

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ

MEDICINĂ

Ureterosopia digitală flexibilă de unică folosință și litotriția cu

Laserul Holmium în tratamentul endoscopic al litiazei renale

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

Prof. Univ. Dr. Geavlete Bogdan

Doctorand:

Brăgaru Marius Bogdan

2024

Cuprins

Introducere

I. Partea generală

1. Noțiuni despre litiaza renală

1.1 Noțiuni de anatomie

1.2 Noțiuni de epidemiologie

1.3. Factori de risc

1.4 Tipuri de litiază renală

1.5. Litotriția laser

2. Recomandările ghidurilor

3. Ureterosopia flexibilă

3.1. Indicații.

3.2 Instrumentar, tehnică, timpul operator

3.3. Complicații intra și postoperatorii

3.4. Caracteristici funcționale

II. Contribuții personale

4. Ipoteza de lucru și obiectivele generale

5. Metodologia cercetării

6. Studiul *Comparatie între calitațile ureteroscoapelor de unică folosință versus cele reutilizabile*

6.1. Introducere

6.2 Material și Metodă

6.3 Rezultate

6.4 Discuții

6.5 Concluzii

7. Studiul *Tratamentul litiazei renale cu ureteroscopul de unică folosință versus cel reutilizabil*

7.1. Introducere

7.2 Material și Metodă

7.3 Rezultate

7.4 Discuții

7.5 Concluzii

8. Concluzii și contribuții personale

Bibliografie

Introducere

Urolitiaza are o prevalență mare la nivel mondial cu creștere în ultimele decenii de aproximativ 2-3%. De-a lungul ultimilor ani managementul chirurgical al rinichiului litiazic beneficiază de multiple progrese tehnologice. Miniaturizarea instrumentarului a permis accesul prin interiorul aparatului urinar și a modificat mult tratamentul litiazei renale. Până nu demult, singura modalitate de a efectua o intervenție chirurgicală intrarenală retrogradă era utilizarea fURS semirigide și ulterior reutilizabile, cu multe puncte slabe semnificative: posibilitatea transmiterii infecției între pacienți, fragilitate, fatigabilitate, vizibilitate slabă, restricții în utilizarea unor instrumente accesorii. Din aceste motive fURS a evoluat pentru a oferi un acces sporit, flexibilitate, vizibilitate și durabilitate. Datorită tuturor acestor dezvoltări tehnologice fURS a câștigat în popularitate și a devenit un mod de tratament de dorit în litiaza renală. În urmă cu circa 3 ani, au apărut pe plan mondial și primele evaluări clinice semnificative ale utilizării ureteroscoapelor de unică folosință (*single-use*). Pentru fiecare bolnav, ar trebui să existe un ureteroscop flexibil. Avantajele pentru pacient sunt majore: instrument nou pentru fiecare pacient cu litiază renală, procedură mai sigură, nu este necesară sterilizarea (aparatură fiind deja steril din fabrică), absența contaminării, posibilitatea de a folosi această tehnologie imediat și oricând, nu sunt necesare reparații etc.

Inovația și progresul tehnic în domeniul endourologiei se reflectă în varietatea de ureteroscoape existente la momentul actual. În ciuda utilizării frecvente a ureteroscoapelor flexibile lipsește în continuare o evaluare robustă a datelor în ceea ce privește eficacitatea și proprietățile tehnice comparative între diferite ureteroscoape.

Actual se practică „chirurgia minim invazivă personalizată” în concordanță cu particularitățile fiecărui pacient și patologia asociată. Ureteroscopia flexibilă retrogradă cu litotritie laser (Holmium sau Thulium) este din ce în ce mai frecvent utilizată în majoritatea centrelor urologice de referință din lume.

Tehnica litotritiei laser este relativ simplă și implică plasarea fibrei în contact cu suprafața calculului înainte de activare. Laserul este absorbit de apă ceea ce conferă un avantaj

luând în considerare faptul că țesuturile sunt compuse în principal din apă, energia laserului este absorbită superficial. Fibra laser trebuie menținută la cel puțin 1 mm de peretele ureteral.

Cea mai recentă dezvoltare în fURS a fost introducerea ureteroscoapelor de unică folosință digitale. O bună vizibilitate este esențială pentru prevenirea perforației ureterale. După inițierea litotriției laser este necesară, adeseori, o scurtă pauză impusă de efectul de "furtună de zapadă" determinat de fragmentele litiuzice[1]. Pentru litotriția intracorporeala flexibila pot fi utilizate fibrele de 200,260 și 365 μm. Litotriția cu laser Ho:YAG depinde de energia pulsatilă generată și diametrul fibrei. Astfel, eficacitatea sa este corelată cu densitatea energiei, acesta crescând odată cu reducerea diametrului fibrelor [2]. Eficacitatea litotriției prin laser Ho:YAG este cuprinsă între 91-100% fără să fie modificată de duritatea calculului. Energia necesară fragmentării calculilor este inferioară celeia utilizate pentru alte aplicații terapeutice ale laserului.

În general se utilizează o putere de 0.6-1.2 J, cu o frecvență de 5-15 Hz .[3]

În urmă cu circa 2 ani, au apărut pe plan mondial și primele evaluări clinice semnificative ale utilizării ureteroscoapelor de unică folosință (*single-use*). Pentru fiecare bolnav, ar trebui să existe un ureteroscop flexibil. **Avantajele pentru pacient** sunt majore: instrument nou pentru fiecare pacient cu litiază renală, procedură mai sigură, nu este necesară sterilizarea (aparatură fiind deja sterilă din fabrică), absența contaminării, posibilitatea de a folosi această tehnologie imediat și oricând, nu sunt necesare reparații etc.

Primele evaluări cu acest tip de tehnică minim invazivă prezintă peste 200 de cazuri operate cu această metodă, experiența acumulată fiind una de referință pe plan european. S-a folosit în special tehnologia Pusen: ureteroscop flexibil digital PU3022a (Zhuhai Pusen), cu rezultate foarte bune. Rata de tratament complet al litiazei (*stone-free*) pentru litiaza sub 2 cm, cu orice localizare în rinichi, este de peste 95%. Dacă studiile comparative cu instrumentele clasice (ureteroscoape reutilizabile) demonstau caracteristici tehnice similare (deflexiune maximă cu sau fără fibră laser), cu un ușor avantaj al ureteroscoapelor de unică folosință, noutatea full-HD a calității imaginii a adus o caracteristică deosebită. Pentru bolnav este mai sigur atunci când ceea ce vede și tratează chirurgul este mai bine vizualizat.

