

VLIV STENTINGU NA DEZINTEGRACI URETEROLITIÁZY IN VIVO

A. Petřík¹, E. Alterová¹, M. Fiala¹, J. Novák¹, F. Zátūra²

¹Urologické oddělení Nemocnice České Budějovice a. s.,

²Urologická klinika Univerzity Palackého Olomouc

Souhrn

Na dezintegraci konkrementu v ureteru při ESWL má vliv typ a vlastnosti užitého přístroje – zejména druh rázové vlny a způsob zaměření konkrementu, celková energie aplikovaná během terapie, frekvence rázových vln. Velký vliv má však i složení konkrementu a přítomnost stentu.

Provedená retrospektivní studie hodnotí vliv zavedeného stentu při terapii ureterolitiázy pomocí extrakorporální litotrypse.

U případů se zavedeným double pig talem byl zaznamenán re-treatment rate vyšší 1,92 oproti 1,56 při terapii in situ ($p = < 0,0001$), což svědčí pro negativní vliv double pig tailu na dezintegraci ureterolitiázy. Při zhodnocení efektivity terapie pomocí Efficacy quotient dle Rassweilera nacházíme lepší výsledky ve skupině terapie in situ 47,76 oproti terapii se zavedeným double pig talem 26,39 ($p = < 0,0001$), což svědčí pro negativní vliv stentu na výsledky terapie ureterolitiázy pomocí ESWL.

Tato skutečnost potvrzuje předchozí výsledky experimentu in vitro.

Výstupem pro klinickou praxi je doporučení indikovat ESWL primárně bez zavádění stentu.

Klíčová slova: ESWL, ureterolitiáza, dezintegrace, stent.

THE INFLUENCE OF INDWELLING STENT ON TREATMENT RESULTS OF URETERIC STONES IN VIVO

Summary

Concrement fragmentation in the ureter using ESWL is influenced by the type and properties of the device used, particularly including the shock wave type and the way of targeting the concretum, the total energy used during therapy, and the shock wave frequency. Of major importance is also the structure of the concretum as well as the presence of a stent.

In a retrospective study we evaluated the influence of stent placement in treating ureterolithiasis using extracorporeal lithotripsy.

In cases with placement of double pigtail stent, a higher retreatment rate of 1.92 was found as compared to that of 1.56 with in situ therapy ($p = < 0.0001$) suggesting a negative influence of the double pigtail on ureterolithiasis fragmentation. When evaluating therapy effectiveness using Rassweiler's Efficacy Quotient, better outcomes were obtained for the in situ therapy group (47.76) as compared to the therapy with double pigtail placement (26.39) ($p = < 0.0001$) suggesting a negative influence of the stent on the outcomes of therapy for ureterolithiasis using ESWL.

This fact confirms the previous results of an in vitro experiment.

The outcome for clinical practice is to indicate ESWL primarily without stent placement.

Key words: ESWL, ureteral stone, fragmentation, J-J stent.

Česká urologie 2006; 1: 59–63

Úvod

V počátcích byla extrakorporální litotrypse (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy-ESWL) vyhrazena pro terapii nefrolitiázy (1). Pro terapii ureterolitiázy existují tři základní metody léčby ureterolitiázy extrakorporální litotrypse: litotrypse v místě kde se konkrement nachází (in situ), litotrypse se zavedeným stentem nebo ureterálním katetrem podél konkrementu, třetí metodou je druhotně provedená litotrypse po relokaci konkrementu do dutého systému ledviny (push bang). Litotrypse po relokaci konkrementu do dutého systému ledviny (push bang) představuje historicky první metodu terapie, neboť u prvních 2 pacientů léčených ESWL pro ureterolitiázu nedošlo k dezintegraci (1, 2). Příčinou tohoto stavu bylo uspořádání přístroje Dornier HM3, které neumožňovalo optimální zaměření konkrementu v ureteru a k aplikaci rázových vln

docházelo v sagitální rovině. Pokud však byl konkrement relokován do dutého systému ledviny a po zavedení stentu byla provedena litotrypse, zvýšil se success rate z 50 na 90 % (3). Segura (4) uvádí ve své metaanalýze success rate pro terapii relokovaného konkrementu 88 %, oproti 82 % při terapii in situ. Zisk 6 % je však zatížen nutností 2 invazivních výkonů a to vlastní relokace a následného odstranění stentu, a proto není přínosný.

