

Joanna Samotyjek<sup>1</sup>, Beata Jurkiewicz<sup>1</sup>, Maria Uliasz<sup>2</sup>, Piotr Kwaśniewicz<sup>2</sup>

## Techniki małoinwazyjne stosowane w leczeniu kamicy układu moczowego u dzieci

### Minimally invasive techniques used for treatment of urolithiasis in children

<sup>1</sup> Klinika Chirurgii Dziecięcej i Urologii Dziecięcej CMKP, Szpital Dziecięcy w Dziekanowie Leśnym, Dziekanów Leśny, Polska. Kierownik Kliniki: dr hab. n. med. Beata Jurkiewicz, prof. CMKP

<sup>2</sup> Zakład Diagnostyki Obrazowej, Szpital Dziecięcy w Dziekanowie Leśnym, Dziekanów Leśny, Polska. Kierownik Zakładu: dr n. med. Maria Uliasz

Adres do korespondencji: Joanna Samotyjek, Klinika Chirurgii Dziecięcej i Urologii Dziecięcej CMKP, Szpital Dziecięcy w Dziekanowie Leśnym, ul. Marii Konopnickiej 65, 05-092 Łomianki, tel.: +48 22 765 72 54, e-mail: asiamed@poczta.onet.pl

#### Streszczenie

Populacja pediatryczna stanowi szczególną grupę pacjentów z kamicy układu moczowego. W ciągu ostatnich 25 lat częstość występowania tej choroby w populacji pediatrycznej wzrosła z 6% do 10%. Przyczyny zwiększonej zachorowalności nie są do końca wyjaśnione, ale na wzrost częstości kamicy moczowej mogą mieć wpływ różne czynniki: nieprawidłowe nawyki żywieniowe, niewłaściwa dieta, zwłaszcza z dużą zawartością soli i pokarmów bogatych w białko zwierzęce, niedostateczna podaż płynów, otyłość, nadciśnienie tętnicze, zanieczyszczenie środowiska, przyspieszenie tempa życia, niekontrolowana podaż preparatów wielowitaminowych i suplementów. Przeciętny wiek pacjenta pediatrycznego z kamicy wynosi około 7–8 lat. Celem pracy jest przedstawienie technik małoinwazyjnych w leczeniu kamicy układu moczowego w populacji pediatrycznej. Ze względu na wysokie ryzyko nawrotu choroby w tej grupie zasadnicze znaczenie ma wybór takiej metody leczenia, która umożliwiłaby usunięcie złogów w sposób jak najmniej inwazyjny i jednocześnie skuteczny. Wybór odpowiedniego sposobu postępowania zależy od wielu czynników, takich jak: lokalizacja, wielkość i skład złogu, wiek pacjenta, warunki anatomiczne, stopień utrudnienia spływu moczu, nawracające zakażenia układu moczowego. Procedury chirurgicznego leczenia kamicy u dzieci są takie same jak u dorosłych. Wśród technik małoinwazyjnych należy wymienić litotrypsję pozaustrojową (*extracorporeal shock wave lithotripsy*, ESWL), nefrolitotrypsję przezskórną (*percutaneous nephrolithotomy*, PCNL), litotrypsję ureterorenoskopową (*ureterolithotripsy*, URSL) i wsteczną chirurgię śródnerkową (*retrograde intrarenal surgery*, RIRS). Metody małoinwazyjnego leczenia kamicy u dzieci dzięki zaawansowanemu rozwojowi techniki są efektywne i umożliwiają całkowitą ewakuację złogów już podczas pierwszej procedury. Należy jednak pamiętać, że powinny być wykonywane przez doświadczonych urologów, w wysokospecjalistycznych i dobrze wyposażonych ośrodkach.