Indicații:

- în cazul calculilor în care tratamentul ESWL a eșuat
- Prima alternativă de tratament în cazul calculilor situați la nivelul calicelui inferior

- Poate fi folosită în tratamentul calculilor situați la nivelul diverticulilor
- Poate aborda mult mai facil calculii renali la pacienții cu obezitate morbidă, anomalii ale scheletului, malformații renale
- Recomandată în cazul în care tratamentul NLP este contraindicat (diateze hemoragice)
- Ureteroscopia flexibilă poate trata acum calculii renali indiferent de grupele caliceale.

Ureteroscopia flexibilă nu prezintă contraindicații și se adresează conform ghidului EAU calculilor renali sub 2 cm cu orice localizare. Aparatele de unică folosință sunt mult mai ușor de folosit și mai fiabile, nu necesită întreținere și manipulare de către alte persoane în prealabil sau pregătire în acest sens.

Este o metoda nouă ce se impune ca primă metodă terapeutică mergând în tandem cu fragmentarea cu Holmium Laser.

Ureteroscopia retrogradă a evoluat de-a lungul ultimilor ani și se promovează o utilizare din ce în ce mai mare a chirurgiei intrarenale, în defavoarea tehnicilor percutanate și a litotripsiei cu unde de șoc extracorporale. Ureterorenoscoapele flexibile au evoluat de la prima generație cu un grad limitat de deformare la modele digitale extrem de manevrabile. Limitările tehnice privind vizibilitatea și accesul, care odată erau considerate o limitare, s-au îmbunătățit acum pentru a completa tratamentul calculilor în toate calicele renale. Până de curând, ureteroscoapele reutilizabile erau singurele instrumente disponibile pentru efectuarea ureteroscopiei.[4]

Durabilitatea ureteroscopelor digitale reutilizabile, deși superioară celei a modelelor cu fibră optică, continuă să fie un aspect de îngrijorare.[5,6,7]

La fiecare utilizare, pot apărea deteriorări recurente, ducând la probleme precum pierderea deflexiunii și, la rândul său, degradarea performanței de deflexiune. pentru intervențiile ulterioare.[8]

În ultimii ani, fURS de unică folosință a fost dezvoltată ca o alternativă la ureteroscoapele reutilizabile pentru a elimina un alt punct slab nerezolvat: riscul de infecții. [4] O preocupare importantă pentru utilizarea ureteroscopelor flexibile reutilizabile este sterilizarea. [8,9] Un studiu realizat de Ofstead et al. a arătat că și atunci când ureteroscoapele reutilizabile au fost curățate manual și sterilizate cu peroxid de hidrogen gazos, contaminarea

(cu bacterii, adenzin trifosfat, hemoglobină și/sau proteine) ar putea fi încă găsită în endoscoapele testate.[10]

Un alt posibil avantaj al URS flexibil este dezvoltarea în viitor a procedurii fără expunerea la radiații prin alte noi metode de ghidare. [9, 11- 13]. Managementul litiazei renale se bazează pe radiațiile ionizate de la procedurile de diagnostic până la tratament și urmarire post-operatorie. Studiile demonstrează că ureterosopia flexibilă fără fluoroscopie poate fi efectuată în siguranță respectând măsurătorile intraoperatorii la introducerea tecii de acces, la anumite cazuri atent selecționate. Acest lucru va constitui un avantaj în plus al acestei tehnici asupra pacientului și personalului medical însă sunt necesare studii suplimentare în această direcție.

Există deja multe fURS digitale de unică folosință pe piață. fURS-urile de unică folosință urmăresc depășirea principalelor limitări ale fURS convenționale reutilizabile în ceea ce privește costurile de achiziție și întreținere.[14]

Dispozitivele de unică folosință au arătat rate similare stone free cu ureterorenoscoapele reutilizabile. [15, 16]

Capacitatea unui ureteroscop flexibil de deflexiune este esențială pentru procedurile intrarenale, deoarece este necesar pentru accesul și explorarea pelvisului renal, calicelor și în abordul diverticulilor. [15] Este deosebit de important atunci când se încearcă tratamentul calculilor de la polul inferior pentru ca polul inferior s-a observat că este mai dificil de accesat.

Kam J. și colab. a efectuat un studiu comparativ prospectiv care a inclus 31 de pacienți care au suferit URS retrograd folosind UscopeUE 3022 față de 64 de pacienți care au utilizat Olympus URF-V2. Grupul URF-V2 a obținut un scor mai mare în ceea ce privește vizibilitatea și manevrabilitatea în comparație cu Uscope 3022.[17]

fURS de unică folosință au avantajul clar de a nu necesita niciun proces de sterilizare. În ceea ce privește manevrabilitatea, calitatea vederii și eficacitatea clinică, acestea sunt similare cu fURS reutilizabile. Alte avantaje sunt evitarea costurilor crescute de reprocesare și reparații. Dar principala problemă discutabilă cu privire la fURS de unică folosință rămân costurile. În unele situații, chiar și un nou model de fURS reutilizabil poate fi utilizat pentru o medie de 21 de proceduri înainte de a necesita reparații.²În plus, costurile suplimentare provin din rata mai mare a infecțiilor tractului urinar, timpul total de operație etc. poate duce la

costuri suplimentare substanțiale. Costurile fURS de unică folosință sunt încă considerate a fi relativ ridicate.

Ipoteza

Acest studiu și-a propus să compare două dintre cele mai recente ureteroscoape flexibile reutilizabile cu un ureteroscop de unică folosință într-o varietate de scenarii, inclusiv intraoperator, precum și ex vivo, utilizând factori obiectivi și subiectivi.

Scopul acestui studiu a fost de a compara fURS de unică folosință cu fURS convenționale reutilizabile în ceea ce privește caracteristicile lor funcționale. Pană în prezent am comparat două dintre cele mai recente ureteroscoape flexibile reutilizabile cu cel de unică folosință, atât intraoperator, cât și ex vivo, utilizând parametri obiectivi și subiectivi. S-a determinat numărul de sedinte necesare extragerii calculului, timpul necesar efectuării intervenției, necesarul prezentării pacientului, impactul tratamentului calculilor asupra instrumentarului, raportandu-ne la aparatele reutilizabile astfel încât să se poata recomanda cu precadere utilizarea unuia dintre ele.

Scopul studiului a fost obținerea unor date semnificative statistic asupra rezultatelor litotritiei cu laser Holmium pentru calculi renali cu ajutorul ureteroscopiei flexibile de unică folosință.

S-a dorit determinarea ratei de apariție a complicațiilor, numărul de ședințe necesare extragerii calculului, timpul necesar efectuării intervenției, necesarul prezentării pacientului, impactul tratamentului calculilor asupra instrumentarului, raportandu-ne la aparatele reutilizabile astfel încât să se poata recomanda cu precadere utilizarea unuia dintre ele.