Cass (5) porovnal případy, kdy konkrement byl relokován s těmi, kdy byl obejit stentem. Rozsáhlá studie zahrnující 1 718 pacientů, byla provedena na přístrojích Dornier HM3 a Medstone STS. U jednoho konkrementu bylo dosaženo lepších výsledků při terapii se zavedeným stentem, než při relokaci konkrementu (tabulka 1).

Zavedený stent však současně i snižuje efektivitu rázové vlny in vitro a in vivo (6, 7).

Absolutní indikací k zavedení stentu při ureterolitiáze je infekce močových cest, kdy je primární ošetření ESWL kontraindikováno. Relativní indikací je obstrukce horních cest močových v případě nedostupnosti extrakorporálního litotryptoru.

ESWL in situ je v současnosti první volbou v terapii ureterolitiázy. Již na přístroji Dornier HM3 dosáhl Harada (8) u pacientů kde nebylo možné konkrement obejít katetrem či relokovat 74,8% stone free rate oproti 92,1% stone free rate u relokované litiázy. Současné užívané litotryptory pracující s aplikátorem rázových vln skloněným v úhlu 45° umožňují podstatě lepší přístup rázových vln ke konkrementu. Efektivita této metody se pohybuje od 76 do 87% v závislosti na velikosti a lokalizaci konkrementu (4, 9, 10).

Pro porovnání metod nejúplnější zhodnocení výsledků terapie ureterolitiázy dává AUA „Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel“, který je založen na zhodnocení 1698 prací od roku 1966, ze kterých je 320 zahrnuto do metaanalýzy (4). Shrnutí výsledků terapie ureterolitiázy (tabulka 2).

Je prokázáno, že vlastní zavedení stentu do močového podél konkrementu snižuje motilitu ureteru a snižuje pravděpodobnost spontánního odchodu konkrementu (11). Při vlastní terapii Thompson uvádí jak zhoršení fragmentace in vitro při zavedeném stentu, tak i zvýšení počtu výkonů při zavedeném stentu u pacientů s ureterolitiázou (opakování výkonu 2,26 se stentem, 1,19 bez stentu) (6). Tato práce, citovaná jako abstraktum však nikdy nebyla plně publikována. Pace (12) zaznamenal 12% snížení stone free rate v případech zavedeného stentu oproti terapii in situ. Petřík v experimentu in vitro prokázal negativní vliv zavedeného stentu na dezintegraci konkrementu v ureteru při terapii pomocí ESWL (7).

Pacienti a metody

Pro potřeby této studie jsme vycházeli z průběžně vedených protokolů o ESWL terapii urologického oddělení Nemocnice České Budějovice od roku 1992 do roku 2004. Retrospektivně byli vybráni pacienti splňující

kriteria pro zařazení do 2 skupin. Pro první skupinu se jednalo o primární terapii in situ, tedy bez žádné předchozí terapie. Pro druhou skupinu byli vybráni pacienti s paralelně zavedeným stentem před výkonem. Soubory byly zpracovány dle metodiky First UK consensus conference on lithotripter terminology – 1989, s porovnáním výsledků podle lokalizace konkrementu (13, 14).

Do souboru terapie in situ bylo zahrnuto celkem 1304 případů (u 1259 pacientů). Do souboru terapie se zavedeným double pig talem 109 případů (u 108 pacientů). Demografická data souborů ukazuje tabulka 3.

