

脊髄損傷患者に対する体外衝撃波結石破碎術 (ESWL) の 問題点：特に自律神経過反射について

埼玉医科大学総合医療センター泌尿器科 (主任：斉藤 博教授)

小林 信幸, 吉田 謙一郎, 内島 豊, 竹内 信一
遠坂 顕, 斉藤 博

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY ON PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY WITH SPECIAL REFERENCE TO AUTONOMIC HYPERREFLEXIA

Nobuyuki Kobayashi, Ken-ichiro Yoshida, Yutaka Uchijima,
Shin-ichi Takeuchi, Akira Tosaka and Hiroshi Saitoh

From the Department of Urology, Saitama Medical Center, Saitama Medical School

We performed treatment of urolithiasis on 7 patients with spinal cord injury (6 males and one female, with a mean age of 41 years old) by extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) using a Lithostar (Siemens). The level of injury was cervical in 3 patients and lower thoracic in 4. The treated stones were renal in 6 patients, including one staghorn calculus, ureteral in 2, and bladder stones in 2 patients. ESWL was performed under general anesthesia in 2 patients, and in another patient, epidural anaesthesia was employed in the first several sessions, but thereafter treatment was safely continued with no anesthesia. The other 4 patients were treated without anesthesia. In most patients, the stones (9 stones in 6 cases) were easily disintegrated after treatment of from one to 14 sessions, except one case of staghorn calculus, and the clearance of fragments was also satisfactory. In one patient, hypertension and bradycardia due to autonomic hyperreflexia were observed during ESWL, and the treatment was discontinued, but the stone was successfully disintegrated and the fragments were voided. In another patient, autonomic hyperreflexia was observed while the fragments passed through the ureter, although no signs of this reflexia were seen during the ESWL procedure.

(Acta Urol. Jpn. 41: 107-111, 1995)

Key words: ESWL, Spinal cord injury, Autonomic hyperreflexia

緒 言 症 例

尿路結石に対する体外衝撃波結石破碎術 (ESWL) は少ない侵襲と高い治療効果に加え、その安全性により本邦において広く施行されている治療法である。かかる ESWL の特徴は、尿路結石の発症率が高く¹⁻⁴⁾手術的処置が困難である脊髄損傷患者にとっても好ましい治療法であるが、合併症として高血圧や徐脈をとる自律神経過反射あるいは痙攣性不随意運動などの問題点も指摘されている^{5,6)}。今回われわれは尿路結石を有する脊髄損傷患者 7 例に対し ESWL を施行したので、各症例の治療経過および問題点につき報告するとともに、合併症に対する対策についても検討したので報告する。

症例の概要を Table 1 に示す。男性 6 例、女性 1 例で、年齢は 17 歳から 56 歳、平均 41.0 歳であった。脊髄損傷の原因として、交通事故を含む外傷が 5 例、椎間板ヘルニア術後合併症および先天性脊椎変形が各 1 例であった。損傷レベルは、第 4 から 6 にかけての頸髄損傷が 3 例、第 10 から 12 にかけての胸髄の障害が 4 例であった。尿路結石の既往歴は 2 例にみられ、症例 2 では 6 年前より膀胱結石の再発を繰り返しており、膀胱瘻より抽石術を数回受けていた。また症例 5 は、5 年前より両側の腎尿管結石に対し延べ 3 回にわたる尿管切石術に加え経皮的腎結石超音波碎石術を受けていた。脊髄損傷から結石発症 (発見) までの期間は 1

Table 1. 対象症例

症例	年齢・性別	障害レベル	受症原因	受症から結石発症までの期間	排尿状態	尿沈渣白血球	尿細菌培養
1	17 男	C4-5	交通事故	1年3カ月	留置カテ	卅	<i>F. odoratum</i> 5×10^4 /ml
2	54 男	Th 11	椎間板ヘルニア手術	21年	反射性失禁	卅	<i>S. aureus</i> $> 10^5$ /ml
3	51 男	C6	プール跳び込み事故	21年	留置カテ	卅	<i>P. mirabilis</i> $> 10^5$ /ml <i>β-Streptococcus</i> $> 10^5$ /ml
4	56 女	Th 10	先天性亀背	49年	膀胱瘻	+	<i>P. aeruginosa</i> $> 10^5$ /ml
5	29 男	Th 12	交通事故	1年11カ月	自己導尿	±	<i>E. faecalis</i> 3×10^4 /ml <i>A. baumannii</i> 5×10^4 /ml
6	55 男	Th 12	鉄骨の下敷	1年4カ月	自己導尿	卅	<i>S. aureus</i> 3×10^4 /ml
7	27 男	C6	交通事故	8年11カ月	反射性失禁	卅	<i>Enterococcus sp</i> $> 10^5$ /ml <i>P. mirabilis</i> $> 10^5$ /ml

