

DOI 10.29254/2077-4214-2026-1-180-191-203

UDC 616.62–003.7–089.87–036.8

^{1,2}Boyko A. I., ^{1,2}Polovynka V. P.**COMPLICATIONS OF CONTACT LASER URETEROLITHOTRIPSY
OF STONES IN THE UPPER THIRD OF THE URETER**¹Shupyk National Healthcare University of Ukraine (Kyiv, Ukraine)²SI “Academician O.F. Vozianov Institute of Urology of the National Academy
of Medical Sciences of Ukraine” (Kyiv, Ukraine)

polovynka.uro@gmail.com

Contact ureterolithotripsy (CULT) is one of the main methods for the treatment of stones in the upper third of the ureter. At the same time, the performance of this intervention is associated with a risk of intra- and postoperative complications, the probability of which depends on the size of the calculus, the duration of obstruction, and the infectious status of the urinary tract. Quantitative assessment of these factors is important for risk stratification and improving treatment safety. The aim of the study was to analyze the frequency and structure of intra- and postoperative complications during CULT of stones in the upper third of the ureter, as well as to determine the influence of stone size, duration of its presence in the ureter, and urinary bacterial load on the risk of their development. A retrospective analysis of 282 consecutive cases of CULT was performed, with complications classified according to the Clavien–Dindo scale. Methods of descriptive statistics, comparison of proportions, and binary logistic regression were used for statistical analysis. Intraoperative complications were observed in 10.3% of cases, mainly in the form of micro- or macropunctures and injuries to the mucous membrane. Postoperative complications were noted in 9.6% of patients, among which late ureteral strictures accounted for 1.8%. It was established that an increase in stone size is associated with a higher frequency of intraoperative events, whereas higher bacteriuria is associated with a greater likelihood of postoperative complications. The obtained results indicate that CULT for stones of the upper third of the ureter has an acceptable safety profile provided that atraumatic technique, adequate drainage, and sanitation of the urinary tract are ensured. Consideration of calculus size, duration of obstruction, and bacteriuria during preoperative risk stratification contributes to the optimization of treatment strategy and reduction in the incidence of complications.

Key words: urolithiasis, stones of the upper third of the ureter, contact ureterolithotripsy, ureteroscopy, complications, risk factors, bacteriuria, logistic regression.

Connection of the publication with planned research work.

The work is part of the research project “Personalization of the choice of minimally invasive treatment methods for patients with urolithiasis,” state registration number 0126U12587.

Introduction.

Contact ureterolithotripsy (CULT) is currently one of the main methods for the treatment of ureteral stones, particularly those located in its proximal third, and has largely replaced open and laparoscopic interventions. However, despite technological advances, the procedure remains associated with a considerable incidence of intra- and postoperative complications, including ureteral wall injury, perforation, strictures, migration of the stone or its fragments, infectious events, and stent-associated symptoms [1, 2].

Modern clinical studies indicate that the overall complication rate after ureteroscopy ranges approximately from 8–10% to 15–20% and depends on the localization and size of the calculus, duration of the procedure, baseline renal function, and infectious status of the urinary tract [3, 4, 5]. It has been demonstrated that an increase in stone size, the presence of hydronephrosis, a positive urine culture, or persistent bacteriuria are associated with an increased risk of bleeding, pyelonephritis, febrile urinary tract infection, and urosepsis [6, 7, 8].

Several studies emphasize that the proximal localization of the stone and unsuccessful previous treatment attempts (for example, after extracorporeal shock wave lithotripsy) increase the frequency of intraoperative complications, stone up-migration, and the need for additional interventions [9, 10, 11]. At the same time, the number of studies that provide a detailed description of the structure of complications specifically in CULT for stones of the upper third of the ureter, taking into account the size of the calculus, duration of its presence in the ureter, and the level of bacteriuria, remains limited [12, 13, 14].

Even fewer publications apply modern statistical approaches – binary logistic regression, construction of logistic curves, and estimation of OR and RR with 95% confidence intervals – for the quantitative assessment of complication risk and the identification of clinically significant threshold values of these factors [1, 4]. This determines the need for our own study aimed at analyzing the profile of intra- and postoperative complications of CULT and identifying prognostically significant clinical and laboratory parameters (stone size, duration of obstruction, bacteriuria titer), which is important for risk stratification and improving the safety of interventions in patients with stones of the upper third of the ureter.

The aim of the study.

To assess the frequency and structure of intra- and postoperative complications of contact ureterolithotripsy

for stones of the upper third of the ureter and to determine the influence of calculus size, duration of its presence in the ureter, and bacterial load in the urine on the risk of complications using binary logistic regression.

Object and research methods.

A retrospective analysis of 282 consecutive cases of CULT in patients with solitary stones of the upper third of the ureter was performed. Both rigid and flexible ureteroscopy were used. Stone fragmentation was performed using a 250 W holmium laser.