Před výkonem byli pacienti standardně předoperačně vyšetřeni (biochemie, krevní obraz, koagulační faktory, moč chemicky sediment, K+C, EKG, interní vyšetření v indikovaných případech). Pro zobrazení konkrementu a ledvin před výkonem bylo užito nativního nefrogramu a vylučovací urografie nebo nativního spirálního CT, vždy v kombinaci s ultrasonografickým vyšetřením.

U pacientů byl sledován věk, pohlaví, lokalizace konkrementů, jejich velikost (měřeno v dlouhé ose konkrementu a v případě přítomnosti více konkrementů součet délek v dlouhé ose). Současně byly zaznamenány údaje charakterizující provedenou terapii (pořadí výkonu, počet aplikovaných rázových vln, aplikovaná energie, doba skioskopie, doba výkonu, typ anestézie) a komplikace během výkonu. V pooperačním průběhu byl sledován stav dezintegrace konkrementu po výkonu, výskyt pooperačních komplikací a výskyt následných auxiliárních výkonů. Konečný stav (Stone free status) byl hodnocen v odstupu 3 měsíců na podkladě nativního nefrogramu a ultrasonografického vyšetření.

Pro porovnání efektivity terapie jsme užili hodnocení efficacy quotient EQ. Hodnocení EQ₁ dle Denstedta (15) (rovnice 1), uvádíme z důvodu, že je nejčastěji užívané přestože nezahrnuje předchozí auxiliární výkony, a konkrementy odstraněné kurativním auxiliárním výkonem zahrnuje mezi úspěšné případy.

Proto jsme zvolili Rassweilerovu modifikaci (16), která tyto nedostatky odstraňuje. (rovnice 2). Současně uvádíme i druhou alternativu výpočtu zahrnující odstranění

Rovnice 1. Efficacy quotient₁

$$EQ_1 = \frac{\% \text{ Stone - free Patients}}{100\% + \% \text{ Re - treatment} + \% \text{ Post - Aux. Proc.}} \times 100$$

Rovnice 2. Efficacy quotient₂

$$EQ_2 = \frac{\% \text{ Stone - free Patients} - \% \text{ Curative Aux. Measures}}{100\% + \% \text{ Re - treatment} + \% \text{ Pre - Aux. Proc.} + \% \text{ Post - Aux. Proc.}} \times 100$$

Tabulka 1. Výsledky terapie po relokaci a se stentem

Stone free %	Zavedený stent		Relokace	
	Dornier HM3	Medstone	Dornier HM3	Medstone
Solitární	77	81	73	73
Vícečetná	49	56	56	59

Tabulka 2. Přehled výsledků úspěšnosti terapie ureterolitiázy

	Proximální ureter % při velikosti		Distální ureter % při velikosti	
	< 1 cm	> 1 cm	< 1 cm	> 1 cm
ESWL in situ	87	76	85	76
ESWL po relokaci	77	65	-	-
ESWL se zavedeným stentem	83	76	83	68
ESWL celkově	84	72	85	72

Tabulka 3. Demografická charakteristika souborů

	In situ	Double pig tail	
Průměrný věk	49,4 roku	54,5 roku	p = 3,483
Maximální věk	84 roků	83 roků	
Minimální věk	1 rok	18 roků	
% mužů/% žen	71,2%/28,8%	68,8/31,2%	p = 0,5812

Tabulka 4. Anestézie

	In situ	Double pig tail	
Celková anestézie	0,3%	1,4%	p = 0,0129
Analgesedace	99,7%	97,6%	
Fentanyl	0,082 mg	0,080 mg	
Diazepam	10 mg	10 mg	
Midazolam	14,08%–3,5 mg	7,66%–2,8 mg	

Tabulka 5. Počet případů a terapií podle lokalizace konkrementu

	Počet případů				Počet terapií			
	In situ		Double pig tail		In situ		Double pig tail	
	Počet	%	Počet	%	Počet	%	Počet	%
Horní 1/3	800	61,35 %	75	68,81 %	1286	63,10 %	154	73,68 %
Střední 1/3	109	8,36 %	9	8,26 %	157	7,70 %	22	10,53 %
Dolní 1/3	395	30,29 %	25	22,94 %	595	29,20 %	33	15,79 %
Celkem	1304	100,00 %	109	100,00 %	2038	100,00 %	209	100,00 %