年3月から49年で、中央値は8年11カ月であった。排尿についてみると、尿道あるいは膀胱瘻にカテーテルを留置したものが3例みられ、2例は自己導尿、残る2例は排尿筋過反射による尿失禁のための収尿袋を装着していた。治療前の尿検査では全例に膿尿が認められた、尿細菌培養では、グラム陰性桿菌として、*P. mirabilis*, *P. aeruginosa* のほか、*F. odoratum* が、また球菌として、*S. aureus*, *E. faecalis*, *Enterococcus sp.*, *β-Streptococcus*, *A. baumannii* が同定された。

対象結石を Table 2 に示す。多発結石や比較的大きな結石が多くみられた。症例3は両側珊瑚状結石であった。治療対象とした結石は部位別にみれば11単位であり、この中には3例の膀胱結石が含まれていた。破碎後には採取した結石の分析結果は、磷酸アンモニウムマグネシウムと磷酸カルシウムあるいは炭酸カルシウムとの混合結石が3例、磷酸カルシウムと炭酸カルシウムの混合結石が2例、炭酸カルシウムが1例であった。

方 法

Table 3 に破碎法の概要を示す。

1) 機種および衝撃波数

Siemens 社製 Lithostar により碎石を行った。最大焦点圧は通常 350 barで行ったが、症例により多少増減した。単位結石当り施行回数は1回から14回、平均3.6回で、衝撃波数は2,000発から41,200発、平均12,800発であった。

2) 麻酔・体位・呼吸同期

症例1, 2, 3の3例は麻酔下で ESWL を行い、残る4例は無麻酔にて行った。症例1は、当初は硬膜外麻酔下にて ESWL を行っていたが、無麻酔にて行っても特別な問題がないことが確認されたため、その後は無麻酔にて行った。症例2では、痙性によるクロームスが著明で ESWL 施行中静止を保つことが不可

Table 2. 対象結石

症例	部位*	数	大きさ** (mm)	成分分析***
1	rR2 lR2	1 2	19×13 28×13	MAP 82%, CaP 18%
2	lR2	1	25×11	MAP+CaP+CaC****
3	rR2	1	58×48	CaP 76%, CaC 24%
4	lU3 B	3 3	11×8 11×10	CaP 100%
5	rR2 rU3 B	3 1 3	20×8 8×4 6×5	MAP 90%, CaC 10%
6	B	4	30×25	CaP 73%, CaC 27%
7	rR2	1	28×14	MAP+CaP+CaC****

* B: 膀胱 ** 最大の結石の大きさ

*** MAP: 磷酸マグネシウムアンモニウム,
CaP: 磷酸カルシウム, CaC: 炭酸カルシウム

**** 成分比率測定不能

Table 3. ESWL 治療経過

症例	麻酔	施行回数	衝撃波数	破碎効果	排 石
1	硬→無	20	48,800	良好	経尿道的抽石
2	全	2	20,000	良好	自然排石
3	全	1	10,000	ほとんど破碎されず	—
4	無	4	12,500	良好	膀胱瘻より
5	無	3	10,500	良好	経尿道的抽石
6	無	5	22,500	良好	自己導尿・留置カテより
7	無	1	3,770	良好	自然排石

能であり、麻酔下に ESWL を施行せざるをえなかった。麻酔は腰椎ないし硬膜外麻酔は困難とのことで、全身麻酔にて行った。症例3は、障害レベルや問診から明らかに自律神経過反射を伴っていたため、初めから全身麻酔下に ESWL を行った。