The frequency and types of intraoperative (n=29; 10.3%) and postoperative (n=27; 9.6%) complications classified according to the Clavien–Dindo scale were evaluated. The following variables were analyzed as potential predictors: maximum stone size, duration of its presence in the ureter, level of bacteriuria (0; 10⁴; 10⁵; 10⁶ CFU), and concomitant factors.

Descriptive statistics, comparison of proportions (χ² test, Fisher’s exact test), calculation of OR and RR with 95% CI, and binary logistic regression (GLM) with the construction of logistic curves and 95% confidence intervals were applied.

Research results and their discussion.

Among 282 patients, 29 intraoperative complications (10.3%) were recorded following the interventions. **Table 1** presents the absolute values and proportions relative to the total number of procedures, as well as the grade of complications according to the Clavien–Dindo classification.

Table 1 summarizes the structure of intraoperative complications of contact ureterolithotripsy in our cohort of 282 procedures: a total of 29 complications (10.3%) were recorded. Most complications were manageable, while the proportion of severe events requiring open or laparoscopic reconstruction (grade IIIb) remained isolated. Adherence to atraumatic technique, timely drainage, and control of irrigation pressure remained key safety factors.

Overall, the obtained complication profile characterizes the procedure as safe provided that the principles of atraumatic technique are followed, timely stenting is performed in cases of mucosal injury, and irrigation pressure is controlled; the proportion of severe



Figure 1 – Intraoperative injury. Ureteral avulsion in the upper third. events requiring surgical intervention under general anesthesia (IIIb) remained isolated.

Figure 1 presents an example of intraoperative ureteral injury – ureteral avulsion in the upper third. Endoscopically, a loss of wall continuity is visualized with the formation of an irregular (“ragged”) defect and gaping of the lumen proximally; the mucosa appears pale gray with areas of submucosal hemorrhage, the contours are uneven, and detached flaps are visible. The tubular lumen is not identifiable, which corresponds to ureteral avulsion in the upper third. The manipulation was discontinued, and further reconstruction was performed – laparoscopic ureteroureteroanastomosis.

Figure 2 presents the relationship between the frequency of postoperative complications and the duration of calculus presence in the ureter, modeled using binary logistic regression. The x-axis represents the duration of stone presence (weeks), while the y-axis shows the complication rate (%). The yellow line represents the estimated logistic probability curve of complications, the blue shaded area indicates the 95% confidence interval of the model, and the crosses denote the actual grouped values for the two duration categories.

In the subgroup of patients with a stone duration of <3 weeks, the complication rate was 6.3% (9/142), whereas in the subgroup with a duration of >3 weeks it was 14.3% (20/140). Both empirical points lie within the 95% CI, indicating adequate calibration of the model within the studied range of values. The logistic curve demonstrates a clearly increasing pattern: as the duration of obstruction increases, the probability of complications also rises, and the transition from the <3-week interval to >3 weeks is accompanied by approximately

Table 1 – Intraoperative complications during contact ureterolithotripsy

Type of complication	n	%	Grade according to Clavien–Dindo
Total number of patients	282	100	–
Microperforation	9	3.2%	IIIa (endoscopic stenting/ nephrostomy without general anesthesia after surgery)
Injury to the submucosal and mucosal layers	7	2.5%	I–II (conservative management/ analgesics ± antibiotics; no invasive interventions)
Macroperforation	5	1.8%	IIIa (stent/nephrostomy = IIIa)
Bleeding	3	1.1%	I
Ureteral avulsion	1	0.4%	IIb (open/laparoscopic reconstruction; in severe cases up to nephrectomy)
Anatomical features of the pelvicalyceal system preventing CULT	3	1.1%	N/A
Absence of adequate endoscopic visualization preventing CULT	1	0.4%	N/A
Total	29	10.3%	–

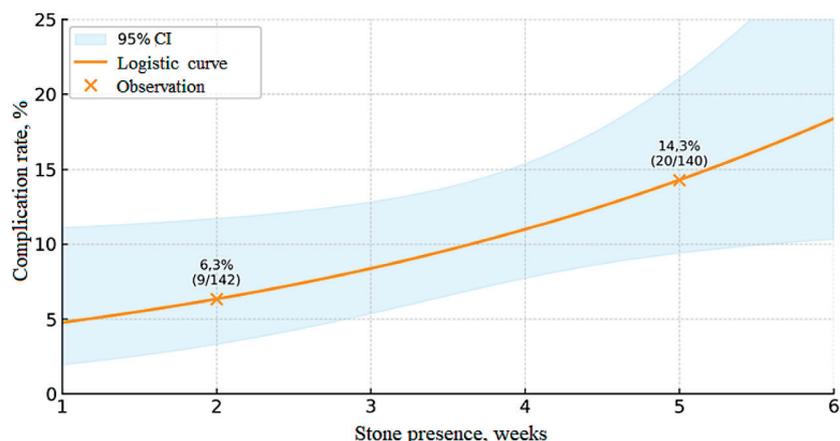


Figure 2 – Logistic relationship between complication frequency and the duration of stone presence in the ureter.

a twofold increase in risk (consistent with $OR \approx 2.5$ and $RR \approx 2.3$ obtained from the comparison of proportions).

