

Ultrasonografická versus fluoroskopická fokusácia urolitiázy pri extrakorporálnej litotrypsii rázovou vlnou

Ultrasound versus fluoroscopic localisation during extracorporeal shockwave lithotripsy

Michaela Motolová¹, Milan Král²

¹Urologie, Barmherzige Schwestern Krankenhaus Wien

²Urologická klinika LF UP a FN Olomouc

Došlo: 5. 2. 2021

Přijato: 1. 3. 2021

Kontaktní adresa:

MUDr. Michaela Motolová
Urologie, Barmherzige Schwestern Krankenhaus
Wien
Stumpergasse 13, 1060 Wien
e-mail: michaela.motolova@bhs.at

Stret zaujmov: Žádný.

Vyhlásenie o podpore: Zpracování článku bylo realizováno v rámci řešení grantového projektu s registračním číslem IGA_LF_2020_044 při LF UP v Olomouci.

Hlavné stanovisko práce: Negácia inferiority ultrazvukovo-navigovanej extrakorporálnej litotrypsie rázovou vlnou (ESWL) v porovnaní s fluoroskopickým zameriavaním urolitiázy.

The major statement: Ultrasound guidance is not inferior to fluoroscopic targeting of urolithiasis by extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) procedure.

SÚHRN

Motolová M, Král M. Ultrasonografická versus fluoroskopická fokusácia urolitiázy pri extrakorporálnej litotrypsii rázovou vlnou.

Cieľ: Porovnanie efektivity ESWL pri zemerívaní konkrémentov výhradne ultrasonografickom (USG) alebo fluoroskopickom (RTG). Preukázanie minimálne ekvivalencie oboch modalít. Poukázanie na výhody ultrasonografického prístupu za účelom jeho širšieho a pružnejšieho využitia.

Súbor pacientov a metóda: Retrospektívna bicentrická štúdia porovnáva stone free rates (SFRs) u troch selektovaných skupín pacientov s porovnateľnými charakteristikami, pričom ESWL bola prvou intervenciou k riešeniu nefrolitiázy, proximálnej alebo prevesikálnej ureterolitiázy. Za „stone free“ je považovaný pacient s absenciou residuálnej litiázy alebo s asymptomatickým reziduom do 2 mm.

Rameno s real time USG fokusáciou tvorí skupina 120 pacientov za obdobie 02/2017–02/2020 na elektromagnetickom litotryptore STORZ SLK.

Do ramena s RTG zameriavaním spadajú dve skupiny: 72 pacientov v období 04/2017–10/2017 na elektrokonduktívnom litotryptore Sonolith-i-sys (EDAP) a 68 pacientov medzi 01/16–03/2017 na elektrohydraulickom litotryptore Medilit 7. Po-

prítom sledujeme nutnosť využitia auxiliárnych postupov a počet intervencií ESWL nutných pre kompletnú sanáciu konkrementu.

Výsledky: Pri USG zameriavaní bola SFR na úrovni 90%. Primerný počet intervencií 1,3. RTG-fokusácia: kumulatívne skupina Sonolith-i-sys plus Medilit 7: bola zistená hodnota SFR 90% pri 1,5 dobách. Signifikančný rozdiel v počte ESWL tak nebol zistený $\alpha = 0,105$. Rovnaká situácia nastala pri porovnaní frekvencie prevedenia auxiliárneho postupu – zavedenia stentu alebo ureterorenoskopie $\alpha = 0,453$, zatiaľ čo pri kumulatívnej radiačnej záťaži je rozdiel signifikantný, podobne ako v prípade potreby analgetika bola taktiež signifikantne nižšia ($\alpha < 0,001$) u USG fokusácie. Miera prezencie operátora pri intervencii bola signifikantne väčšia u USG ramena.

Záver: Výsledky našej štúdie deklarujú rovnocennosť oboch zobrazovacích modalít z hľadiska efektivity. USG navigácia by mala byť predovšetkým s ohľadom na odbúranie radiačnej záťaže pre pacienta preferovanou formou zameriavania konkrementov pri realizácii ESWL.