体位は、症例4, 6を除く5例では通常の仰臥位で行った。症例4は、先天性亀背と診断されている症例で、著名な脊柱・骨盤の変形と股関節の拘縮があり、

上体をベッドの長軸に対し右に45°回転させ, 左前の斜位で肛門の近くから衝撃波を当て ESWL を行った。症例6は膀胱結石であるため, 腹臥位にて施行した。症例1では腎の呼吸性移動が著明なため ESWL を呼吸同期にて行った。

結 果

1) 各症例における ESWL 施行時の問題点

症例1では, 腎の呼吸性移動が著明なうえ胸郭の動きが悪いので, 呼吸モニター用ベルトを胸部ではなく腹部に装着することにより良好な呼吸同期がえられた。

症例2では, 前述の如く痙性によるクローヌスが著明で治療中静止を保つことが不可能であったため, 全身麻酔にて行った。

症例3は, 頸髄損傷の珊瑚状結石症例であるが, 自律神経過反射の危険性を考慮し全身麻酔にて行った。ESWL 施行後当日より 39.8°C の発熱がみられ抗生物質投与にても解熱せず, CTにて右腎膿瘍および右腎周囲膿瘍の存在を認めた。このためエコーガイドに

右腎瘻(ドレーン)を留置し解熱をみた²⁾。

症例7では施行中に自律神経過反射が認められたが, これについては次の項で詳述する。

なお症例4, 5, 6については特別の問題はみられなかった。

2) 自律神経過反射について

Table 4 に各症例における治療中および治療前後の自律神経過反射を示す。排尿時の症状から ESWL 施行中の自律神経過反射が予想された症例1, 3, 7のうち無麻酔で ESWL を施行したのは症例1および7であった。症例1では ESWL 施行中, 自律神経過反射を認めなかったが, 結石片が尿管に下降した時期に, 上胸部から顔にかけての発汗, 頸部の違和感, 頭痛, および 190/120 mmHg 程度の血圧上昇を伴う発作が数回発症した。

一方, 症例7では衝撃波数を重ねるにつれて血圧は徐々に上昇し, 脈拍数は下降していくのが観察され, 血圧 210/110 mmHg, 脈拍 46/min の時点(3,770発)で中止した(Fig. 1)。自覚症状は異常なく発汗も明らかではなかった。

Table 4. ESWL と自律神経過反射

症例	平時(排尿時症状など)	ESWL 施行時(血圧 mmHg・脈拍/min. の変動)	結石下降時
1	有	無* (124/80→100/63, 60→57)	有
2	無	無** (128/55→99/70, 58→58)	無
3	有	無** (125/75→130/80, 55→52)	—
4	有?	無 (135/63→149/78, 56→58)	無
5	無	無 (93/53→103/56, 67→59)	無
6	無	無 (109/73→110/71, 86→87)	無
7	有	有 (140/60→210/110, 60→46)	無

* 硬膜外麻酔→無麻酔

** 全身麻酔

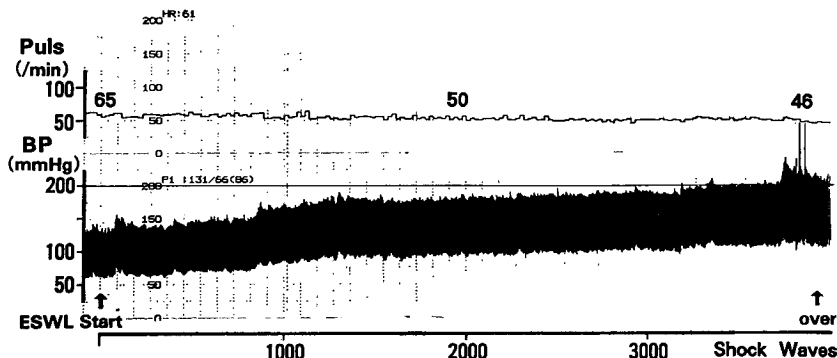


Fig. 1. Changes of blood pressure and pulse rate during ESWL in Case 7. Blood pressure elevated gradually from 140/60 mmHg to 210/110 mmHg and pulse rate decreased from 60/min. to 46/min. during the ESWL procedure.

