

VANTJELESNO MRVLJENJE KAMENACA ŠOKNIM VALOVIMA U LIJEČENJU NEFROLITIJAZE

Radoš, Paula

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:365802>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Paula Radoš

VANTJELESNO MRVLJENJE KAMENACA ŠOKNIM VALOVIMA U LIJEČENJU
NEFROLITIJAZE

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Dean Markić, dr. med.

Diplomski rad ocijenjen je dana _____ u/na _____ , pred povjerenstvom u sastavu:

1. izv. prof. dr. sc. Romano Oguić, dr. med.
2. doc. dr. sc. Stanislav Sotošek, dr. med.
3. izv. prof. dr. sc. Josip Španjol, dr. med.

Rad sadrži 34 stranice, 5 slika, 2 tablice, 25 literaturnih navoda.

POSVETA I ZAHVALA

Zahvaljujem se svojem mentoru izv. prof. dr. sc. Dean Markić, dr. med. na svim savjetima i potpori tokom pisanja ovoga rada.

Hvala mojoj obitelji koja je uvijek bila tu za mene i podupirala me u dobrim i lošim trenucima.

Mojoj dragoj mami Sanji koja je moja najveća potpora i inspiracija u životu, tati Marijanu koji me gleda s neba kako pišem ovu zahvalu i nadam se da je ponosan na mene i sestrama Ani i Luciji koje mi uljepšavaju svaki dan i čine život manje dosadnim.

Hvala i mojim prijateljima koji su ovo studiranje koliko god u trenucima bilo teško i naporno, učinili lijepim iskustvom koje ću uvijek pamtiti i cijeniti.

Sadržaj rada

1. UVOD.....	1
1.1. ANATOMIJA BUBREGA.....	2
1.2. FUNKCIJA BUBREGA.....	3
1.3. BUBREŽNI KAMENCI.....	4
1.3.1. RIZIČNI FAKTORI ZA RAZVOJ BUBREŽNIH KAMENACA.....	5
1.3.2. TIPOVI BUBREŽNIH KAMENACA.....	6
1.3.3. DIJAGNOSTICIRANJE BUBREŽNIH KAMENACA.....	9
2. SVRHA RADA	10
3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU.....	11
3.1. VANTJELESNO MRVLJENJE KAMENACA ŠOKNIM VALOVIMA.....	11
3.1.1. PRINCIP RADA APARATA	11
3.1.2. INDIKACIJE ZA IZVOĐENJE ZAHVATA	15
3.1.3. KONTRAINDIKACIJE ZA IZVOĐENJE ZAHVATA.....	16
3.1.4. PRIPREMA PACIJENTA ZA ZAHVAT	16
3.1.5. POSTUPAK	17
3.1.6. KOMPLIKACIJE ZAHVATA.....	18
3.1.7. ESWL U LIJEČENJU NEFROLITIJAZE KOD DJECE	20
3.1.8. ESWL I DRUGE METODE LIJEČENJE NEFROLITIJAZE	21
3.1.8.1. PERKUTANA NEFROLITOTRIPSIJA.....	21
3.1.8.2. MINI PERKUTANA NEFROLITOTRIPSIJA.....	23
3.1.8.3. RETROGRADNA INTRARENALNA KIRURGIJA	23
3.1.8.4. USPOREDBA SVIH NAVEDENIH METODA.....	25
4. RASPRAVA.....	26
5. ZAKLJUČAK	27
6. SAŽETAK	28
7. SUMMARY	29
8. LITERATURA	30
9. ŽIVOTOPIS	34

POPIS SKRAĆENICA

ESWL - vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima

PCNL - perkutana nefrolitotripsija

URS – ureterorenoskopija

RIRS – retrogradna intrarenalna kirurgija

pH - lat. potentia hydrogenii

mm – milimetar

CT - kompjuterizirana tomografija

ITM - indeks tjelesne mase

kg/m² - kilogram po kvadratnom metru

1. UVOD

Nefrolitijaza jedan je od češćih javnozdravstvenih problema poglavito zapadnoga dijela svijeta, ali i ostatka svijeta. Kako moderno društveno napreduje, tako raste i prevalencija ovoga problema. Pacijenti koji su već jednom iskusili nefrolitijazu, imaju veći rizik za ponovni nastanak bubrežnog kamenca. Uočeno je kako je smanjen rizik za nastanak bubrežnih kamenaca u muškoj i ženskoj populaciji kod osoba koje su u prehrani imale više kalcija i uzimale više tekućine. Povećana incidencija nađena je kod osoba sa sistemskim bolestima kao što su diabetes mellitus, pretilost i kardiovaskularne bolesti. (1)

Kod nekih pacijenata bubrežni kamenci često niti ne daju kliničke znakove, već prođu asimptomatski, dok se kod drugih mogu manifestirati kao izrazito bolno stanje. Kamenci koji uzrokuju opstrukciju urinarnog trakta, izrazito su bolni te kod njih analgezija nije učinkovita. Oni kamenci koji svojom veličinom i položajem ugrožavaju renalnu funkciju, moraju se ukloniti.

Metode uklanjanja bubrežnih kamenaca ranije su bile gotovo isključivo kirurške, dok se u novije vrijeme pojavljuju i minimalno invazivne metode uklanjanja koje se zbog svoje jednostavnosti i manjeg rizika za razvoj komplikacija preporučuju kao metoda izbora liječenja nefrolitijaze. Jedna od minimalno invazivnih metoda je i vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima, odnosno skraćeno ESWL (*Extracorporeal shockwave lithotripsy*). (1)

1.1. ANATOMIJA BUBREGA

Bubreg (*ren*) je paran, parenhimatozan organ smješten u retroperitonealnom prostoru, usporedno s kralježnicom. Oblik bubrega uspoređuje se sa zrnom graha, okvirnih dimenzija 12 x 6 x 3 cm, crvenkastosmeđe boje, mase otprilike 160 grama. Na bubregu razlikujemo dvije površine, dva pola te dva ruba. Prednja površina, odnosno *facies anterior* koja je više ispupčena te stražnja površina, odnosno *facies posterior* koja je ravnijeg oblika. Bubreg ima dva zaobljena kraja, *extremitas superior* i *extremitas inferior*. Također razlikujemo dva ruba, *margo medialis* koji u sredini ima dubok i širok urez te *margo lateralis* koji je konveksnog oblika. U urezu sa strane *margo medialis* nalazi se *hilus renalis* koji je ulaz u *sinus renalis*. Na mjestu hilusa i sinusa u bubreg ulaze krvne žile, limfne žile i živci te je to mjesto gdje započinje i sustav odvodnih mokraćnih kanala. Površina bubrega načinjena je od guste vezivne čahure, *capsulae fibrosae*. *Capsula fibrosa* nije čvrsto prirasla uz bubreg, već se ona u nekim stanjima oštećenja bubrežnog parenhima može lako odvojiti. Kada bubreg razrežemo, jasno vidimo dvije različite tvari, tamniju srž i svjetliju koru. Srž, *medulla renalis* građena je od 10 do 20 jedinica koje se nazivaju *pyramides renales*. Baze tih piramida gledaju prema vanjskoj površini bubrega, dok vrhovi strše sa suprotne strane u *sinus renalis* kao *papillae renales*. Na vršku papile nalaze se otvori odvodnih cijevi, *foramina papillaria* koja radi takvog rasporeda ima oblik sita pa se stoga naziva *area cribrosa*. Kora bubrega ili *cortex renalis* nalazi se periferno od piramida, ali se prostire i između njih sve do sinusa tvoreći *columnae renales*. Kora je zrnate konzistencije jer sadrži Malphigijeva tjelešca te se sastoji od zavijenih dijelova bubrežnih kanalića (*pars convoluta*). Od baze piramida u koru se pružaju izdanci srži, *striae medullares cortices*, koji su isprugani jer ih izgrađuju ravni kanalići, *pars radiata*. Malphigijevo tjelešce ili *corpusculum renale*, sadrži klupko krvnih kapilara koje nazivamo glomerul. Oko glomerula, površno se nalazi Bowmannova čahura. Glomerul tvore petlje kapilara

u kojima je dovodna žila arteriola afferens, a odvodna žila arteriola efferens. Bowmannova čahura koja ih obavija građena je od jednoslojnog pločastog epitela te sadrži dva lista: unutarnji koji oblaže glomerul i vanjski koji se nastavlja u stijenku bubrežnog kanalića. Bubrežni kanalić sastoji se od tri glavna dijela: proksimalnog zavijenog kanalića, Henleove petlje te distalnog zavijenog kanalića. (2)