Thus, the graph clearly demonstrates that prolonged (>3 weeks) presence of the calculus in the ureter is an independent factor associated with an increased risk of complications and reflects the dose-dependent (time-dependent) effect of obstruction duration on an unfavorable postoperative course. This finding substantiates the need for timely surgical intervention and may be used for risk stratification and planning the timing of surgery.

The frequency of intraoperative complications increases monotonically with increasing calculus size: from approximately 4% for small stones to about 17% for stones >10 mm (figure 3).

The x-axis represents the midpoint of the stone size interval (mm), while the y-axis shows the complication rate in percent. Crosses indicate observations for four groups: ≤ 5 mm – 3.7% (1/27); 6-10 mm – 7.7% (13/168); 11-15 mm – 17.3% (9/52); 16-20 mm – 17.1% (6/35). The solid curve represents the prediction of binomial logistic regression (GLM), and the semi-transparent band indicates the 95% CI for the expected frequency.

The logistic model confirms a clinically significant trend: the odds of complications increase by approximately 71% for each additional 5 mm ($OR \approx 1.71$; 95% CI 1.11–2.65).

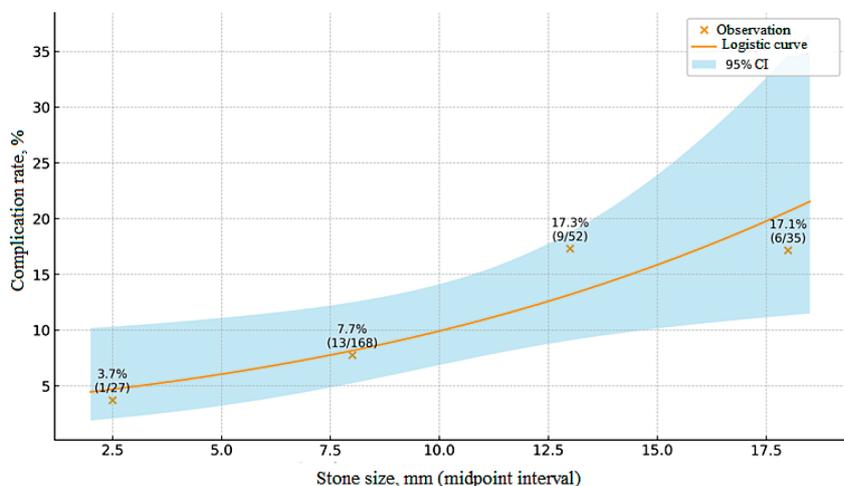


Figure 3 – Logistic relationship between the frequency of intraoperative complications and stone size during CULT (with a 95% confidence interval band).

The width of the confidence band increases in the region of larger stones, reflecting smaller subgroup sizes ($n=52$ for 11-15 mm and $n=35$ for 16-20 mm) and, accordingly, greater statistical uncertainty. Overall, the graph demonstrates that patients with calculi >10 mm have a higher risk of intraoperative events and require a more cautious surgical approach.

Postoperative complications were recorded in 27 (9.6%) patients (table 2).

In our cohort, the overall complication rate was 9.6% (27 cases), of which early complications

Table 2 – Postoperative complications during contact ureterolithotripsy

Type of complication	n	%	Grade according to Clavien–Dindo
Stent-associated symptoms	9	3.2	I-II
Acute pyelonephritis	7	2.5	II
Renal colic	4	1.4	I
Hematuria	1	0.4	I
Acute epididymo-orchitis	1	0.4	II
Total – early complications	22	7.8	
Ureteral stricture	5	1.8	IIIb
Total	27	9.6	

accounted for 7.8% (22/≈282) and late complications for 1.8% (5/≈282). Examples of a postoperative complication – ureteral stricture – and the immediate result of its incision are presented below.

Figure 4 shows a pronounced “isthmus-like” narrowing of the lumen: the normal segment abruptly transitions into a narrow slit with pale whitish, scar-altered walls. The distal tissues appear calm, without bleeding; the guidewire passes with noticeable resistance. This endoscopic picture corresponds to a fibrotic ureteral stricture.

Figure 5 presents the results of laser endoureterotomy.

After linear incision of the fibrotic ring (oriented at the “12 o’clock” position), the ureteral lumen is markedly widened; a guidewire passing proximally without significant resistance is visible in the field of view. The incision edges are even, the coagulation zones appear pale gray, and there is no active bleeding; moderate mucosal edema persists along the perimeter. The findings correspond to adequate decompression of the stricture with achieved hemostasis.

