

ARTICOL DE CERCETARE

Utilizarea clasificării Clavien-Dindo în analiza comparativă a complicațiilor postoperatorii după tratamentul calculilor renali prin nefrolitotomie percutană sau pielolitotomie: studiu descriptiv, retrospectiv, pe serie de cazuri

Vasile Botnari^{1*}

¹Catedra de urologie și nefrologie chirurgicală, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova.

Autor corespondent:

Vasile Botnari, doctorand

Catedra de urologie și nefrologie chirurgicală

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 165, Chișinău, Republica Moldova, MD-2004

e-mail: vasile.botnari@gmail.com

Ce nu este cunoscut, deocamdată, la subiectul abordat

Clasificarea Clavien-Dindo este folosită pe larg în evaluarea complicațiilor postoperatorii ale tratamentului endoscopic al litiazei renale, însă nu este aplicată pe deplin în analiza complicațiilor perioperatorii ale tratamentului chirurgical deschis al urolitiazăi.

Ipoteza de cercetare

Prezentarea complicațiilor postoperatorii după pielolitomie și nefrolitotomie percutană prin prisma clasificării Clavien-Dindo ar permite o mai bună evaluare și stratificare a riscurilor aferente pentru diferite metode de tratament chirurgical al nefrolitiazăi.

Noutatea adusă literaturii științifice din domeniu

Prin prisma clasificării Clavien-Dindo a complicațiilor chirurgicale, a fost demonstrată eficacitatea și siguranța sporită a metodei de nefrolitotomie percutană față de pielolitotomia clasică la pacienții adulți cu nefrolitiază.

Rezumat

Introducere. Urolitiază continuă să ocupe unul din primele locuri în structura patologiilor urologice, având, la nivel global, o frecvență de 5-15% din populația țărilor industrializate și reprezentând una dintre cauzele cele mai frecvente de spitalizare. O importanță deosebită constituie selectarea unei metode de tratament a urolitiazăi cât mai radicale, eficiente și

RESEARCH ARTICLE

The use of Clavien-Dindo classification in the comparative analysis of postoperative complications after the treatment of renal calculi by percutaneous nephrolithotomy or pielolithotomy: descriptive, retrospective, case-series study

Vasile Botnari^{1*}

¹Chair of urology and surgical nephrology, Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Republic of Moldova.

Corresponding author:

Vasile Botnari, PhD fellow

Chair of urology and surgical nephrology

Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy

165, Ștefan cel Mare si Sfânt ave., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2004

e-mail: vasile.botnari@gmail.com

What is not known yet, about the topic

Clavien-Dindo classification is widely used to assess postoperative complications for endoscopic treatment of renal lithiasis, but is not fully applied in the analysis of perioperative complications of open surgical treatment for urolithiasis.

Research hypothesis

The presentation of postoperative complications after percutaneous nephrolithotomy and pielolithotomy through the prism of Clavien-Dindo classification, would allow a better assessment and grading of related risks for surgical treatment techniques of nephrolithiasis.

Article's added novelty on this scientific topic

In the light of Clavien-Dindo classification of surgical complications, the percutaneous nephrolithotomy method compared to classical pielolithotomy in adult patients with nephrolithiasis proved to have a major efficacy and safety.

Abstract

Introduction. Urolithiasis still retains one of the leading places in the structure of urological pathologies, having an occurrence of 5-15% in the population of industrialized countries and represents one of the most common causes of hospitalization. Particular importance is stressed upon the choice of the most radical, effective and harmless method of treatment

inofensive. Rata și spectrul complicațiilor postoperatorii sunt un indicator important pentru determinarea succesului și calității rezultatelor chirurgicale. Prezentarea complicațiilor postoperatorii după pielolitomie și nefrolitomie percutană prin prisma clasificării Clavien-Dindo ar permite o mai bună evaluare și stratificare a riscurilor aferente pentru diferite metode de tratament chirurgical al nefrolitiazii.

Material și metode. Studiul retrospectiv, descriptiv, pe serie de cazuri (n=296), efectuat în Clinica de Urologie și Nefrologie Chirurgicală a Spitalului Clinic Republican din Chișinău și în Clinica de Urologie a Spitalului Județean nr. 1 din orașul Timișoara (România). Înregistrați și comparați parametrii demografici, precum și rata și spectrul complicațiilor postoperatorii între pielolitomie și nefrolitomie percutană, inclusiv, prin prisma scorului Clavien-Dindo.

Rezultate. În lotul PLT s-au depistat complicații Clavien-Dindo tip II – 205 (94,5%) și Clavien-Dindo tip III – 12 (5,5%), complicații Clavien-Dindo tip I, IV și V nu au fost determinate. În grupul de pacienți tratați prin PCNL, au fost următoarele tipuri de complicații: Clavien-Dindo I – 65 (82,3%), Clavien-Dindo II – 8 (10,1%), Clavien-Dindo III – 5 (6,3%), și Clavien-Dindo V – 1 (1,3%), complicații tip IV nu s-au determinat.

Concluzii. Pielolitomia (PLT) și nefrolitomie percutană (PCNL) sunt metode eficiente, cu un index de eficiență comparabil în tratamentul litiazei renale. Prin prisma clasificării Clavien-Dindo a complicațiilor chirurgicale, a fost demonstrată eficacitatea și siguranța sporită a metodei de nefrolitomie percutană față de pielolitomia clasică la pacienții adulți cu nefrolitiază.

Cuvinte cheie: urolitiază, calculi renali, pielolitomie, nefrolitomie percutană, scor Clavien-Dindo.

Introducere

Urolitiază continuă să ocupe unul din primele locuri în structura patologiei urologice, având, la nivel global, o frecvență de 5-15% din populația țărilor industrializate [1, 2] și reprezentând una dintre cauzele cele mai frecvente de spitalizare [3].

Creșterea, în ultima perioadă, a morbidității litiazei renale (LR), este determinată de modificarea condițiilor de viață, condițiilor ecologice, urbanizare, hipodinamie, modificarea calității și structurii alimentației, precum și de alți factori de risc [4].

Practic, în 100% din cazuri, LR este asociată cu infecții urinare, ceea ce face imposibilă sterilizarea căilor urinare cu remedii antibacteriene până la înlăturarea completă a calculului. Frecvent, agenții patogeni, depistați la însămânțarea urinei, diferă de agenții patogeni, prezenți în interiorul calculului, ceea ce explică ineficiența tratamentului antibacterian preoperatoriu, prescris în funcție de rezultatele antibiogrammei, provenite din urocultură.