Materiale și Metodă

S-a efectuat un studiu prospectiv în perioada 2020 -2023, pentru a compara ureteroscoapele felxibile de unică folosință și reutilizabile pentru a verifica eficiența și siguranța acestor endoscoape pentru același tip de intervenție endoscopică.

Am comparat trei dintre cele mai recente tipuri de ureteroscoape flexibile: două modele digitale reutilizabile (Olympus URF-V și Olympus URF-V2) și un model de unică folosință (Pusen MedicalUscope UE3022). Pentru a fi cât mai aproape de condițiile de lucru

reale, ureteroscoapele reutilizabile au fost folosite inițial și reverificate înainte de începerea procedurilor pentru a asigura funcționarea optimă a acestora. Principalul rezultat practic al acestor măsurători este de a prezice performanța in vivo, contribuind astfel la o selecție optimă a cazurilor.

Am inclus pacienți cu litiază renală unică și ureterală internați în secția de Urologie a Sp. Sf Ioan, la care intervenția este reprezentată de ureteroscopia flexibilă, după semnarea consimțământului informat de către pacienții înrolați.

S-au respectat criteriile de includere:

- Vârsta mai mare de 18 ani
- Urocultura sterilă sau pacient cu 72 de ore de tratament antibiotic anterior intervenției
- Litiaza renală unică evidentiată ecografic sau RRVS

Criterii de excludere:

- Vârsta sub 18 ani
- Tulburări de coagulare
- Comorbidați cu risc anestezic ridicat
- Pielonefrită acută
- urocultura $\geq 10^5$ UFC/ml
- Istoric de stenoze ureterale ce necesită prestențare

De asemenea, s-au evaluat *factorii de risc* precum:

- Patologii urologice (Neoplazii, Anomalii de tract urinar, Litiază urinară, Hiperplazie Benignă de Prostată)
- Comorbidați (Diabet zaharat, Boală Cronică Renală)
- Localizare calcul caliceal inferior, mijlociu, inferior sau bazinetal, ureteral
- Prezența unui cateter urinar (Stent ureteral, Sondă uretro-vezicală)

Toți pacienții au fost examinați bioumoral, urmărind următorii parametri:

- Hemoleucogramă
- Uree, Creatinină, Glicemie
- Ecografie aparat Urinar, UIV, RRVS, CT
- Sumar de urină, Urocultură

Dacă un pacient a avut o urocultură pozitivă, a fost tratat cu antibiotic conform antibiogramei și reprogramat ulterior.

Fiecare pacient a primit profilactic antibioterapie conform Ghidurilor EAU.

Pacienții au fost randomizați în trei grupuri: un grup tratat cu ureteroscop flexibil Uscope UE3022 (Pusen, Zhuhai, China) și două grupuri tratate cu două ureteroscoape diferite reutilizabile Olympus URF-V și Olympus URF-V2.

Pacienții au fost reevaluați CT nativ la 1 lună. Imaginea CT fără calculi sau cu calculi de dimensiuni mai mici de 3 mm și pacient asimptomatic cu urocultură negativă au fost considerate criteriile de stone-free.

Baza de date include: inițialele numelui și prenumelui pacientilor, sexul pacientului, mediul urban/rural, greutatea pacientului, dimensiunea calculului, compoziția calculului, anul diagnosticării litiazei, prezentare inițială a pacientului cu sonda JJ, ITU anterior intervenției, localizare calcul renal conform Moore și O[^]Boyle, febra postoperatorie peste 38 grade, restanța litiazică postoperatorie, stone-free (rata de succes reprezentată de calculi restanți sub 3 mm), utilizare sondei cu cosuleț, utilizare teacă de acces pentru flexibil, timpul operator, modificari EKG, hidronefroză preprocedurală, istoric litiazic urinar, antecedente heredocolaterale, zile de menținere SUV postURS, valori Hemoglobina preintervenție și postintervenție la 24 de ore, valori glicemie preintervenție, valori uree/creatinina preprocedural, valori leucocite preprocedural /postprocedural, urocultura intraoperatorie, tratament inițial antibiotic, tratament anticoagulant, detaliile tehnice legate de ureteroscoape

Pentru toate cele 3 grupuri de pacienți tehnica operatorie a fost aceeași. S-a practicat ureterocistoscopie cu reperarea orificiilor urterale și ulterior plasarea ghidului în ureterul aferent rinichiului litiazic, s-a îndepărtat cistoscopul și un cateter cu lumen a fost trecut peste ghid. Acest cateter de 8-10 Fr a permis plasarea unui al doilea ghid de lucru ce a facilitat inserția ureteroscopului flexibil.

Ureteroscopul flexibil a fost apoi trecut peste ghidul de lucru până la punctul patologic. Dilatarea orificiului ureteral cu cateterul cu dublu lumen este de obicei suficientă pentru a permite trecerea ureteroscopului flexibil. Canalul de lucru al ureteroscopelor flexibile nu este situat central, astfel încât vârful ureteroscopului este poziționat excentric față de firul de ghidare. Dacă ureteroscopul flexibil nu trece prin orificiul ureteral, acesta trebuie rotit cu 90 până la 180 de grade pe firul de ghidare pentru a poziționa mai bine vârful ureteroscopului față

de orificiul ureteral. Dacă se întâmpină dificultăți în trecerea ureteroscopului flexibil prin orificiul ureteral, se poate utiliza un cateter dilatator (Nottingham) sau un cateter cu balon dilatator pentru a dilata orificiul ureteral.

În mod curent, în timpul endoscopiei tractului superior a fost utilizat un ghid de siguranță pentru a menține accesul pe toată durata procedurii, permițând plasarea stentului ureteral în cazul în care apare o leziune a ureterului.

Dacă trecerea ureteroscopului flexibil este dificilă în absența oricărei stricturi ureterale semnificative sau a unei alte surse de obstrucție, poate fi utilă folosirea unui ghid de nitinol cu poliuretan. După cum s-a prezentat anterior, aceste fire mai rigide și mai netede permit transmiterea mai eficientă a împingerii de la operator la vârful ureteroscopului.

Mișcările de bază ale ureteroscopului flexibil includ *deflexiunea, rotația, avansarea și retragerea* ureteroscopului. Deflexiunea activă este obținută prin acționarea cu policele a unei piese mobile de la nivelul corpului ureteroscopului. Pentru litiaza caliceală inferioară s-a practicat re poziționarea calculului doar pentru ureteroscopul reutilizabil pentru a minimaliza suprasolicitarea deflexiunii la acest nivel.