The frequency of events is likely influenced by factors such as comorbidities, surgical technique, and intraoperative circumstances. This tendency is illustrated in the

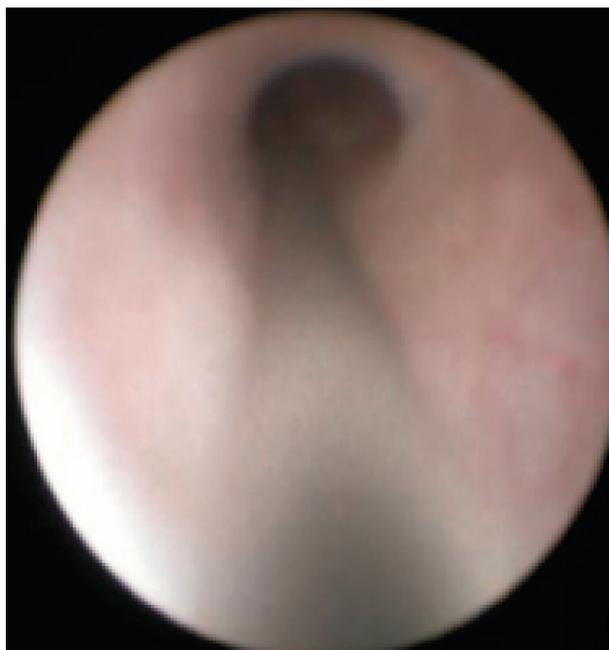


Figure 4 – Ureteral stricture.



Figure 5 – Incision of a ureteral stricture.

graph of the logistic relationship between the frequency of postoperative complications and stone size during CULT (figure 6).

The x-axis shows the midpoint of the calculus size intervals (mm), while the y-axis represents the frequency of postoperative complications (%). Crosses indicate the observed values for four groups: ≤ 5 mm – 7.4% (2/27); 6-10 mm – 9.5% (16/168); 11-15 mm – 9.6% (5/52); 16-20 mm – 11.4% (4/35). The solid line represents the prediction of binomial logistic regression, and the light blue semi-transparent band indicates the 95% CI of the expected frequency.

The frequency ranges within approximately 7-11%, with a slight increase in the 16-20 mm group. The logistic model demonstrates a weak, statistically non-significant upward trend: OR \approx 1.12 for each additional 5 mm (95% CI 0.70–1.79, $p\approx$ 0.63). The wider confidence band on the right side of the graph reflects smaller subgroup sizes ($n=52$ and $n=35$) and, consequently, greater uncertainty of the estimates. In practical terms, this indicates that postoperative risk is determined more by concomitant factors rather than by the calculus size itself.

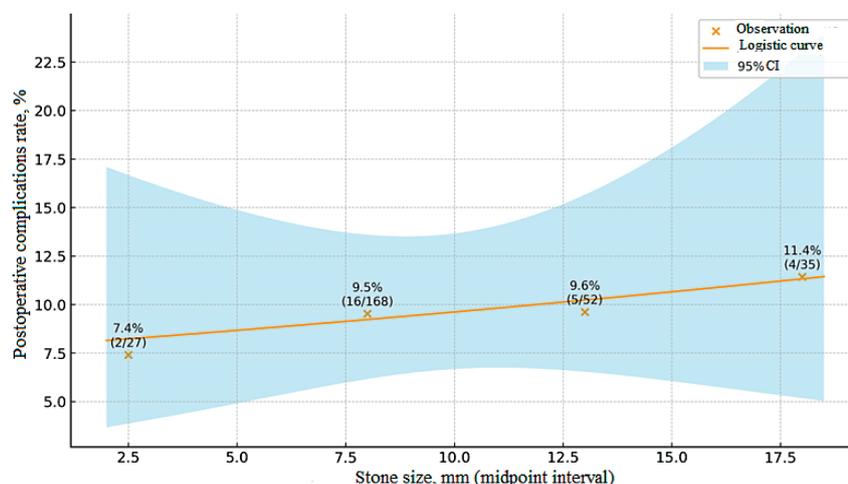


Figure 6 – Logistic relationship between the frequency of postoperative complications and stone size during CULT (with a 95% confidence interval band).

Comparison of complication rates between patients with a stone “dwell time” of <3 weeks and >3 weeks also demonstrated similar values (9.2% and 10.0%, respectively), without statistically significant differences (Fisher’s exact test, $p=0.842$) (figure 7).

The assessment of relative risks also does not indicate an advantage of either waiting strategy: the odds ratio was 0.91 (95% CI 0.41–2.01) and the relative risk was 0.92 (95% CI 0.45–1.88). The obtained confidence intervals are wide and cross the neutral value of 1, reflecting the limited statistical power of the comparison given the moderate number of events. In practical terms, this means that within the available sample, prolongation of stone presence beyond three weeks itself is not associated with a statistically significant increase in postoperative complications.

In our sample, a clear pattern is observed: the higher the bacterial titer in the urine, the more frequently complications occur.

Overall, this finding is consistent with clinical practice: at titers $\geq 10^5$ the risk of complications increases, with

the highest values observed in the 10^6 group. At the same time, the confidence intervals remain wide (especially for 10^4); therefore, to definitively confirm this trend, it is advisable to complement the analysis with a multivariable model (figure 8).