1.2. FUNKCIJA BUBREGA

Bubreg ima mnogobrojne funkcije, a neke od njih uključuju uklanjanje produkata metabolizma iz tijela, održavanje homeostaze, reguliranje acidobaznog statusa, održavanje koncentracije elektrolita, volumena ekstracelularne tekućine te regulaciju krvnog tlaka. Uklanjanje produkata metabolizma jedna je od najvažnijih uloga bubrega kao organa. U glomerulima se odvija process filtracije te se kasnije u tubulima dodatno filtriraju i izlučuju nusprodukti metabolizma, a reapsorbiraju voda i elektroliti. Razgradni produkti su bilirubin koji nastaje iz metabolizma hemoglobina, potom ureja koja je razgradni produkt u metabolizmu bjelančevina, kreatinin iz mišića, mokraćna kiselina koja nastaje iz nukleinskih kiselina. Sljedeća značajna uloga bubrega je održavanje acidobaznog statusa putem pufera unutar plazme i pluća. Pluća su organ koji brzo kompenzira poremećaje u acidobaznom statusu, dok je bubreg taj koji je odgovoran za sporiji metabolički proces kompenzacije i održavanja acidobaznog statusa. Mehanizam održavanja optimalnog pH sastoji se od reapsorpcije hidrogenkarbonatnih iona i izlučivanja kiselina iz tijela kako bi se pH održao u rasponu 7,35-7,45. Upravo je ovaj uski raspon vrijednosti potreban kako bi enzimi našega tijela mogli optimalno funkcionirati. (3) Održavanje balansa elektrolita i vode sastoji se od izmjene iona u bubrežnim tubulima, poglavito natrija i kalija kako bi se očuvala osmolarnost plazme i volumen unutarstaničnih i izvanstaničnih tekućina. Bubreg je također važan u regulaciji krvnog tlaka, a to radi regulacijom izlučivanje vode i natrija, odnosno putem reninsko-

angiotenzinsko-aldosteronskog sustava. Renin je bubrežni hormon, odnosno enzim koji se luči prilikom pada krvnog tlaka. Lučenjem renina dolazi do cijepanja visokomolekularnog angiotenzinogena na manje molekule angiotenzina I kojega potom plućna konvertaza pretvara u angiotenzin II i vrši vazokonstrukciju te na taj način podiže krvni tlak. Angiotenzin II također potiče i lučenje aldosterona koji zatim djeluje na promet vode i natrija, potičen njihovu reapsorpciju i na taj način povećava volumen plazme i podiže krvni tlak. Osim renina, bubreg također luči i eritropoetin kao odgovor stanica na hipoksiju. Eritropoetin je glikoprotein koji će potaknuti stvaranje eritrocita i tim putem spriječiti razvitak anemije. Uz jetru, bubreg je ključan organ u metabolizmu vitamina D jer se upravo u bubregu on pretvara u svoju aktivnu formu, odnosno, 1,25-dihidroksikolekalciferol. Bubreg ima i veliki značaj u metabolizmu kalcija i fosfata i poticanju reapsorpcije kalcija iz gastrointestinalnog sustava i ugradnju u kosti. (4)

1.3. BUBREŽNI KAMENCI

Bubrežni kamenci su mineralni depoziti u renalnim čašicama i nakapnicama koji mogu biti slobodni ili spojeni uz papillae renales. Kamenci sadrže kristalinične ili organske komponente te se formiraju kada urin postane prezasićen određenim mineralom. S obzirom na građevne komponente razlikujemo kalcijske, uratne, struvitne, cistinske te u rijetkim slučajevima miješane kamence koji mogu biti kombinacije prethodno spomenutih. Kalcijev oksalat glavni je sastojak većine bubrežnih kamenaca, dok većina kamenaca za bazu ima kalcijev fosfat koji se još naziva i Randallov plak te se može prezentirati na površini renalnih papila. Preveniranje razvoja bubrežnih kamenaca u visokom postotku je moguće. (5) S obzirom na etiologiju, bubrežne kamence možemo podijeliti u nekoliko skupina prikazanih u dolje navedenoj tablici.

Neinfektivni kamenci		
Kalcijev oksalat	Kalcijev fosfat	Urična kiselina
Infektivni kamenci		
Magnezijev amonij fosfat	Visoko-karboniziran apatit	Amonijev urat
Genetski uzroci		
Cistin	Ksantin	2,8-Dihidroksiadenin
Kamenci inducirani lijekovima		

Tablica 1. Etiologija bubrežnih kamenaca. (6)

Prema etiologiji, bubrežni kamenci mogu biti povezani s infekcijama i tada su najčešće građeni od kalcijeva oksala, fosfata i urične kiseline. Kamenci povezani s infekcijama kao bazu imaju magnezijev fosfat. Kamenci mogu biti povezani i s genetskim uzrocima te su tada oni primarno cistinski, a mogu biti povezani i s upotrebom nekih lijekova. Sastav kamenaca je bitan za dijagnostiku i daljnji plan liječenja. (7)

1.3.1. RIZIČNI FAKTORI ZA RAZVOJ BUBREŽNIH KAMENACA

Rizik za formiranje bubrežnih kamenaca važno je procijeniti jer definira vjerojatnost pojavljivanja kamenaca u pojedinca, ali isto tako indicira vjerojatnost rekurentnih pojava kamenaca, rizik za kronične bubrežne bolesti, poremećaje minerala i poremećaje koštanog sustava te je imperativ za farmakološko liječenje. Nedavna istraživanja pokazala su kako postoji šansa od 26% za ponovno pojavljivanje kamenaca kod pacijenata koji su već jednom razvili bubrežne kamence. Visoka vjerojatnost rekurencije zamijećena je kod nešto više od 10% pacijenata.

Riziko faktore možemo podijeliti u nekoliko skupina: općenite rizične faktore, bolesti povezani s nastankom kamenaca, genetski determiniran nastanak bubrežnih kamenaca, lijekovima inducirani

nastanak kamenaca, anatomske abnormalnosti povezane s formiranjem kamenaca i okolišne čimbenike koji utječu na formiranje kamenaca.

Općeniti faktori koji utječu na formiranje bubrežnih kamenaca su rana pojava urolitijaze (adolescentna i dječja dob), obiteljska sklonost pojavi kamenaca, rekurentne epizode pojave kamenaca koje slijede netom nakon zadnje epizode pojave kamenaca, povećana urična kiselina i kamenci koji sadrže urate.

Hiperkalciurija, odnosno povišena razina kalcija u urinu može biti posljedica primarnog hiperparatireoidizma pa se njega treba uvijek uzeti u obzir kod diferencijalne dijagnoze rekurentnih bubrežnih kamenaca. Također, hiperkalciurija može biti i idiopatska te je ona ujedno i najčešća, a ostali uzroci mogu biti respirativna, aresorptivna i renalna hiperkalciurija.

Lijekovi kao što su topiramid, acetazolamid, dugo korištenje glukokortikosteroida, indinavir, triamteren i drugi također se dovode u vezu s nastankom bubrežnih kamenaca.

Neke od anatomske abnormalnosti kao što su suženje ureteropelvičnog spoja, vezikoureteralni refluks, medularni spužvasti bubreg i potkovičasti bubreg također se povezuju s formiranjem kamenaca. (8)

U općoj populaciji, prehrana i unos tekućine igraju značajnu ulogu u procesu formiranja kamenaca. Smanjen unos namirnica s kalcijem, kalijem te povećan unos namirnica bogatih oksalatima, natrijem i vitaminom C pridonose povećanom riziku za nastanak kamenaca. Također, smanjen unos tekućine uvjetuje nakupljanje minerala i samim time potencijalno formiranje kamenaca. (9)

1.3.2. TIPOVI BUBREŽNIH KAMENACA

Bubrežne kamence kao što je već spomenuto dijelimo prema njihovom kemijskom sastavu na pet glavnih tipova: kalcijske (oksalatne i fosfatne), struvitne, urične, cistinske i one inducirane nekim lijekovima.

Kalcijski kamenci čine otprilike 80% svih kamenaca u mokraćnom sustavu. Najčešća vrsta kalcijskih kamenaca su oni građeni od kalcijeva oksalata s prevalencijom od oko 50%, kamenci od kalcijeva fosfata koji čine otprilike 5% i ostalih 45% koje čine mještoviti kamenci. Glavna građevna komponentna kalcijskih kamenca je kalcijev hidrogenfosfat ili hidroksiapatit. Kalcijev oksalat koji je nađen u većini bubrežnih kamenaca postoji u formi kalcijeva monohidrata ili kalcijeva dihidrata ili pak kao kombinacija i jednog i drugog što možemo naći u 60% bolesnika. Rizični faktori za formiranje ovog tipa kamenaca su hiperkalciurija, hiperurikozurija, hiperoksalurija, hipocitaturija, hipomagneziurija i hipercistinurija. Urinarni pH od 5 do 6,5 pogodan je za formiranje kamenaca građenih od kalcijeva oksalata.