KLÚCOVÉ SLOVÁ

Efektivita, extrakorporálna litotripsia rázovou vlnou, radiačná záťaž, ultrasonografia, urolitiáza

SUMMARY

Motolová M, Král M. Ultrasound guidance versus fluoroscopic targeting of urolithiasis by extracorporeal shock wave lithotripsy.

Aim: Efficacy comparison of two localization techniques using ESWL – exclusively real time ultrasound or fluoroscopy. Demonstration of at least equivalence of both techniques. To publicize the advantages of real-time ultrasound guidance to encourage more departments in develop of this modality.

Methods: This bicentric retrospective study compares stone free rates (SFRs) in three selected groups of patients with similar characteristics. Inclusion criteria: ESWL as primary intervention for nephrolithiasis, proximal or prevesical ureterolithiasis. The definition of stone free was a patient without any residual stone or the absence of frag-

ments ≥ 2 mm. The arm with exclusively real-time USG targeting of urolithiasis contains a group of 120 patients, using electromagnetic lithotripter – STORZ SLK between 02/2017–02/2020. The fluoroscopy-arm includes two groups: 72 patients, using electroconductive lithotripters: Sonolith-i-sys (EDAP) between 04–10/2017 and 68 patients, by using electrohydraulic lithotripter Medilit 7 between 01/2016–03/2017. Simultaneous evaluation of requisite for auxiliary techniques and number of sessions for complete stone-desintegration.

Results: SFR was 90% in the USG-guided group. The average number of ESWL sessions was 1,3. SFR in the fluoroscopic arm: the group-Sonolith-i-sys plus the group Medilit 7 was 90%. The average number of ESWL sessions was 1,5. These results were not significantly different $\alpha = 0,105$. The same result is shown on comparison of frequency of requirement for auxiliary techniques – DJ-stent insertion/ureterorenoscopy $\alpha = 0,453$. Radiation exposure was the biggest difference between techniques, as well as analgesics requirement which were significantly lower in USG arm ($\alpha < 0,001$). The operator presence-time was significantly longer in USG – guided ESWL.

Conclusion: Our study shows efficacy equivalence of outcomes of both localization modalities. Real-time USG guidance should be primarily used to reduce radiation exposure for patients undergoing ESWL.

KEY WORDS

Effectivity, extracorporeal shock wave lithotripsy, radiation exposure, ultrasonography, urolithiasis.

.....

ÚVOD

Fluoroskopické zameriavanie lithiasy bolo po dlhé roky zlatým štandardom pri realizácii ESWL. V posledných rokoch sa čoraz viac dostáva do popredia ultrasonografia. USG sondy sa kontinuálne vyvíjajú, ponúkajú stále lepšiu rozlišovaciu schopnosť. Spolu s prídavným softwérom a high-tech príslušenstvom

disponujú moderné litotryptory tými najlepšími predpokladmi byť úspešnými v boji s urolitiázou a to bez radiačnej záťaže pre pacienta a aplikujúci personál.

USG navigovaná ESWL je naviac možná i v prípade nekontrastnej litiázy, mimo iného pri zlyhaní alebo kontraindikácii disolúčnej terapie. Nezanedbateľnou výhodou je kontinuálna USG monitorácia presného zacielenia litiázy v priebehu celého výkonu. Významnú úlohu zohráva erudícia aplikujúceho odborníka.

Limitáciou je poloha ureterolitiázy – subpelvický a prevesikálny ureter je zväčša dobre zamerateľný, zvýšený priebeh v neselektovanej populácii nie. Emergentné ESWL in situ je stále atraktívnu, minimálne invazívnou terapeutickou opciou. Kombinované navigačné systémy moderných prístrojov predstavujú výhodnú alternatívu i pre prípadné akútne auxiliárne intervencie (2)

METODIKA

Naše skúmanie prebehlo v dvoch stupňoch. Proces sme zahájili retrospektívnou analýzou dát 120 pacientov, ktorí podstúpili ESWL terapiu ambulantne v Ordináriu Dr. Christiana Türka vo Viedni na elektromagnetickom litotryptore zn. STORZ – Modulith SLK s výhradne in-line USG fokusáciou v období 2017–2020.

Následne sme tak mohli zrealizovať komparatívnu analýzu výsledkov USG navigovanej ESWL s výstupmi štúdie realizovanej na Urologickej klinike FN Olomouc v r. 2017 – týkajúcich sa efektivity litryptorov: elektrokonduktívneho Sonlith i-sys fy EDAP-TMS a elektrohydraulického Medilit 7 pri flouroskopickom zameriavaní.