**Słowa kluczowe:** kamica układu moczowego, dzieci, ESWL, PCNL, URSL, RIRS

#### Abstract

The paediatric population is a special group among patients with urolithiasis. Within the past 25 years, the prevalence of this disease in the paediatric population has increased from 6% to 10%. The causes of this higher prevalence are not entirely clear but may be associated with various factors, such as: inappropriate eating habits, inappropriate diet, particularly rich in salt and animal protein, insufficient fluid intake, obesity, hypertension, pollution, faster pace of living as well as uncontrolled intake of multivitamin preparations and dietary supplements. The mean age of a paediatric patient with urolithiasis is 7–8 years. The aim of this publication is to present minimally invasive techniques used for treatment of urolithiasis in the paediatric population. Due to a high risk of disease recurrence, the selection of a treatment method that enables removal of calculi in the least invasive and the most effective way is vital in this group of patients. The choice of management depends on various factors, such as: location, size and composition of calculi, patient's age, anatomical conditions, the degree of urinary outflow obstruction and recurring urinary tract infections. Surgical methods of urolithiasis treatment are identical in adults and in children. Minimally invasive techniques include extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), percutaneous nephrolithotomy (PCNL), ureterorenoscopic lithotripsy (URSL; ureterolithotripsy) and retrograde intrarenal surgery (RIRS). Owing to the technical advancement, minimally invasive techniques are effective in children and help evacuate calculi fully, even with a single procedure. It must be remembered, however, that they should be performed by experienced urologists in highly specialised and well-equipped centres.

**Keywords:** urolithiasis, children, ESWL, PCNL, URSL, RIRS

## WSTĘP

Leczeniem kamicy układu moczowego zajmowano się już w czasach starożytności. Dowodem na to są zachowane zapisy schematów leczenia kamicy moczowej, zawarte w staroegipskim papirusie Ebersa, pochodzącym z 1550 r. p.n.e. Ponadto w dokumentach, takich jak dzieło *Choroby nerek i pęcherza moczowego* Rufusa z Efezu oraz 7-tomowa *De Medicina* Aulusa Corneliusa Celsusa, można znaleźć opisy procedur przekroczonego usuwania kamieni moczowych. W starożytnym Rzymie wyodrębniła się także specjalność litotomistów, o których Hipokrates mówił: „u chorego na kamień nigdy nie wykonam cięcia, lecz pozostawię to mężom w tym doświadczonym”<sup>(1)</sup>. Mimo tak bogatej historii leczenia kamicy układu moczowego współcześnie wciąż poszukujemy najlepszej metody, która pozwoliłaby na efektywne, bezpieczne i małoinwazyjne usuwanie złożeń.

Szczególną grupę pacjentów z kamicą układu moczowego stanowi populacja pediatryczna. W ciągu ostatnich 25 lat częstość występowania tej choroby w populacji pediatrycznej wzrosła z 6% do 10%<sup>(2)</sup>. Przyczyny zwiększonej zachorowalności nie są do końca wyjaśnione, ale na wzrost częstości kamicy moczowej mogą mieć wpływ różne czynniki: nieprawidłowe nawyki żywieniowe, niewłaściwa dieta, zwłaszcza z dużą zawartością soli i pokarmów bogatych w białko zwierzęce, niedostateczna podaż płynów, otyłość, nadciśnienie tętnicze, zanieczyszczenie środowiska, przyspieszenie tempa życia, niekontrolowana podaż preparatów wielowitaminowych i suplementów diety<sup>(3)</sup>. Jednocześnie poprawa jakości diagnostyki i coraz częstsze wykonywanie badań tomografii komputerowej na izbach przyjęć w ramach diagnostyki bólów brzucha i okolicy lędźwiowej przyczyniły się znacząco do wzrostu wykrywalności kamicy<sup>(4)</sup>. Kamica nerkowa dotyczy pacjentów w każdym wieku. W literaturze można znaleźć doniesienia o 4-dniowych noworodkach z rozpoznaną kamicą nerkową, jednak przeciętny wiek pacjenta pediatrycznego z kamicą wynosi około 7–8 lat<sup>(4)</sup>. Jest to schorzenie o charakterze nawrotowym. W badaniach retrospektywnych nawroty stwierdza się (w zależności od autora) u 24–50% pacjentów. Najwyższy odsetek nawrotów obserwuje się u dzieci z zaburzeniami metabolicznymi<sup>(5)</sup>.