Pulverizarea (dusting) a fost realizată cu ajutorul fibrei laser 270μm a aparatului Holmium-YAG Cyber Ho 100 W la 0.6 Joule și 45 Hz. Deasemenea a fost folosită pentru extragerea fragmentelor litiazice sonda cu coșuleț.

La sfârșitul procedurii s-a montat o sonda JJ 6 Ch pentru a facilita eliminarea fragmentelor post-fragmentare laser și a evita apariția Sindromului Stain-Strasse. Cateterul JJ a fost menținut 2-4 săptămâni.

Datele colectate au fost analizate folosind Student t test , limita semnificatiei statistice a fost considerată $p < 0.05$.

Sinteza capitolelor

Studiul Ureteroscoapele de unică folosință versus cele reutilizabile – o evaluare funcțională a parametrilor

Olympus URF-V are un diametru extern de 8.5Fr, 9.9 Fr diametru extern la inserție, o lungime efectivă de 670 mm, un canal de lucru standard de 3.6 Fr, 180° deflexiune sus și 270° deflexiune jos.

Olympus URF-V2 are 8.4Fr, 670 mm lungime și este mai rigid decât predecesorul, pentru un acces mai facil la rinichi. Deasemenea are un canal de lucru standard de 3.6 Fr și o

deflexiune bi-direcțională de 275°. Ambele ureteroscoape reutilizabile au un tub de inserție cu funcție de rotație îmbunătățită, permițând chirurgului operator să țină endoscopul într-o poziție neutră și să rotească independent tubul de inserție.

Uscope UE 3022 este un ureteroscop digital de unică folosință cu vârf distal de 9.2 Fr, lungime de 650 mm, canal de lucru 3.6 Fr pentru irigare și inserția instrumentelor și deflexiune bi-direcțională de 270°.

Comparație ex vivo a ureteroscoapelor flexibile (Uscope UE3022, URF-V și URF-V2)

Debitul de irigare și pierderea de deviere atunci când instrumentele accesorii au fost introduse pe canalul de lucru au fost comparate într-un cadru ex vivo

Debitul de irigare și deflexia maximă în toate cele trei ureteroscoape au fost măsurate cu un canal de lucru gol și cu instrumente accesorii la locul lor: un fir de ghidare de 0,035 inchi, un coș 2F ZeroTip și o fibră laser Ho:YAG de 270 micrometri. Pentru toate aceste teste ureteroscopul a fost fixat în poziție dreaptă, pentru a evita eventualele variații de curgere și deformare legate de un segment de lucru curbat.

Pentru măsurătorile debitului de irigare s-a folosit ser fiziologic la 150 cm deasupra endoscopului. Debitul a fost măsurat cu segmentul de lucru al fURS în poziție dreaptă, inițial cu canalul gol și apoi cu diferite instrumente care ocupă canalul. Măsurătorile au fost repetate de trei ori. Valoarea medie a fost utilizată în cele din urmă. Unghiul de deviere a fost măsurat între tangentele la segmentul drept de lucru și vârful deviat, cu un raportor pe o fotografie a ureteroscopului suprapus pe hârtie milimetrică. Capacitățile de deviere ale tuturor fURS au fost evaluate în diferite poziții, începând cu canalul de lucru gol și apoi cu canalul ocupat de diverse instrumente: fibră laser de 270 μm, un coș de 2Fr și un ghid de 0,035 inch. Deviația maximă a fost înregistrată în ambele direcții în toate pozițiile. În ultimii doi ani, un total de 60 de pacienți cu litiază au fost incluși în studiul de față. Dintre aceștia, 20 de pacienți consecutivi au suferit URS retrogradă folosind URF-V, 20 de pacienți consecutivi cu URF-V2 și 20 de pacienți consecutivi cu URS de unică folosință. Ureteroscoapele flexibile au fost comparate intraoperator de către același urolog. La sfârșitul fiecărui caz, chirurgul a evaluat pe o scară de 5 puncte (1 – rău, 2 – slab, 3 – corect, 4 – bun, 5 – foarte bun) vizibilitatea și manevrabilitatea fURS pentru fiecare caz.

O teacă de acces ureteral a fost utilizată în toate cele 60 de cazuri pentru a evita orice posibilă leziune. Pe parcursul procedurilor au fost înregistrate și comparate performanța și limitările fiecărui fURS. Durabilitatea instrumentelor, deteriorarea sistemului optic și pierderile de deformare au fost, de asemenea, înregistrate ca parametri foarte importanți.

În ceea ce privește manevrabilitatea și calitatea vederii, acestea sunt similare: reutilizabile (URF-V și URF-V2) versus cea unică folosință (USCOPE UE3022) scor vizibilitate 4.8, 4.7 versus 4.8, (p=0.4).

Scorul de manevrabilitate a fost similar la utilizarea Uscope UE3022 și URF-V2 (4.2) și semnificativ mai mic când s-a folosit URF-V (3.8, p=0.03).

Irigarea a fost similară la ureteroscoapele reutilizabile și cu 50% îmbunătățită la ureteroscopul de unică folosință.

La inserția unei fibre laser Holmium de 270 micron, pierderea deflexiunii a fost de 13% pentru URF-V2 și 8.7% pentru URF-V (semnificativ mai mică, p=0.05)

Mai multe studii au arătat că ureteroscoapele reutilizabile suferă daune, necesitând reparații uneori după 10 până la 20 de proceduri. [17] Progresul tehnologic a făcut ca durata de viață să devină mult mai lungă. [18] fURS de unică folosință au fost dezvoltate cu intenția de a îmbunătăți unele dintre caracteristicile nefavorabile pe care le pot avea ureteroscoapele reutilizabile, cum ar fi disponibilitatea lor, sterilizarea sau reparațiile costisitoare. [14]

În ultimii ani, au fost dezvoltate multe ureteroscoape de unică folosință, dar nu toate au fost studiate și comparate corespunzător. Studiile comparative cu privire la diferite modele de ureteroscoape flexibile sunt extrem de utile în descrierea diferențelor între producători în ceea ce privește debitele de irigare sau deformarea fie cu canalele de lucru goale, fie ocupate. Una dintre primele evaluări in vitro a UscopeUE3022by a fost făcută de Marchini et. al. [16] în timp ce Salvado și colab. [15] au făcut o evaluare intraoperatorie, raportând rate stone-free de până la 95% la 71 de pacienți cu o dimensiune medie a calculilor de 11,4 mm. În 2017, Johnston și colab. au efectuat un studiu de cohortă prospectiv pentru a evalua UscopeUE3022 în ceea ce privește ușurința de inserare, deformare, calitatea imaginii, manevrabilitate și performanță generală, studiu cu un total de 56 de proceduri efectuate în 11 centre internaționale. UscopeUE3022 a avut rezultate bune în ceea ce privește manevrabilitatea, deflexiunea și fatigabilitatea. [19]

Studiul nostru a arătat că toate cele 3 modele au avantaje și dezavantaje specifice. Ureteroscoapele de unică folosință au avantajul clar că nu necesită sterilizare. Sunt similare cu ureteroscopul reutilizabil în ceea ce privește manevrabilitatea, calitatea imaginii și eficiența clinică. Alte avantaje includ cheltuielile de sterilizare și reparații.