O problemă importantă constituie și faptul că, în 60-70% din cazuri, patologia este diagnosticată la persoanele tinere (20-55 de ani), apte de muncă, dintre care, circa 11%, devin invalizi [4].

for urolithiasis. The rate and range of postoperative complications are important indices for determining the success and surgical quality of the outcomes. Presentation of postoperative complications after percutaneous nephrolithotomy and pielolithotomy, through the prism of Clavien-Dindo classification, would allow a better assessment and grading of related risks for different approaches of invasive treatment of nephrolithiasis.

Material and methods. This retrospective, descriptive, the case-series study (n=296) was conducted in Clinic of Urology and Surgical Nephrology of the Republican Clinical Hospital in Chisinau and Clinic of Urology of the County Hospital no. 1 from Timisoara (Romania). There were recorded and compared the demographic parameters, as well as the rate and range of complications between percutaneous nephrolithotomy and pielolithotomy, inclusive in the light of the Clavien-Dindo classification.

Results. In the PLT group, Clavien-Dindo complications type II 205 cases (94.5%) and type III – 12 cases (5.5%) were found; Clavien-Dindo complications type I, IV and V have not been determined. The following complications were registered in the group treated by PCNL: Clavien-Dindo type I – 65 (82.3%), Clavien-Dindo type II – 8 (10.1%), Clavien-Dindo type III – 5 (6.3%), and Clavien-Dindo type V – 1 (1.3%); type IV complications have not been determined.

Conclusions. Pielolithotomy (PLT) and percutaneous nephro-lithotomy (PCNL) are effective methods, with a comparable efficacy index as in renal lithiasis treatment. In the light of Clavien-Dindo classification of surgical complications, the greater efficacy and safety of percutaneous nephrolithotomy method compared to classical pielolithotomy in adult patients with nephrolithiasis was proved.

Key words: urolithiasis, renal calculi, pielolithotomy, percutaneous nephrolithotomy, Clavien-Dindo score.

Introduction

Urolithiasis still retains one of the leading places in the structure of urological pathologies, having an occurrence of 5-15% in the population of industrialized countries [1, 2] and represents one of the most common causes of hospitalization [3].

The recent increased level of renal lithiasis (RL) morbidity is determined by change of living conditions, environmental conditions, urbanization, hypodynamics, changing of food quality and structure, as well as other risk factors [4].

Actually, 100% of cases of RL are associated with urinary infections, which makes it impossible to sterilize the urinary tracts with antibacterial remedies until the entire removal of the calculus. Frequently, the pathogens detected in urine in-semination differ from the pathogens present in the calculi, which explain the inefficiency of preoperative antimicrobial treatment administered as a result of sensitivity tests obtained from urine culture.

An important issue is that the pathology is diagnosed in 60-70% of young adults (20-55 years) of working age, a fact which leads to about 11% to become disabled [4].

Din aceste considerente, este foarte importantă selectarea unei metode de tratament a LR cât mai radicale, eficiente și inofensive; însă, această intenție generează, deocamdată, numeroase discuții în contradictoriu.

Din cauza lipsei unor metode patogenetice eficiente de tratament și profilaxie a LR, patologia are un caracter recidivant, cu rate de recurență de 25-50% în 5-10 ani [1] și de 75% – în 20 de ani, dacă nu se aplică vreo intervenție profilactică [2, 5, 6]. Acest fapt impune aplicarea tratamentului chirurgical, care, în 22-28% din cazuri, produce diverse complicații, în 11% din cazuri se soldează cu nefrectomie și în 3% cazuri – conduce la deces.

În ultimii ani, studiile clinice prospective privind rezultatele tratamentului litiazii bazinetale, au permis schimbarea tacticii de tratament. Actualmente, se utilizează următoarele metode de tratament ale pacienților cu calculi bazinetali:

- 1) litotripsia extracorporală cu undă de șoc (l. engl., *Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy*, ESWL), în monoterapie;
- 2) nefrolitotripsia sau nefrolitotomia percutană (l. engl., *Percutaneous Nephrolithotomy*, PCNL), în monoterapie;
- 3) terapia combinată, tip „sandwich”, care constă în efectuarea de primă intenție a PCNL, apoi – a ESWL, pentru eliminarea fragmentelor restante;
- 4) tratamentul chirurgical deschis – pielolithotomia.

Complicațiile postoperatorii reprezintă un indicator important pentru evaluarea succesului și calității rezultatelor chirurgicale [7]. Asociația Europeană de Urologie recomandă utilizarea clasificării Clavien-Dindo pentru stratificarea complicațiilor survenite după procedurile urologice [8, 9]. Clasificarea Clavien-Dindo include 5 grade de severitate a complicațiilor (Tabelul 1). Inițial, a fost propusă de Clavien P. în anul 1992 pentru evaluarea complicațiilor postoperatorii la pacienții beneficiari de intervenții chirurgicale hepato-biliare [10]; ulterior, a fost completată de Dindo D. în anul 2004 [11]. Actualmente, clasificarea dată este pe larg acceptată și raportată în literatura de specialitate chirurgicală.

Scopul studiului a fost evaluarea rezultatelor și a complicațiilor tratamentului calculilor renali prin nefrolitotomie percutană sau pielolithotomie, prin prisma clasificării Clavien-Dindo.

Material și metode

Studiul retrospectiv, pe serie de cazuri, a fost efectuat pe 296 de pacienți cu litiază bazinetală, în Clinica de Urologie și Nefrologie Chirurgicală a Spitalului Clinic Republican, unde, în perioada 2007–2009, au fost supuși tratamentului chirurgical deschis prin pielolithotomie 217 de pacienți, și în Clinica de Urologie a Spitalului Județean nr. 1 din orașul Timișoara (România), în perioada 2008 – 2009, au fost tratați 79 de pacienți prin metoda endoscopică NLP.

Protocolul de cercetare a trecut aprobarea Comitetului de Etică a Cercetării a USMF „Nicolae Testemițanu”.

Au fost analizate dosarele medicale ale pacienților adulți, suferinzi de litiază renală, care au fost tratați chirurgical deschis (pielolithotomie) sau endoscopic (nefrolitotomie percu-

Therefore, it is very important to select a radical, effective and harmless method of RL treatment. However, this intention arises many contradictory discussions.

Due to the lack of effective methods of RL treatment and prevention, the RL pathology has a recurrent character, with an occurrence rate of 25-50% in 5-10 years [1] and 75% – in 20 years, unless any preventive intervention is applied [2, 5, 6]. Therefore it requires a surgical treatment, which in 22-28% of cases causes various complications, in 11% of cases leads to nephrectomy and in 3% cases – leads to death.