The x-axis shows the levels of microbial growth in urine (0; 10^4 ; 10^5 ; 10^6 CFU, coded as \log_{10}), while the y-axis represents the complication rate (%). Crosses indicate the observed values for each group: “no growth” – 4/87 (4.6%), 10^4 – 1/17 (5.9%), 10^5 – 7/61 (11.5%), and 10^6 – 15/117 (12.8%). The solid line represents the prediction of binomial logistic

regression, and the blue band indicates the 95% CI of the expected frequency.

The probability of complications consistently increases with bacterial load: from approximately 5% in the absence of growth to about 13% at 10^6 CFU. The model shows that each increase by one logarithmic step ($\times 10$ CFU) raises the odds of complications by approximately 21% (OR \approx 1.21; 95% CI 1.00–1.46; $p=0.050$). The greatest increase is observed when moving from 10^4 to 10^5 CFU, after which the curve “levels off” but remains above the “no growth” level. The wider confidence band at the extreme points reflects smaller subgroup sizes ($n=17$ for 10^4 and $n=61-117$ for higher levels) and, accordingly, greater statistical uncertainty. In practical terms, this indicates that a higher bacterial titer in urine prior to the intervention is associated with an increased risk of postoperative events; therefore, in patients with $\geq 10^5-10^6$ CFU, enhanced preventive measures are advisable.

The obtained data confirm that contact ureterolithotripsy for stones of the upper third of the ureter is generally a relatively safe procedure; however, it is not devoid of the risk of intra- and postoperative complications, the incidence of which in our cohort was 10.3% and 9.6%, respectively (a total of 56 events in 282 procedures). These rates are consistent with contemporary series and reviews, in which the complication rate after ureteroscopy generally ranges from 8% to 20%, depending on stone location, surgical technique, and the experience of the center [1, 2, 3].

The structure of intraoperative complications indicates that controlled traumatic injuries of the ureteral wall predominate. Microperforations (3.2%) and macroperforations (1.8%) were usually successfully managed by stent placement or nephrostomy (Clavien–Dindo IIIa). Injury to the mucosal and submucosal layers (2.5%) required only conservative management (analgesics, anti-inflammatory, and antibacterial therapy) and corresponded to grades I–II. Bleeding events (1.1%) were self-limited and did not require repeat interventions. The most severe but isolated complication was ureteral avulsion (0.4%; IIIb), which required open or laparoscopic reconstruction. A similar profile – dominated by perforations, bleeding, and technically manageable injuries – has also been reported in multicenter studies of ureteroscopy for the treatment of urolithiasis [1, 4].

Postoperative complications were recorded in 27 (9.6%) patients, including early complications in 7.8% (stent-associated symptoms, acute pyelonephritis, renal colic, hematuria, epididymo-orchitis) and late ureteral strictures in 1.8% of patients (Clavien–Dindo IIIb). The observed frequency of late strictures is consistent with clinical series in which approximately 0.5–3% of cases of ureteral scarring after ureteroscopy have been reported [1]. The presented endoscopic examples of strictures and the results of endoureterotomy demonstrate that timely minimally invasive correction allows

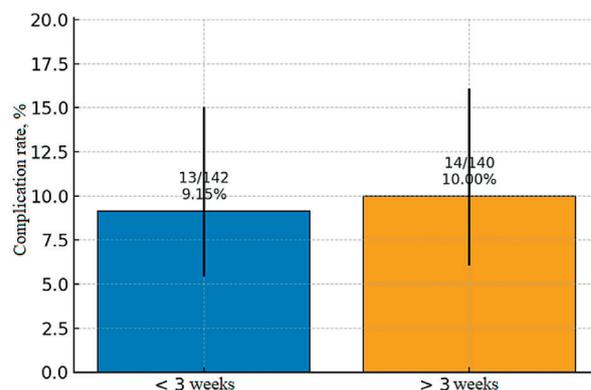


Figure 7 – Frequency of postoperative complications depending on the duration of stone presence in the ureter.

restoration of the ureteral lumen without the need for open reconstructive surgery.

Analysis of risk factors showed that the most prognostically significant factor for intraoperative complications was calculus size. The frequency of events increased monotonically from 3.7% for stones ≤ 5 mm to 17.3–17.1% for calculi measuring 11–20 mm. The logistic model demonstrated that the odds of complications during CULT increase by approximately 71% for each additional 5 mm of maximum stone size (OR \approx 1.71; 95% CI 1.11–2.65). This trend is consistent with the results of multicenter studies in which larger stone size and proximal localization were consistently associated with a higher incidence of intra- and postoperative complications, technical difficulties, and the need for repeat interventions [4, 5, 6]. These findings have clear clinical implications: patients with stones >10 mm require a more cautious surgical strategy, careful control of irrigation pressure, judicious use of laser energy, and, when possible, planning of combined techniques (rigid + flexible CULT) and/or staged treatment.

