

Izvantjelesno mrvljenje kamenaca

Extracorporeal shock wave lithotripsy

Stanislav Sotošek*, Juraj Ahel, Nino Rubinić, Klara Smolić, Dean Markić

Klinika za urologiju, KBC Rijeka, Rijeka

Sažetak. Izvantjelesno mrvljenje kamenaca (ESWL) je novija terapijska metoda u liječenju urolitijaze. Temelji se na uporabi šok-valova koji se stvaraju u generatoru, fokusiraju i usmjeruju na kamenac u tijelu pacijenta. Razbijanje kamenca je posljedica nekoliko različitih efekata tih valova na sam konkrement. Razbijanjem nastaju manji fragmenti koji se moraju izmokriti. ESWL se koristi u liječenju bubrežnih kao i kamenaca u mokraćovodu. Metoda je izbora za liječenje bubrežnih kamenaca manjih od 2 cm te onih u proksimalnom dijelu mokraćovoda veličine do 1 cm. Komplikacije su rijetke i najčešće klinički beznačajne. Efikasnost ove metode ovisi o veličini kamenca, njegovom sastavu, kanalnom sustavu bubrega te o iskustvu i vještini urologa. Velika prednost ove metode je da nije potrebna anestezija, za razliku od drugih minimalno invazivnih metoda. Tretman ESWL-a može se ponavljati više puta. Do sada nije dokazan štetan učinak na bubrežnu funkciju, a može se koristiti i u dječjoj populaciji.

Ključne riječi: izvantjelesno mrvljenje kamenaca; nefrolitijaza; ureterolitijaza

Abstract. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is a novel method for the treatment of urolithiasis. It is based on the use of shock waves that are generated in the generator, focused and directed to the stone in the body of the patient. Cracking of the stone is the result of several different effects of these waves. It results with stone fragmentation and spontaneous elimination of fragments. ESWL is used in the treatment of kidney stones and stones in the ureter. These method is the method of choice for treating kidney stones smaller than 2 cm, and those in the proximal part of the ureter up to 1 cm. Complications are rare and usually clinically insignificant. The effectiveness of this method depends on the stone size, its composition, the renal system morphology and the experience and skill of the urologist. The great advantage of this method is that anesthesia is not needed, unlike other minimally-invasive treatments. Also, the ESWL treatment can be repeated several times. There is no proven damaging effect on the renal function and can be used for treatment of stones in the children.

Key words: extracorporeal shock wave lithotripsy; nephrolithiasis; ureterolithiasis

***Dopisni autor:**

Dr. sc. Stanislav Sotošek, dr. med.
Klinika za urologiju Medicinskog fakulteta
Sveučilišta u Rijeci
KBC Rijeka, Tome Stržičića 3, 51 000 Rijeka
e-mail: ssotosek@inet.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

UVOD

U posljednjih dvadesetak godina učinjen je značajan pomak u liječenju urolitijaze. Općenito, oko 10 – 20 % svih bubrežnih kamenaca zahtijeva kirurško liječenje. Ono je neophodno kada kamenac uzrokuje simptome (primjerice bol), dovodi do dugotrajne opstrukcije ili do infekcije. Način liječenja ovisi o veličini i lokalizaciji kamenca¹. Veći kamenci, kao i oni koji su duže vremena u proksimalnom dijelu uretera, imaju slabiju šansu da će

Izvantjelesno mrvljenje kamenaca je efikasna metoda liječenja simptomatskih bubrežnih kamenaca veličine do 2 cm i kamenaca veličine do 1 cm u proksimalnom dijelu mokraćovoda. Liječenje malenih, asimptomatskih kamenaca ne preporučuje se.

izaći spontano. S druge strane manje kamence, pogotovo one manje od 5 mm i one koji su asimptomatski, nije potrebno liječiti.

Tri suvremene, minimalno invazivne metode dovele su do značajnijeg smanjenja morbiditeta kod kirurškog liječenja urolitijaze². To su perkutana nefrolitotripsija (PNL), rigidna i fleksibilna ureteroskopija (URS) i izvantjelesno mrvljenje kamenaca (ESWL; engl. *extracorporeal shock wave lithotripsy*). Ove metode imaju podjednaku efikasnost kao i otvoreni kirurški zahvat, ali je morbiditet daleko manji te su u današnje vrijeme postale okosnica liječenja urolitijaze.