W populacji dziecięcej ze względu na wysokie ryzyko nawrotu choroby zasadnicze znaczenie ma wybór takiej metody leczenia, która umożliwiłaby usunięcie złożeń w sposób jak najmniej inwazyjny i jednocześnie skuteczny. Ponad 80% złożeń wydalanych jest samoistnie i nie wymaga interwencji. Jak wskazuje Van Savage, złoże niepowodujące zastoju i mniejsze niż 4 mm powinny być obserwowane i leczone jedynie zachowawczo. Pozostałe złoże wymagają postępowania zachowawczego lub chirurgicznego. Wybór najwłaściwszej metody leczenia zależy od wielu czynników, takich jak: lokalizacja, wielkość i skład złożeń, wiek pacjenta, warunki anatomiczne, stopień utrudnienia przepływu moczu, nawracające zakażenia układu moczowego<sup>(6)</sup>.

Procedury leczenia chirurgicznego kamicy u dzieci są takie same jak u dorosłych. Wśród technik małoinwazyjnych należy wymienić litotrypsję pozaustrojową (*extracorporeal shock wave lithotripsy*, ESWL), nefrolitotrypsję przezskórną (*percutaneous nephrolithotomy*, PCNL), litotrypsję ureterorenoskopową (*ureterolithotripsy*, URSL) i wsteczną chirurgię śródnerkową (*retrograde intrarenal surgery*, RIRS).

## LITOTRYPSJA POZAUSTROJOWA

Idea użycia fali uderzeniowej do kruszenia kamieni zrodziła się w latach 50. ubiegłego wieku. Podczas badania przyczyn wgnieceń w poszyciu skrzydeł samolotów nadźwiękowych F-104 Starfighter zaobserwowano, że w wyniku zderzenia się kropli deszczu z poszyciem podczas lotu z prędkością 2 machów (1 mach  $\approx$  1220 km/h) dochodzi do powstawania fal ultradźwiękowych powodujących zmiany strukturalne oraz korozję materiału. Zjawisko to wykorzystano w prototypie aparatu do ESWL i zastosowano go po raz pierwszy w 1980 roku<sup>(7)</sup>. Aparat HM3 wyposażony był w wannę, w której zanurzano podwieszoną na pasach pacjenta. Pod pacjentem znajdował się elektrohydrauliczny generator fali uderzeniowej. Woda, w której rozchodziła się fala, musiała być odgazowana i dejonizowana, stąd urządzenie było nazywane najdroższą wanną świata. Zabieg był bolesny, dlatego odbywał się w znieczuleniu ogólnym. Współczesne aparaty do ESWL wykorzystują trzy rodzaje generatorów:

- elektrohydrauliczne – fala uderzeniowa powstaje w wyniku wyładowania elektrycznego między elektrodami w środowisku wodnym; zabieg charakteryzuje się wysoką skutecznością procedury, jest bolesny<sup>(8)</sup>;
- elektromagnetyczne – fala powstaje w wyniku drgania metalowej membrany lub cylindra w odpowiedzi na działanie pola elektromagnetycznego; występuje duża swoboda regulacji energii, zabieg jest mniej bolesny niż w przypadku zastosowania generatora elektrohydraulicznego<sup>(8)</sup>;
- piezoelektryczne – fala powstaje w wyniku sumowania efektu jednoczesnego pobudzenia wielu ceramicznych elementów piezoelektrycznych rozmieszczonych sferycznie; charakterystyczne cechy tej metody to większy odsetek niepowodzeń i większa liczba zabiegów, ze względu na dużą powierzchnię wejścia fali do organizmu zabieg jest bezbolesny. Fala uderzeniowa ogniskowana jest na złożu pod kontrolą fluoroskopii cyfrowej lub aparatu ultrasonograficznego (USG). Litotrypsja pozaustrojowa jest metodą z wyboru w leczeniu kamieni o średnicy  $\leq 20$  mm, zlokalizowanych w układzie kielichowo-miedniczkowym (UKM), oraz złożeń  $< 10$  mm, umiejscowionych w moczowodzie<sup>(9,10)</sup>. Innymi wskazaniami są kamica resztkowa po PCNL (*sandwich therapy*)<sup>(11)</sup> oraz inkrustacje na cewnikach. Skuteczność tej metody po jednej sesji szacuje się na 68–92%<sup>(12)</sup>. Jest ona bezwzględnie przeciwwskazana w przypadku stwierdzenia tętniaka aorty brzusznej i tętnicy nerkowej, ciąży, aktywnego zakażenia układu moczowego, przeszkody zlokalizowanej dystalnie od złożeń (zwężenie szyjki kielicha, zwężenie połączenia

miedniczkowo-moczowodowego, zwężenie moczowodu) czy wady układu kostnego uniemożliwiającej właściwe ułożenie pacjenta na stole. Do względnych przeciwwskazań można zaliczyć skazę krwotoczną (zabieg możliwy we współpracy z hematologiem, pod warunkiem uzupełnienia czynników krzepnięcia przed kruszeniem i po kruszeniu) i stosowanie leków przeciwkrzepliwych.