În acest studiu, a fost testat doar un endoscop din fiecare model reutilizabil. De asemenea, nu am măsurat rata stonefree sau complicațiile postoperatorii. Aceasta, împreună cu dimensiunea mică a eșantionului și numărul de proceduri sunt limitările evaluării.

Conform lucrării de cercetare, ureteroscoapele de unică folosință și reutilizabile sunt cel puțin comparabile în ceea ce privește vizibilitatea și manevrabilitatea.

Ureteroscopia de unică folosință se pare că este superioară în ceea ce privește debitul de irigare și deflexiunea. De asemenea are potențialul de a furniza resurse suplimentare atunci când întâlnește anumite dificultăți.

Studiul Tratamentul litiazei renale cu ureteroscopul de unică folosință versus cel reutilizabil

Ureteroscoapele flexibile de unică folosință au fost dezvoltate ca o alternativă la ureteroscoapele reutilizabile, la care exista problema deteriorării după multiple utilizări, echipament special pentru sterilizare și costul reparațiilor. Unele ureteroscoape de unică folosință au caracteristici similare ureteroscopelor flexibile reutilizabile, iar altele au funcții chiar mai avansate. Există deja peste douăzeci de modele de su-fURS pe piață, fiecare cu setul

său unic de atribute și nivelul de performanță.

Unul din cele mai cunoscute ureteroscoape și utilizate este Uscope 3022.

Scopul acestui studiu a fost de a analiza eficacitatea și siguranța Pusen Uscope UE 3022 .

Material și metodă

S-a efectuat în Secția de Urologie a Spitalul Sf Ioan un studiu prospectiv randomizat în perioada 2021- 2023, utilizandu-se ureteroscop flexibil de unică folosință Pusen Uscope 3022.

După semnarea consimțământului informat am inclus 111 pacienți cu litiază renală unică din care 100 au respectat criteriile de includere.

Criteriile de includere au fost următoarele: vârsta mai mare de 18 ani, urocultura sterilă sau pacient cu 72 de ore de tratament antibiotic anterior intervenției, litiază renală unică evidențiată ecografic sau RRVS.

Criterii de excludere: vârsta sub 18 ani, tulburari de coagulare, comorbidați cu risc anestezic ridicat, pielonefrita acută, urocultura $\geq 10^5$ UFC/ml, istoric de stenoze ureterale ce necesită prezentare, litiaza multiplă, malformații de cale urinara superioară

De asemenea, s-au evaluat *factorii de risc* precum:

- Patologii urologice (Neoplazii, Anomalii de tract urinar, Litiază urinară, Hiperplazie Benignă de Prostată)
- Comorbidați (Diabet zaharat, Boală Cronică Renală)
- Localizare calcul caliceal inferior, mijlociu, inferior sau bazinetal, ureteral
- Prezența unui cateter urinar (Stent ureteral, Sondă uretro-vezicală)

Toți pacienții au fost examinați bioumoral, urmărind următorii parametri: hemoleucogramă, uree, creatinină, glicemie, ecografie aparat urinar, UIV, RRVs, CT, sumar de urină, urocultură

Dacă un pacient a avut o urocultură pozitivă, a fost tratat cu antibiotic conform antibiogramei și reprogramat ulterior.

Fiecare pacient a primit profilactic antibioterapie conform Ghidurilor EAU.

Pacienții au fost analizați în trei grupuri în funcție de mărimea calculilor renali: grupul I cu dimensiunea calculului <10 mm, grupul II cu dimensiunea calculului între 10-20 mm, grupul III cu dimensiunea calculului > 20 mm dar nu mai mare de 40 mm.

Grupul I a fost reprezentat de 54 pacienți, grupul II 34 pacienți și grupul III 12 pacienți pentru care s-au practicat 57 proceduri (grupul I), 39 (grup II) și 17 (grup III). Vârsta medie a pacienților a fost de 65±2.4 ani (grupul I), 67±3.9 ani (grupul II) și 66±2.5 ani (grupul III). Dimensiunea medie a calculului a fost de 8.3 mm (grupul I), 12 mm (grup II), 27 mm (grup III)

S-a utilizat modelul PUSEN Uscope 3022

Rezultate

Rezultatele au fost evaluate folosind ratele de succes obținute și sistemul Clavien-Dindo.

În primul grup format din 54 pacienți, după o procedură, a rezultat un statut cu rată de succes de 94 % ce a reprezentat rezolvarea completă a unui număr de 51 pacienți. Pentru restul de 3 pacienți s-a mai efectuat o a doua intervenție de ureteroscopie flexibilă, obținându-se ulterior și la aceștia stadiul de rată de succes. Astfel în primul lot s-au efectuat 57 de proceduri.

În cel de al doilea lot s-au efectuat 34 de ureteroscopii flexibile obținându-se un statut de rată de succes la 88,2% reprezentând 34 pacienți rezolvați complet. Astfel la 4 pacienți a mai fost nevoie de o a doua intervenție însă din aceștia doar 3 au revenit la a doua ureteroscopie flexibilă. După a doua procedură rata de succes a crescut la 91.2%, alți 2 pacienți necesitând reintervenție endoscopică pentru a treia oară cu 94, 1% rata de succes. Astfel al doilea lot a necesitat efectuarea a 39 proceduri.

În cel de al 3lea lot s-au efectuat inițial 12 ureteroscopii flexibile cu o rată de succes de 75% reprezentând 9 pacienți. Restul au necesitat o a doua procedură endoscopică ajungându-se la statutul de succes în 83,3% din cazuri. 2 pacienți au necesitat o a doua intervenție ureteroscopică flexibilă cu o rată de succes de 91.7%. Astfel s-au efectuat în total 113 proceduri cu o rată globală de succes de 90% după o procedură, 95% după două proceduri, 97% după trei proceduri. p semnificativ statistic p<0.05

În grupul I majoritatea calculilor au fost localizați la nivel bazinetal și caliceal superior (28 respectiv 13 pacienți) iar la nivelul calicelui mijlociu și inferior în cazul a 7 respectiv 6 pacienți. În grupul II deasemena majoritatea pacienților au avut calculi localizați în bazinet și calice superior (18 respectiv 7 pacienți) și doar 5 în calicele mijlociu și 4 în cel inferior. În grupul III 8 pacienți au avut calculi bazinetați și câte 2 în calicele mijlociu și inferior. Nu am avut pacienți cu calculi în calicele superior în acest grup.