Ako hlavné inkluzívne kritérium k zaradeniu do študovaného súboru výhradne dospelé populácie bola definovaná ESWL ako prvá intervencia k riešeniu RTG-kontrastnej nefrolithiasy, proximálnej a distálnej ureterolithiasy o veľkosti 6–13 mm, v súlade s doporučeniami Európskej urologickej asociácie (EAU).

Veľký dôraz bol kladený na rovnováhu v charakteristikách pacientov a konkrémentov u oboch po-

rovnávaných ramien. Selekcia probandov prebehla s ohľadom na skin-to-stone distance (StSD), densitu konkrémentov (SD), pri nefrolitiáze – príslušnosť ku kaliceálnej skupine a vyrovnané zastúpenie pacientov s proximálnou a distálnou ureterolitiázou v oboch vetvách. CT densita konkrémentu predstavuje substitučnú veličinu, nakoľko mineralogické vyšetrenie konkrémentov nebolo u všetkých pacientov k dispozícii. Do súboru boli zavzatí i pacienti s vysokými densitami konkrémentov – viz Tab. č. 1, horná hranica nebola principiálne žiadna. Maximálna hodnota v našej vzorke pacientov je 1412 HU. Dolná bola prakticky závislá len od kontrastibility, hodnota pod 672 HU v súbore nie je. Indikácia k spôsobu zamerania konkrémentu nie je závislá od jeho CT-density. Pacienti s BMI nad 30 sa v študovanom súbore nenachádzajú, i keď vysoká hodnota BMI nie je absolútnou kontraindikáciou k ESWL. Pri uvedomení si všeobecných limitácií ESWL tak bola stanovená racionálna hranica.

Primodiagnostika konkrémentu musela byť vo forme natívneho CT urotraktu a natívneho nefrogramu, ktorý bol realizovaný aj ako kontrola po jednotlivých dobách, súčasne k verifikácii dosiahnutia „stone free“ situácie.

Erudícia a skúsenosti aplikujúcich odborníkov v oboch centrách bola na úrovni experta, hovoríme o viac ako 20-tich rokoch praxe v exekúcií ESWL.

Primárne sme sa zamerali na parametre – SFRs a počet intervencií nutných k dosiahnutiu stone free situácie. Štatistický limit k posúdeniu non-inferiority sme stanovili na hodnotu 10 %.

Sekundárne sme sledovali mieru kumulatívnej radiačnej záťaže a prezencie operátora pri intervencii, ale taktiež potreby analgetika, či frekvencie nutnosti prevedenia auxiliárneho postupu (zavedenie DJ-stentu/URS).

Pred intervenciou nebýva u dospeléj populácie na sledovaných pracoviskách štandardne podávaná analgetická terapia resp. analgosedácia. V prípade intraprocedurálnej algickej symptomatiky sú na oboch pracoviskách podávané intravenózne nesteroidné antiflogistika sub forma diclofenac alebo spasm-analgetika sub forma metamizol +/- pitofenon. V sledovanom súbore mala táto terapia vždy dobrý efekt, u žiadneho z prípadov tak nedošlo k predčasnému ukončeniu už započatej doby ESWL.

Randomizácia súborov neprebíhala. Jednalo sa o konzekutívne prípady, z ktorých boli vylúčení pacienti po iných alebo opakovaných intervenciách na konkrétnu sledovanú litiázu. Tým, že boli spracované dáta z pracoviska, ktoré fluroskopickú navigáciu nepoužíva vôbec (Viedeň) a dát z pracoviska v Olomouci s takmer 100% podielom fluroskopickej fokusácie, nebola randomizácia ani možná, ale v podstate ani nevyhnutná.

Na pracovisku v Olomouci bola doposiaľ USG fokusácia využívaná primárne pri riešení detských pacientov, u dospeléj populácie vzácnejšie – hlavne v situáciách, kedy je kvôli meteorizmu fluroskopická vizualizácia zásadne limitovaná.