Do głównych powikłań po ESWL należą:

- kolka nerkowa;
- droga kamicza – *steinstrasse*;
- zakażenie układu moczowego o różnym charakterze i przebiegu;
- kamica resztkowa;
- krwiomocz;
- krwiak okołonerkowy (zwykle leczony zachowawczo);
- przejściowe pogorszenie czynności nerki – dotychczas nie stwierdzono, aby zabieg mógł mieć długotrwały wpływ na funkcję wydalniczą nerki.

Nie zaobserwowano powikłań odległych, takich jak obniżenie funkcji nerek czy nadciśnienie. Vljaković i wsp. oceniali wskaźnik przesączania kłębuszkowego (*glomerular filtration rate*, GFR) nerek przed i po ESWL. Autorzy ci wykazali, że GFR normalizuje się lub wzrasta po około 3 miesiącach od zabiegu, co pozwala uznać ESWL za bezpieczną procedurę<sup>(13)</sup>.

Istnieje wiele czynników mogących wpływać na efektywność ESWL. Są to:

- wielkość i liczba złożeń – w przypadku kamieni >15 mm całkowitą ewakuację uzyskuje się u mniej niż połowy pacjentów<sup>(14)</sup>;
- lokalizacja złożeń – kamica dolnych kielichów nerki zmniejsza efektywność zabiegu<sup>(15)</sup>;
- budowa układu kielichowo-miedniczkowego – długie i wąskie kielichy, kąt pomiędzy kielichem a miedniczką mniejszy niż 70° obniżają efektywność metody;
- skład złożeń – twarde kamienie, np. cystynowe, słabo poddają się kruszeniu (jeśli w badaniu tomografii komputerowej bez kontrastu kamień ma gęstość >1000 jednostek Hounsfielda, z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że kamień jest twardy<sup>(16)</sup>);
- wskaźnik masy ciała (*body mass index*, BMI) pacjenta – BMI >30 zmniejsza skuteczność zabiegu, tłumienie energii szacuje się średnio na 10–20% na każde 6 cm tkanek<sup>(17)</sup>;
- wady wrodzone nerek – nerki niezrotowane, podkowiaste, ze zdwojonym UKM obniżają skuteczność ESWL.

Litotrypsja pozaustrojowa stosowana jako monoterapia jest metodą znacznie bardziej efektywną w populacji dziecięcej niż wśród dorosłych ze względu na większą miękkość kamieni, ich mniejsze wymiary, mniejszą objętość tkanek pacjenta podczas transmisji fali uderzeniowej oraz większą łatwość spontanicznej ewakuacji rozdrobnionych złożeń<sup>(18,19)</sup>. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że procedura ta wymaga znieczulenia ogólnego. W związku z tym w sytuacjach, gdy prawdopodobieństwo niepowodzenia jest duże, warto się zastanowić nad alternatywną metodą leczenia, która pozwoli pacjentowi pozbyć się złożeń już podczas jednego znieczulenia.

## NEFROLITOTRYPSJA PRZEZSKÓRNA

Nefrolitotrypsja przezskórna (PCNL) została opisana po raz pierwszy przez Goodwina w 1955 roku. Procedurę tę przeprowadza się w znieczuleniu ogólnym i pod osłoną antybiotykową. Pod kontrolą radiologiczną lub ultrasonograficzną, po wcześniejszym wprowadzeniu cewnika do moczowodu i miedniczki nerkowej, nakłuwają się przezskórnie kielich nerkowy, wytwarzając kanał roboczy – a dokładnie mówiąc, w zależności od potrzeby od jednego do trzech kanałów roboczych – zapewniając w ten sposób możliwość całkowitego usunięcia odlewowego kamienia UKM. Następnie wprowadza się nefroskop i pod kontrolą wzroku kruszy złoże na drobne fragmenty. Do defragmentacji kamieni można używać litotryptorów pneumatycznych, ultrasonograficznych lub laserowych (Ho:YAG).