Several publications emphasize that proximal stone localization itself, as well as previous unsuccessful attempts at extracorporeal shock wave lithotripsy, significantly increase the risk of stone up-migration and complications during subsequent endoscopic lithotripsy [1, 8]. In our study, this tendency is indirectly reflected through the influence of stone size and the conditions of obstruction, which effectively “unifies” the high-risk group.

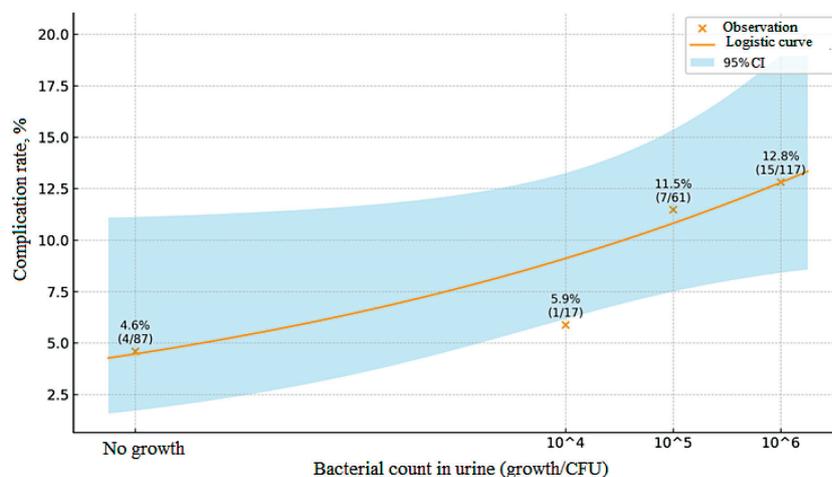


Figure 8 – Logistic relationship between complication frequency and bacterial load in urine (with a 95% confidence interval band).

The influence of the duration of stone presence in the ureter on the risk of complications proved to be less straightforward. The logistic model for postoperative complications demonstrated an increasing curve with approximately a twofold rise in risk when moving from <3 to >3 weeks of obstruction (6.3% vs 14.3%; OR≈2.5; RR≈2.3), which pathophysiologically corresponds to the time-dependent effect of prolonged obstruction. At the same time, a simple comparison of postoperative complication rates in the <3- and >3-week groups in another model yielded similar values (9.2% vs 10.0%) and did not demonstrate statistically significant differences ($p=0.842$; wide CIs for OR and RR). This indicates limited statistical power given the moderate number of events and emphasizes that the duration of stone presence likely exerts its influence in combination with other factors (stone size, infection, comorbidities) rather than as an isolated predictor.

In contrast, the bacterial load in urine demonstrated a clearer and clinically more relevant association with complications. The frequency of events increased from 4.6% in the absence of growth to 12.8% at a titer of 10^6 CFU. The logistic model showed that each increase in bacterial titer by one logarithmic step ($\times 10$) increases the odds of complications by approximately 21% (OR≈1.21; 95% CI 1.00–1.46; $p\approx 0.050$). A similar contribution of bacteriuria to the development of postoperative urinary tract infections, febrile complications, and urosepsis after ureteroscopy has also been reported by other authors [5, 6, 7]. This confirms the need for maximal possible sanitation of urine prior to intervention, particularly at titers $\geq 10^5$ – 10^6 CFU, as well as the use of an escalation–

de-escalation antibacterial strategy taking into account the local antibiotic profile.

Thus, the results of our study fit well within the current understanding of complications associated with endoscopic treatment of stones in the upper third of the ureter [1, 2, 4], complementing these data with a quantitative assessment of the roles of calculus size, duration of obstruction, and bacterial load. The obtained models and empirical data may be used for preoperative risk stratification, selection of treatment strategy (standard rigid or “cautious”/combined CULT), and strengthening of preventive measures in high-risk groups. This corresponds to the current trend toward a personalized approach in the endoscopic treatment of urolithiasis and is consistent with the conclusions of recent multicenter studies [4, 5, 6].

Conclusions.

The obtained results emphasize the importance of individualized risk stratification before performing CULT for stones of the upper third of the ureter, taking into account calculus size, duration of obstruction, and bacteriuria. The use of these data when planning the intervention allows for a justified choice between standard rigid and combined techniques, strengthening of preventive measures in high-risk groups, reduction of complication rates, and improvement of the overall safety of treatment.

Prospects for further research.

Further studies will be aimed at evaluating the incidence and predictors of proximal migration of stones in the upper third of the ureter during ureteroscopic laser ureterolithotripsy.

DOI 10.29254/2077-4214-2026-1-180-191-203

УДК 616.62–003.7–089.87–036.8

^{1,2}Бойко А. І., ^{1,2}Половинка В. П.