Datele colectate au fost analizate folosind Student t test , limita semnificatiei statistice a fost considerată $p < 0.05$. (valoare $p < 0.04$)

Comparatorul a fost reprezentat de un lot de 98 pacienți operați cu URF-V2, într-un studiu retrospectiv cu/fara fluoroscopie în perioada Septembrie 2020 – Decembrie 2021. Astfel 98 pacienți cu calculi renali au fost evaluați. Am inclus pacienți cu litiaza renală unică și ureterala internați în secția de Urologie a Sp. Sf. Ioan, la care intervenția este reprezentată de ureterosopia flexibila.

Pacienții au fost împărțiți în doua grupuri – primul grup cu folosirea fluoroscopiei a cuprins 24 de bărbați și 23 de femei iar cel de al doilea grup fără fluoroscopie a cuprins 31 de bărbați și 20 de femei.

Caracteristicile demografice ale pacienților, caracteristicile litiazei, folosirea fluoroscopiei, timpul operator (în minute) și complicatiile postoperatorii, rata de succes au fost comparate între cele doua grupuri (Grup I cu fluoroscopie și Grup II fara fluoroscopie). Toți pacienții au avut analize (hemoleucograma, creatinina serica, coagulare, urocultură).

S-au folosit CT și ecografia pentru a diagnostica urolitiaza preoperator. Localizarea, dimensiunile și caracteristicile calculilor au fost estimate folosind CT preoperator.

Consimțământul informat a fost semnat de toți pacienții. În afara faptului că toți pacienții au avut uroculturi negative, aceștia au primit 1 g cefalosporină generația a 3-a înaintea operației.

Ca și tehnică alternativă s-a practicat ureterosopia fără expunere Rx la pacienți selectați pentru a compara ulterior cu un lot control. Tehnica utilizată a fost similara cu cea la care se folosește expunerea radiologică cu excepția măsurătorilor ghidului preintervențional și la momentul introducerii ureteroscopului.

Lungimea firului de ghidare introdus a fost măsurat de la jonctiunea ureteropelvina spre meatul extern. Ulterior, fără fluoroscopie, ureteroscopul a fost retras și reintrodus pe firul

de ghidare în vezica urinară și ulterior la nivelul ureterului urmărind să nu existe rezistentă la introducerea tecii (s-a folosit teaca de acces 10,7/12F Cook Flexor) altfel pacienții au fost mutați în grupul cu control radiologic și s-a folosit C-ARM. Fragmentarea calculilor s-a efectuat cu laserul Holmium folosindu-se fibra de 270 μm în mod dusting și fragmentare. S-a folosit deasemenea sonda cu cosulet pentru extragerea calculilor, s-a efectuat o inspecție a sistemului pielo-caliceal și s-a montat sonda JJ tuturor pacienților postprocedural.

De asemenea dacă nu s-a putut monta inițial teaca de acces facil s-a montat preprocedural o sonda JJ pentru 2 săptămâni.

Prima zi postoperator toți pacienții au avut radiografie iar la o luna post-operator au facut ecografie sau CT cu doza scăzuta de iradiere. Litiaza reziduala și rata de succes au fost astfel stabilite. Starea de succes terapeutic a fost definită la un pacient asimptomatic, fără semne de infecție, fără litiaza obstructivă sau cu fragmente mai mici de 3 mm.

Sistemul de clasificare Clavien a fost utilizat pentru complicațiile postoperatorii.

Pentru analiza statistică s-a folosit versiunea Python 3.11.2.

Rezultatele au fost evaluate folosind ratele de succes obtinute și sistemul Clavien-Dindo.

În primul grup format din 54 pacienți, după o procedură, a rezultat un succes terapeutic de 94 % ce a reprezentat rezolvarea completă a unui numar de 51 pacienți. Pentru restul de 3 pacienți s-a mai efectuat o a doua a intervenție de ureteroscopie flexibilă, obținându-se ulterior și la aceștia stadiul de succes terapeutic. Astfel în primul lot s-au efectuat 57 de proceduri.

În cel de al doilea lot s-au efectuat 34 de ureteroscopii flexibile obținându-se un statut de succes la 88,2% reprezentând 34 pacienți rezolvați complet. Astfel la 4 pacienți a mai fost nevoie de o a doua intervenție însă din aceștia doar 3 au revenit la a doua ureteroscopie flexibila. Dupa a doua procedură rata de succes a crescut la 91.2%, alți 2 pacienți necesitând reintervenție endoscopică pentru a treia oară cu 94, 1% rata de succes. Astfel al doilea lot a necesitat efectuarea a 39 proceduri.

In cel de al 3lea lot s-au efectuat inițial 12 ureteroscopii flexibile cu o rata de succes de 75% reprezentând 9 pacienți. Restul au necesitat o a doua procedura endoscopică ajungându-se la statutul de rata de succes în 83,3% din cazuri. 2 pacienți au necesitat o a doua intervenție ureteroscopică flexibilă cu o rată de succes de 91.7%. Astfel s-au efectuat în total 113 proceduri cu o rata globala de succes de 90% după o procedură, 95% după doua proceduri, 97% după trei proceduri.(p semnificativ statistic p-0.45)

Rata de success în primul grup a fost de 100% după 2 proceduri prin prisma dimensiunilor calculului – cu dimensiunile cele mai reduse din cele 3 grupuri, în grupul II și III cu dimensiuni mai crescute ale calculului au fost necesare 3 proceduri obținându-se o rată de success în creștere de la o procedură la alta astfel: în grupul II rata de success după prima procedură a fost de 88,2%, de 91,2% după a doua și de 94,1% după cea de-a treia procedură. În cel de al treilea grup rata de success a fost de 75% după prima procedură, 83,3% după a doua procedură și de 91,7% după cea de-a treia procedură.

În lotul comparator, s-au analizat 98 cazuri, 24 bărbați și 23 femei în Grupul I (cu fluoroscopie) comparativ cu 31 de bărbați și 20 de femei în Grupul II (fără fluoroscopie) cu vârsta medie de 63.2 ani în Grupul I și 61.6 ani în Grupul II.

În majoritatea cazurilor litiaza a fost în pelvisul renal în Grupul I și la nivelul calicelui inferior în Grupul II. Cele mai puțin frecvente localizări au fost situate în calicele mijlociu în grupul I și calicele superior în grupul II.