Według zaleceń Europejskiego Towarzystwa Urologicznego PCNL jest metodą z wyboru w leczeniu:

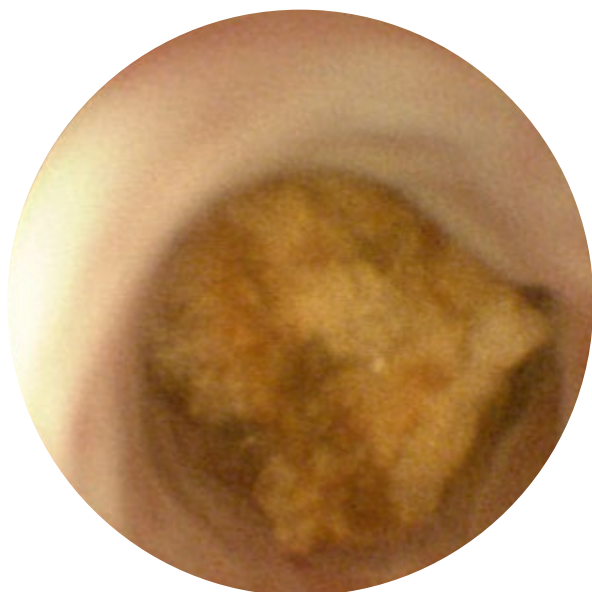
- złożeń  $\geq 1,5$  cm, zlokalizowanych w górnym biegunie nerki;
- złożeń  $\geq 1,0$  cm, zlokalizowanych w dolnym biegunie nerki;
- kamieni twardych, np. cystynowych czy struwitowych;
- kamicy współistniejącej z wadami anatomicznymi mogącymi utrudniać spływ złożeń.

Główne powikłania związane z tą procedurą to gorączka, urosepsa oraz intensywne krwawienie wymagające przetaczania krwi. Mogą wystąpić również odma opłucnowa, *haemothorax*, *urothorax* i urazy narządów sąsiadujących z każdą odpowiednią nerką. Jak pokazują doświadczenia autorów z różnych ośrodków, ryzyko konieczności transfuzji krwi jest bardzo niewielkie<sup>(18,20,21)</sup>. Dawaba i wsp. monitorowali czynność nerek przy użyciu dynamicznej scyntygrafii nerek. Jak wykazali, po zastosowaniu PCNL czynność nerek poprawiła się lub pozostała niezmienną u 64 pacjentów spośród 65 badanych<sup>(22)</sup>. Skuteczność PCNL wykorzystywanej w ramach monoterapii waha się od 87% do 98,5%<sup>(23,24)</sup>. Aby zwiększyć efektywność tej metody, w wielu ośrodkach zaczęto stosować tzw. *sandwich therapy*, tj. po zabiegu PCNL wykonywana jest dodatkowo procedura ESWL. Taki sposób leczenia pozwala osiągnąć nawet 100-procentową skuteczność.

Od czasu pierwszego zabiegu PCNL procedura ta jest stale modernizowana. Obecnie wykonywane modyfikacje to klasyczny PCNL (*standard PCNL*, S-PCNL), mini-PCNL (mini-perc), ultra-mini-PCNL (UM-PCNL) oraz mikro-PCNL (tab. 1).

Rodzaj zabiegu	Klasykna PCNL	Mini-PCNL
Rozmiar urządzenia	26–28 Charr	12–15 Charr
Wytwarzanie kanału przetoki	Pod kontrolą USG lub fluoroskopii	Pod kontrolą USG lub fluoroskopii
Urządzenie kruszące	Ultradźwiękowe, balistyczne, laserowe	Laser holmowy
Ewakuacja pokruszonych kamieni	Za pomocą kleszczyków	Przez wyplukanie