3) 治療成績および治療結果

破碎効果は、症例3の珊瑚状結石を除き良好で、前述の治療回数および衝撃波数で順調に破碎された。症例3では10,000発を当てたが、ほとんど破碎されなかった。

破碎片の膀胱までの下降も順調で、大きい結石が多い割には、結石片が尿管内に長期に停滞したり stone street を形成した症例はみられなかった。一方、膀胱からの排石では、破碎片の排出が問題となることが多く、症例1, 5では完全に排石されないため、経尿道的に抽石を行った。また、症例6ではしばらくは自尿や自己導尿の際に排石がみられていたが、尿道に結石片が嵌頓し尿閉となることが数回ありその度に導尿が必要であった。

考 察

脊髓損傷患者の ESWL 治療は、健常者の場合と比べ種々の特殊性を有しており、今回われわれの経験した症例も7例と少数ではあるが、いくつかの問題点がみられた。結石形成の背景因子や対象結石の特徴、また再発や腎機能の温存といった予後の問題においても一般の尿路結石患者と異なる面が多く存在すると思われるが、今回は脊髓損傷患者に ESWL を施行する際およびその後の排石に関する問題点に絞って検討した。

自律神経過反射 (autonomic hyperreflexia, AHR) は Th5-6 以上の脊髓損傷患者に起こるとされている⁸⁻¹¹⁾。本邦では ESWL 中に AHR による脳出血をきたし死亡した症例が報告されており⁹⁾、脊髓損傷患者の ESWL において最も重要な問題である。今回の症例中3例は障害部位より ESWL の際に AHR 発症の可能性がある、事実排尿時に発汗や頸部の違和感等の症状がみられていた。症例7では ESWL 施行中血圧上昇と徐脈を認め、AHR によるものと考えられた。他の1例(症例1)では当初硬膜外麻酔で行い、安全性の確認に伴い無麻酔に切り替えたが、血圧・脈拍の変動は見られなかった。残る1例(症例3)は全身麻酔下に行い AHR は認めなかった。

このように脊髓損傷レベルが同じであっても ESWL により AHR が惹起されるかどうかは症例により異なる。しかしながらその違いが何によるか今のところ明らかでない。

さて、ESWL の際の麻酔については、Stowe ら¹²⁾ は52例の脊髓損傷患者に62回の ESWL を麻酔下で行った結果、9例に AHR を認めており、麻酔でも AHR は完全には抑制できないと述べている。一方 Spirnak ら¹³⁾ のように脊髓損傷患者の ESWL は無

麻酔でも安全に行いえるとする意見もある。また Kabalin ら⁹⁾は AHR はカルシウム拮抗剤とアトロピンで安全に対処できると報告している。今回のわれわれの経験からも厳重な vital sign の監視を行えば無麻酔でも AHR をきたさない症例を選別できるし、AHR を呈する場合も安全な範囲に限定して無麻酔で ESWL を施行することが可能と思われる。この目的には動脈にカニューレーションをしてモニターするのが適しており、東⁹⁾もこれを推奨している。無麻酔での ESWL の結果続行が危険と判断された場合に改めて麻酔を考慮してもよいのではないかと考える。

なお、症例2では、施行中にはまったく AHR を認めなかったにもかかわらず、結石片の尿管内下降に際し、AHR と思われる自覚症状や血圧上昇の発作が数回見られた。本症例では留置カテーテルより尿流出不良のときも同様の症状がみられることがあり、発作のたびに膀胱洗浄を行ってみたが尿の流出には問題はなかった。健常者では仙痛発作として自覚される状態すなわち腎盂・尿管の急激な拡張あるいは炎症により AHR が惹起されることが示唆された。ESWL による AHR は、その施行中のみならず、術後の結石片の下降に際しても注意を払う必要があると考えられた。

排石について諸家の報告をみると、Niedrach ら¹⁴⁾ は、3カ月の時点で stone free の症例は9例中0であり、脊損患者では破碎効果は良好であるものの、排石は一般患者に比べ劣ると述べている。一方、Lazare ら¹⁵⁾は、26腎に対し76%の3カ月完全排石率を報告している。われわれの症例では3カ月で stone free のものは7例のうち2例で、他の2例は下腎杯に少量の微細な残石を認めるのみであった。比較的大きい結石が多いにもかかわらず stone street を形成した症例はみられず、脊髓損傷患者で特に尿管内に停滞しやすいということではなく、むしろ速やかな場合が多い印象であった。