Struvitni kamenci imaju incidenciju od 10 do 15% svih vrsta kamenaca te su još poznati pod nazivom infektivni kamenci. Primarno se pojavljuju kod pacijenata s kroničnih infekcijama urinarnog trakta koje su uzrokovane patogenima koji proizvode ureazu od kojih je najčešći *Proteus mirabilis*, a nešto rjeđi su *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterobacter*. Ureaza je potrebna kako bi pocijepala ureu na amonij i CO₂ te na taj način alkalizirala urin (pH > 7). Fosfati su tako manje solubilni u alkaličnom mediju što pogoduje stvaranju precipitata i formiranju konkremenata. Žene su podložnije razvoju ovog tipa kamenaca. Bitno je naglasiti kako *Escherichia coli* nije u mogućnosti pocijepati molekule ureje pa se ne dovodi u svezu s ovim tipom kamenaca.

Uratni kamenci pojavljuju se u otprilike 3-10% bolesnika. Prehrana bogata purinima, poglavito ona koja sadrži animalne proteine kao što su meso i riba rezultira hiperurikozurijom, niskim

volumenom urina i niskim urinarnim pH ($\text{pH} < 5,05$) koji svi zajedno sudjeluju u formiranju uratnih kamenaca. Najveći postotak uratne nefrolitijaze ipak je idiopatski te su uratni kamenci češći u muškoj populaciji.

Cistinski kamenci čine manje od 2% svih vrsta kamenaca. Radi se o genetskom poremećaju transporta aminokiselina i cistina koji rezultira hipercistinurijom. Ovdje je riječ o autosomno recesivnom poremećaju s mutacijom gena rBAT na 2. kromosomu koji dovodi do oštećenja renalne tubularne apsorpcije te prekomjernog izlučivanja cistina u urin. Cistin se obično ne otapa u urinu te se na taj način formiraju kamenci. Osobe koje su homozigoti za ovaj poremećaj luče više od 600 milimola netopljivog cistina na dan. Formiranje cistinskih kamenaca jedina je klinička manifestacija ovoga poremećaja. (10)

Kamenci povezani s upotrebom određenih lijekova čine svega 1% svih kamenaca. Lijekovi kako što su triamteren, atazanavir, lijekovi koji sadrže sulfate i ostali uzrokuju ovu vrstu kamenaca. Tako pacijenti koji koriste indinavir sulfat kod HIV infekcije imaju povećan rizik za nastanak ove vrste kamenaca. Ovakvi tipovi lijekova su litogeni i njihovi metaboliti mogu se odlagati tvoreći niduse ili bubrežne konkreme. S druge strane, lijekovi koji kroz svoje metaboličke interakcije interferiraju s kalcijevim oksalatom ili metabolizmom purina, mogu sudjelovati u formiranju drugih vrsta kamenaca. (10)

Svaki kamenac ima svoju kristaličnu i nekristaličnu fazu odnosno organski materijal koji tvori njegov matriks. Organski matriks urinarnih kamenaca građen je od makromolekula kao što su glikozaminoglikani, lipidi, ugljikohidrati i proteini. Ove molekule igraju veliku ulogu u formiranju kamenaca ovisno o tome imaju li promotorski ili inhibicijski učinak. Glavna komponenta matriksa kamenca su proteini sa 64% udjela, potom voda s 10% i anorganske komponente s 10,4%. Matriks služi kao predložak u formiranju kamenca. Matriks svih kamenaca sadrži i fosfolipide (8,6%) od

ukupnog udjela lipida što predstavlja sveukupno 10,3% matriksa kamenca. Stanična membrana fosfolipida promiče formaciju kamenaca građenih od kalcijeva oksalata i kalcijeva fosfata. Albumin je jedan od bitnijih proteina u izgradnji svih vrsta kamenaca. (10)

1.3.3. DIJAGNOSTICIRANJE BUBREŽNIH KAMENACA

Dijagnosticiranje bubrežnih kamenaca temelji se na kliničkoj slici i korištenju slikovnih metoda. Klasična klinička slika nefrolitijaze uključuje renalne kolike i hematuriju. Ovakva klinička slika ne javlja se kod svih pacijenata te je ona u korelaciji s lokalizacijom i veličinom konkrementa. Neki pacijenti mogu biti u potpunosti asimptomatski, dok se kod drugih mogu javiti izrazito nespecifični simptomi kao što su akutna abdominalna bol, mučnina, urinarna urgencija, teškoće prilikom mokrenja ili bol u testisima.

Svaki pacijent s boli u lumbalnoj regiji, sa ili bez hematurije te pogotovo pacijenti s prijašnjim epizodama nefrolitijaze trebali bi se poslati na laboratorijsku obradu, metode slikovne dijagnostike bubrega, uretera i mokraćnog mjehura kako bi se potvrdila dijagnoza bubrežnih kamenaca.

U laboratorijskim nalazima promatramo osnovne parametre te one metaboličke za procjenu bubrežne funkcije. Ono na što se posebno treba obratiti pozornost su piurija i nitriti u mokraći koji mogu upućivati i na uroinfekt.

Pacijenti sa sumnjom na nefrolitijazu trebaju se podvrgnuti slikovnim metodama prikaza kako bi se ustanovila prisutnost bubrežnog kamenca i kako bismo procijenili imali li znakova opstrukcije (hidronefroza). Ukoliko je konkrement uočen, potrebno je procijeniti njegovu lokaciju te je li moguće da konkrement prođe samostalno bez dodatnih intervencija. CT je metoda izbora kojom možemo procijeniti veličinu i položaj kamenca te procijeniti može li spontano izaći iz mokraćnog sustava. (11)

2. SVRHA RADA

Razvojem moderne tehnologije, razvile su se i nove minimalno invazivne metode pogodne za liječenje nefrolitijaze. Dok je u prošlosti gotovo jedina opcija bila otvoreni kirurški zahvat, u današnje vrijeme postoji nekoliko vrsta minimalno invazivnih metoda koje su pogodne za liječenje nefrolitijaze uz minimalne komplikacije te najveću korist za pacijenta. S obzirom da je nefrolitijaza relativno česta pojava u urološkoj praksi, ovakve metode omogućile su lakše liječenje pacijenata koji se često znaju prezentirati s težom kliničkom slikom i neopisivim bolovima. Važno je odrediti o kojem se tipu bubrežnog kamenca radi te prema njegovoj vrsti, veličini i anatomskoj regiji u kojoj se nalazi, odabrati najpogodniji način liječenja. Tri su suvremene, minimalno invazivne metode dovele do značajnijeg smanjenja morbiditeta kod kirurškog liječenja urolitijaze. To su perkutana nefrolitotripsija (PCNL), rigidna i fleksibilna ureteroskopija (URS) i vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima (ESWL; engl. extracorporeal shock wave lithotripsy). U ovom radu fokus će biti na vantjelesnom mrvljenju kamenaca šoknim valovima kao metodi izbora u liječenju nefrolitijaze. Prikazat će se princip rada ove metode, indikacije za izvođenje metode, potencijalne komplikacije, učinkovitost liječenja i usporedba s ostalim metodama liječenja nefrolitijaze.

3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

3.1. VANTJELESNO MRVLJENJE KAMENACA ŠOKNIM VALOVIMA

Vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima ili ESWL novija je metoda u liječenju bubrežnih kamenaca. Princip rada ove metode temelji se na primjeni akustičnih valova u lomljenju konkremenata. Ovakva metoda nije pogodna za liječenje svih vrsta konkremenata, a odabir metode primarno ovisi o veliči konkrementa i njegovoj lokalizaciji. (12)

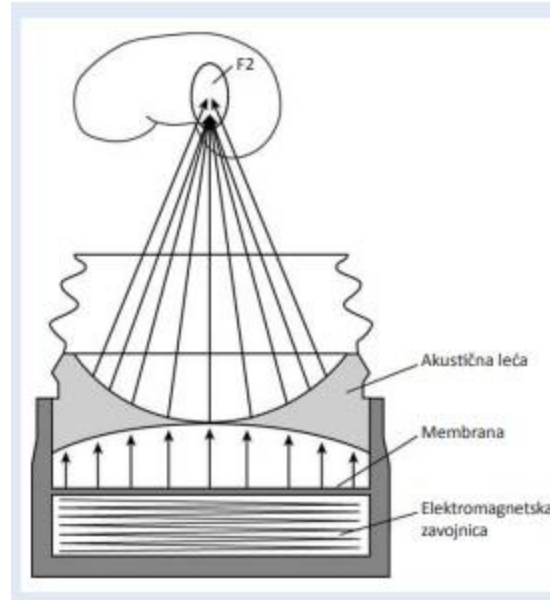
3.1.1. PRINCIP RADA APARATA

Aparati za ESWL u upotrebi su od 1980. godine. Ovi aparati uveli su revoluciju u liječenje nefrolitijaze. Prvi uređaji bili su glomazni, fiksirani i komplicirani za upotrebu. Uređaji koji su danas u upotrebi puno su manji, neki od njih čak su i mobilni te su jednostavniji za upotrebu. Aparat za ESWL sastoji se od pet osnovnih dijelova: generatora za stvaranje šok-valova, sustava za fokusiranje šok-valova, mehanizma za prijenos energije valova izvana u unutrašnjost tijela, jedinice za prikaz i lokalizaciju kamenca (dijaskopska i/ili ultrazvučna) te radnog stola. (11)