Tabulka 6. Počet případů a terapií podle velikosti konkrementu

	Počet případů				Počet terapií			
	In situ		Double pig tail		In situ		Double pig tail	
	Počet	%	Počet	%	Počet	%	Počet	%
0–9 mm	895	39,49 %	74	44,04 %	1252	35,87 %	117	38,28 %
10–19 mm	379	20,25 %	34	23,85 %	716	24,88 %	87	33,01 %
20–29 mm	29	1,53 %	1	0,92 %	69	2,31 %	5	2,39 %
> 30 mm	1	0,08 %	0	0,00 %	1	0,05 %	0	0,00 %
Celkem	1304	61,35 %	109	68,81 %	2038	63,10 %	209	73,68 %

Tabulka 7. Velikost konkrementu, charakteristika terapie

	In situ			Double pig tail			p =
	Max	Min	Průměr	Max	Min	Průměr	
Velikost konkrementů (mm)	30,0	2,0	8,1	20,0	4,0	8,0	0,7442
Počet rázových vln	10000	322	3897	6000	300	3810	0,4658
Aplikovaná energie	172492	1500	68675	120170	3088	67982	0,7807
Skioskopie (min)	39,00	0,60	7,20	21,50	1,00	6,18	0,003

zavedeného double pig tailu, které většina autorů do následných auxiliárních výkonů nezahrnuje.

Pro zhodnocení dat byly užity Studentův t-test (průměrný věk, velikost konkrementu, počet rázových vln, aplikovaná energie, skioskopický čas), Fischerův test (zastoupení mužů a žen, reziduální litiáza) a c2 test (anestézie, komplikace během a po výkonu, auxiliární metody).

Terapie byla prováděna na elektrohydraulickém extrakorporálním litotryptoru Medilit M6 s primárním rentgenovým zaměřením, o ohnisku 9 × 9 × 40 mm a maximálním tlaku 50 mPa v ohnisku. Primárně bylo užito skioskopického zaměření konkrementu, od roku 2003 u relokované litiázy do dutého systému ledviny v kombinaci se sonografickým zaměřením.

Pro terapii konkrementů horní a dolní třetiny ureteru byl použit přístup ventrální. Bylo užito fixní frekvence generátoru 105 ran za minutu.

Při strategii terapie byla užita booster technika (17) spočívající v provedení kontrolního RTG a sonografického vyšetření za 48 hodin po výkonu a v případě nedostatečné dezintegrace v opakování výkonu celkem do počtu tří terapií. Po té byl volen individuální postup. Výkon byl prováděn v analgesedaci (kombinace fentanyl diazepam, event. midazolam), celková anestézie byla indikována u dětí a nespolupracujících pacientů (tabulka 4).

Tabulka 8. Komplikace, auxiliární výkon

	In situ		Double pig tail		p =
	Počet	%	Počet	%	
Komplikace během výkonu	41	2,01 %	9	4,31 %	0,0322
Komplikace po výkonu	190	9,32 %	4	1,91 %	0,0003
Následné auxiliární výkon	368	18,06 %	25	11,96 %	0,0261
Odstranění stentu	58	2,85	191	91,29	-

Tabulka 9. Komplikace během výkonu

Druh komplikace	In situ		Double pig tail	
	Počet	%	Počet	%
Alergie	1	0,05 %		
Bradykardie	6	0,29 %	1	0,48 %
Komorové extrasystoly	21	1,03 %	5	2,39 %
Nauzea	2	0,10 %	1	0,48 %
Netolerance výkonu	4	0,20 %	2	0,96 %
Pokles saturace O ₂	1	0,05 %		
Renální kolika	4	0,20 %		
Tachykardie	2	0,10 %		
Celkem	41	2,01 %	9	4,31 %