In recent years, prospective clinical trials on treatment outcomes of renal pelvis lithiasis allowed to change the treatment approach. Currently, there are the following methods of treating patients with renal pelvic calculi:

- 1) Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) alone;
- 2) Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL) alone;
- 3) “sandwich” combined treatment, which involves performing at first – PCNL, then – ESWL to remove the remainder parts;
- 4) open surgical treatment – pielolithotomy.

Postoperative complications are important indicators for assessing the success and quality of surgical outcomes [7]. European Association of Urology recommended Clavien-Dindo classification to grade the complications that occur after urological procedures [8, 9]. Clavien-Dindo classification includes five degrees of complications (Table 1). Initially, it was proposed by Clavien P. in 1992 to assess postoperative complications in patients that underwent hepatobiliary surgery [10]; subsequently, it was completed by Dindo D. in 2004 [11]. Presently, the given classification is widely accepted and reported in the surgical literature.

The aim of the study was to evaluate the results and complications of renal calculi treatment by percutaneous nephrolithotomy or pielolithotomy, through the prism of Clavien-Dindo classification.

Material and methods

This retrospective case-series study was performed on 296 patients with renal pelvis lithiasis, in Clinic of Urology and Surgical Nephrology of Republican Clinical Hospital, where 217 patients underwent open surgery by pielolithotomy within the period of 2007 to 2009, and 79 patients were treated by NLP endoscopic method in the Clinic of Urology of County Hospital no.1 from Timisoara (Romania) in the period from 2008 to 2009.

The research protocol was approved by Research Ethics Committee of the *Nicolae Testemițanu* State University of Medicine and Pharmacy.

There were analyzed the medical records of adult patients suffering from renal lithiasis who were treated open surgically (pielolithotomy) or endoscopically (percutaneous nephrolithotomy). As a result, they formed two groups: “pielolithotomy” [PLT] group (n=217) and “percutaneous nephrolithotomy” [PCNL] group (n=79).

For comparative analysis, the following parameters were recorded:

tană). În rezultat, s-au format 2 loturi: lotul „pielolitotomie” [PLT] (n=217) și lotul „nefrolitotomie percutană” [PCNL] (n=79).

Pentru analiza comparativă, au fost înregistrați următorii parametri:

- dificultatea cazului tratat;
- rata de succes;
- rata și spectrul complicațiilor postoperatorii;
- frecvența procedurilor auxiliare efectuate;
- durata de spitalizare;
- indexul de eficiență a metodei de tratament.

Indexul de eficiență (IE) a fost calculat după următoarea formulă:

$$IE = RS, \% \div (100\% - [FR, \% + FPA, \%]) \quad (1)$$

unde,

IE – indexul de eficiență;

RS – rata de succes;

FR – frecvența reintervenției chirurgicale;

FPA – frecvența procedurilor auxiliare.

Intervențiile chirurgicale au fost efectuate cu anestezie rahidiană sau generală, în baza datelor clinice ale pacientului și gradului de complexitate a intervenției.

Pielolitotomia s-a efectuat prin acces lombotom, extraperitoneal, cu pătrundere în spațiul retroperitoneal, preparare, debridare și mobilizare. S-a efectuat incizia longitudinală a bazinetului renal, până la nivelul joncțiunii pielo-ureterale (JPU). Incizia a fost suficient de largă pentru a putea înlătura calculul, însă nu a fost continuată pe JPU, pentru a evita stenozarea cicatriceală, recidiva de litiază și hidronefroza. S-au aplicat suturi rare, separate, pe stratul seros și muscular al bazinetului, cu capitonarea inciziei cu țesut adipos, la necesitate. În cazurile cu bazinet intrasinusal, a fost practică pielolitotomia subcorticală, ce a constat în crearea unui tunel între parenchimul renal și bazinet, incizia bazinetului prelungindu-se prin acest tunel, cu sau fără suturarea bazinetului renal, în funcție de posibilitățile anatomice.

Nefrolitotomia percutană s-a practicat conform următoarelor secvențe standardizate: opacifiere retrogradă a căii urinare, puncție sub control fluoroscopic, dilatarea traiectului, litotriție ultrasonică de contact, extragerea fragmentelor cu pensa și montarea tubului de nefrostomie. După efectuarea uretroscopiei, s-a montat un cateter ureteral de 6-8 Ch, cu scop de opacifiere retrogradă a cavităților renale. Ulterior, s-a opacifiat sistemul colector și identificat calicele posterior pentru puncție. În funcție de localizarea calculului, pentru puncție au fost utilizate și alte grupe caliceale. Accesul percutan a fost realizat prin ghidare fluoroscopică sau ultrasonografică. Puncția caliceală a fost efectuată pe linia axilară posterioară, sub vârful coastei a XII-a. Dilatarea traiectului de puncție a fost efectuată cu dilatoarele Amplatz. Calculii de dimensiuni mici (diametru $\leq 0,7$ cm) au fost extrași întregi, cu pensa, prin teaca nefroscopului. Calculii de dimensiuni mai mari, cu diametrul de până la 1,2 cm, au fost extrași intacti, instrumental, prin teci Amplatz de 28 Ch sau 30 Ch. Calculii mai mari au fost fragmentați până la 8-9 mm prin litotriție ultrasonică intracorporală. Ulterior, în pelvisul renal sau caliciul implicat, a fost plasat un tub rigid de nefrostomie de 14-16 F, cu scop de

- difficulty of the case treatment;
- success rate;
- rate and grade of postoperative complications;
- frequency of auxiliary procedures;
- length of hospital stay;
- efficiency index of the treatment methods.

Efficiency Index (EI) was calculated using the following formula:

$$EI = SR, \% \div (100\% - [FR, \% + FAP, \%]) \quad (1)$$

whereas,

IE – efficiency index;

SR – success rate;

FR – frequency of surgical reinterventions;

FAP – frequency auxiliary procedures.

Surgical interventions were performed under the spinal or general anesthesia, based on the patient clinical data and the complexity of the intervention.

Pielolithotomy was performed by lombotomy access, extraperitoneally, with penetration in retroperitoneal space, preparation, debridement and mobilization. A longitudinal incision was performed on the renal pelvis up to the uretero-pelvic junction (UPJ). The incision was large enough to remove calculi, but it was not continued on UPJ, in order to avoid scar stenosis and recurrent lithiasis and hydronephrosis. Rare sutures were applied separately on serous and muscular layer of the pelvis, by padding incision with adipose tissue, if required. In cases of intrasinusal pelvis the subcortical pielolithotomy was used, which led to formation of tunnel between the renal parenchyma and pelvis, thus, extending pelvic incision through the tunnel, with or without suturing the renal pelvis, depending on the anatomical characteristics.