УСКЛАДНЕННЯ КОНТАКТНОЇ ЛАЗЕРНОЇ УРЕТЕРОЛІТОТРИПСІЇ КАМЕНІВ ВЕРХНЬОЇ ТРЕТИНИ СЕЧОВОДУ

¹Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика (м. Київ, Україна)

²ДУ «Інститут урології імені академіка О.Ф. Возіанова НАМН України» (м. Київ, Україна)

polovynka.uro@gmail.com

Контактна уретеролітотрипсія (КУЛТ) є одним із основних методів лікування каменів верхньої третини сечоводу. Водночас виконання цього втручання пов'язане з ризиком інтра- та післяопераційних ускладнень, імовірність яких залежить від розміру конкремента, тривалості обструкції та інфекційного стану сечових шляхів. Кількісна оцінка цих чинників має важливе значення для стратифікації ризику та підвищення безпеки лікування. Метою дослідження було проаналізувати частоту і структуру інтра- та післяопераційних ускладнень при КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу, а також визначити вплив розміру каменя, тривалості його перебування в сечоводі та бактеріального навантаження сечі на ризик їх розвитку. Проведено ретроспективний аналіз 282 послідовних випадків КУЛТ із класифікацією ускладнень за шкалою Clavien–Dindo. Для статистичного аналізу застосовано методи описової статистики, порівняння пропорцій і бінарну логістичну регресію. Інтраопераційні ускладнення спостерігалися у 10,3% випадків, переважно у вигляді мікро- або макроперфорацій та травм слизової оболонки. Післяопераційні ускладнення відзначено у 9,6% пацієнтів, серед яких пізні стриктури сечоводу становили 1,8%. Встановлено, що збільшення розміру каменя асоціюється з підвищенням частоти інтраопераційних подій, тоді як вища бактеріурія пов'язана з більшою імовірністю післяопераційних ускладнень. Отримані результати свідчать, що КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу має прийнятний профіль безпеки за умов атравматичної техніки, адекватного дренивання та санації сечових шляхів. Урахування розміру конкремента, тривалості обструкції та бактеріурії під час передопераційної стратифікації ризику сприяє оптимізації тактики лікування та зменшенню частоти ускладнень.

Ключові слова: сечокам'яна хвороба, камені верхньої третини сечоводу, контактна уретеролітотрипсія, уретероскопія, ускладнення, фактори ризику, бактеріурія, логістична регресія.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР «Персоналізація вибору методу малоінвазивного лікування хворих на сечокам'яну хворобу», номер державної реєстрації 0126U12587

Вступ.

Контактна уретеролітотрипсія (КУЛТ) сьогодні є одним з основних методів лікування каменів сечоводу, зокрема його проксимальної третини, і значною мірою витіснила відкриті та лапароскопічні втручання. Однак, попри розвиток технологій, процедура залишається пов'язаною з істотною частотою інтра- та післяопераційних ускладнень: травмою стінки сечоводу, перфорацією, стриктурами, міграцією каменя чи його фрагментів, інфекційними подіями, стент-асоційованими симптомами [1, 2].

Сучасні клінічні дослідження показують, що загальна частота ускладнень після уретероскопії коливається приблизно від 8-10% до 15-20% і залежить від локалізації та розміру конкремента, тривалості втручання, вихідного стану ниркової функції та інфекційного статусу сечових шляхів [3, 4, 5]. Доведено, що збільшення розміру каменя, наявність гідронефрозу, позитивний посів сечі або персистуюча бактеріурія асоціюються з підвищенням ризику кровотечі, пієлонефриту, фебрильної інфекції сечових шляхів та уро-сепсису [6, 7, 8].

Окремі роботи підкреслюють, що саме проксимальна локалізація каменя та невдалі попередні спроби лікування (наприклад, після дистанційної літотрипсії) підвищують частоту інтраопераційних ускладнень, stone-up-migration і потребу в додаткових втручаннях [9, 10, 11]. Водночас кількість досліджень, які детально описують структуру ускладнень саме при КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу з урахуванням розміру конкремента, тривалості його перебування в сечоводі та рівня бактеріурії, залишається обмеженою [12, 13, 14].

Ще менше публікацій використовують сучасні статистичні підходи – бінарну логістичну регресію, побудову логістичних кривих, оцінку OR та RR з 95% довірчими інтервалами – для кількісної оцінки ризику ускладнень і виділення клінічно значущих порогових значень цих факторів [1, 4]. Це обумовлює необхідність власного дослідження, спрямованого на аналіз профілю інтра- та післяопераційних ускладнень КУЛТ і виявлення прогностично значущих клініко-лабораторних параметрів (розмір каменя, тривалість обструкції, титр бактеріурії), що має важливе значення для стратифікації ризику та підвищення безпеки втручань у пацієнтів із каменями верхньої третини сечоводу.

Мета дослідження.

Оцінити частоту й структуру інтра- та післяопераційних ускладнень контактної уретеролітотрипсії каменів верхньої третини сечоводу та визначити вплив розміру конкремента, тривалості

його перебування в сечоводі та бактеріального навантаження в сечі на ризик розвитку ускладнень за допомогою бінарної логістичної регресії.

Об'єкт і методи дослідження.

