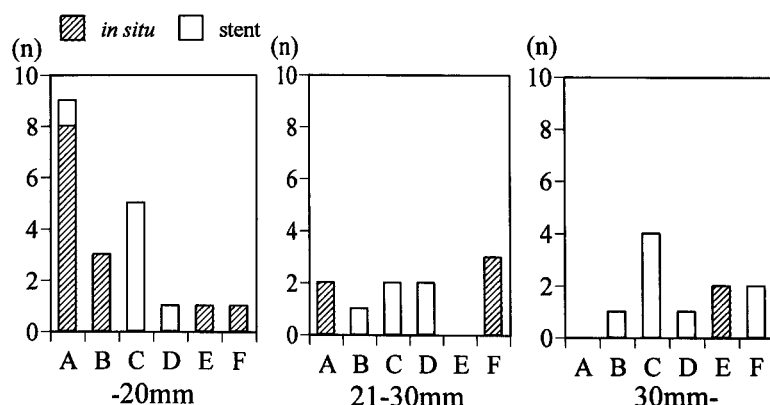


Fig. 5. Treatment for stone street. A: Spontaneous passage; B: ESWL; C: ESWL + stent removal; D: Stent removal; E: Stent insertion; F: TUL.

的とした場合, 20 mm 以下に対するステント留置の意義は乏しく, *in situ* での治療が望ましいと考えられる. 一方 21~30 mm の結石については議論の余地はあるが, ステントは SS の発生を抑制する可能性があると考えられる. 本検討とはほぼ同じ手法の retrospective な検討¹⁷⁾でも, 20 mm 以上の結石に対してステントは有用であったと報告されている. 一方, 31 mm 以上の腎結石症例において *in situ* 群より stent 群に SS 発生が高率に認められた理由は, stent 群の平均結石径が大きいことが原因であると考えられた. 大結石に対するステントの SS 予防効果については否定的見解が多く^{12,18)}, このような症例ではステント併用の ESWL だけでは治療効果に限界があり, PNL を組み合わせることが推奨されている¹⁴⁾.

SS は無処置でも自然解消する症例が多く, Kim ら²⁾は63.6%が自然解消したと報告している. 自然解消しない SS に対する積極的治療として ESWL²⁾, TUL, 尿管口切開^{19,20)}, ステント留置, PNS³⁾ などが選択される. Weinerth ら²¹⁾は SS 治療の strategy として, ①無症状例においては短期間の経過観察で解消しない症例に対し TUL を施行する, ②有症状例ではまず PNS によるドレナージと抗生剤投与により保存的に経過観察し, 解消しない場合に TUL を施行するべきであると提唱している. 以前は SS に対する TUL は尿管壁の脆弱化による穿孔の危険性が指摘されたが, 細径尿管鏡とホルミウムレーザーの使用により, 治療は比較的容易になったと考えられる. 本検討では *in situ* 群のうち 20 mm 以下の結石では自然解消する症例が61.5%と最多であったが, 21 mm 以上では stent 群よりも TUL ステント留置を要した症例は多い傾向を認めた. 以上の結果からも 20 mm 以下の結石ではステント留置の意義は乏しいと思われる. 一方, stent 群は自然解消する症例は 1 例と非常に少なく, サイズに関係なくステント抜去または SS に対する ESWL 後にステントを抜去することにより解消した症例が15例と最多であった. ステントはその径の分だけ尿管内腔を占拠するため, 碎石片の流出を妨げることにによりステント自体が SS の発生・維持に関与すると考えられる. さらに本検討で SS 発生部位が *in situ* 群は U3 に多く, stent 群は U1 に多いという明らかな相違を認めたこともこれを裏付けている. したがってステント留置中に SS が発生した症例で自然解消しない場合には, ステントを抜去することも SS 治療の選択肢になるとと思われる.

無症状の SS 症例に対する経過観察期間は過去の報告では約 3 週間から 3 カ月間と幅が広い^{6,9,12)} 当科の場合, 遠隔地からの入院治療例が多く, 結石治療が終了するまで入院加療する症例がほとんどである. したがって比較的短期間 (約 1 週~10日間) で SS が解

消するかを判断し, 解消しなかった症例に対しては積極的治療を選択する傾向にあった. このように観察期間は各施設の地理的条件や使用可能な碎石装置などにも影響を受けると考えられる. 本検討で明らかになったように, SS 発生後の水腎症・腰背部痛の出現といった自覚的および他覚的な尿管閉塞症状の予防・回避にステントは必ずしも有用ではなかった. また *in situ* 群 (腎結石症例) で SS 発生後の s-Cr 値は stent 群よりも有意に高値であった. したがって SS を長期間放置した場合, 不可逆性の腎機能障害に陥る可能性があり, 水腎症の程度, s-Cr 値の変動を考慮しながら少なくとも 1 カ月を目途に SS に対し積極的治療を選択するのが良いと思われる.