Tabulka 10. Komplikace po výkonu

Druh komplikace	In situ		Double pig tail	
	Počet	%	Počet	%
Infarkt myokardu	1	0,05 %		
Perirenální hematoma	2	0,10 %		
Renální kolika	49	2,40 %		
Septický stav	28	1,37 %		
Steinstrasse	110	5,40 %	4	1,91 %
Celkem	190	9,32 %	5	1,91 %

Výsledky

Do skupiny terapie in situ bylo zařazeno celkem 1304 případů a do skupiny terapie se zavedeným double pig tailem 109. V obou skupinách je patrná převaha výskytu litiázy horní třetiny ureteru (61,35 %, respektive 68,81 %) oproti dolním dvěma třetinám. Nejvíce jsou zastoupeny konkrementy do 9 mm (tabulka 5, tabulka 6).

Průměrná velikost konkrementu ve skupině in situ byla 8,1 mm (2,0–30,0 mm) a ve skupině se zavedeným double pig tailem 8,0 mm (4,0–20,0 mm, $p = 0,7442$) (tabulka 7).

V případech terapie in situ bylo celkem provedeno 2038 výkonů, což odpovídá re-treatment rate 1,56 (56 %) ve skupině se zavedeným pig tailem pak 209 terapií tedy re-treatment 1,92 (92 %) $p = <0,0001$ (tabulka 5, tabulka 6).

Během výkonu bylo aplikováno ve skupině in situ v průměru 3879 rázových vln, což odpovídá energii 68 675 J, při terapii se zavedeným double pig tailem 3810 rázových vln o průměrné aplikované energii 67 982 J. Pro zaměření byla průměrná doba skiaskopie 7,20 respektive 6,18 minuty (tabulka 7).

Výkony v obou skupinách nebyly doprovázeny závažnými komplikacemi, k více komplikacím během výkonu

Tabulka 11. Následné auxiliární výkon

Výkon	In situ		Double pig tail	
	Počet	%	Počet	%
Relokace konkrementu	12	0,59 %	1	0,48 %
Perkutánní nefrolitolapaxe	12	0,59 %	2	0,96 %
Nefrostomie	19	0,93 %		
Double pig tail	58	2,85 %	2	0,96 %
Sondáž ureteru	10	0,49 %		
Uretroskopie	219	10,75 %	19	9,09 %
Instrumentace Zeisso- va klička	31	1,52 %	1	0,48 %
Ureterolitomie	7	0,34 %		
Celkem	368	18,06 %	25	11,96 %

Tabulka 12. Výsledky terapie

	Stone free rate	Rezidua 0–3 mm	Success rate	Efficacy quotient dle Denstedta	Efficacy quotient dle Rassweilera	Efficacy quotient ₂ (extrakce double pig tail)
In situ	96,47 %	2,61 %	99,08 %	55,33	47,76	46,9
Double pig tail	95,41 %	4,59 %	100,00 %	43,02	26,39	19,38
p =	0,5881	0,2391	0,6155	0,0891	< 0,0001	< 0,0001

však došlo ve skupině léčené se stentem 4,31 % než ve skupině léčené in situ 2,01 % ($p = 0,0322$) podrobnosti uvádí tabulka 8 a tabulka 9. Po výkonu bylo více komplikací zaznamenáno ve skupině terapie in situ 9,32 % versus 1,91 % ($p = 0,0003$) včetně závažných komplikací jako infarkt myokardu a vznik perirenálního hematomu (tabulka 8, tabulka 10).

Po některých terapiích bylo nutné provést následný auxiliární výkon a to v 18,06 % případů po terapii in situ, v 11,96 % případů po zavedení double pig tailu ($p = 4,949$) (tabulka 8). Specifikace výkonů je uvedena níže (tabulka 11). Provedené ureterolitomie a extrakce Zeissovou kličkou jsou z doby do zavedení ureteroskopie v roce 1995, poslední otevřený výkon byl proveden v roce 1995. Současně je nutné uvést, že po části výkonů bylo nutné ještě následně odstranit stent, což zvyšuje počet následných auxiliárních výkonů (tabulka 8).