Výstupy z ESWL pediatrických pacientov neboli vložené, pretože by narušili rozvrstvenie pacientov. U detí pod 10 rokov sa výkon realizuje výhradne v narkóze resp. analgosedácii. Viedenské pracovisko prevádza ESWL ambulantne, pacienti pod 15 rokov nie sú v tejto prevádzke riešení vôbec

VÝSLEDKY

Štatistickým spracovaním

Kvantitatívne veličiny boli popísané pomocou priemeru (Mean), smerodatnej odchýlky (σ), minimálnej a maximálnej hodnoty a mediánu. Shapiro-

Tab. 1. Popisná štatistika a p-hodnoty Mannovho-Whitneyho U-testu

Tab. 1. Descriptive statistics and p-values of Mann-Whitney U test

	Group										p
	USG					RTG					
	Median	Min	Max	Mean	σ	Median	Min	Max	Mean	Σ	
StSD (mm)	99,0	80,0	129,0	101,0	12,1	98,0	77,0	129,0	100,1	12,1	0,527 ^a
SD (HU)	1006,5	672,0	1412,0	1022,9	168,1	998,0	672,0	1340,0	1006,3	163,0	0,442 ^a
Size (mm)	7,0	6,0	13,0	7,8	1,8	7,0	6,0	13,0	8,0	1,9	0,214 ^a
ESWL No.	1,0	1,0	3,0	1,3	0,5	1,0	1,0	4,0	1,5	0,7	0,105 ^a

^aMann-Whitney U-test

Tab. 2. Absolútne a relatívne početnosti a p-hodnoty Fisherova exaktného testu a Mannova-Whitneyova U-testu

Tab. 2. Absolute and relative frequencies and p-values of Fisher's exact test and Mann-Whitney U test

		Group				<i>p</i>
		USG (n = 120)		RTG (n = 140)		
		Count	%	Count	%	
Stone free	Yes	108	90,0 %	126	90,0 %	1,000 ^b
	No	12	10,0 %	14	10,0 %	
ESWL No.	1	81	67,5 %	83	59,3 %	0,105 ^a
	2	37	30,8 %	47	33,6 %	
	3	2	1,7 %	9	6,4 %	
	4	0	0,0 %	1	0,7 %	
Position	Upper pole	20	16,7 %	20	14,3 %	0,816 ^b
	Lower pole	35	29,2 %	51	36,4 %	
	Mid pole	20	16,7 %	20	14,3 %	
	Pelvilithiasis	19	15,8 %	19	13,6 %	
	Prox. ureter	15	12,5 %	20	14,3 %	
	Distal ureter	11	9,2 %	10	7,1 %	
Analgetics	Yes	14	11,7 %	55	39,3 %	< 0,0001 ^b
	No	106	88,3 %	85	60,7 %	

^aMann-Whitney U-test; ^bFisher's Exact Test

-Wilkovými testami normality bolo overené, že numerické veličiny nemajú normálnu distribúciu. Preto bol pre spracovanie použitý neparametrický Mannův-Whitneyův U-test, rovnako ako pre ordinálnu veličinu – počet intervencií – ESWL No. (Tab. 1).

Kvalitatívne dáta boli vyjadrené pomocou absolútnych a relatívnych početností. Porovnanie skupín bolo realizované pomocou Fisherovho presného testu, ktorý je založený na výpočte exaktnej pravdepodobnosti (p-hodnoty) (Tab. 2). Tento test sme uprednostnili pred Chí-kvadrát