Slika 1. Suvremeni aparat za izvantjelesno mrvljenje kamenaca pod dijaskopskom i ultrazvučnom kontrolom

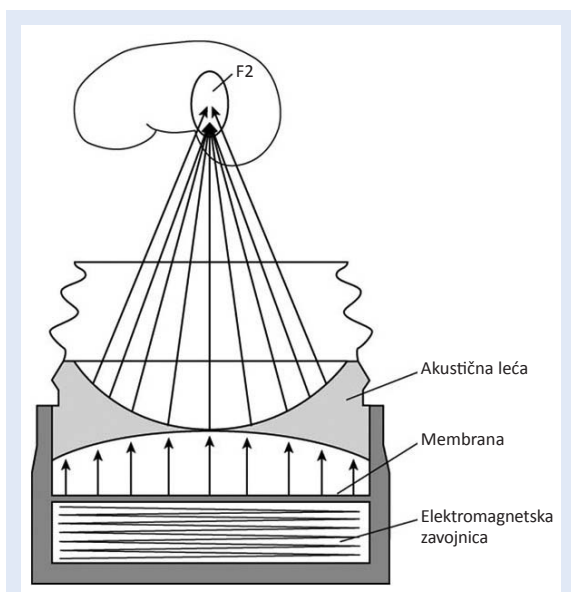
ESWL se temelji na uporabi posebnih, tzv. **šok-valova** koji su stvoreni izvan tijela pacijenta, koji se potom fokusiraju kroz tijelo na sam kamenac^{3,4}. Relativno slab šok-val koji nastane izvan tijela fokusiranjem dobiva dovoljno snage na ciljnom mjestu (bubreg, ureter) uzrokujući mrvljenje kamenca. Iako se u samom nazivu metode nalazi „izvantjelesno mrvljenje kamenaca” misli se na generator koji proizvodi šok-valove i koji se nalazi izvan tijela, dok se, naravno, kamenac i njegovo razbijanje vrši u tijelu pacijenta. Ovom metodom liječenja kamenci se usitne u manje fragmente koje je moguće izmokriti. Radi se o minimalno invazivnoj metodi koja ne zahtijeva anesteziju te ima manji broj mogućih komplikacija u odnosu na druge modalitete liječenja.

APARAT ZA ESWL

Pronalazak ESWL-a 1980. godine značajno je promijenio način liječenje urolitijaze. Prvi aparati su bili glomazni, fiksirani, komplicirani za uporabu. Današnji suvremeni aparati daleko su manji, jednostavniji za uporabu, a neki od njih su i pokretni, što je, uz visoku efikasnost ove metode, također znatno utjecalo na njezinu proširenost. U osnovi se svaki aparat za ESWL sastoji od 5 dijelova:

1. generator za stvaranje šok-valova,
2. sustav za fokusiranje šok-valova,
3. mehanizam za prijenos energije (valova) izvana u unutrašnjost tijela,
4. jedinica za prikaz i lokalizaciju kamenca (dijaskopska i/ili ultrazvučna),
5. radni stol (slika 1)⁵.

Šok-valovi nastaju u generatoru, a mogu biti stvoreni na tri načina: elektrohidraulički, piezoelektrični i elektromagnetski. Šok-valovi su akustični impulsi koji su karakterizirani brzim usponom vala i kratkim trajanjem (milisekunde). Sustav za fokusiranje služi za konvergenciju stvorenih valova na određeno područje (kamenac) (slika 2). Mehanizam za prijenos šok-valova na pacijenta koristi se radi minimiziranja gubitka energije valova kod prelaska na kožu pacijenta. Uobičajeni medij je vodeni jastuk sa silikonskom membranom. Jedinica za prikaz i lokalizaciju kamenca služi za lokaliziranje mete (kamenca) i usmjerivanje valova na nju (slika 3). Ona se može koristiti dijaskopijom ili ultrazvukom. Prednost dijaskopije je u



Slika 2. Shematski prikaz elektromagnetskog šok-val generatora koji rabi akustičnu leću u svrhu fokusiranja valova. Elektromagnetska zavojnica rabi se kao generator šok-valova. (F2: fokus – kamenac)