Percutaneous nephrolithotomy was performed using the following standard sequences: retrograde opacification of the urinary tract, puncture under fluoroscopic control, path dilation, contact ultrasonic lithotripsy, using forceps to extract fragments and mounting of nephrostomy tube. After urethrocytoscopy was performed, a ureteral catheter 6-8 Ch was installed, aimed at retrograde opacification of the renal cavities. Subsequently, the collector system was opacified to and caliceal puncture was determined. Based on the calculus location, other caliceal groups were used for puncture. Percutaneous access was conducted by fluoroscopic or ultrasound management. The caliceal puncture was performed on posterior axillary line, below the top of the 12 coast. The expansion path of puncture was performed through Amplatz dilators. Small calculi (diameter ≤ 0.7 cm) were whole extracted, using the forceps, through nephroscope sheath. Calculi which are larger in diameter, up to 1.2 cm were intact instrumentally extracted, through the 28 or 30 Ch Amplatz sheath. The 8-9 mm intracorporal ultrasonic lithotripsy was used to fragment larger calculi. Further, a rigid 14-16 F nephrostomy tube was placed in the renal pelvis or involved calyx, aiming at renal cavity drainage and diuresis monitoring, if an eventual hemorrhage occurred.

drenare a cavității renale și monitorizare a diurezei sau, eventual, a survenirii hemoragiei.

Stratificarea complicațiilor chirurgicale s-a făcut conform clasificării Clavien-Dindo (Tabelul 1).

Tabelul 1. Clasificarea Clavien-Dindo a complicațiilor chirurgicale.

Gradul	Descifrare	Exemplu
Gradul I	evenimentele care nu necesită tratament farmacologic special sau chirurgical, au o rezolvare spontană, regimul terapeutic permite administrarea preparatelor antiemetice, antipiretice, analgezice, diuretice, electroliti	
Gradul II	complicații care necesită medicație specifică, inclusiv antibiotice, hemotransfuzie	febră, creșterea temperatură a creatininericiei
Gradul III	complicații care necesită intervenție chirurgicală, endoscopică sau radiologică	hemoragie, extravazare de urină, infecții de plagă operatorie, infecții urinare, pneumonie
Gradul III-a	fără anestezie generală	
Gradul III-b	cu anestezie generală	
Gradul IV	leziuni ale organelor adiacente și insuficiența de organe, care pun viața în pericol	instalare de stent Double-J pentru extravazare de urină, pneumotorax, hematom perirenal, ce necesită drenare, infarct miocardic, insuficiență renală (cu dializă)
Gradul IV-a	Insuficiența unui singur organ (inclusiv, dializă)	
Gradul IV-b	Insuficiență poliorganică	
Gradul V	deces	

Datele primare au fost numerizate, apoi analizate statistic cu softul „Statistical Package for the Social Science”, versiunea 21.0 pentru Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, SUA, 2012). Rezultatele sunt prezentate sub formă de date absolute și relative (%); datele de tip continuu, cu distribuție Gaussiană, sunt prezentate drept medie și interval de încredere de 95% (95CI) sau [valori extreme]. Teste statistice aplicate: testul exact Fisher și testul t-Student. Un $p < 0,05$ a fost considerat statistic semnificativ.

Rezultate

Caracterizarea generală a loturilor de studiu este redată în Tabelul 2.

Tabelul 2. Caracterizarea generală a loturilor de studiu.

Parametri	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Bărbați, n (%)	75 (34,6)	32 (40,5)	0,41 [†]
Raport bărbați /femei	1:1,9	1:1,5	-
Vârsta*, ani	49,3 [17 – 78]	49,5 [20 – 78]	t=0,11; p=0,91 [‡]
Repartizare pe grupuri de vârstă			
≤39 ani, n (%)	52 (24,0)	21 (26,6)	0,65 [†]
40 – 59 ani, n (%)	117 (53,9)	42 (53,2)	0,31 [†]
≥60 ani, n (%)	60 (22,1)	16 (20,2)	0,23 [†]
Diabet zaharat, n (%)	37 (17,1)	13 (16,5)	1,0 [†]
Hipertensiune arterială, n (%)	36 (16,6)	10 (12,7)	0,47 [†]
Cardiopatie ischemică, n (%)	22 (10,1)	34 (43,0)	<0,001 [†]

Notă: * – medie [extreme]. [†] – testul exact Fisher. [‡] – testul t-Student.

Primary data were digitized and then analyzed statistically with “Statistical Package for the Social Science” software, version 21.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA, 2012). Results are displayed as absolute and relative data (%); continuous variables with Gaussian distribution are presented as means and 95% confidence interval (95CI) or [extremes]. Applied statistical tests: Fisher’s exact test and Student’s t-test. A $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Table 1. Clavien-Dindo classification of post-operative complications.

Grades	Definition	Examples
Grade I	any deviation from the normal postoperative course without the need for pharmacological treatment or surgical, endoscopic and radiological interventions. Allowed therapeutic regimens are: drugs as antiemetics, antipyretics, analgetics, diuretics and electrolytes	
Grade II	requiring pharmacological treatment with drugs other than such allowed for grade I complications. Blood transfusions are also included	fever, temporary increase of serum creatinine
Grade III	requiring surgical, endoscopic or radiological intervention	hemorrhage, extravasation of urine, wound infections, urinary infections, pneumonia
Grade III-a	not under general anesthesia	
Grade III-b	under general anesthesia	
Grade IV	life-threatening complication requiring IC/ICU-management	double-J stent insertion for extravasation of urine, pneumothorax, perirenal hematoma requiring drainage, myocardial infarction, dialysis
Grade IV-a	single organ dysfunction (including dialysis)	
Grade IV-b	multi organ dysfunction	
Grade V	death of a patient	

Results

General characteristics of study groups are shown in Table 2.

Table 2. General characteristics of study groups.