Šok valovi potrebni za razbijanje konkremenata nastaju u generatoru na jedan od tri moguća načina: elektrohidraulički, piezoelektrični i elektromagnetski. Šok-valovi zapravo su akustični impulsi koje karakteriziraju brzi uspon vala i njegovo kratko trajanje koje se mjeri u milisekundama. Ovakvi šok-valovi potom se isporučuju pacijentu preko uređaja koji se naziva litotriptor. Da bismo optimizirali rezultate liječenja, potrebno je uzeti u obzir nekoliko tehničkih faktora kao što su tip uređaja, razinu energije koja se isporučuje, frekvenciju impulsa, mjesto spoja između uređaja i pacijenta, fokalnu zonu te anatomske lokalizaciju samog kamenca. Postupak

treba započeti s niskom razinom energije (13-14 KV) u svakom impulsu te ju postupno prema potrebi povećavati. Uspješnost valova mjeri se u stvaranju direktne sile koja će potom djelovati na bubrežne konkrene te stvoriti blage mjehuriće oko samog konkremenata koji će pomoći u daljnjem procesu mrvljenja. Fragmentacija kamenca postiže se: direktnom silom, erozijom kamenca i procesom kavitacije (stvaranjem šupljina). Direktna sila šok-val udarcem u prednju stranu kamenca uzrokuje njegovo pucanje. Erozijska kavitacija nastaje stvaranjem gradijenta tlaka koju uzrokuje kompresivna komponenta šok-vala prolazeći kroz kamenac, dok kavitacije nastaju prolaskom šok-valova kroz tekući medij. Najčešće se koriste frekvencija od 60-90 udaraca po minuti s postupnim povećanjem stupnja energije s ciljem fragmentacije konkremenata i reduciranjem stope morbiditeta tokom ovog postupka. Najveća korist ovog postupka uočena je kod kod konkremenata veličine do 10 mm. (13)

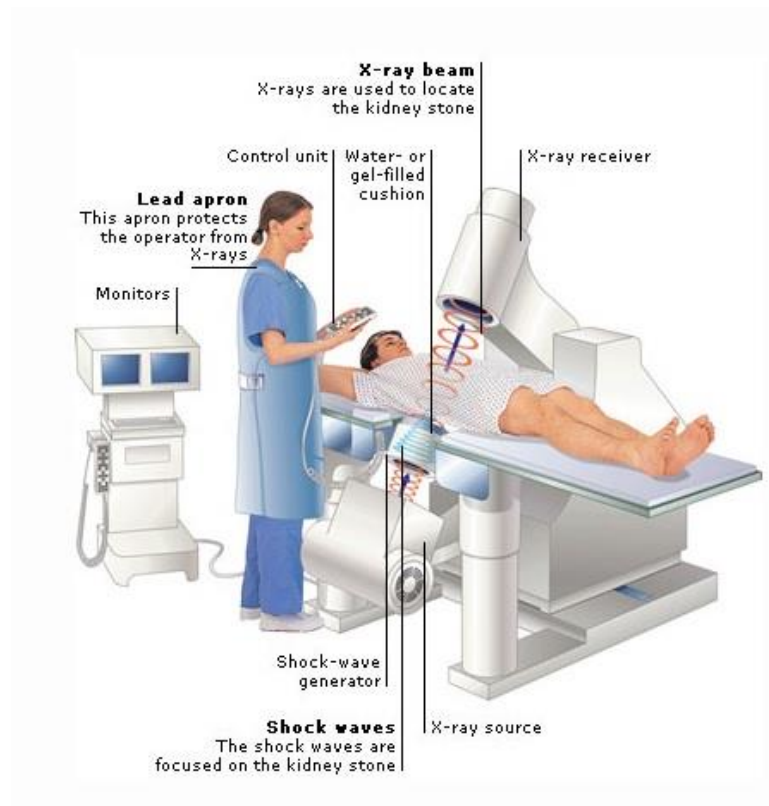
Spoj pacijenta i samog uređaja za litotripsiju također je bitna tehnička stavka. Ukoliko se zrak nađe na putanji šoknog vala, znatno se smanjuje njegova efektivnost. Fokalna zona također treba biti optimizirana za najbolje rezultate te se preporuča da ona obuhvaća veće područje površine 50 x 90 mm za renalne konkrene te da ona bude manja (28 x 6 mm) za ureteralne. Važnost stvaranja fokalne zone jest kako bi valovi koji se isporučuju mogli biti konvergentni i samim time bolje i preciznije djelovati na bubrežni kamenac (Slika 1). (11)



Slika 1. 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) (11)

Da bi se smanjio gubitak valova koji se isporučuju, unutar jastuka na uređaju koristi se voda, a sam jastuk građen je od silikonske membrane koja po gustoći odgovara gustoći mekih tkiva. Dobra vizualizacija konkrementa također je bitan tehnički aspekt zahvata te se za vizualizaciju koriste ultrazvuk ili dijaskop. Prednosti dijaskopije su mogućnost vizualizacije konkremenata u bubregu, ali i u mokraćovodu te mogućnost boljeg praćenja dezintegracije kamena. Nedostatak ovakve metode praćenja je korištenje zračenja i nemogućnost vizualizacije i lokalizacije manjih i radiolucentnih kamenaca. Prednost korištenja ultrazvuka je mogućnost vizualizacije svih vrsta kamenaca u bubregu, dok je nedostatak nemogućnost vizualizacije kamenaca u mokraćovodu. Isto tako korištenjem ultrazvuka imamo prikaz kamena u realnom vremenu te ne moramo koristiti

zračenje. Postupak se provodi na radnom stolu (Slika 2). Cijeli zahvat obično traje od sat do sat i pol vremena, ovisno o veličini konkrementa. Tijekom izvođenja postupka bitno je naglasiti pacijentu da se što manje miče kako bi smanjio osjećaj boli te kako bi smanjio amplitudu udisajnih pokreta. Antibiotaska profilaksa nije potrebna ukoliko se radi o standardnom zahvatu, dok se kod pacijenata koji imaju stent ili su predviđeni za zahvat, a imaju povećan rizik od bakterijske infekcije kao što je slučaj kod pacijenata s nefrostomijama preporuča da se ipak provede antibiotaska profilaksa. (14)



Slika 2. Uređaj za vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima (15)

3.1.2. INDIKACIJE ZA IZVOĐENJE ZAHVATA

Odabir metode liječenja pacijenata s kamencima ovisi o raznim faktorima. Glavni čimbenici o kojima ovisi hoćemo li izvoditi ESWL su veličina konkrementa i njegova lokalizacija. ESWL se koristi kod konkremenata manjih od 20 mm koji su smješteni u gornjem polu bubrega, mezorenalno i u pijelonu. Uspješnost metode varira između 33 i 91%. Kod kamenaca u donjem polu ESWL je također efikasan, ali postoji problem spontane eliminacije fragmenata. (14) Iz tog razloga ESWL je metoda izbora kod liječenja kamenaca donjeg pola bubrega manjih od 10 mm, a i kod onih između 10 i 20 mm ako je vrat čašica širi (> 5 mm), čašica kraća (< 10 mm), a infundibulopelvični kut izravnat. U suprotnome se preporučuju druge endourološke metode (PCNL 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. (11)

Također, metoda odabira liječenja i stopa uspješnosti ovisi o kemijskom sastavu kamenaca. Kamenci koji su građeni od kalcijeva oksalata, kalcijeva fosfata i cistinski kamenci teži su za uklanjanje putem ESWL-a. Uratni kamenci imaju visoku stopu uklanjanja korištenjem ove metode, ali kod njih problem može biti vizualizacija prilikom izvođenja postupka jer su oni radioludentni. (11)