一方、膀胱まで下降した結石の排出では、自尿や留置カテーテルから問題なく排出されるものもあるが、2例では完全に排出されず経尿道的に抽石を行った(症例1, 5)。また症例6では、尿道に結石片が嵌頓したため、たびたび導尿や膀胱洗浄が必要であった。以上のごとく、通常では自尿で問題なく排石される程度の破片でも膀胱機能に異常を有する脊髓損傷患者においては排出不能なことがあり、より細かい結石片にまで破碎することが要求される。自己排石が不可能な場合には経尿道的操作が必要となることがあるが、この場合にも AHR をきたす可能性が当然考

られ注意を要する。

以上、脊髄損傷患者の ESWL 施行時およびその後の排石における問題点につき述べたが、今回の経験から、脊髄損傷患者では様々な問題が存在するものの大体は対処可能であり、症例 3 を除けば良好な治療成績であったと思われる。本治療は一般患者におけると同様に脊髄損傷患者でも有用であると考えられ、また珊瑚状結石ではやはり一般の場合と同様本治療のみでは限界があるものと思われる。

結 語

- 1) 脊損患者 7 例に対し ESWL を行い、珊瑚状結石の 1 例を除き良好な結果であった。
- 2) 自律神経過反射は生命の危険を伴う可能性もあり、慎重な対応が必要である。

文 献

- 1) Comarr AE, Kawaichi GK and Bors E: Renal calculosis of patients with traumatic cord lesions. *J Urol* **87**: 647-656, 1962
- 2) Hall MK, Hackler RH, Zampieri TA, et al.: Renal calculi in spinal cord-injured patient association with reflux, bladder stones, and Foley catheter drainage. *Urology* **34**: 126-128, 1989
- 3) Burr RG: Calculosis in paraplegia. *Int Rehab Med* **3**: 162-167, 1981
- 4) DeVivo MJ, Fine PR, Cutter GR, et al.: The risk of renal calculi in spinal cord injury patients. *J Urol* **131**: 857-860, 1984
- 5) Kabalin JN, Lennon S, Gill HS, et al.: Incidence and management of autonomic dysreflexia and other intraoperative problems encountered in spinal injury patients undergoing extracorporeal shock wave lithotripsy without anesthesia on a second generation lithotriptor. *J Urol* **149**: 1064-1067, 1993
- 6) 東 義人・体外衝撃波による腎尿管結石破碎術 (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy: ESWL) の臨床的検討. *泌尿紀要* **34**: 2073-2081, 1988
- 7) 内島 豊, 吉田謙一郎, 小林信幸, ほか: 体外衝撃波碎石術を契機に発症した腎膿瘍. *臨泌* **47**: 553-557, 1993
- 8) Guttman L and Whitteridge D: Effects of bladder distention on autonomic mechanisms after spinal cord injuries. *Brain* **70**: 361-404, 1947
- 9) Kurnick NB: Autonomic hyperreflexia and its control in patients with spinal cord lesions. *Ann Intern Med* **4**: 678-688, 1956
- 10) Johnson B, Pallares V, Thomason R, et al.: Autonomic hyperreflexia: a review. *Mil Med*: 345-349, 1975
- 11) Snow JC, Sideropoulos HP, Kripke BJ, et al.: Autonomic hyperreflexia during cystoscopy in patients with high spinal cord injuries. *Paraplegia* **15**: 327-332, 1977
- 12) Stowe DF, Bernstein JS, Madsen KE, et al.: Autonomic hyperreflexia in spinal cord injured patients during extracorporeal shock wave lithotripsy. *Anesth Analg* **68**: 788-791, 1989
- 13) Spirnak JP, Bodner D, Udayashankar S, et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in traumatic quadriplegic patients: Can it be safely performed without anesthesia? *J Urol* **139**: 18-19, 1988
- 14) Niedrach WL, Davis RS, Tonetti FW, et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with spinal cord dysfunction. *Urology* **38**: 152-156, 1991
- 15) Lazare JN, Saltzman B and Sotolongo J: Extracorporeal shock wave lithotripsy treatment of spinal cord injury patients. *J Urol* **140**: 266-269, 1988

(Received on August 16, 1994)

(Accepted on October 3, 1994)