Parameters	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Males, n (%)	75 (34.6)	32 (40.5)	0.41 [†]
Males/females ratio	1:1.9	1:1.5	-
Age*, years	49.3 [17 to 78]	49.5 [20 to 78]	t=0.11; p=0.91 [‡]
Age groups			
≤39 years old, n (%)	52 (24.0)	21 (26.6)	0.65 [†]
40 – 59 years old, n (%)	117 (53.9)	42 (53.2)	0.31 [†]
≥60 years old, n (%)	60 (22.1)	16 (20.2)	0.23 [†]
Diabetes Mellitus, n (%)	37 (17.1)	13 (16.5)	1.0 [†]
Hypertension, n (%)	36 (16.6)	10 (12.7)	0.47 [†]
Ischemic heart disease, n (%)	22 (10.1)	34 (43.0)	<0.001 [†]

Notes: * – mean [extremes] [†] – Fisher’s exact test. [‡] – Student’s t-test.

Astfel, după majoritatea parametrilor, loturile de studiu au fost identice, excepție făcând doar procentul de cardiomiopatie ischemică, semnificativ mai mare în lotul PCNL.

Localizarea și dimensiunea calculilor, în funcție de loturi, este redată în Tabelul 3.

Tabelul 3. Localizarea și dimensiunea calculilor, în funcție de loturi.

Parametri	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Bazinet, n (%)	187 (86,1)	38 (48,1)	<0,0001 [†]
Calice, n (%)	6 (2,8)	31 (39,2)	<0,0001 [†]
Calculi coraliformi parțiali, n (%)	5 (2,3)	10 (12,7)	<0,0001 [†]
Calculi coraliformi compleți, n (%)	19 (8,8)	0 (0,0)	NA
Dimensiunile calculilor:			
≤1,5 cm	83 (38,2)	47 (59,5)	0,044 [†]
1,6 – 2,5 cm	88 (40,6)	24 (30,4)	0,136 [†]
2,6 – 4,5 cm	42 (19,4)	8 (10,1)	0,01 [†]
≥4,6 cm	4 (1,8)	0 (0,0)	NA

Notă: [†] – testul exact Fisher.

Din cele prezentate în tabel, pacienții operați prin pielolitomie au avut semnificativ mai frecvent calculi în bazinet decât cei operați prin nefrolitotomie percutană; din contră, calculi în calice au prezentat semnificativ mai frecvent pacienții din lotul PCNL. Referitor la dimensiunile calculilor, pacienții lotului PCNL au avut, mai frecvent, calculi de dimensiuni mai mici de 1,5 cm, cei de dimensiuni mari și foarte mari fiind mai caracteristici pentru lotul PLT.

Complicațiile postoperatorii înregistrate sunt prezentate în Tabelul 4.

Tabelul 4. Complicațiile postoperatorii înregistrate.

Parametri	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Complicații intraoperatorii, n (%), din care	17 (17,8)	6 (8,0)	1,0 [†]
hemoragie*, n (%)	7 (3,2)	5 (6,3)	0,31 [†]
lezarea bazinetului, n (%)	10 (4,6)	1 (1,4)	0,299 [†]
Complicații postoperatorii, n (%), din care	172 (79,2)	17 (22,6)	<0,0001 [†]
hemoragie, n (%)	6 (2,8)	4 (5,3)	0,250 [†]
pielonefrită acută, n (%)	16 (7,4)	0 (0,0)	NA
fistulă urinară, n (%)	4 (1,9)	2 (2,7)	0,622 [†]
extravazare de urină, n (%)	43 (19,9)	0 (0,0)	NA
febră, n (%)	100 (46,1)	10 (13,3)	<0,0001 [†]
obstrucție urinară, n (%)	3 (1,3)	1 (1,3)	1,0 [†]
Proceduri auxiliare, n (%)	21 (9,7)	7 (8,9)	1,0 [†]
Rata „stone free”, (%)	95,9	86,1	<0,0001
Indexul de eficiență, (%)	85,2	95,8	0,014 [†]

Notă: * – hemoragie, care a necesitat transfuzie de componente sanguine.
[†] – testul exact Fisher.

Rata complicațiilor intraoperatorii (hemoragie masivă sau lezare de bazinet), din punct de vedere statistic a fost similară în ambele loturi. În schimb, din spectrul complicațiilor postoperatorii, în lotul PCNL au avut o frecvență semnificativ mai redusă doar febra de după intervenție, celelalte evenimente nedepășind limita semnificației statistice. Totuși, pielonefrită acută și extravazare de urină au făcut doar pacienții operați în mod deschis. Per total, rata tuturor complicațiilor însumate a

Thereby, according to most of the parameters, the study groups were identical, except for the percentage of ischemic cardiomyopathy, being significantly higher in the PCNL group.

The location and size of calculi according to the groups is shown in Table 3.

Table 3. The location and size of calculi according to the groups.

Parameters	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Renal pelvis, n (%)	187 (86.1)	38 (48.1)	<0.0001 [†]
Caliceal stones, n (%)	6 (2.8)	31 (39.2)	<0.0001 [†]
Partial coral-form calculi, n (%)	5 (2.3)	10 (12.7)	<0.0001 [†]
Entire coraliform calculi, n (%)	19 (8.8)	0 (0.0)	NA
Calculi size:			
≤1.5 cm	83 (38.2)	47 (59.5)	0.044 [†]
1.6 – 2.5 cm	88 (40.6)	24 (30.4)	0.136 [†]
2.6 – 4.5 cm	42 (19.4)	8 (10.1)	0.01 [†]
≥4.6 cm	4 (1.8)	0 (0.0)	NA

Note: [†] – Fisher's exact test.

Resulting from the table, operated patients through pielolithotomy had significantly more frequent stones in the renal pelvis compared to patients operated through percutaneous nephrolithotomy. On the contrary, calyx stones were more frequently found in patients from the PCNL group. Regarding stone sizes, patients from the PCNL group had stones smaller than 1,5 cm in most of the cases; large and very large stones were characteristic for the PLT group.

Registered postoperative complications are presented in Table 4.

Table 4. Registered postoperative complications.

Parameters	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Intraoperative complications, n (%) whereas	17 (17.8)	6 (8.0)	1.0 [†]
hemorrhage*, n (%)	7 (3.2)	5 (6.3)	0.31 [†]
pelvis injury, n (%)	10 (4.6)	1 (1.4)	0.299 [†]
Postoperative complications, n (%) whereas	172 (79.2)	17 (22.6)	<.0001 [†]
hemorrhage, n (%)	6 (2.8)	4 (5.3)	0.250 [†]
acute pyelonephritis, n (%)	16 (7.4)	0 (0.0)	NA
urinary fistula, n (%)	4 (1.9)	2 (2.7)	0.622 [†]
extravasation of urine, n (%)	43 (19.9)	0 (0.0)	NA
fever, n (%)	100 (46.1)	10 (13.3)	<0.0001 [†]
urinary obstruction, n (%)	3 (1.3)	1 (1.3)	1.0 [†]
Auxiliary procedures, n (%)	21 (9.7)	7 (8.9)	1.0 [†]
„stone free” rate, (%)	95.9	86.1	<0.0001
Efficiency index, (%)	85.2	95.8	0.014 [†]

Note: * – hemorrhage, which required the transfusion of blood components.
[†] – Fisher's exact test.