Građa samog pacijenta također utječe na uspješnost liječenja jer je bitno da kamenac bude što bliže površini kože te se kod osoba koje su pretile ili izrazito pretile ponekada moraju koristiti druge metode uklanjanja konkremenata. Udaljenost od 11 cm od kože do kamenca smatra se optimalnom za visoku stopu uspješnosti zahvata. Nadalje, anatomske abnormalnosti utječu na izvođenje zahvata pa će tako kod pacijenata koji imaju divertikule čašica, fuzijsku anomaliju bubrega ili neki drugi anatomske poremećaj u obzir doći i druge, potencijalno invazivnije metode liječenja. (11)

3.1.3. KONTRAINDIKACIJE ZA IZVOĐENJE ZAHVATA

Kontraindikacije za izvođenje ESWL-a možemo podijeliti na one koje su apsolutne i relativne. U apsolutne kontraindikacije za izvođenje ESWL-a spadaju: akutna urinarna infekcija, trudnoća, sepsa, pacijenti s aneurizmom abdominalne aorte, pacijenti s nekontroliranim koagulopatijama, nekorigirana opstrukcija urotrakta distalno od kamenca. U relativne kontraindikacije ubrajamo mentalnu retardaciju, odnosno sve situacije gdje je onemogućena suradnja pacijenta tokom izvođenja zahvata, pretilost ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$), koštane malformacije, ektopiju bubrega, loše kontroliranu arterijsku hipertenziju te u rijetkim slučajevima gastrointestinalne poremećaje. Kod pacijenata koji uzimaju antikoagulantu terapiju, potreban je prestanak uzimanja takvih pripravaka nekoliko dana prije zahvata te se takvi pacijenti potom prebacuju na niskomolekularni heparin. Pacijenti koji uzimaju acetilsalicilnu kiselinu trebaju prestati s uzimanjem 24 sata prije samog zahvata. (11)

3.1.4. PRIPREMA PACIJENTA ZA ZAHVAT

Prije izvođenja samog zahvata, bitno je za svakoga pacijenta odrediti i procijeniti o koliko se kamenaca radi, njihovu veličinu, morfologiju i položaj unutar utrotrakta. Isto tako, bitno je utvrditi morfologiju urološkog sustava te njegovo funkcioniranje. Da bismo došli do navedenih podataka, pacijent se podvrgava intravenskoj urografiji ili snimanju urotrakta koje se potom nadopunjava ultrasonografijom. U novije vrijeme, CT se pokazao kao sve značajnija metoda kod dijagnosticiranja i liječenja nefrolitijaze. Nadalje, prije izvođenja samog zahvata bitno je ponoviti snimanje kako bi se vidjelo je li došlo do potencijalne migracije kamenca jer tada može doći i do promjene u pristupu i odabiru metode liječenja. Prije samoga zahvata potrebno je obaviti i klinički

pregled te izvaditi laboratorijske nalaze. Klinički pregled treba obaviti kao i za svaki drugi oblik liječenja. Vitalni parametri i ostali nalazi trebaju biti u granicama normale. (11)

3.1.5. POSTUPAK

Prije samog zahvata, pacijent prima analgetik bilo intramuskularno ili intravenski. Koriste se razni analgetici, ali najčešće diklofenak ili tramadol. Opća anestezija obično nije potrebna. Pacijent se tokom zahvata nalazi u ležećem položaju te se počinje s valovima niže energije. Snaga valova postupno se povećava. Brzina izdavanja valova može se povećavati, ali pokazalo se da je optimalna frekvencija 60-90 udaraca/min. Cijeli postupak traje između sat do sat i pol vremena. U tom vremenskom intervalu u prosjeku se isporuči 3000 udaraca. (11)

U toku ovoga postupka želimo razbiti bubrežne konkremente na manje segmente koji će se zatim spontano izmokriti. Upravo radi izmokravanja, bitno je da pacijenti povećaju unos tekućine kako bi bili adekvatno hidrirani. Dnevna diureza tih pacijenata trebala bi biti preko 2 litre.

Tokom zahvata moguće su komplikacije te ih je važno iznijeti pacijentu prije postupka. Nakon 7-10 dana pacijent dolazi na kontrolu gdje se ponavlja rendgenska snimka i ultrazvuk bubrega kako bi se pratila uspješnost zahvata. Takozvani “stone-free rate” indikator je uspješnosti zahvata te iznosi preko 75% nakon tri mjeseca. (11)

Broj ESWL postupaka ne bi trebao biti veći od 3 do 5 ponavljanja. Uobičajeno nije potrebna antibiotska profilaksa prije izvođenja zahvata, ali ukoliko se radi o infektivnim kamencima s antibiotskom profilaksom treba započeti tri dana prije izvođenja postupka. (11)

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 minimalno invazivnih metoda u liječenju nefrolitijaze (6)

3.1.6. KOMPLIKACIJE ZAHVATA

Kao i svaki drugi zahvat, tako i ESWL može imati određene komplikacije. Da bi se one umanjile, zahvat treba provoditi iskusan urolog. Komplikacije mogu nastati na nekoliko različitih razina, počevši od onih na koži koje su uzrokovane direktnim kontaktom kože i litotriptora pa do onih težih kao što su oštećenja bubrežnog parenhima koja su u većini slučajeva ipak reverzibilna.

Petehije mogu biti jedna od komplikacija na koži na mjestu gdje šok-valovi prolaze kroz kožu. Nadalje, oštećenja bubrežnog parenhima i njihov stupanj ovise o jačini valova te energetske nivou koji je bio isporučen. Većina takvih promjena je asimptomatska, dok kod nekih pacijenata možemo imati simptome kao što su mikro ili makrohaturija. Mikrohematurija je gotovo uobičajena pojava kod svih pacijenata, dok se makrohaturija javlja kod otprilike 33% pacijenata. Ukoliko se radi o intenzivnijoj makrohaturiji, može doći i do pojave krvnih ugrušaka i opstrukcije mokraćovoda. Takvi pacijenti potom se prezentiraju s bubrežnim kolikama, no bitno je naglasiti da makrohaturija kod većine pacijenata ipak spontano iščezne.

Komplikacija koja je daleko najozbiljnija, ali ujedno i najrjeđa je ruptura bubrega koja zahtijeva radikalnije liječenje u smislu operativnog zahvata te ponekad u težim slučajevima i nefrektomiju.

Još neke od komplikacija uključuju razvoj subkapsularnog ili perinefritičkog hematoma koji potom daju kliničku sliku jakih bolova u lumbalnoj regiji, ileusa u kombinaciji s mogućim šokom i hipotonijom. Ovakve komplikacije kao i ruptura bubrega su rijetkost te prolaze uz metode konzervativnog liječenja. Iako šok-valovi mogu oštetiti bubrežni parenhim, nije pronađena značajnija korelacija s isporukom valova i padom bubrežne funkcije. (13)

Kada govorimo o komplikacijama vezanim uz sam bubrežni kamenac, njegova djelomična fragmentacija može dovesti do nastanka rezidualnih kamenaca koji prilikom prolaska kroz mokraćavod, ukoliko su nešto veći, mogu dovesti do razvoja renalnih kolika. Ova komplikacija najčešća je prilikom razbijanja nešto većih cistinskih kamenaca. Manji rezidualni konkrementi veličine 4-5 mm u principu prolaze bez većih poteškoća kroz mokraćovode. Rezidualni fragmenti mogu se u nekim slučajevima poredati u stupce te se taj fenomen naziva "steinstrasse". Ovaj fenomen može dovesti do blokade bubrega, a liječenje se provodi po istome protokolu kao i za ostale bubrežne konkrente. Ukoliko se radi o slučaju kraćega "steinstrasse" koje je dovelo do blage dilatacije PK sustava, moguće je konzervativno liječenje koje podrazumijeva spontanu eliminaciju rezidualnih fragmenata. U slučajevima duljeg "steinstrasse" potrebna je endoskopska operacija. U slučaju povišene tjelesne temperature zahvaćeni bubreg potrebno je privremeno drenirati perkutanom nefrostomijom. (11)

Neke studije proučavale su korelaciju ESWL-a i razvoja hipertoniije i šećerne bolesti, međutim rezultati su bili različiti i ne može se sa sigurnošću reći postoji li njihova direktna povezanost. Uz već navedene, u izrazito rijetkim slučajevima moguće su komplikacije u vidu razvoja pankreatitisa, hemoptize, hematoma slezene, poremećaja u vrijednostima jetrenih enzima, bilijarnih kolika. (11)