Patrné jsou velmi příznivé výsledky stran stone free rate jak při terapii in situ a při zavedeném double pig tailu (96,47 % versus 95,41 %, $p = 0,5881$) (tabulka 12). Stejně příznivé je pak i hodnocení Efficacy quotient dle Denstedta (55,33 versus 43,02, $p = 0,0891$). Pokud však vezmeme v úvahu následné auxiliární výkon v obou skupinách, z nichž značné procento je kurativních, pak při výpočtu Efficacy quotient dle Rassweilera (tabulka 12) docházíme již k podstatně horším výsledkům a zaznamenáme i rozdíl mezi skupinami (in situ 48,71, double pig tail 28,03, $p < 0,0001$). Tyto rozdíly se dále zvětšují

po započtení extrakce double pig tailu jako následného výkonu (49,9 versus 19,38, $p < 0,0001$).

Diskuze

Na dezintegraci konkrementu in vivo při ESWL terapii ureterolitiázy má vliv typ užitého přístroje (18), energie aplikovaná při jednom rázu (19), celkový počet aplikovaných rázových vln, frekvence rázových vln (20), složení konkrementu (21) a zavedený stent v ureteru (6), kde způsobuje zhoršení dezintegrace konkrementu nejspíše na podkladu absorpce části aplikované energie.

Je zřejmé, že stone free rate užívaná k hodnocení terapie, stejně tak jako EQ dle Denstedta poskytují zkreslený obraz výsledků terapie, neboť do úspěšných případů zahrnují i ty, kdy litiáza byla odstraněna kurativním auxiliárním výkonem.

Zavedení stentu však přináší výhodu ve snížení radiační zátěže, což je ve shodě s jednou prací zabývající se touto problematikou (22).

Zajímavá je zaznamenaná skutečnost, že přítomnost double pig tailu zvyšuje výskyt komplikací během výkonu, což doposud nebylo zaznamenáno (4, 23). Logické je snížení výskytu komplikací po výkonu při zavedeném double pig tailu, porovnání je zde však problematické, neboť shrnující Segurova práce (4) neodlišuje úplně komplikace během a po výkonu.

Jednoznačně se podařilo prokázat, že zavedení double pig tailu podél konkrementu zvyšuje nutnost opakování výkonu (1,56 vs. 1,92, $p < 0,0001$) což je ve shodě

s s jedinou plně publikovanou prací Paceho na toto téma (7).

Při porovnání výsledků terapie při porovnání stone free rate a success rate mezi terapií in situ a se zavedeným double pig tailem nenacházíme rozdílů. Pro zhodnocení výsledků terapie in situ a se zavedeným double pig tailem je tedy nutné užít metodiky výpočtu Efficacy quotient, která jednoznačně ukazuje signifikantní větší úspěšnost terapie in situ.

Závěr

Provedená retrospektivní studie prokázala negativní vliv zavedeného stentu na dezintegraci konkrementu v ureteru při terapii pomocí ESWL, projevující se signifikantním zvýšením nutnosti opakování výkonů k dosažení dezintegrace litiázy. Tato skutečnost potvrzuje předchozí výsledky experimentu in vitro.

I přes to, že obě metody dosahují velmi dobré stone free rate bez statisticky signifikantního rozdílu, hodnocení pomocí efficacy quotient dle Rassweilera ukazuje statisticky signifikantní efektivitu terapie in situ oproti terapii se zavedeným double pig tailem ($p = < 0,0001$).

Výstupem pro klinickou praxi je doporučení indikovat ESWL primárně bez zavádění stentu.