Rate of intraoperative complications (massive hemorrhage or renal pelvis lesion), from the statistical point of view, was similar in both of the groups. Instead, out of the whole spectrum of post-surgical complications, patients from the PCNL group had a significantly lower frequency of post-intervention fever; the rest of the parameters did not have statistical importance. Nevertheless, only patients operated through open

fost semnificativ mai mare și mai diversă în lotul PLT, comparativ cu lotul PCNL, ceea ce face din această tehnică operatorie minim invazivă o opțiune terapeutică de primă linie. În favoarea acestei concluzii pledează și indexul de eficiență, semnificativ mai mare la lotul PCNL, comparativ cu PLT (95,8% vs. 85,2%, $p < 0,014$).

Durata de spitalizare a pacienților a fost statistic semnificativ mai mică în lotul PCNL, decât în lotul PLT (6 [3 – 19] zile vs. 14 [5 – 36] zile, $p < 0,001$). Durata medie postoperatorie de spitalizare a avut aceeași tendință: 4 [2 – 17] zile vs. 11 [2 – 26] zile, $p < 0,001$, pentru loturile PCNL vs. PLT, respectiv.

Tabelul 5. Rezultatele postoperatorii, privite prin prisma scorului Clavien-Dindo.

Parametri	Lot PLT (n=217)	Lot PCNL (n=79)	p
Severitatea și numărul complicațiilor:			
Scor Clavien-Dindo I, n (%)	0 (0,0)	65 (82,3)	NA
Scor Clavien-Dindo II, n (%)	205 (94,5)	8 (10,1)	0,006 [†]
Scor Clavien-Dindo III, n (%)	12 (5,5%)	5 (6,3)	0,781 [†]
Scor Clavien-Dindo IV, n (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	NA
Scor Clavien-Dindo V, n (%)	0 (0,0)	1 (1,3)	NA

Notă:[†]- testul exact Fisher.

Rezultatele postoperatorii, privite prin prisma scorului Clavien-Dindo, demonstrează că intervențiile minim invazive, în special, nefrolitotomia percutană, este soldată cu complicații mai ușoare din punctul de vedere al consecințelor asupra organismului și al măsurilor terapeutice aplicate pentru corectarea acestora. Totuși, rata de complicații care au necesitat reintervenție de corecție, a fost similară pentru ambele loturi.

Numărul de complicații din Tabelul 4 și Tabelul 5 diferă din cauza aplicării a doua tipuri diferite de clasificări ale complicațiilor. Așadar, în Tabelul 4 complicațiile au fost evaluate prin prisma gradului de complexitate, iar în Tabelul 5 – conform clasificății internaționale Clavien-Dindo.

Discuții

Datele obținute ne demonstrează ca ambele metode – pielolithotomia și nefrolitotomia percutană sunt eficiente în tratamentul litiazei renale, cu un index de eficiență comparabil. Tratamentul chirurgical deschis oferă o rată „stone free” mai mare, comparativ cu metoda endoscopică și realizează așa obiective, ca: înlăturarea completă a calculilor, conservarea parenchimului renal și corectarea anomaliilor ce favorizează litogeneza. Însă, analizând rezultatele metodei prin prisma complicațiilor și duratei de recuperare postoperatorii, comparativ cu parametrii similari, obținuți în cazul practicării pielolithotomiei percutane, constatăm că indicațiile pentru chirurgia deschisă a nefrolitiaziei s-au diminuat semnificativ și, actualmente, se practică într-un număr limitat de cazuri [1, 12-15].

PCNL a înlocuit chirurgia deschisă pentru calculii mari și complecși, inclusiv la copii [16]. Deși PCNL este considerată o tehnică relativ invazivă în comparație cu alte tehnici minim-

surgery developed acute pyelonephritis and urine extravasation. Overall, the rate of all complications was higher and more various in the PLT group compared to PCNL group, which makes this type of minimal invasive technique a first intention option. In favour of this conclusion pleads the efficiency index, significantly higher in the PCNL group compared to PLT group (95.8% vs. 85.2%, $p < 0.014$).

Statistically, the length of hospital stay was significantly lower in the PCNL group than in PLT group (6 [3-19] days vs. 14 [5-36] days, $p < 0.001$). The average time of postoperative hospitalization tended to be significantly lower: 4 [2-17] days vs. 11 [2-26] days, $p < 0.001$ for PCNL vs. PLT groups, respectively.

Table 5. The postoperative results, in the light of Clavien-Dindo classification.

Parameters	PLT lot (n=217)	PCNL lot (n=79)	p
Severity and number of complications:			
Clavien-Dindo Score I, n (%)	0 (0.0)	65 (82.3)	NA
Clavien-Dindo Score II, n (%)	205 (94.5)	8 (10.1)	0.006 [†]
Clavien-Dindo Score III, n (%)	12 (5.5%)	5 (6.3)	0.781 [†]
Clavien-Dindo Score IV, n (%)	0 (0.0)	0 (0.0)	NA
Clavien-Dindo Score V, n (%)	0 (0.0)	1 (1.3)	NA

Note: [†]- Fisher's exact test.

Postoperative results, evaluated through the Clavien-Dindo score, proves that minimally invasive procedures, especially percutaneous nephrolithotomy, has less severe complications from the following points of view: consequences on the human organism and therapeutical measures applied in order to correct them. Anyway, the rate of complications that required re-intervention was similar for both groups.

The number of complications present in Table 4 and Table 5 differs due to the application of two different types of classifications for complications. Therefore, complications from Table 4 were assessed by degree of complexity, whereas from Table 5 – according to the international Clavien-Dindo classification.

Discussion

The obtained data shows that both methods – pielolithotomy and percutaneous nephrolithotomy are effective in the treatment of renal lithiasis, having a comparable efficacy index. Open surgical treatment offers a higher “stone free” rate, compared to the endoscopic method and reaches the following objectives such as: complete removal of the calculi, renal parenchyma preservation and correction of anomalies which cause lithogenesis. Although, when analyzing the results of method through the prism of complications and time of postoperative recovery compared with similar parameters obtained when practicing percutaneous pielolithotomy, we conclude that the indications for open surgery of nephrolithiasis have decreased significantly and, currently, it is practiced in a limited number of cases [1, 12-15].