Slika 3. Jedinica za prikaz i lokalizaciju kamenca pod kontrolom dijaskopije. Vidljiv je kamenac koji je „naciljan“ u sredini meće.

moćnosti vizualizacije bubrežnih i kamenaca u mokraćovodu, boljeg praćenja dezintegracije kamenca, a nedostatak u zračenju pacijenata i nemogućnosti lokalizacije manjih i radiolucenčnih kamenaca. Prednost ultrasonografije je u mogućnosti vizualizacije radiopaknih i radiolucenčnih kamenaca pomoću „žive slike“ uz odsutnost zra-

čenja, a nedostatak u nemogućnosti vizualizacije kamenaca u većem dijelu mokraćovoda.

Osnovno načelo rada svakog litotriptora, bez obzira na vrstu generatora, je da šok-valovi moraju biti fokusirani na kamenac kako bi on primio određenu energiju i usitnio se^{6,7}. Fragmentacija kamenca nastaje kada snaga šok-vala prelazi tlačnu snagu samog kamenca.

Fragmentacija kamenca postiže se:

1. direktnom silom
2. erozijom kamenca i
3. procesom kavitacije (stvaranjem šupljina).

Direktnom silom šok-val udarcem u prednju stranu kamenca uzrokuje njegovo pucanje. Erozijska fragmentacija nastaje stvaranjem gradijenta tlaka koju uzrokuje kompresivna komponenta šok-vala prolazeći kroz kamenac. Kavitacije nastaju prolaskom šok-valova kroz tekući medij.

INDIKACIJE

Po preporuci smjernica Europskog udruženja urologa (engl. *European Association of Urology*; EAU) ESWL predstavlja prvi izbor u liječenju bubrežnih kamenaca manjih od 20 mm, a koji su smješteni u gornjem polu bubrega, mezorenalno i u pijelonu⁸. Kod kamenaca u donjem polu ESWL je također efikasan, ali postoji problem spontane eliminacije fragmenata. Iz toga razloga ESWL je metoda izbora kod liječenja kamenaca donjeg pola bubrega manjih od 10 mm, a i kod onih između 10 – 20 mm ako je vrat čašica širi (> 5 mm), čašica kraća (< 10 mm), a infundibulopelvični kut izravnat. U suprotnome se preporučuju druge endourološke metode (PNL ili fleksibilni URS). Kod kamenaca < 10 mm u proksimalnom dijelu mokraćovoda ESWL je prvi izbor liječenja, a kod drugih lokalizacija i veličine kamenca > 10 mm to je URS.

PRIPREMA PACIJENATA

Veličina, položaj, oblik i broj kamenaca određuje način liječenja urolitijaze. Morfologija i funkcija urosustava utvrđuje se intravenskom urografijom ili snimkom urotrakta upotpunjenom ultrasonografijom. U najnovije vrijeme kompjutorizirana tomografija također ima sve veći značaj kod urolitijaze. Neposredno pred razbijanje ponovno se učini snimka urotrakta kako bi se vidjela moguća migracija kamenca, što može utjecati na metodu

liječenja. Klinički pregled treba obaviti kao i za svaki drugi oblik liječenja. Vitalni znakovi moraju biti u odgovarajućim granicama. Koštane abnormalnosti, kontrakture i prekomjerna težina mogu ozbiljno limitirati ili u potpunosti onemogućiti provođenje ESWL-a. Kardiolozi za pacijente s *pace-makerom* moraju procijeniti jesu li sposobni za ovakav oblik liječenja. Laboratorijski nalazi uključuju određivanje vrijednosti kompletne krvne slike, uree, kreatinina, sedimenta urina, koagulograma i urinokulture. U pacijenata s pozitivnom

Najveće prednosti ove metode su visoka efikasnost, mali broj komplikacija, liječenje se provodi uz analgeziju (nije potrebna anestezija) i može se više puta ponavljati. Rezultati liječenja ovise o veličini, položaju i sastavu kamenca, kao i iskustvu urologa.

urinokulturom antibiotsku terapiju treba započeti prije ESWL-a.