3.1.7. ESWL U LIJEČENJU NEFROLITIJAZE KOD DJECE

ESWL je prva linija liječenja kod većine djece s bubrežnim kamencima. Ipak, kod djece kod koje su kamenci manji od 10 mm u promjeru, impaktirani su, građeni od kalcijeva oksalata ili se pak radi o cistinskim kamencima, ESWL nije najpogodnija metoda za njihovo uklanjanje. Također, kod djece s anatomskim abnormalnostima i onih gdje je lokalizacija konkrementa nepogodna za uklanjanje ovom metodom, preferiraju se druge metode liječenja. Studije koje su pratile liječenje djece ESWL-om pokazale su kako je stopa uspješnosti liječenja 70-90% dok je ponovni tretman potreban kod 4-50% bolesnika. Kada su se skupili podatci iz četrnaest provedenih studija, provedenih na 1,842 pedijatrijskih pacijenata, uočena je znatno veća stopa uspješnosti zahvata ukoliko je bubrežni kamenac bio veći od 10 mm za razliku od onih koji su bili manji od 10 mm. (16)

ESWL se dobro tolerira kod pedijatrijske populacije, no međutim kod ovih pacijenata potrebna je upotreba opće anestezije koja sa sobom uvijek nosi određene rizike. S poboljšanjem tehnologije i dolaskom novih generacija litotriptora na tržište, uspješni tretmani s primjenom intravenskih lijekova za sedaciju i analgezija koju kontrolira sam pacijent donijeli su poboljšanje u izvođenju zahvata kod djece i njihovoj suradljivosti. Nadalje, komplikacije su rjeđe nego prilikom primjene nekih drugih metoda za liječenje nefrolitijaze. (17)

Kod kamenaca koji nisu pogodni za liječenje ESWL-om bira se ureterskopija kod ureteralnih kamenaca i perkutana nefrolitotripsija kod kamenaca smještenih u pijelonu i u čašicama. (16)

3.1.8. ESWL I DRUGE METODE LIJEČENJE NEFROLITIJAZE

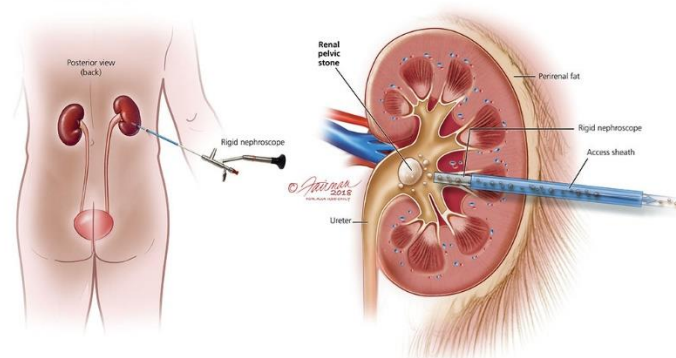
Od ostalih metoda liječenja bubrežnih kamenaca izuzev ESWL-a još se koriste i perkutana nefrolitotripsija, minimalno invazivna perkutana nefrolitotripsija te retrogradna intrarenalna kirurgija. Neke od ovih metoda invazivnije su od ESWL-a pa samim time nose i veći rizik za razvoj komplikacija, no međutim u slučajevima većih kamenaca ili nepogodne anatomske lokalizacije istih, ove metode su potrebne kako bi liječenje bilo što uspješnije. (18)

3.1.8.1. PERKUTANA NEFROLITOTRIPSIIJA

Perkutana nefrolitotripsija (PCNL) metoda je izbora za uklanjanje većih bubrežnih kamenaca. Metoda je prvi put uvedena u upotrebu 1976. godine te se otada znatno unaprijedila zahvaljujući razvoju tehnologije i poboljšala stopu uspješnosti. Iskusni urolozi mogu provoditi ovu metodu kod liječenja nefrolitijaze.

Perkutana nefrolitotripsija metoda je izbora za kamence veće od 20 mm koji su složene građe i koji se nalaze u donjem polu bubrega. Ova metoda je rizičnija od ostalih jer postoji mogućnost od rupture bubrega i nastanka velikog krvarenja. Pacijenta je potrebno staviti u jedan od tri moguća položaja, a to su pronacijski, supinacijski i/ili dekubitalni položaj. Kada se pacijent pravilno pozicionira, uvede se igla u razini stražnje aksilarne linije ispod dvanaestog rebra te se pozicionira tako da dođe u razinu donjeg pola bubrega, u područje stražnjeg kaliksa. Putem igle se tada uvodi žica vodilica i na nju Alkenovi dilatatori koji su potrebni kako bi proširili put i omogućili uvođenje nefroskopa. Nefroskop je uređaj koji urologu omogućava vizualizaciju konkrementa i uklanjanje jednim od tri načina: laserom, elektrokinetski ili pak ultrazvučno. Nakon što je konkrement uklonjen, postavlja se perkutana nefrostomija kako bi se uspostavila privremena drenaža. (19)

KIDNEY STONES: PCNL



Slika 3. Shematski prikaz izvođenja perkutane nefrolitotripsije (20)

U uspoređivanju s ESWL-om, ova metoda liječenja pogodnija je za veće konkremente i one koji većim dijelom ispunjavaju kanalikularni sustav. Isto tako kod cističnih kamenaca, koji su rezistentni na ESWL, isti se mogu ukloniti ovom metodom. Prednost ESWL-a je što je on ipak manje invazivna metoda. Komplikacije koje se mogu javiti kod perkutane nefrolitotripsije su krvarenje, oštećenje dijafragme i drugih visceralnih organa, postoperativna vrućica i puno rjeđe sepsa te razvoj urinotoraksa. Urinotoraks rijetko je stanje kod kojega dolazi do istjecanja tekućine u retroperitonealni prostor pri čemu može doći do formiranja urinoma koji se potom limfom ili drugim defektima u dijafragmi može naći u pleuralnoj šupljini. Kao sekundarna komplikacija može doći do renalne disfunkcije. PCNL se ne radi kod osoba koje su na antikoagulantnoj terapiji, koje imaju tumor na mjestu gdje se treba izvoditi zahvat te kod osoba koje imaju neliječenu infekciju urinarnog trakta uz priliježće stanje nekorrigirane koagulopatije. Spomenuta stanja zapravo su jedine apsolutne kontraindikacije za izvođenje zahvata. (18)

3.1.8.2. MINI PERKUTANA NEFROLITOTRIPSIJA

Metoda minimalne perkutane nefrolitotripsije ili mini PCNL prvi se put koristila kod pedijatrijskih pacijenata 1998. godine. Kasnije te godine, spominje se upotreba ove tehnike i kod odraslih pacijenata. Ova metoda naziva se mini jer koristi nefroskop manjeg promjera kako bi se pristupilo željenom području što dugoročno dovodi do manjeg rizika od krvarenja i razvoja ostalih komplikacija. 9

U ovom postupku nefroskop se koristi u kombinaciji s laserom ili litoklastom za dezintegraciju kamenaca. Ostatak postupka isti je kao i kod klasičnog PCNL-a. Prednost ove metode je što se može koristiti kod većih konkremenata za razliku od ESWL-a, a manje je invazivna od klasičnog PCNL-a.

(21)



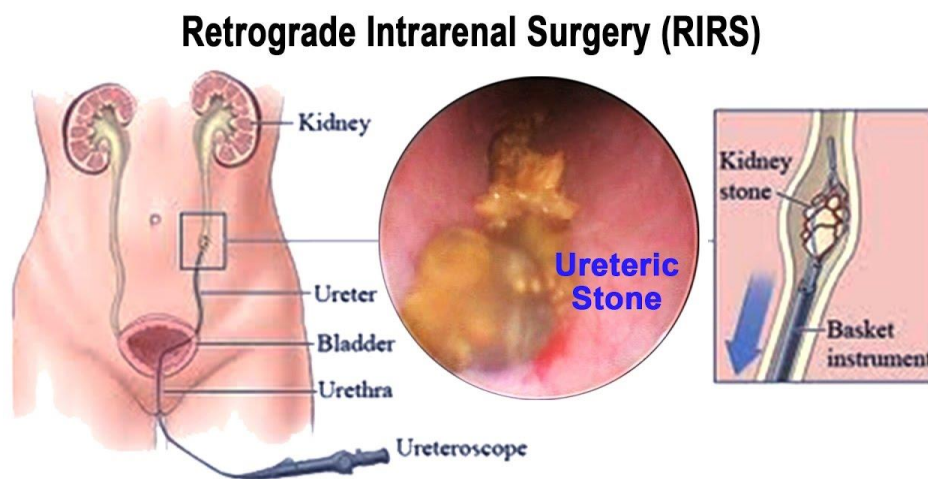
Slika 4. Oprema za izvođenje mini PCNL-a (22)

3.1.8.3. RETROGRADNA INTRARENALNA KIRURGIJA

Retrogradna intrarenalna kirurgija (RIRS) poznata i pod nazivom fleksibilna ureterorenoskopija još je jedna od metoda za uklanjanje bubrežnih konkremenata. Unatrag nekoliko godina stopa uspješnosti ove metode raste te je gotovo visoka kao i ona kod PCNL-a i ESWL-a. Za ovaj

napredak zaslužna je dakako moderna tehnologija i endoskopske tehnike. Glavna prednost ove metode je manji morbiditet u odnosu na PCNL i ostale metode te kraće vrijeme oporavka pacijenta. Ova metoda pogodna je kod pacijenata koji imaju kontraindikacije za PCNL ili ESWL, kao što su krvareća dijateza, morbidna pretilost, muskuloskeletalni deformiteti ili infundibularna stenoza.