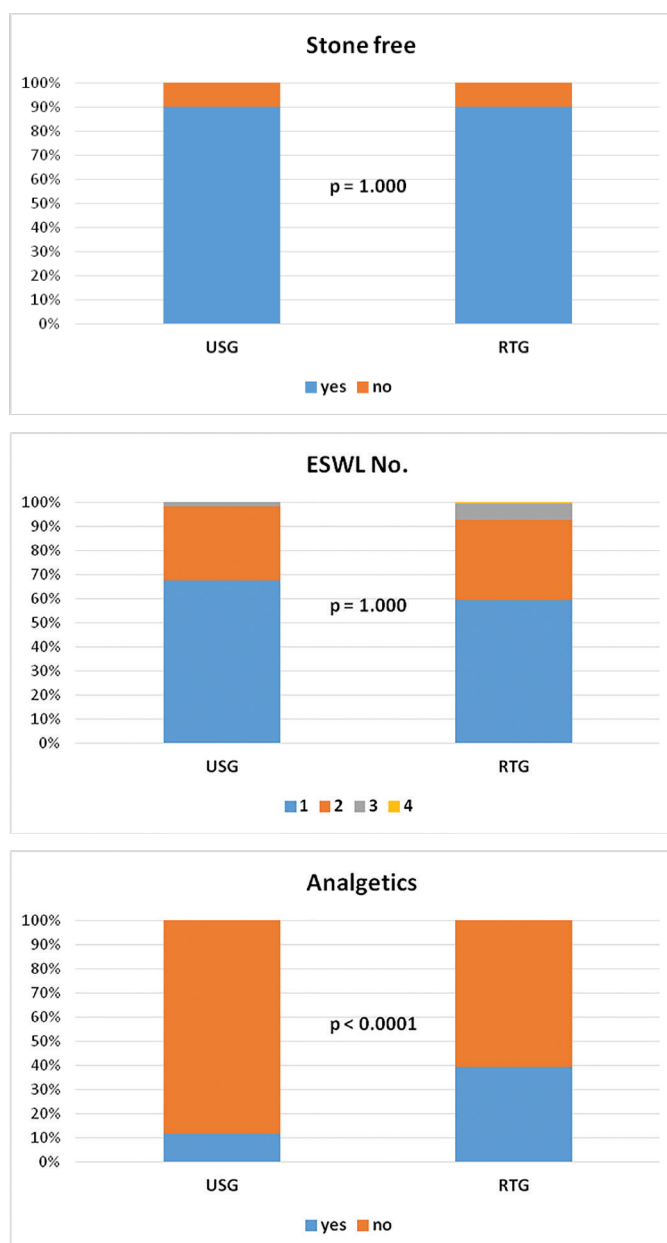
testom, nakoľko Fisherov presný test je zlatý štandard pre hodnotenie závislosti v kontingenčných tabuľkách.

Všetky testy boli prevedené na hladine štatistickej významnosti $\alpha = 0,05$, p-hodnoty $< 0,05$ znamenajú štatisticky významný rozdiel.

Rozloženie kvalitatívnych dát bolo vizualizované stĺpcovými skladanými grafmi (1–3).

K štatistickému spracovaniu bol použitý štatistický software IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Grafické znázornenie Graphic representation



Hodnotenie

Výsledky získané z analýzy ramena USG navigovanej litotrypsie sa štatisticky významne nelíša v porovnaní s dátami z flouroskopického ramena, všetky p-hodnoty $> 0,05$.

Jediný významný rozdiel je v použití analgetík. V USG vetve boli analgetika nutné u 11,7 % pacientov – čo je signifikantne menej než pri fluoroskopickom zameriavaní, kedy boli analgetika podané u 39,3 % pacientů, $p < 0,0001$.

Non-inferiorita pre primárny výstup SFR bola testovaná pomocou 95% intervalu spoľahlivosti v rozsahu -7,31% až 7,31 % pre 2 nezávislé podiely s limitom non-inferiority 10 %.

Metóda USG tak mohla byť v populácii v ukazovateli SFR horšia než metóda RTG maximálne o 7%. V sledovaných súboroch bol zistený nulový rozdiel.

95% interval spoľahlivosti nepresahuje hodnotu 10 %, čím bola non-inferiorita USG metódy v našej štúdii preukázaná.

Analýzou sekundárne sledovaných parametrov sme získali nasledujúce výstupy

Kumulatívna expozícia pacienta radiačnému žiareniu v USG ramene sa pohybovala v rozmedzí 178 mGy/cm^2 – 329 mGy/cm^2 . Jedná sa o sumu dávok z natívneho low dose CT abdomen, kontrolných natívnych nefrogramov eventuálna skiaografia v rámci auxiliárneho postupu. V prípade flouroskopického zameriavania boli zistené hodnoty v intervale $2\,723 \text{ mGy/cm}^2$ – $26\,957 \text{ mGy/cm}^2$. Najvyššie priemerene expozície boli zistené pri zameriavaní nefrolitiázy dolnej kaliceálnej skupiny. Najnižšie naopak v prípade distálneho močovodu ($4\,894 \text{ mGy/cm}^2$).