Tab. 1. Porównanie PCNL z mini-PCNL

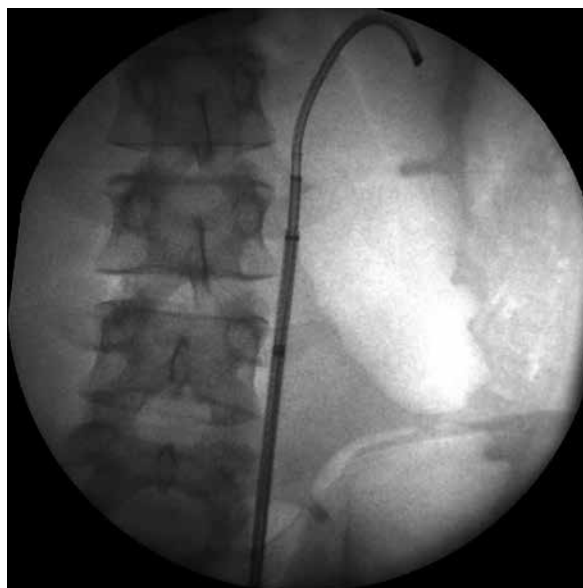


Ryc. 1. Złóg tkwiący w środkowej części moczowodu

Mini-perc wykonuje się z zastosowaniem zminiaturyzowanego sprzętu, technika ta różni się też od klasycznego PCNL. W mini-PCNL kanał przetoki o średnicy 11 Charr wykonuje się przy użyciu jednostopniowego rozszerzadła Alkena lub Amplatza<sup>(25)</sup>. Zabieg kruszenia kamienia realizuje się za pomocą lasera holmowego. Drobne fragmenty pokruszonego kamienia są wypłukiwane z UKM. Po zakończonym zabiegu nie jest wymagany drenaż. W szczególnych przypadkach pozostawia się nefrostomię. Częstość powikłań i konieczności przetaczania krwi u chorych po mini-PCNL jest mniejsza w porównaniu z klasycznym PCNL. Mini-PCNL może się przypuszczalnie stać sposobem skutecznego kruszenia kamieni w UKM o wielkości 1–2 cm<sup>(26)</sup>. Metodę tę zaleca się szczególnie w kamicy odsznurowanego kielicha lub kielicha z długą cienką szyją. Nefrolitotrypsja przezskórna i jej modyfikacje są procedurami małoinwazyjnymi, wymagającymi od operatora dużego doświadczenia i umiejętności, mimo to stanowią skuteczną i dobrą alternatywę dla leczenia operacyjnego.

### LITOTRYPSJA URETERORENOSKOPOWA

Litotrypsja ureterorenoskopowa (URSL) to zabieg umożliwiający wziernikowanie całego moczowodu, aż do przejścia miedniczkowo-moczowodowego, a dzięki miniaturyzacji ureteroskopów giętkich – również wziernikowanie całego układu kielichowo-miedniczkowego (RIRS). Wskazaniem do wykonania zabiegu są złogi w moczowodzie, zwłaszcza w dolnym odcinku, ale także złogi w nerkach, które mogą być skutecznie leczone z wykorzystaniem giętkiego uteroskopu (*flexible ureteroscopy*, fURS). Zabieg wykonuje się w znieczuleniu ogólnym pod osłoną antybiotykową. Ureteroskop wprowadza się do pęcherza, a następnie do moczowodu, docierając do złogu (ryc. 1). Kamienie są kruszone przy użyciu litotryptorów pneumatycznych



Ryc. 2. Pozycjonowanie fURS pod kontrolą fluoroskopii

lub laserowych. Pokruszone fragmenty mogą być usunięte przy użyciu kleszczyków, koszyczka, ale w populacji pediatrycznej ze względu na bardzo małą średnicę moczowodu najczęściej pozostawiane są do samodzielnej ewakuacji. W zależności od długości trwania zabiegu, liczby wprowadzeń ureteroskopu i widocznych uszkodzeń śluzówki moczowodu pozostawia się (lub nie) cewnik moczowodowy, który usuwany jest zwykle po około 2 tygodniach. Czas utrzymywania cewnika DJ zależy od stopnia uszkodzenia moczowodu w trakcie zabiegu, nasilenia innych powikłań lub obecności wskazań do utrzymania cewnika przez dłuższy okres. W przypadku fURS stosuje się tzw. koszulki dostępne (*ureteral access sheath*, UAS), które skracają czas zabiegu, gdyż ułatwiają wielokrotne wprowadzanie fURS oraz usuwanie skruszonych złogów, poprawiają widoczność i zapewniają niskie ciśnienie wewnątrznerkowe podczas zabiegu poprzez stały odpływ płynu płuczącego, a także chronią delikatny sprzęt przed uszkodzeniami mechanicznymi. W celu lepszej kontroli położenia końcówki fURS używa się skopii, co wspomaga ocenę kierunku i kąta zgięcia końcówki narzędzia (ryc. 2). Zastosowanie FURS w obrębie nerki określane jest jako wsteczna chirurgia śródnerkowa (*retrograde intrarenal surgery*, RIRS).