PCNL has replaced open surgery for large and complex calculi, including in children [16]. Although PCNL is considered a relatively invasive technique compared with other minimal

invazive, disponibile în prezent, evidențele arată că utilizarea ei, în ultimii ani, este în creștere [17]. Printre factorii care cresc popularitatea PCNL, sunt incidența în creștere a nefrolitiazii, gradul înalt de securitate și eficiență al metodei [18]. Argumentul este valabil, mai ales, pentru calculii mai mari de 2 cm, calculii coraliformi, care sunt rezistenți la fragmentare și calculii din rinichii cu anatomie anormală [19, 20].

Stresul și sindromul inflamator sistemic persistă atât la pacienții tratați prin PCNL, cât și la cei tratați prin chirurgie deschisă, dar fără a avea vreun impact evident asupra funcției renale. Însă, amplitudinea stresului și sindromului inflamator sistemic este mai mic la pacienții tratați prin PCNL, demonstrând avantajele metodei. Recuperarea postoperatorie în grupul PCNL este mai rapidă, decât în grupul de chirurgie deschisă [21, 22]. Prin urmare, PCNL este o procedură sigură și fezabilă, cu un efect mai mic asupra funcției renale [22].

Rezultatele studiului nostru sunt comparabile cu studiile recente, care au evaluat eficiența chirurgiei deschise față de PCNL în tratamentul calculilor coraliformi complecși. Astfel, am constatat, că PCNL este o opțiune de tratament valoroasă pentru acest tip de calculi, cu o rată a stării „stone-free” similară cu cea a chirurgiei deschise. PCNL are avantajele de morbiditate redusă, timp operator mai scurt, durată de spitalizare mai redusă și revenirea mai rapidă la locul de muncă. Mai mult, un istoric de nefrolitotomie deschisă nu afectează eficiența sau morbiditatea postoperatorie a PCNL [23].

Complicațiile postoperatorii sunt un indicator important pentru determinarea succesului și calității rezultatelor chirurgicale [24]. Asociația Europeană de Urologie recomandă utilizarea clasificării Clavien-Dindo pentru stratificarea complicațiilor după procedurile urologice [25, 26].

Motivul pentru utilizarea acestei clasificării standardizate și bine definite este eliminarea interpretării subiective a evenimentelor adverse grave și subestimării severității lor, care duc la declanșarea complicațiilor [23, 24]. Din aceste considerente, am utilizat și noi această clasificare. Astfel, în studiul nostru, ratele constatate ale complicațiilor perioperatorii au fost similare cu cele raportate de Resorlu B. și coaut (2012) [27].

Avantajele PCNL față de PLT sunt evidente, însă practicarea acestei metode moderne de tratament presupune dispunerea unui utilaj endoscopic performant și a unei săli de operații specializate, dotată cu C-arm și masă radiologică; în lipsa acestui utilaj, pielolitolomia rămâne, din păcate, metoda de bază de tratament a calculilor renali cu dimensiuni de peste 2 cm, a litiazei renale infectate sau asociate cu diverse malformații congenitale.

Totodată, rezultatele obținute sunt similare cu rezultatele cercetărilor specialiștilor în domeniu, conform cărora implementarea, dezvoltarea și perfecționarea utilajului și metodelor endo-urologice au un rol important în îmbunătățirea rezultatelor tratamentului, diminuarea complicațiilor intra- și postoperatorii la pacienții cu litiază renală [28, 29].

Clinicile care nu sunt dotate cu echipamentul necesar pentru intervenții urologice minim invazive moderne, sunt nevoite să mențină practicarea la scară largă a chirurgiei deschise în tratamentul litiazei renale.

invasive techniques, which are presently available, there is an increased tendency of its use in recent years [17]. Among the factors that increase the popularity of PCNL are the increased incidence of nephrolithiasis, high degree of safety and efficiency of the method [18]. The argument is true, especially for calculi larger than 2 cm, coraliform calculi that are resistant to fragmentation and stones from abnormal kidney anatomy [19, 20].

The stress and systemic inflammatory syndrome is still present in patients who underwent PCNL, as well as in those treated by open surgery, but without any obvious impact on renal function. However, the stress intensity and systemic inflammatory syndrome response is lower in patients treated with PCNL, thus demonstrating the advantages of the method. The postoperative recovery in PCNL group is faster than in the open surgery group [21, 22]. Therefore, PCNL is a safe and feasible procedure with less negative effect on renal function [22].

Our results have been compared to recent studies that assessed the efficacy of open surgery and PCNL in treatment of complex coraliform calculi PCNL. Thus, we concluded that PCNL is a valuable treatment option for this type of calculation, with a similar “stone-free” rate as in open surgery. The advantages of PCNL are the reduced morbidity, shorter operative time, reduced time of hospital stay and faster recovery to work. Furthermore, a history of open nephrolithotomy does not affect the efficiency or postoperative morbidity of PCNL [23].

Postoperative complications are important factors to consider for determining the success and quality of surgical outcomes [24]. European Association of Urology recommended Clavien-Dindo classification to grade complications after urologic procedures [25, 26].

The reason for using this well-defined and standard classification is the lack of subjective interpretation of serious adverse incidents and their underestimation, which lead to the onset of complications [23, 24]. Therefore, we have used this classification. Hence, our recorded study rates of perioperative complications were similar to those reported by Resorlu B. and *et al.* (2012) [27].

The advantages of PCNL are obvious compared to PLT, but the practice of this modern method of treatment requires a powerful endoscopic equipment and specialized operating rooms, equipped with C-arm and radiological tables. Unfortunately, the lack of this equipment renders the use of pielolithotomy as the basic method of treatment of renal calculi measuring over 2 cm and infected renal lithiasis or associated with various birth defects.

However, the obtained results are similar to the study results of the specialists in this domain, who consider the implementation, development and improvement of the equipment and endo-urological methods to play an important role for the improvement of treatment outcomes and reduced intra- and postoperative complications in patients with renal lithiasis [28, 29].

Clinics those are not equipped with the necessary equipment for modern minimal invasive urological interventions have to keep on large-scale practice of open surgery in the treatment of renal lithiasis.

Concluzii

1. Pielolitotomia și nefrolitotomia percutană sunt metode eficiente, cu un index de eficiență comparabil în tratamentul litiazei renale. Fiind o metodă minim invazivă, PCNL prezintă un număr mai mic de complicații hemoragice, infecțioase, obstructive, o durată a spitalizării mai scurtă; ea oferă posibilitatea operării pacienților cu comorbidități severe și multiple.