Dĺžka jednej doby ESWL bola v oboch prípadoch porovnateľná – USG rameno 32–53 min., u RTG zamerania 33–62 min., rozdiel bol v reálnej bedside prezencii operátora – USG vs. RTG = 80% vs. 55%.

K auxiliárnym postupom bolo nutné pristúpiť častejšie v fluoroskopickvej vetve, ale rozdiel je štatisticky nesignifikantný, $\alpha = 0,453$.

Spektrum komplikácií ESWL v oboch porovnávaných skupinách nevýznamné – maximálne bol dosiahnutý Clavien – Dindo Grade 2.

DISKUSIA

ESWL priniesla v 50. tých rokoch 20. storočia revolúciu v terapii urolitiázy, odklon od otvorených chirurgických prístupov. Popri od 90. tých rokov 20. storočia prudko expandujúcich a progresívnych endourologických technikách – perkutánnej nefrolitolapaxie (PCNL) a ureterorenoskopie resp. retrográdnej intrarenálnej chirurgie (URS resp. RIRS) si zachováva extrakorporálna litotrypsia rázovou vlnou (ESWL) svoje významné postavenie v liečebnej stratégii. Miniinvazivita, absencia narkózy a ambulantné prevedenie sú hlavné devízy. V porovnaní s invazívnymi modalitami však postupom času začína strácať v parametroch efektivity.

Samotné srdce litotryptoru je generátor rázových vln – viaceré štúdie preukázali, že sa nepodarilo prekonať účinnosť prvotného elektrohydraulického typu. Pre vývoj metodiky je preto nevyhnutné zamerať sa na optimalizáciu intraproceduálnych krokov. Tým najzásadnejším je práve presné zameranie litiázy. Realizácia je dominantne fluoroskopicky, v poslednej dobe narastá význam sonografickej (USG) navigácie – či už vo forme doplnku ku skiaskopii alebo výhradne **kontinuálnej real-time USG fokusácie**.

Referenčným modelom k porovnaniu efektivity ESWL je doteraz neprekonaný prvogeneračný litotryptor Dornier HM-3, ktorý pri fluoroskopickom zameriavaní dosahoval priemerné SFR na úrovni 73%. Pionierske práce realizované na moderných litotryptoroch pri USG navigácii udávajú SFR na úrovni 68,5%. Tu vyvstáva otázka rovnocennosti týchto dvoch zameriavacích techník. V súčasnosti je publikovaných len niekoľko málo štúdií zaoberajúcich sa touto problematikou.

Tri podobné našej: anglická z roku 2016 (3), belgická, ktorá bola publikovaná v roku 2017 (4) a egyptská z 2020 (5). V primárne sledovaných výstupoch vládne jednota. Nami predkladaná analýza sa snažila prekonať ich dve najzásadnejšie limitácie. Bola realizovaná na väčšom súbore pacientov: 94/114/100 verus 220. Prísnu selekciou probandov bola dosiahnutá vyrovnaná charakteristika súborov.

K našej komparatívnej štúdií by mohla byť potenciálne vznesená námietka, že pri jej realizácii neboli použité rovnaké generátory rázových vln, čo môže jej výsledky skresľovať. Vo všeobecnosti elektromagnetické litotryptory v porovnaní s elektrohydraulickými disponujú menšou účinnosťou, ale procedúra býva i menej bolestivejšia. Tento fakt navádza k prípadnej oponenture voči nižšej miere spotreby analgetika v prípade USG ramedna štúdie. Argumentovali by sme nasledujúcou rozvahou:

Rovnaký SFR outcome v USG ramene pri použití „slabšieho“ generátoru rázových vln musí mať pôvod v lepšej fokusácii konkrementu v reálnom čase, kedy pri presnejšej monitorácii známk dezintegrácie môžeme optimálnejšie regulovať intenzitu a frekvenciu rázových vln s pozitívnym vplyvom na efektivitu, respektíve zníženie spotreby analgetík.