Kontraindikacije za ESWL možemo podijeliti na apsolutne i relativne.

Apsolutne kontraindikacije za ESWL su:

- akutna urinarna infekcija,
- nekontrolirane koagulopatije,
- pacijenti s aneurizmom abdominalne aorte,
- trudnoća,
- sepsa,
- nekorigirana opstrukcija urotrakta distalno od kamenca.

Relativne kontraindikacije za ESWL su:

- mentalna retardacija (nemogućnost kooperabilnosti tijekom ESWL-a),
- pretilost (nemogućnost postavljanja kamenca u centar fokusa),
- koštane malformacije,
- bubrežna ektopija,
- slabo kontrolirana arterijska hipertenzija,
- gastrointestinalni poremećaji (veoma rijetko).

Oralni antikoagulansi, poput varfarina, moraju se prestati uzimati nekoliko dana prije ESWL-a. Pacijenta se mora konvertirati na niskomolekularni heparin uz postizanje zadovoljavajućeg protrombinskog vremena. Lijekove koji imaju acetilsalicilnu kiselinu treba prestati uzimati 24 sata prije mrvljenja kamenca.

ESWL POSTUPAK

Neposredno pred početak zahvata pacijentu se daje analgetik intramuskularno ili intravenski. U većini centara daje se tramadol ili diklofenak, iako postoje najrazličitije kombinacije dostupnih analgetika. Opća anestezija nije potrebna u velike većine pacijenata. Najčešće se razbijanje provodi u položaju na leđima. Profilaktičko davanje antibiotika nije potrebno. Uvijek se započinje s valovima koji su niže energije da bi se postepeno njihova snaga pojačavala. Iako se valovi (udarci) mogu aplicirati različitim brzinama, vidjelo se da se najbolji rezultati postižu ako je njihov broj 60 – 90/min⁸. Većini pacijenata daje se ukupno oko 3000 udaraca po tretmanu koji u prosjeku traje oko jedan sat.

Cilj ESWL-a je mrvljenje kamenca u fragmente koje je moguće spontano izmokriti. S obzirom na to da fragmente treba izmokriti nakon razbijanja, pacijenti moraju imati povećan unos tekućine (dnevna diureza mora biti iznad 2 litre). Svakog pacijenta treba upozoriti na moguće komplikacije. Prva kontrola obično je nakon 7 – 10 dana kada se radi kontrolna rendgenska snimka urotrakta i ultrazvuk bubrega. Na temelju njih planiraju se daljnji postupci. „Stone-free rate” (postotak uspješnosti eliminacije konkrementa) nakon tri mjeseca je veća od 75 %, što naravno ovisi u veličini, položaju, obliku kamenca kao i o vrsti korištenog litotriptora i vještini urologa.

Broj ESWL tretmana za bubrežne kamence ne bi trebao prelaziti tri do pet, ovisno o tipu litotriptora, a ako je on veći, PNL predstavlja bolji izbor. U slučaju infektivnih kamenaca s antibiotskom profilaksom treba započeti tri dana prije ESWL-a, te nastaviti kroz sljedeća četiri dana. U literaturi nije jasno definiran interval koji je potreban između dva ESWL-a, a s obzirom na tip litotriptora može biti između dva do pet dana. Maksimalan broj šok-valova po ESWL-u također ovisi o vrsti litotriptora, a kreće se između 3500 – 5000. Kod razbijanja kamenca u mokraćovodu obično je potrebna veća snaga šok-valova, veći broj tretmana i veći ukupan broj šok-valova.

Smjernice EAU-a ne preporučuju rutinsko stavljanje JJ endoproteze prije samog ESWL liječenja. No, postoje situacije kada treba razmotriti njegovo stavljanje:

- veličina kamenca > 15 mm,
- prevencija „steinstrasse” (nakupljanje kamenaca u ureteru jedan iza drugoga koji sprječavaju njihovu eliminaciju),
- pomoć u lokalizaciji kamenaca u mokraćovodu,
- „push-bang” metoda razbijanja kamenaca.

Samo postavljanje endoproteze, koja se vrši cistoskopskim putem, predstavlja invazivni postupak koji pojedini pacijenti teže podnose, zahtijeva više vremena i uporabu anestezije.