Ova metoda provodi se u općoj anesteziji za kamence koji se nalaze u ureteru ili kanalikularnom sustavu bubrega. Fleksibilnim ureteroskopom uđe se kroz uretru do uretera ili bubrega te se vizualizira konkrement. Potom se, ako je kamen dovoljno malen, ukloni pomoću hvataljki, a ukoliko je kamen veći koristi se unutartjelesna litotripsija gdje se uz pomoć lasera kamen razbije na manje konkreme i potom ekstrahira. (23)



Slika 5. Shematski prikaz retrogradne intrarenalne kirurgije (23)

3.1.8.4. USPOREDBA SVIH NAVEDENIH METODA

Provedena je studija na pacijentima koji su se podvrgnuli raznim metodama liječenje nefrolitijaze te su se uspoređivale stope uspješnosti, komplikacije i vrijeme oporavka svakoga od ovih zahvata. Ukupno je provedeno 35 studija te se njihovom meta analizom dobio podatak koja metoda je najuspješnija prema stopi uklanjanja bubrežnih kamenaca. Šest studija usporedilo je PCNL i ESWL, deset studija PCNL i RIRS, četrnaest studija RIRS i ESWL te pet studija PCNL, ESWL i RIRS. Usporedbom ovih studija došlo se do zaključka kako je PCNL najuspješnija metoda liječenja nefrolitijaze, dok je ESWL završio tek na trećem mjestu. Treba uzeti u obzir da se sve metode ne mogu koristiti kod svih slučajeva nefrolitijaze bilo radi strukture samih kamenaca ili potencijalnih kontraindikacija kod samog pacijenta. (18)

Europsko društvu urologa (EAU) dalo je smjernice za liječenje urolitijaze te ono nalaže da se kod kamenaca manjih od dva centimera koriste ESWL i RIRS dok se kod većih kamenaca kao metoda izbora koristi PCNL. U slučajevima gdje su kamenci 1-2 cm ili se nalaze na donjem polu bubrega, preferirane metode za njihovo rješavanje su RIRS ili PCNL ukoliko postoji neka kontraindikacija za izvođenje ESWL-a. U usporedbi s PCNL-om i RIRS-om, ESWL ima važnu ulogu u liječenju kamenaca mokraćnog sustava jer je jedini interventni tretman s neinvazivnim svojstvima. Za razliku od ESWL-a, RIRS je postupak koji može izvesti fragmentaciju kamena pod kontrolom endoskopa i ukloniti fragmente pomoću takozvane košare za kamence. PCNL je standardni način liječenja za velike bubrežne kamence (> 2 cm) i također se može smatrati opcijom liječenja velikih kamenaca otpornih na udarne valove. (21) Iako su objavljene prospektivne studije i meta-analiza triju tretmana zajedno s njihovim prednostima i nedostacima, još nije objavljena mrežna metaanaliza koja uspoređuje sva tri tretmana u isto vrijeme. Mrežna metaanaliza je istraživačka metoda koja može usporediti više tretmana koristeći metode izravne i neizravne usporedbe. (18)

4. RASPRAVA

Kako bi se spriječio nastanak nefrolitijaze potrebno je provoditi mjere primarne prevencije. Unos dovoljne količine vode i pravilna prehrana na dnevnoj bazi djeluju protektivno. Ukoliko pak dođe do razvoja kamenaca preferiraju se neinvazivne metode liječenja kao što je ESWL. (25)

Kada uspoređujemo ostale metode neinvazivnog liječenje nefrolitijaze, ESWL po uspješnosti dolazi tek iza PCNL-a sa "stone free rate" postotkom od 75% nakon tri mjeseca. Također kod ESWL-a je zamijećeno manje komplikacija od ostalih metoda, ali uočeno je kako je potreban veći broj dodatnih procedura. Prednost ESWL-a je i što se osim kod djece ne mora provoditi pod općom anestezijom koja sama po sebi uvijek nosi dodatne rizike i komplikacije. Ostale komplikacije koje se mogu javiti kao što je oštećenje bubrežnog parenhima uglavnom su reverzibilne i rijetke. Od ostalih metoda liječenja, ureterorenoskopija najniže je rangirana metoda prema uspješnosti. (11)

Ono što ograničava ESWL je veličina konkrementa i njegova anatomska lokalizacija koja ne mora uvijek biti povoljna. Istraživanja su pokazala da je za kamence do 20 mm s lokalizacijom na gornjem polu bubrega, smještene mezorenalno i u pijelonu ESWL dobra metoda prilikom izbora liječenja. Ostale lokalizacije prikladnije su za liječenje drugim metodama. (11)

U liječenju ESWL-om bitna je i suradljivost pacijenta, ostali potencijalni komorbiditeti koje pacijent ima i informiranost o samom zahvatu. Potrebno je pacijentu objasniti na koji način će se zahvat odvijati, što može očekivati, koji su preudvjeti da zahvat bude uspješan, ali i koje su potencijalne komplikacije. (24)

5. ZAKLJUČAK

Nefrolitijaza je i dalje jedan od prevalentnih problema u urološkoj praksi. Posebno je važno raditi na primarnoj prevenciji nefrolitijaze putem edukacije pacijenata o načinima zdrave prehrane, dovoljnom dnevnom unosu tekućine i čimbenicima rizika. Ukoliko ipak dođe do razvoja nefrolitijaze, terapijske metode u današnje vrijeme su znatno napredovale razvojem moderne tehnologije. Iako postoji nekoliko terapijskih opcija u liječenju nefrolitijaze, nijedna od njih nije savršena i bez rizika od razvoja komplikacija, no ipak u odnosu na prošlost one su znatno uspješnije od konvencionalnih metoda i nose sa sobom manji morbiditet. Kvaliteta života pacijenta nakon liječenja ESWL-om i ostalim metodama u većini slučajeva je bolja. Iskustvo urologa igra jednu od uloga u uspješnosti liječenja te je za očekivati da će u budućnosti doći do razvoja još boljih metoda liječenja s još većim postotkom uspješnosti liječenja.

6. SAŽETAK

Bubreg je paran parenhimatozan organ, smješten retroperitonealno uz kralježnicu. Bubreg ima iznimno važnu ulogu u ljudskom organizmu u održavanju homeostaze putem regulacije prometa vode, elektrolita, izlučivanja nusprodukata metabolizama, održavanja acidobaznog status i mnogih drugih funkcija. Nefrolitijaza je jedan od najčešćih uroloških problema koji ukoliko se adekvatno ne zbrine može dovesti do oštećenja bubrega i dugotrajnih posljedica. Trenutačno postoji nekoliko metoda liječenja nefrolitijaze i jedna od njih je i ESWL. ESWL je metoda koja se preferira za manje konkremene veličine do 20 mm, smještene na gornjem polu bubrega, mezorenalno i u pijelonu jer su na taj način oni najpogodniji za uklanjanje i kod takvih pacijenata ova metoda ima najveći postotak uspješnosti liječenja. ESWL kao i svaki zahvat ima svoje indikacije, kontraindikacije te komplikacije te je važno koristiti ovu metodu kod pacijenata kod kojih će ona donijeti najveću korist, a najmanji rizik od razvoja komplikacija. Glavni princip rada ESWL je korištenje akustičnih valova kojima je cilj razbiti kamenac na manje dijelove kako bi se on potom mogao izmokriti. Ova metoda je minimalno invazivna te koristi uređaj koji se naziva litotriptor kako bi se konkrementi mogli usitniti te metode slikovne dijagnostike da bismo odredili položaj tog konkremenata i kasnije uspješnost njegova liječenja. Ukoliko je kamenac veći ili zbog drugih karakteristika nije pogodan za liječenje ESWL-om razmatraju se druge metode liječenja kao što je PCNL ili RIRS. Svakom pacijentu treba se pristupiti individualno i odabrati za njega najprikladniju metodu liječenja. Važno je naglasiti kako bi se trebalo raditi na edukaciji pacijenata i primarnoj prevenciji nefrolitijaze, poglavito kod onih koji već imaju predispozicije za razvoj istih.