Skuteczność przedstawianej metody jest wysoka. Corcoran i wsp. w grupie 47 dzieci ze złogami zlokalizowanymi w górnej części układu moczowego przy zastosowaniu litotryptorów Ho:YAG uzyskali 88-procentową skuteczność po jednorazowym zabiegu<sup>(27)</sup>. Cannon i wsp. przedstawili 76-procentową skuteczność URSL w leczeniu kamieni o średniej średnicy 12,2 cm, umiejscowionych w dolnych kielichach nerki<sup>(28)</sup>. Do powikłań związanych z zastosowaniem URSL zaliczają się: niedokrwienie, krwiak podtorebkowy, uszkodzenie moczowodu, w tym rozerwanie śluzówki, wytworzenie tzw. fałszywej drogi, perforacja ściany moczowodu oraz częściowe lub całkowite oderwanie

moczowodu, kolka nerkowa (niekoniecznie z powodu złogów resztkowych, czasem wskutek obrzęku śluzówki) oraz powikłania odległe, takie jak zwężenie moczowodu i odpływ pęcherzowo-moczowodowy. Po przeanalizowaniu dostępnego piśmiennictwa można jednak wnioskować, że ryzyko powikłań jest niewielkie. Smaldone i wsp. na 100 wykonanych procedur odnotowali 4 przypadki perforacji i 1 przypadek zwężenia dystalnej części moczowodu, wymagający zabiegu otwartego<sup>(29)</sup>.

Rozwój technik małoinwazyjnych sprawił, że w celu jeszcze efektywniejszego przeprowadzenia zabiegów endoskopowych możliwe jest zastosowanie technik robotycznych. Robot Avicenna Roboflex jest wykorzystywany do wspomaganie procedury RIRS w celu zwiększenia jej efektywności i bezpieczeństwa. Istnieje jednak zaledwie kilka doniesień przedstawiających zastosowanie tej techniki u dzieci.

## PODSUMOWANIE

Metody małoinwazyjnego leczenia kamicy u dzieci dzięki zaawansowanemu rozwojowi techniki są efektywne i umożliwiają całkowitą ewakuację złogów już podczas pierwszej procedury. Należy jednak pamiętać, że powinny być wykonywane przez doświadczonych urologów w wysokospecjalistycznych i dobrze wyposażonych ośrodkach.

### Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

### Piśmiennictwo

- Lewandowska M, Sybilski AJ: Historia leczenia kamicy moczowej. *Probl Lek* 2013; 49: 88–90.
- Xiao B, Zhang X, Hu WG et al.: Mini-percutaneous nephrolithotomy under total ultrasonography in patients aged less than 3 years: a single-center initial experience from China. *Chin Med J (Engl)* 2015; 128: 1596–1600.
- Routh JC, Graham DA, Nelson CP: Epidemiological trends in pediatric urolithiasis at United States freestanding pediatric hospitals. *J Urol* 2010; 184: 1100–1104.
- Amancio L, Fedrizzi M, Bresolin NL et al.: Pediatric urolithiasis: experience at a tertiary care pediatric hospital. *J Bras Nefrol* 2016; 38: 90–98.
- Spivacow FR, Negri AL, del Valle EE et al.: Metabolic risk factors in children with kidney stone disease. *Pediatr Nephrol* 2008; 23: 1129–1133.
- Jun E, Metcalfe P, Mandhane PJ et al.: Patient and stone characteristics associated with surgical intervention in pediatrics. *Can J Kidney Health Dis* 2015; 2: 22.
- Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980; 2: 1265–1268.
- Lingeman JE, Matlaga BR: Surgical management of upper urinary tract calculi. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC et al. (ed.): *Campbell-Walsh Urology*. 10<sup>th</sup> ed., Saunders Elsevier, Philadelphia, PA 2012: 1389–1399.
- Ather MH, Noor MA: Does size and site matter for renal stones up to 30-mm in size in children treated by extracorporeal lithotripsy? *Urology* 2003; 61: 212–225; discussion 215.
- Elsobky E, Sheir KZ, Madbouly K et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using two second-generation lithotripters. *BJU Int* 2000; 86: 851–856.
- Mahmud M, Zaidi Z: Percutaneous nephrolithotomy in children before school age: experience of a Pakistani centre. *BJU Int* 2004; 94: 1352–1354.
- Straub M, Gschwend J, Zorn C: Pediatric urolithiasis: the current surgical management. *Pediatr Nephrol* 2010; 25: 1239–1244.
- Vlajković M, Slavković A, Radovanović M et al.: Long-term functional outcome of kidneys in children with urolithiasis after ESWL treatment. *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12: 118–123.
- Al-Ansari A, As-Sadiq K, Al-Said S et al.: Prognostic factors of success of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) in the treatment of renal stones. *Int Urol Nephrol* 2006; 38: 63–67.
- Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL et al.: Lower-pole caliceal stone clearance after shockwave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and flexible ureteroscopy: impact of radiographic spatial anatomy. *J Endourol* 1998; 12: 113–119.
- El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O et al.: A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *Eur Urol* 2007; 51: 1688–1693, discussion 1693–1694.
- El-Husseiny T, Papatouris A, Masood J et al.: Renal stones. In: Rao NP, Preminger GM, Kavanagh J (eds.): *Urinary Tract Stone Disease*. Springer Healthcare Communications, New York, NY 2011: 455–467.
- Desai MR, Kukreja RA, Patel SH et al.: Percutaneous nephrolithotomy for complex pediatric renal calculus disease. *J Endourol* 2004; 18: 23–27.
- Schuster TG, Russell KY, Bloom DA et al.: Ureteroscopy for the treatment of urolithiasis in children. *J Urol* 2002; 167: 1813–1816; discussion 1815–1816.
- Salah MA, Tóth C, Khan AM et al.: Percutaneous nephrolithotomy in children: experience with 138 cases in a developing country. *World J Urol* 2004; 22: 277–280.
- Salah MA, Tallai B, Holman E et al.: Simultaneous bilateral percutaneous nephrolithotomy in children. *BJU Int* 2005; 95: 137–139.
- Dawaba MS, Shokeir AA, Hafez A et al.: Percutaneous nephrolithotomy in children: early and late anatomical and functional results. *J Urol* 2004; 172: 1078–1081.
- Zeren S, Satar N, Bayazit Y et al.: Percutaneous nephrolithotomy in management of pediatric renal calculi. *J Endourol* 2002; 16: 75–78.
- Bilen CY, Kocak B, Kitiirci G et al.: Percutaneous nephrolithotomy in children: lessons learned in 5 years at a single institution. *J Urol* 2007; 177: 1867–1871.
- Różański W, Markowski M, Blewniewski M: Nowe możliwości PCNL. *Przegl Urol* 2015; 89: 40–44.
- Wilhelm K, Fritsche HM, Netsch C; AG „Endourologie und Urolithiasis” der GeSRU Academics: [Percutaneous stone treatment today: standard-, mini-, micro-, ultramini-PCNL]. *Aktuelle Urol* 2015; 46: 279–302.
- Corcoran A, Mally D, Smaldone M et al.: Flexible ureteroscopy for proximal stones in pediatric patients: How complete access simplifies the surgical approach. *J Endourol* 2007; 21: A84.
- Cannon GM, Smaldone MC, Wu HY et al.: Ureteroscopic management of lower-pole stones in pediatric population. *J Endourol* 2007; 21: 1179–1182.
- Smaldone MC, Cannon GM Jr, Wu HY et al.: Is ureteroscopy first line treatment for pediatric stone disease? *J Urol* 2007; 178: 2128–2131; discussion 2131.