Ako se radi o multiploj litijazi mora se stvoriti plan liječenja. Najprije se razbijaju kamenci u donjim čašicama, potom oni smješteni mezorenalno, pa u gornjem polu bubrega kako ne bi došlo nakupljanja kamenaca i nemogućnosti izmokranja fragmenata glede posljedične opstrukcije. U slučaju obostrane nefrolitijaze najprije se razbijaju kamenci na strani simptomatičnog bubrega ili bubrega kod kojeg su moguće komplikacije.

Razbijanje kamenaca ovom metodom moguće je u ektopičnom, potkovičastom i u transplantiranom bubregu, iako je ono tehnički zahtjevnije⁹.

ISHOD LIJEČENJA

Na sam ishod ESWL liječenja utječe nekoliko faktora: položaj kamenca, veličina, broj kamenaca te kemijski sastav kamenca. Distalni kamenci (kamenci smješteni bliže pijeloureteričnom vratu ili ureteralnom ušću) moraju biti prvi liječeni kako bi se izbjegle moguće opstrukcije. Kamenci u mokraćovodu mogu biti liječeni *in situ* (na mjestu impaktiranosti) ili *push-bang* metodom kojom se kamenac gurne natrag u pijelon i ondje razbija, a kako bi se povećala učinkovitost šok-valova. Veličina kamenca također utječe na konačni ishod liječenja, što je kamenac veći manja je mogućnost njegova kompletnog usitnjavanja, a povećana je mogućnost opetovanih ESWL tretmana. Kemijski sastav kamenca ima važnu ulogu, pa cistinski i kalcij oksalat monohidratni kamenci predstavljaju tvrde kamence koji se teško usitnjavaju, dok mekane kamence čine kalcij oksalat dihidrat kamenci, magnezij amonijeva fosfata (infektivni kamenci, koji zahtijevaju antibiotsku profilaksu) i

Tablica 1. Usporedba minimalno invazivnih metoda u liječenju nefrolitijaze

Autori	Metoda	N	SFR (%)	Komplikacije (%)	Dodatni postupci (%)
Khan ¹⁰	PNL	200	97	12	4,1
Payne ¹¹	PNL	450	92	26	5
Lingeman ¹²	PNL	110	91	23,6	4,5
Hassan ¹³	ESWL	167	75	6,6	25
Lingeman ¹²	ESWL	982	72	2,6	14,6
Obek ¹⁴	ESWL	687	66	6,6	13

SFR – postotak uspješnosti eliminacije konkrementa, PNL – perkutana nefrolitotripsija, ESWL – izvantjelesno mrvljenje kamenaca

Tablica 2. Uspješnost razbijanja kamenca u mokraćovodu ovisno o položaju i veličini kamenca te korištenoj metodi

Položaj i veličina kamenca	SFR	
	ESWL (%)	URS (%)
Distalni dio uretera	74	93
< 10 mm	86	97
> 10 mm	74	93
Srednji dio uretera	73	87
< 10 mm	84	93
> 10 mm	76	79
Proksimalni dio uretera	82	82
< 10 mm	89	84
> 10 mm	70	81

SFR – postotak uspješnosti eliminacije konkrementa; ESWL – izvantjelesno mrvljenje kamenaca, URS – ureterorenoskopija; modificirano prema⁸

uratni kamenci koji se dobro usitnjavaju. Svaki kamenac nakon ESWL-a treba kemijski analizirati u svrhu profilakse urolitijaze.

Učinkovitost bilo koje metode u eliminaciji konkrementa prosuđuje se na osnovi triju čimbenika: broj i težina komplikacija, SFR i postotak dodatnih procedura koje su potrebne (tablica 1 i 2)^{8,10-14}.

KOMPLIKACIJE

ESWL liječenje mora provoditi iskusan urolog kako bi se moguće komplikacije smanjile na najmanju moguću mjeru. Na mjestu gdje šok-valovi prolaze kroz kožu mogu se pojaviti petehije na koži ili potkožni hematomi.