以上より結論として 20 mm 以下の無症状の結石は *in situ* で治療することが望ましいと考えられる. またステント留置中の SS 発生例に対しては, ステントの抜去が治療の選択肢の 1 つとなり得ると思われる. なお本検討は小規模の retrospective study であり, ステントの留置基準も厳密なものではなかったという欠点があることは否めない. 将来, 本邦においてもステントの留置基準に関する prospective な検討が必要であると考えられる.

本論文の要旨は第92回日本泌尿器科学会総会 (大阪) に於いて発表した.

文 献

- 1) Coptcoat MJ, Webb D, Kellett MJ, et al.: The complications of extracorporeal shock wave lithotripsy: management and prevention. *Br J Urol* **58**: 578-580, 1986
- 2) Kim SC, Oh CH, Moon YT, et al.: Treatment of steinstrasse with repeat extracorporeal shock wave lithotripsy: experience with piezoelectric lithotriptor. *J Urol* **145**: 489-491, 1991
- 3) Coptcoat MJ, Webb DR, Kellett MJ, et al.: The steinstrasse: a legacy of extracorporeal lithotripsy? *Eur Urol* **14**: 93-95, 1988
- 4) Hardy MR and McLeod DG: Silent renal obstruction with severe functional loss after extracorporeal shock wave lithotripsy: a report of 2 cases. *J Urol* **137**: 91-92, 1987
- 5) Drach GW, Dretler S, Fair W, et al.: Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* **135**: 1127-1133, 1986
- 6) Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, et al.: Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *J Urol* **167**: 1239-1242, 2002
- 7) Bregg K and Riehle RA Jr: Morbidity associated with indwelling internal ureteral stents after shock wave lithotripsy. *J Urol* **141**: 510-512, 1989

- 8) Libby JM, Meacham RB and Griffith DP: The role of silicone ureteral stents in extracorporeal shock wave lithotripsy of large renal calculi. *J Urol* **139**: 15-17, 1988
 - 9) Sayed MAB, El-Taher AM, Aboul-Ella HA, et al.: Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU Int* **88**: 675-678, 2001
 - 10) Preminger GM, Kettelhut MC, Elkins SL, et al.: Ureteral stenting during extracorporeal shock wave lithotripsy: help or hindrance? *J Urol* **142**: 32-36, 1989
 - 11) Pryor JL and Jenkins AD: Use of double-pigtail stents in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* **143**: 475-478, 1990
 - 12) Al-Awadi KA, Abdul Halim H, Kehinde EO, et al.: Steinstrasse: a comparison of incidence with and without J stenting and the effect of J stenting on subsequent management. *BJU Int* **84**: 618-621, 1999
 - 13) 園田孝夫: Endourology, ESWL による結石治療の評価基準. *日泌尿会誌* **80**: 505-506, 1989
 - 14) 日本泌尿器科学会, 日本 Endourology ESWL 学会, 日本尿路結石症学会編: 尿路結石症診療ガイドライン, 第1版, 金原出版, 東京, 2002
 - 15) Hollowell CMP, Patel RV, Bales GT, et al.: Internet and postal survey of endourologic practice patterns among American urologists. *J Urol* **163**: 1779-1782, 2000
 - 16) 荒川 孝: 尿管ステント留置について: 腎結石の ESWL. *Urol View* **1**: 78-83, 2003
 - 17) Sulaiman MN, Buchholz NP and Clark PB: The role of ureteral stent placement in the prevention of steinstrasse. *J Endourol* **13**: 151-155, 1999
 - 18) Bierkens AF, Hendriks AJM, Lemmens WAJ, et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy for large renal calculi: the role of ureteral stents. a randomized trial. *J Urol* **145**: 699-702, 1991
 - 19) Sigman M, Laudone V and Jenkins AD: Ureteral meatotomy as a treatment of steinstrasse following extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Endourol* **2**: 41-45, 1988
 - 20) 上村博司, 公平昭男, 絵鳩哲哉: ESWL 治療後の stone street に対する尿管口切開術の有用性について. *泌尿器外科* **5**: 319-322, 1992
 - 21) Weinerth JL, Flatt JA and Carson CC III: Lessons learned in patients with large steinstrasse. *J Urol* **142**: 1425-1427, 1989
- (Received on October 14, 2004)
(Accepted on February 3, 2005)

Editorial comment

2002年末に「尿路結石診療ガイドライン」が日本泌尿器科学会など3学会共同で刊行された。作成中、問題になったことの1つに、わが国における尿路結石に関する臨床データが少ないことがあった。ESWL時に尿管ステントを併用することの有用性を調べた原著論文も同様に少なかった。しかも本論文や「尿路結石診療ガイドライン」の参考文献からも判るように、尿管ステントの報告の大半は1990年前後のものである。当時の報告や個々の医師の経験をもとに、私達は大きい結石に対する ESWL において尿管ステントを併用し

てきたが、尿管ステントを留置する基準は、ESWL導入後20年を経た現在でも確立されていない。

尿管ステントの有用性を検討した本論文は、国内外を含めて久しぶりの報告で、有意義な臨床研究である。これからは、学会主導や多施設共同研究で、prospective study を相当数の症例で行う必要があると、思い起こさせた論文であった。

名古屋市立大学大学院医学研究科
腎・泌尿器科学 郡 健二郎