MUDr. Aleš Petřík

Urologické oddělení, Nemocnice České Budějovice a. s.
B. Němcové 54, 370 87 České Budějovice
e-mail: petrik@nemcb.cz

Literatura

1. Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol* 1982; 127: 417–420.
2. Chaussy C, Fuchs G. Current State and Future Developments of Non-invasive Treatment of Human Urinary Stones with Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy. *J Urol* 1989; 141: 782–789.
3. Chaussy C, Schmiedt E. Shock wave treatment for stones in the upper urinary tract. *Urol Clin North Am* 1983; 10: 743–50.
4. Segura, JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN Jr. Ureteral stones clinical guidelines panel summary Report on the management of ureteral calculi. *J Urol* 1997; 158: 1915–21.
5. Cass AS. Do upper ureteral stones need to be manipulated (push back) into the kidney before extracorporeal shock wave lithotripsy? *J Urol* 1992; 147: 349–51.
6. Thompson AC, Shamsuddin AB, Mishriki SF, Crock P, Ramsay JWA. In situ ESWL for Ureteric Stones: the Adverse Effect of JJ Stenting. *Br J Urol* 1996; 77 (Suppl. 1); 5.
7. Petřík A, Záfura F, Beneš J. Vliv stentingu na dezintegraci ureterolitiázy in vitro. *Česká urologie* 2004; 3: 45–48.
8. Harada M, Inaba Y, Okamoto M. Treatment of ureteral stones by extracorporeal shock wave lithotripsy: with ureteral catheter or in situ? *J Endourol* 1994; 8: 9–11.
9. Dawson C, Whitfield HN. The long-term results of treatment of urinary stones. *Br J Urol* 1994; 74 (4): 397–404.
10. Whitfield HN. The management of ureteric stones. Part II: therapy. *BJU Int* 1999; 84 (8): 916–921.
11. Ryan PC, Lennon GM, McLean PA, Fitzpatrick JM. The effects of acute and chronic JJ stent placement on upper urinary tract motility and calculus transit. *Br J Urol* 1994; 74: 434–9.
12. Pace KT, Weir MJ, Tariq N, Honey RJ. Low success rate of repeat shock wave lithotripsy for ureteral stones after failed initial treatment. *J Urol* 2000; 164: 1905–7.
13. Tolley DA. Consensus on lithotripter terminology. *World J Urol* 1993; 11: 37–42.
14. Tolley DA, Wallace DM, Tiptaft RC. First UK consensus conference on lithotripter terminology – 1989. *Br J Urol* 1991; 67 (1): 9–12.
15. Denstedt JD, Clayman RV, Preminger GM. Efficacy quotient as a means of comparing lithotripters. *J Endourol* 1990; (3): 100.
16. Rassweiler J, Köhrmann K, Jünemann KP, Alken P. Use of electromagnetic technology. In: Smith AD. *Controversie in endourology*, WB Saunders Co 1995: 95–106.
17. Thuroff S, Chaussy C. First clinical experience and in situ treatment of ureteric stones using Lithostar Multiline lithotripter. *J Endourol* 1995; (9): 367–70.
18. Taily GG. In situ SWL of ureteral stones: comparison between an electrohydraulic and an electromagnetic shockwave source. *J Endourol* 2002; (16): 209–14.
19. Zhou Y, Cocks FH, Preminger GM, Zhong P. The effect of treatment strategy on stone comminution efficiency in shock wave lithotripsy. *J Urol* 2004; 172: 349–54.
20. Paterson RF, Lifshitz DA, Lingeman JE, Evan AP, Connors BA, Fineberg NS, Williams JC, McAteer JA. Stone fragmentation during shock wave lithotripsy is improved by slowing the shock wave rate: studies with a new animal model. *J Urol* 2002; 168: 2211–5.
21. Williams JC, Saw KC, Paterson RF, Hatt EK, McAteer JA, Lingeman JE. Variability of renal stone fragility in shock wave lithotripsy. *Urology* 2003; 61: 1092–6.
22. Cass AS. Ureteral stenting with extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Urology* 1992; 39: 446–8.
23. Mobley TB, Myers DA, Jenkins JM, Grine WB, Jordan WR. Effects of stents on lithotripsy of ureteral calculi: treatment results with 18, 825 calculi using the Lithostar lithotripter. *J Urol* 1994; 152: 53–6.