Limitáciu štúdie na strane operátora neuvažujeme – obe centrá disponujú vysokou expertízou USG zameriavanie bolo prevedené jedným operátorom, za fluoroskopické boli zodpovední dvaja experti. Intraprocedurálne radiačné expozície mali primerne o 9% vyššie v porovnaní so zahraničnými štúdiami, čo prikladáme precíznosti ich zameriavania a prísnemu monitoringu vývoja dezintegrácie, ktorý umožňuje racionálnejšiu reguláciu intenzity a frekvencie rázových vln.

Fyzická participácia operátora pri realizácii ESWL s USG fokusáciou je väčšia, čo by sa však nemalo stať rozhodujúcim faktorom pri favorizácii fluroskopickej navigácie. Práve naopak, naskytá sa príleži-

tosť profitovať z USG mentoringu novej generácie urológov skusenými ESWL – operátormi.

Hlavnou devízou USG fokusácie konkrementu je odstránenie radiačnej záťaže pre pacienta prípadne i pre aplikujúci personál, predovšetkým pri uvedomení si stochastických biologických účinkov radiácie. O to viac pri zohľadnení skutočnosti, že recidíva ochorenia je už v prvom roku od výskytu urolitiázy približne na úrovni 10%. V prípade multiplicitného výskytu konkrementu dosahujú dávky radiačnej expozície pri ročnom follow-up úrovne 54 850 mGy/cm² (6).

ZÁVER

ESWL je rokmi etablovaná, urologickými guidelines kodifikovaná metóda terapie urolitiázy, moderné litotryptory sú štandardným armamentáriom urologických centier i v Českej republike, preto je dôležité maximálne využiť potenciál týchto prístrojov s vysokou zaobstarávajúcou cenou, ale zato dlhodobým funkčným nasadením pri veľmi priateľnej réžii.

Práve vedúce urologické pracoviská by mali ísť príkladom a zasadzovať sa o väčšie rozširovanie realizácie doposiaľ značne opomínanej USG fokusácie, nakoľko sa jedná prinajmenšom o rovnocennú formu zameriavania.

Dominantné postavenie ESWL v terapii urolitiázy detského veku nás tiež zaväzuje k ďalšej snahe o optimalizáciu procedúry (7, 8).

LITERATURA

1. Türk C, Neisius A, Petrik A, et al. EAU Guidelines of Urolithiasis 2020 European Association of Urology. Amsterdam, ISBN 978-94-92671-04-2.
2. Abid N, Ravier E, Promeyrat X, et al. Decreased Radiation Exposure and Increased Efficacy in Extracorporeal Lithotripsy Using a New Ultrasound Stone Locking System. J Endourol 2015; 29(11): 1263–1269. DOI: 10.1089/end.2015.0175.
3. Smith HE, Bryant DA, KooNg J, Chapman RA, Lewis G. Extracorporeal shockwave lithotripsy without radiation: Ultrasound localization is as effective as fluoroscopy. Urol Ann 2016; 8(4): 454–457. DOI: 10.4103/0974-7796.192104.
4. Van Besien J, Uvin P, Hermie I, Tailly T, Merckx L. Ultrasonography Is Not Inferior to Fluoroscopy to Guide Extracorporeal Shock Waves during Treatment of Renal and Upper Ureteric Calculi: A Randomized Prospective Study. Biomed Res Int 2017; 2017: 7802672. DOI: 10.1155/2017/7802672.

5. **Hegazy AS, Abdelfattah DM, Hassan HN.** Ultrasound guided Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (SONO ESWL) versus fluoroscopy guided ESWL in patients with radiopaque renal stones; A comparative randomized study, QJM: An International Journal of Medicine 2020; 113: Issue Supplement_1. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcaa070.013>.
6. **Kaynar M, Tekinarslan E, Keskin S, et al.** Effective radiation exposure evaluation during a one year follow-up of urolithiasis patients after extracorporeal shock wave lithotripsy. Central European Journal of Urology 2015; 68(3): 348–352. DOI: 10.5173/cej.2015.547.
7. **Novák K.** Problematika urolitiázy u dětského pacienta: přinesla moderní doba nové možnosti? Urol List 2007; 5(1): 22–25.
8. **Goren MR, Goren V, Ozer C.** Ultrasound-Guided Shockwave Lithotripsy Reduces Radiation Exposure and Has Better Outcomes for Pediatric Cystine Stones. Urol Int 2017; 98(4): 429–435. DOI: 10.1159/000446220.