Rata de succes în studiul în care s-a folosit ureteroscopul URFv2 a fost de 89% în lotul cu fluoroscopie și de 92% în lotul fără fluoroscopie.

Rata globală de succes în studiul ce a folosit ureteroscopul Puseu a fost de 90% după o procedură, în timp ce în studiul comparator care a folosit ureteroscopul reutilizabil Olympus URFV2 a fost de 89% în lotul cu fluoroscopie și de 92% în lotul fără fluoroscopie (semnificativ statistic $p < 0.03$).

Complicațiile au fost majoritatea de nivel mediu clasificate Clavien I și II și au fost tratate cu succes. Nu au apărut complicații la inserția tecii de acces.

În majoritatea cazurilor litiaza a fost în pelvisul renal și restul calculilor la nivel caliceal.

S-a constatat o creștere a ratei de succes în Grupul 1 și 2, dar analiza statistică nu a arătat diferențe semnificative.

Majoritatea complicațiilor au fost minore încadrate Clavien I (care nu au necesitat tratament farmacologic sau chirurgical, intervenție endoscopică sau radiologică, s-au folosit analgezice ușoare, antiemetice, antipiretice, diuretice) și Clavien II (s-a folosit altă medicație decât cea folosită anterior, inclusiv transfuzie de sânge și nutriție parenterală). De asemenea au fost și complicații IIIa și IVb în Grupul cu calcul voluminos ce a necesitat admisie în Terapie intensivă. Evoluția ulterioară a fost favorabilă (semnificativ statistic $p < 0.021$).

Rata de succes a fost maximă în primul grup după 2 proceduri fiind influențată și de mărirea calculului, în acest grup acesta având dimensiunea cea mai mică sub 1 cm. Odată cu creșterea în dimensiuni a calculilor în grupurile II și III rata de succes a fost mai mică și a necesitat și a treia procedură.

Complicațiile în studiul ce a folosit ureteroscopul Pusen de unică folosință au fost Clavien –Dindo I în aceeași măsura în cele 3 grupuri (4 în Grupul I, 4 în Grupul II și 4 în Grupul III) și Clavien Dindo II în proporție aproape egală (2 în Grupul I, 3 în Grupul II și 3 în Grupul III) față de lotul comparator la care au fost mai multe complicații Clavien I decât cele tip Clavien II. Spre deosebire de lotul comparator în cel în care s-a folosit ureteroscopul Pusen au existat și complicații ce au necesitat admisia în ATI Clavien IIIa și Ivb. Astfel procentual rata de complicații per-total a fost de 11,11% în primul grup, 23,52% în al doilea grup și 91,66% în al treilea grup față de lotul comparator în care s-a folosit URF v2 cu o rata a complicațiilor de 10,64% în grupul cu fluoroscopie și 9,8% în grupul fără fluoroscopie.

În loturile studiului comparator, toate complicațiile au fost de nivel mediu clasificate Clavien I și II și au fost tratate cu succes. Nu au apărut complicații la inserția tecii de acces. În două cazuri, ghidul nu s-a vizualizat ecografic la nivelul sistemului pielocaliceal după efectuarea ureteroscopiei semirigide, așadar montarea tecii de acces a fost temporizată până la remontarea ghidului de acces.

Concluzii și contribuții personale

Aceste constatări oferă motive pentru un viitor optimist. Astfel, progresele tehnologice și tehnice au permis extinderea indicațiilor pentru ureterorenoscopie flexibilă (fURS). Dezvoltarea ureteroscoapelor de calibru mai mic, cu capacitatea lor crescută de deflexiune, ureteroscoapele de unică utilizare (single-use) împreună cu laserele Holmium sau Thulium (TFL), fac din fURS o modalitate de tratament atractivă pentru abordarea anatomiei intrarenale de multe ori „challenging” în aceste situații speciale [20]. Deși încă nu există în anul 2024 o „regină” a tratamentului minim invaziv al litiazei renale pe rinichiul malformat, ureterosopia flexibilă este exponențial utilizată cu succes pentru tratarea acestor pacienți „speciali” endourologic. Variațiile anatomice ale rinichilor datorită anomalilor congenitale duc cu siguranță la dificultăți în localizarea sau accesarea calculilor. Tehnologia actuală face

posibilă din ce în ce mai mult noțiunea de „stone-free” și la acești pacienți, chiar dacă acum este nevoie în multe cazuri de „multi-staged ureteroscopy”

Se cunoaște faptul că ureteroscopia flexibilă de unică folosință este o metodă eficientă de tratament al litiazei renale, poate trata acum calculii renali indiferent de grupele caliceale. Această metodă a fost adoptată pe scara largă, singurele limitări fiind legate de costurile de achiziție și întreținere, sterilizare/risc de infecție și durabilitatea slabă a ureteroscopelor reutilizabile. Ureteroscopia de unică folosință au devenit o soluție la problemele asociate ureteroscopelor reutilizabile.

Caracterul de noutate și originalitate al tezei doctorale provine din prezența permanentei evoluții tehnologice ce a dus la apariția acestui tip de aparat de unică folosință ce poate în viitor crea premisele unei accesibilități crescute cu urmărirea unui număr mare de pacienți care pot beneficia de tratament modern urologic minim invaziv.

Ureteroscopia flexibilă nu prezintă contraindicații și se adresează conform ghidului EAU calculilor renali sub 2 cm cu orice localizare. Aparatele de unică folosință sunt mult mai ușor de folosit și mai fiabile, nu necesită întreținere și manipulare de către alte persoane în prealabil sau pregătire în acest sens.

Este o metodă nouă ce se impune ca primă metoda terapeutică mergând în tandem cu fragmentarea cu Holmium Laser.

Dificultățile întâmpinate în timpul anilor de doctorat au fost aderența scăzută a pacientului la tratamentul urologic –revenirea periodică pentru sesiuni succesive de fragmentare și extragere a calculilor, urmărirea pacienților periodic prin diverse vizite fixate la anumite intervale de timp, lotul de studiu martor reprezentat de pacienți operați prin URS flexibil de multifolosință , perioada de pandemie.

Prin lucrarea de doctorat am realizat o cunoaștere mai detaliată a metodei ureteroscopice flexibile de unică folosință pentru tratamentul litiazei urinare. S-a arătat că rata de succes terapeutic prin această metodă de tratament este de aproape 100%. Un alt mare avantaj este posibilitatea de a efectua ureteroscopia flexibilă în regim ambulator, ceea ce scade costurile terapeutice. Folosind căile anatomice devine sigură și la pacienții mai fragili, vârstnici sau supraponderali/obezi.