Šok-valovi mogu reverzibilno oštetiti sve dijelove bubrežnog parenhima. Stupanj oštećenja ovisi o broju udaraca šok-valovima i energetskeg nivoa koji je isporučen određenom tkivu¹⁵. Takve promjene najčešće su asimptomatske. Mikrohematurnija je prisutna praktički u svih pacijenata, a makrohematurnija se javlja u otprilike 1/3 pacijenata¹⁶. Makrohematurnija obično iščezava nakon nekoliko dana. U slučaju intenzivnije makrohematurnije moguća je i pojava krvnih ugrušaka u mokraći s posljedičnom opstrukcijom mokraćovoda i pojavom bubrežne kolike. Rijetka, ali ozbiljna komplikacija je ruptura bubrega koja zahtijeva operacijsko zbrinjavanje i ponekada nefrektomiju¹⁷. Pojava perinefritičnog ili subkapsularnog hematoma udružena je s jakim lumbalnim bolom, ileusom, te mogućim šokom i hipotenzijom¹⁸. Ova komplikacija je rijetka i obično prolazi uz konzervativnu terapiju. Unatoč prije spomenutom negativnom utjecaju šok-valova na bubrežni parenhim (prvenstveno na onaj u okolici kamenca) studije nisu pokazale da liječenje ovom metodom dovodi do značajnijeg oštećenja bubrežne funkcije¹⁹.

Djelomična fragmentacija kamenca može dovesti do nastanka rezidualnih fragmenata. Ako su ti fragmenti većeg promjera, njihovo prolaženje kroz mokraćovod može dovesti do renalnih kolika²⁰. To se češće događa ako se razbijaju veći i/ili tvrđi (cistinski) kamenci. Fragmenti koji su manji od 4 – 5 mm u pravilu bez većih problema prolaze kroz mokraćovod. „Steinstrasse” je kolumna rezidualnih fragmenata kamenaca u mokraćovodu s posljedičnom blokadom bubrega, a načela liječe-

nja ista su kao i za ostale kamence u mokraćovodu. Kraći „steinstrasse” s blagom ektazijom PK sustava liječi se konzervativno u očekivanju spontane eliminacije fragmenata, a dulji „steinstrasse” obično zahtijeva endoskopsku operaciju. U slučaju visoke temperature bubreg mora biti privremeno dreniran perkutanom nefrostomijom.

Niz je studija proučavao utjecaj liječenja šok-valovima na kasniji razvoj hipertenzije i šećerne bolesti^{21,22}. Rezultati tih studija različiti su, tako da se zasad ne može sa sigurnošću reći može li ovakav oblik liječenja urolitijaze dugotrajno dovesti do razvoja hipertenzije i šećerne bolesti²¹⁻²⁴.

Pored gore opisanih, moguće su, iako vrlo rijetko, plućne komplikacije (hemoptiza), pankreatitis, hematomi slezene, alterirane vrijednosti jetrenih enzima te bilijarna kolika (posljedica fragmentacije holeritijaze).

Zaključno, ESWL je minimalno invazivna metoda koja se rabi u liječenju urolitijaze. Visoka efikasnost, nekorištenje anestezije, mali broj komplikacija i mogućnost ponavljanja glavne su prednosti ove metode.

Izjava o sukobu interesa: autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Wiesenthal JD, Ghiculete D, D'A Honey RJ, Pace KT. A comparison of treatment modalities for renal calculi between 100 and 300 mm2: are shockwave lithotripsy, ureteroscopy, and percutaneous nephrolithotomy equivalent? *J Endourol* 2011;25:481-5.
2. Preminger GM, Peterson R, Peters PC, Pak CY. The current role of medical treatment of nephrolithiasis: the impact of improved techniques of stone removal. *J Urol* 1985;134:6-10.
3. Weizer AZ, Zhong P, Preminger GM, Zhong P. Twenty-five years of shockwave lithotripsy: back to the future? *J Endourol* 2005;19:929-30.
4. Zhou Y, Cocks FH, Preminger GM, Zhong P. Innovations in shock wave lithotripsy technology: updates in experimental studies. *J Urol* 2004;172:1892-8.
5. Rahelić D, Sotošek S, Galić J, Fučkar Ž. Urolitijaza. *In: Fučkar Ž, Španjol J (eds). Urologija II (specijalni dio). Rijeka: Digital point, 2013;289-330.*
6. McAninch JW. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy. *In: Tanagho EA, McAninch JW (eds). Smith's "General Urology". 14th Edition. Norwalk: Appleton&Lange, 1995; 305-13.*
7. Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan AP. Surgical management of urinary lithiasis. Extracorporeal Shock-Wave Lithotripsy. *In: Walsh P, Retik A, Vaughan E, Wein A (eds). Campbell's Urology. 8th Edition. Philadelphia: Saunders, 2002;3398-416.*