2. Prin prisma clasificării Clavien-Dindo a complicațiilor chirurgicale, a fost demonstrată eficacitatea și siguranța sporită a metodei de nefrolitotomie percutană față de pielolitotomia clasică la pacienții adulți cu nefrolitiază.

Declarația de conflict de interes

Nimic de declarat.

Referințe /references

1. Urolitiază la adult. Protocol clinic național. Chișinău, 2009. 56 p.
2. Moe O. Kidney stones: pathophysiology and medical management. *Lancet*, 2006; 367 (9507): 333-344.
3. Stoller M., Meng M. Urinary stone disease. *Totowa: Humana Press Inc.*, 2007. 694 p.
4. Tiktinskii O. L., Aleksandrov V. P., Mochekamennaia bolezni. SPb: Izdatelstvo „Piter”, 2000; 384 p. [book in Russian].
5. Gheorghiu V., Costache C., Radu V. Urologie. Iași: Editura Gr. T. Popa, 2002 - 141 p. ISBN 973-86086-6-X.
6. Srisubhat A., Potisat S., Lojanapiwat B. et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) vs. percutaneous nephrolithotomy (PCNL) or retrograde intrarenal surgery (RIRS) for kidney stones (Review). *Cochrane Database Syst Rev*, 2009; no. 4, CD007044.
7. Yoon P., Chalasani V., Woo H. Use of Clavien-Dindo classification in reporting and grading complications after urological surgical procedures: analysis of 2010 to 2012. *J Urol*, 2013; 190 (4): 1271-1274.
8. Mitropoulos D., Artibani W., Graefen M. et al. Reporting and grading of complications after urologic surgical procedures: an ad hoc EAU guidelines panel assessment and recommendations. *Actas Urol Esp*, 2013; 37 (1) 1-11.
9. Mitropoulos D., Artibani W., Graefen M. et al. Reporting and grading of complications after urologic surgical procedures: an ad hoc EAU guidelines panel assessment and recommendations. *Eur Urol*, 2012; 61 (2): 341-349.
10. Clavien P. A., Sanabria J. R., Strasberg S. M. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery*, 1992; 111 (5): 518-526.
11. Dindo D., Demartines N., Clavien P. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*, 2004; 240 (2): 205-213.
12. Tiselius H., Alken P., Buck C. et al. Guidelines on urolithiasis. *European Association of Urology*, 2008; 128 p.
13. Turk C., Knoll T., Petrik A. et al. Guidelines on urolithiasis. *European Association of Urology*, 2012; 102 p.
14. Honeck P., Wendt-Nordahl G., Krombach P. et al. Does open stone surgery still play a role in the treatment of urolithiasis? Data of a primary urolithiasis center. *J Endourol*, 2009; 23 (7): 1209-1212.
15. Sy F. Y., Wong M. Y., Foo K. T. Current indications for open stone surgery in Singapore. *Ann Acad Med Singapore*, 1999; 28 (2): 241-244.
16. Guven S., Istanbuluoglu O., Gul U. et al. Successful percutaneous nephrolithotomy in children: multicenter study on current status of its use, efficacy and complications using Clavien classification. *J Urol*, 2011; 185 (4): 1419-1424.

Conclusions

1. Pielolithotomy and percutaneous nephrolithotomy are effective methods, with an efficacy index comparable to treatment of renal lithiasis. PCNL, which is a minimally invasive method, shows fewer hemorrhagic, infectious and obstructive complications; shorter time of hospitalization; opportunities to be operated for patients with severe and multiple comorbidities.

2. Through the prism of Clavien-Dindo classification of surgical complications, a greater efficacy and safety of percutaneous nephrolithotomy compared to classical pielolithotomy in adult patients with nephrolithiasis had been proven.

Declaration of conflict of interest

Nothing to declare.

17. Morris D., Wei J., Taub D. et al. Temporal trends in the use of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 2006; 175 (5): 1731-1736.
18. Stamatelou K., Francis M., Jones C. et al. Time trends in reported prevalence of kidney stones in the United States: 1976-1994. *Kidney Int*, 2003; 63 (5): 1817-1823.
19. Skolarikos A., de la Rosette J. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. *Curr Opin Urol*, 2008; 18 (2): 229-234.
20. Skolarikos A., Alivizatos G., de la Rosette J. Percutaneous nephrolithotomy and its legacy. *Eur Urol*, 2005; 47 (1): 22-28.
21. Shen P., Wei W., Yang X. et al. The influence of percutaneous nephrolithotomy on human systemic stress response, SIRS and renal function. *Urol Res*, 2010; 38 (5): 403-408.
22. Bayrak O., Seckiner I., Erturhan S., Duzgun I. et al. Comparative analyses of percutaneous nephrolithotomy versus open surgery in pediatric urinary stone disease. *Pediatr Surg Int*, 2012; 28 (10): 1025-1029.
23. Basiri A., Karrami H., Moghaddam S. et al. Percutaneous nephrolithotomy in patients with or without a history of open nephrolithotomy. *J Endourol*, 2003; 17 (4): 213-218.
24. Yoon P., Chalasani V., Woo H. Use of Clavien-Dindo classification in reporting and grading complications after urological surgical procedures: analysis of 2010 to 2012. *J Urol*, 2013; 190 (4): 1271-1274.
25. Mitropoulos D., Artibani W., Graefen M. et al. Reporting and grading of complications after urologic surgical procedures: an ad hoc EAU guidelines panel assessment and recommendations. *Actas Urol Esp*, 2013; 37 (1): 1-11.
26. Mitropoulos D., Artibani W., Graefen M. et al. Reporting and grading of complications after urologic surgical procedures: an ad hoc EAU guidelines panel assessment and recommendations. *Eur Urol*, 2012; 61 (2): 341-349.
27. Resorlu B., Unsal A., Ziypak T. et al. Comparison of retrograde intrarenal surgery, shockwave lithotripsy, and percutaneous nephrolithotomy for treatment of medium-sized radiolucent renal stones. *World J Urol*, 2012 [Epub ahead of print].
28. Preminger G., Assimos D., Lingeman J. et al. AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol*, 2005; 173 (6): 1991-2000.
29. Falahatkar S., Khosropanah I., Roshani A. et al. Tubeless percutaneous nephrolithotomy for staghorn stones. *J Endourol*, 2008; 22 (7): 1447-1451.