Dezvoltarea ureteroscopelor de unică utilizare cu calibrul mai mic, cu capacitate crescută de deflexiune fac din fURS o modalitate de tratament atractivă pentru abordarea

anatomiei intrarenale de multe ori provocatoare prin prisma particularităților pacientului. În țara noastră, ureteroscoapele de unică folosință reprezintă o alternativă pentru ureteroscoapele reutilizabile. Ramâne în continuare diferența mare de pret cu toate că rationamentul din spatele crearii ureteroscoapelor de unică folosință a fost de a contrabalansa costurile necesare reparațiilor și sterilizării ureteroscoapelor convenționale.

Lista lucrărilor publicate

- Studiul *Ureteroscoapele de unică folosință versus cele reutilizabile – o evaluare funcțională a parametrilor* în revista **Journal of Medicine and Life**, 2023,
<https://doi.org/10.25122/jml-2022-0269>
- Studiul *Ureteroscoopia flexibilă fără expunere la radiații* în revista **Medica - A Journal of Clinical Medicine**, 2023
<https://doi.org/10.26574/maedica.2023.18.2.203>
- Studiul *Comparație între calitățile ureteroscoapelor de unică folosință versus cele reutilizabile, în revista Journal of Clinical Medicine, 2023*
<https://doi.org/10.3390/jcm12031093>
- „Aspecte de indicație, imagistice și intraoperatorii ale ureteroscopiei flexibile în tratamentul litiazei pe rinichiul malformat”, Revista Medical Market Urologie (2022)
<https://revistamedicalmarket.ro/wp-content/uploads/2023/04/Urologie-2021a.pdf>

Bibliografie:

1. Scarpa R M, DeLisa A, Porru Det *al.* Holmium: YAG laser ureterolithotripsy. *Eur Urol*, 1999, 35: 233
2. Vassar G. J. , Teichman J., Glickman R. D., Holmium Yag Lithotripsy efficiency varies with enery density, *The Journal of Urology*, volume 160, issue 2, 1998, pages 471-476, [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)62927-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)62927-6)
3. Wollin A., Denstedt D., *The Holmium Laser in Urology*. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*. Feb 1998.13-20 <http://doi.org/10.1089/clm.1998.16.13>
4. Scotland KB, Chan JYH, Chew BH. Single-Use Flexible Ureteroscopes: How Do They Compare with Reusable Ureteroscopes? *J Endourol*. 2019 Feb;33(2):71-78. doi: 10.1089/end.2018.0785. Epub 2019 Feb 4. PMID: 30612446.
5. Gridley CM, Knudsen BE. Digital ureteroscopes: technology update. *Res Rep Urol*. 2017; 9:19-25; Doi: 10.2147/RRU.S104229
6. Taguchi K, Usawachintachit M, Tzou DT, Sherer BA, *et al.* Micro-Costing Analysis Demonstrates Comparable Costs for LithoVue Compared to Reusable Flexible Fiberoptic Ureteroscopes. *J Endourol*. 2018; 32(4):267-73; doi: 10.1089/end.2017.0523.
7. Martin CJ, McAdams SB, Abdul-Muhsin H, *et al.* The Economic Implications of a Reusable Flexible Digital Ureteroscope: A Cost-Benefit Analysis. *J Urol*.2017;197c(3 Pt1):730-5. doi: 10.1016/j.juro.2016.09.085
8. Emiliani, E.; Traxer, O. Single use and disposable flexible ureteroscopes. *Curr. Opin. Urol*. 2017, 27, 176–181.
9. Dindo D, Demartines N. Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2012;82:36-41.
10. Ofstead CL, Heymann OL, Quick MR, Johnson EA, *et al.* The effectiveness of sterilization for flexible ureteroscopes: A real-world study. *Am J Infect Control*. 2017; 45(8):888-95; doi: 10.1016/j.ajic.2017.03.016.
11. Kılıç Ö, Akand M, Cleynenbreugel BV. Retrograde intrarenal surgery for renal stones - Part 2. *Turk J Urol* 2017; 43: 252-260.

12. Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, et al. The 15-country collaborative study of cancer risk among radiation workers in the nuclear industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat Res* 2007;167:396-416.
13. Giblin JG, Rubenstein J, Taylor A, et al. Radiation risk to the urologist during endourologic procedures, and a new shield that reduces exposure. *Urology* 1996;48:624-627.
14. Ventimiglia E., Godinez A.J., Traxer O., Somani B. Cost comparison of single-use versus reusable flexible ureteroscope: A systematic review. *Turk. J. Urol.* 2020;46((Suppl. 1)):S40–S45. doi: 10.5152/tud.2020.20223.
15. Salvadó J.A., Olivares R., Cabello J.M., Cabello R., Moreno S., Pfeifer J., Velasco A. Retrograde intrarenal surgery using the single-use flexible ureteroscope Uscope 3022 (Pusen™): Evaluation of clinical results. *Cent. Eur. J. Urol.* 2018;71:02–207.
16. Marchini G.S., Batagello C.A., Monga M., Torricelli F.C.M., Vicentini F.C., Danilovic A., Mazzucchi E. In Vitro Evaluation of Single-Use Digital Flexible Ureteroscopes: A Practical Comparison for a Patient-Centered Approach. *J. Endourol.* 2018;32:84–191. doi: 10.1089/end.2017.0785.
17. Kam, J.; Yuminaga, Y.; Beattie, K.; Ling, K.I.; Arianayagaham, M.; Canagasingham, B.; Ferguson, R.; Varol, C.; Khadra, M.; Winter, M.; et al. Single use versus reusable digital flexible ureteroscopes: A prospective comparative study. *Int. J. Urol.* 2019,10, 999–1005.
18. Multescu R., Geavlete B., Georgescu D., Geavlete P. Improved durability of flex-Xc digital flexible ureteroscope: How long can you expect it to last? *Urology.* 2014;84:32–35. doi: 10.1016/j.urology.2014.01.021.
19. Johnston T.J., Baard J., Jean d.l.R., Doizi S., Giusti G., Knoll T., Proietti S., Brehmer M., Emiliani E., Pérez-Fentes D., et al. A clinical evaluation of the new digital single-use flexible ureteroscope (UscopePU3022): An international prospective multicentered study. *Cent. Eur. J. Urol.* 2018;71:453–461.
20. Bragaru M, Popescu RI, Munteanu AM, Cozma C, Geavlete P, Geavlete B. Flexible Ureteroscopy Without Radiation Exposure. *Maedica (Bucur).* 2023 Jun;18(2):203-208. doi: 10.26574/maedica.2023.18.2.203.