8. Türk C, Knoll T, Petrik A, Sarica K, Skolarikos A, Straub M et al. Guidelines on urolithiasis. European Association of Urology Guidelines 2013.
9. Markić D, Valenčić M, Gršković A, Španjol J, Sotošek S, Fučkar Ž et al. Extracorporeal shockwave lithotripsy of ureteral stone in a patient with en bloc kidney transplantation: a case report. *Transplant Proc* 2011;43: 2110-2.
10. Khan S, Toori LA, Anwer K. The efficacy of percutaneous nephrolithotomy in renal and upper ureteric calculi. *Pakistan J Med Res* 2005;44:89-91.
11. Payne SR, Ford TF, Wickham JEA. Endoscopic management of upper urinary tract stones. *Br J Surg* 1985;72: 822-4.
12. Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, Kahoski RJ, Mertz JH, Mosbaugh PG et al. Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1987;138:485-90.
13. Hassan M, El-Nahas AR, Sheir KZ, El-Assamy AM, Elshal AM, Shokeir AA et al. Percutaneous nephrolithotomy vs. extracorporeal shockwave lithotripsy for treating a 20–30 mm single renal pelvic stone. *Arab J Urol* 2015; 13:212-6.
14. Obek C, Onal B, Kantay K, Kalkan M, Yalçın V, Oner A et al. The efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower pole calculi compared with isolated middle and upper caliceal calculi. *J Urol* 2001;166:2081-4.
15. Willis LR, Evan AP, Connors BA, Blombergen P, Fineberg NS, Lingeman JE. Relationship between kidney size, renal injury, and renal impairment induced by shock wave lithotripsy. *J Am Soc Nephrol* 1999;10:1753-62.
16. Torricelli FCM, Danilovic A, Vicentini FB, Marchini GS, Srougi M, Mazzucchi E. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of renal and ureteral stones. *Rev Assoc Med Bras* 2015;61:65-71.
17. Dhar NB, Thorton J, Karafa MT, Stroom SB. A multivariate analysis of risk factors associated with subcapsular hematoma formation following electromagnetic shock wave lithotripsy. *J Urol* 2004;172:2271-4.
18. Jang YB, Kang KP, Lee S, Kim W, Kim MK, Kim YG et al. Treatment of subcapsular haematoma. A complication of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), by percutaneous drainage. *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21:1117-8.
19. Sheir KZ, Gad HM. Prospective study of the effects of shock wave lithotripsy on renal function: role of post-shock wave lithotripsy obstruction. *Urology* 2003;61: 1102-6.
20. Ehreth JT, Drach GW, Arnett ML, Barnett RB, Govan D, Lingerman J et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy: multicenter study of kidney and upper ureter versus middle and lower ureter treatments. *J Urol* 1994;152: 1379-85.
21. Krambeck AE, Rule AD, Li X, Bergstralh EJ, Gettman MT, Lieske JC. Shock wave lithotripsy is not predictive of hypertension among community stone formers at long-term followup. *J Urol* 2011;185:164-9.
22. Krambeck AE, Gettman MT, Rohlinger AL, Loshe CM, Patterson DE, Segura JW. Diabetes mellitus and hypertension associated with shock wave lithotripsy of renal and proximal ureteral stones at 19 years of followup. *J Urol* 2006;175:1742-7.
23. Lingeman JE, Woods JR, Toth PD. Blood pressure changes following extracorporeal shock wave lithotripsy and other forms of treatment for nephrolithiasis. *JAMA* 1990;263:1789-94.
24. Gupta M, Bolton DM, Irby P, Hubner W, Wolf JS Jr, Hattner RS et al. The effect of newer generation lithotripsy upon renal function assessed by nuclear scintigraphy. *J Urol* 1995;154:947-50.