Ključne riječi: nefrolitijaza, vantjelesno mrvljenje kamenaca šoknim valovima, perkutana nefrolitotripsija, retrogradna intrarenalna kirurgija

7. SUMMARY

The kidney is a paired parenchymal organ, located retroperitoneally along the spine. The kidney plays an extremely important role in the human body in homeostasis through the regulation of water, electrolyte turnover, excretion of by-products of metabolism, maintenance of acid-base status and many other functions. Nephrolithiasis is one of the most common urological problems which, if not adequately treated, can lead to kidney damage and long-term consequences. There are currently several methods of treating nephrolithiasis and one of them is ESWL. ESWL is the method that is preferred for smaller concretions up to 20 mm in size, located on the upper half of the kidney, mesorenal and in the renal pelvis, because they are the most suitable for removal and in such patients this method has the highest treatment success rate. ESWL, like any procedure, has its own indications, contraindications and complications, and it is important to use this method in patients in whom it will bring the greatest benefit and the lowest risk of complications. The main working principle of ESWL is the use of acoustic waves which aim is to break the stone into smaller parts so that it can then be excreted through the urinary tract. This method is minimally invasive and uses a device called a lithotripter which causes the disintegration of the stone and imaging diagnostic methods to determine the position of the stone and the success of its treatment. If the calculus is larger or it has other characteristics that are not suitable for ESWL treatment, other treatment methods such as PCNL or RIRS are considered. Each patient should be approached individually and the most appropriate method of treatment should be selected. It is important to emphasize that we should work more on patient education and primary prevention of nephrolithiasis, especially in those who already have predispositions for their development.

Key words: nephrolithiasis, extracorporeal shockwave lithotripsy, percutaneous nephrolithotripsy, retrograde intrarenal surgery

8. LITERATURA

1. Ziembra JB, Matlaga BR. Epidemiology and economics of nephrolithiasis. *Investigative and Clinical Urology*. 2017;58(5):299.
2. Križan Z. Kompendij anatomije čovjeka. 3. izd. 3. dio, Pregled građe grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke: za studente opće medicine i stomatologije. Zagreb: Školska knjiga; 1997
3. Pirie E. Kidney histology [Internet]. Kenhub.com. Kenhub; 2021 [cited 2022 May 17]. Available from: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/kidney-histology>
4. Hall, J. E., & C., G. A. (2015). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology (Guyton Physiology). In *Saunders* (Vol. 1).
5. Kolupayev S, Lesovoy V, Bereznyak E, Andoniev N, Shchukin D. Structure types of kidney stones and their susceptibility to shock wave fragmentation. *Acta Inform Med* [Internet]. 2021 [cited 2022 Jun 1];29(1):26–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.5455/aim.2021.29.26-3>
6. Pub E. European association of urology pocket guidelines 2021 [Internet]. EBIN.PUB. 2021 [cited 2022 Jun 3]. Available from: <https://ebin.pub/european-association-of-urology-pocket-guidelines-2021.html>
7. Dizon S, Iliescu EA, Ross Morton A. Kidney Stones. In: *Encyclopedia of Endocrine Diseases*. Elsevier; 2014. p. 365–71.
8. Curhan GC. Kidney stones in adults: Epidemiology and risk factors [Internet]. 2021 [cited 2022 May 17]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/kidney-stones-in-adults-epidemiology-and-risk->

[factors?search=KIDNEY%20STONES&source=search_result&selectedTitle=5~150&usage_type=default&display_rank=5#H1973403730](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/search/KIDNEY%20STONES&source=search_result&selectedTitle=5~150&usage_type=default&display_rank=5#H1973403730)

9. Ferraro PM, Bargagli M, Trinchieri A, Gambaro G. Risk of Kidney Stones: Influence of Dietary Factors, Dietary Patterns, and Vegetarian-Vegan Diets. *Nutrients*. 2020 Mar 15;12(3):779. doi: 10.3390/nu12030779. PMID: 32183500; PMCID: PMC7146511.
10. Alelign T, Petros B. Kidney Stone Disease: An Update on Current Concepts. *Adv Urol*. 2018 Feb 4;2018:3068365. doi: 10.1155/2018/3068365. PMID: 29515627; PMCID: PMC5817324.
11. Sotošek S, Ahel J, Rubinić N, Smolić K, Markić D. Extracorporeal shock wave lithotripsy. *Medicina Fluminensis*. 2017;53(3):285-291.
12. Kodama M, Kohri K, Kurita T. Extracorporeal shock wave lithotripsy of staghorn calculi. *Int Urol Nephrol* [Internet]. 1989 [cited 2022 Jun 1];21(5):469–78. Available from: https://core.ac.uk/reader/47261819?utm_source=linkout
13. Torricelli FCM, Danilovic A, Vicentini FC, Marchini GS, Srougi M, Mazzucchi E. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of renal and ureteral stones. *Rev Assoc Med Bras* [Internet]. 2015 [cited 2022 Jun 1];61(1):65–71. Available from: <https://www.scielo.br/j/ramb/a/BcCDbsbs4ddq5WnQ8gYyMHk/?lang=en>
14. Talati JJ. Extracorporeal shock wave lithotripsy. *Journal of Pakistan Medical Association*. 1990;40(1):17.
15. Urology Associates. Lithotripsy (ESWL) — Urology Associates [Internet]. *Urology.co.nz*. Urology Associates; 2015 [cited 2022 June 1]. Available from: <https://www.urology.co.nz/info/lithotripsy>

16. Petrides N, Ismail S, Anjum F, Sriprasad S. How to maximize the efficacy of shockwave lithotripsy. *Turk J Urol* [Internet]. 2020 [cited 2022 Jun 1];46(Supp. 1):S19–26.
Available from: <http://dx.doi.org/10.5152/tud.2020.20441>
17. Van Batavia JP, Tasian GE. Clinical effectiveness in the diagnosis and acute management of pediatric nephrolithiasis. *Int J Surg* [Internet]. 2016 [cited 2022 Jun 1];36(Pt D):698–704. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijssu.2016.11.030>
18. Tsai S-H, Chung H-J, Tseng P-T, Wu Y-C, Tu Y-K, Hsu C-W, et al. Comparison of the efficacy and safety of shockwave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, percutaneous nephrolithotomy, and minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones: A systematic review and network meta-analysis: A systematic review and network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2020 [cited 2022 Jun 1];99(10):e19403. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000019403>
19. Vicentini FC, Gomes CM, Danilovic A, Neto EAC, Mazzucchi E, Srougi M. Percutaneous nephrolithotomy: Current concepts. *Indian J Urol* [Internet]. 2009 [cited 2022 Jun 1];25(1):4–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.4103/0970-1591.44281>
20. PCNL (percutaneous nephrolithotomy) kidney stone [Internet]. TebMedTourism | medical tourism agency. TebMedTourism; 2020 [cited 2022 Jun 4]. Available from: <https://tebmedtourism.com/pcnl/>
21. Wright A, Rukin N, Smith D, De la Rosette J, Somani BK. “Mini, ultra, micro” - nomenclature and cost of these new minimally invasive percutaneous nephrolithotomy

(PCNL) techniques. Ther Adv Urol [Internet]. 2016;8(2):142–6. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1177/1756287215617674>

22. Mini percutaneous nephrolithotomy in the treatment of renal and upper ureteral stones [Internet]. Kidney Hospital Stone Centre | Best Urologist in Delhi. Kidney Hospital Stone Centre; 2018 [cited 2022 Jun 4]. Available from:

<https://www.kidneyhospitalstonecentre.com/mini-percutaneous-nephrolithotomy-in-the-treatment-of-renal-and-upper-ureteral-stones/>

23. Inoue T, Okada S, Hamamoto S, Fujisawa M. Retrograde intrarenal surgery: Past, present, and future. Investig Clin Urol [Internet]. 2021;62(2):121–35. Available from:

<http://dx.doi.org/10.4111/icu.20200526>

24. Strittmatter F, Gratzke C, Stief CG. Urolithiasis. MMW Fortschr Med [Internet]. 2015 [cited 2022 Jun 1];157(1):44–8; quiz 49. Available from:

<https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/guidelines>

25. Frassetto L, Kohlstadt I. Treatment and prevention of kidney stones: an update. Am Fam Physician [Internet]. 2011 [cited 2022 Jun 1];84(11):1234–42. Available from:

<https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2011/1201/p1234.html>

9. ŽIVOTOPIS

Paula Radoš rođena je 03.11.1997. godine u Bjelovaru. Osnovnoškolsko obrazovanje stekla je u I. osnovnoj školi u Bjelovaru te je nakon toga upisala opći smjer Gimnazije u Bjelovaru. Po završetku srednje škole 2016. godine upisuje Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci. Aktivno govori engleski i njemački jezik.