Проведено ретроспективний аналіз 282 послідовних КУЛТ у хворих із поодинокими каменями верхньої третини сечоводу. Виконували як ригідну, так і гнучку уретероскопію. Для фрагментації каменів використовували гольмієвий лазер 250 Вт.

Оцінювали частоту й види інтраопераційних (n=29; 10,3%) та післяопераційних (n=27; 9,6%) ускладнень, класифікованих за шкалою Clavien–Dindo. Як потенційні предиктори аналізували максимальний розмір каменя, тривалість його перебування в сечоводі, рівень бактеріурії (0; 10⁴; 10⁵; 10⁶ КУО) та супутні фактори.

Застосовували описову статистику, порівняння пропорцій (χ², критерій Фішера), розрахунок OR, RR з 95% ДІ та бінарну логістичну регресію (GLM) з побудовою логістичних кривих і 95% довірчих інтервалів.

Результати дослідження та їх обговорення.

Серед 282 хворих після втручань зафіксовано 29 інтраопераційних ускладнень (10,3%). У таблиці 1 наведено абсолютні значення та частки від загальної кількості процедур, а також ступень ускладнення за Clavien–Dindo.

У таблиці 1 узагальнено структуру інтраопераційних ускладнень контактної уретеролітотрипсії в нашій когорті з 282 втручань: загалом зафіксовано 29 ускладнень (10,3%). Більшість ускладнень були керованими, а частка тяжких, що вимагали відкритої/лапароскопічної реконструкції (IIIb), залишалась поодинокую; дотримання атравматичної техніки, своєчасне дренування та контроль іригаційного тиску залишалися ключовими факторами безпеки.

Загалом отриманий профіль ускладнень характеризує процедуру як безпечну за умови дотримання принципів атравматичної техніки, своєчасного стентування у разі ушкодження слизової та контролю іригаційного тиску; частка тяжких подій, що потребували операційного втручання під загальною анестезією (IIIb), залишалася поодинокую.

Таблиця 1 – Інтраопераційні ускладнення під час контактної уретеролітотрипсії

Вид ускладнення	n	%	Ступінь за Clavien–Dindo
Всього хворих	282	100	–
Мікроперфорація	9	3.2%	IIIa (ендоскопічне стентування/нефростома без загальної анестезії після операції)
Травма підслизового і слизового шару	7	2.5%	I–II (консервативно/анальгетики ± антибіотики; без інвазивних втручань)
Макроперфорація	5	1.8%	IIIa (стент/нефростома = IIIa)
Кровотеча	3	1.1%	I
Відрив сечоводу	1	0.4%	IIIb (відкрита/лапароскопічна реконструкція; у тяжких випадках аж до нефректомії)
Анатомічні особливості в ЧМС, що перешкождали КУЛТ	3	1.1%	Н/з
Відсутність задовільної ендоскопічної візуалізації, що перешкождала КУЛТ	1	0.4%	Н/з
Разом	29	10.3%	–

На **рисунку 1** представлено приклад інтраопераційних травм сечоводу – відрив сечоводу у верхній третині. Ендоскопічно візуалізується втрата безперервності стінки з утворенням «рваного» дефекту та зяненням порожнини проксимальніше; слизова блідо-сіра з ділянками підслизового крововиливу, контури нерівні, видно відшаровані клапті. Просвіт трубки не ідентифікується, що відповідає авульсії сечоводу у верхній третині. Маніпуляцій припинено, виконана подальша реконструкція – лапароскопічний уретероуретероанастомоз.

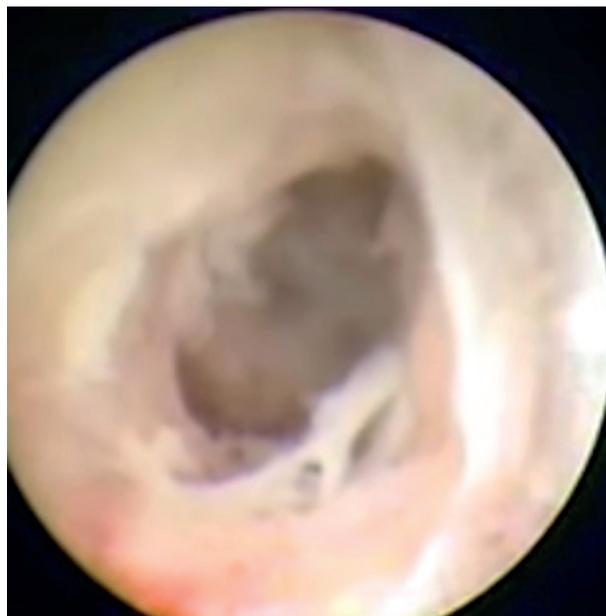


Рисунок 1 – Інтраопераційна травма. Відрив сечоводу у верхній третині.

На **рисунку 2** представлено залежність частоти післяопераційних ускладнень від тривалості перебування конкремента в сечоводі, змодельовану за допомогою бінарної логістичної регресії. По осі абсцис відкладено тривалість стояння каменя (тижні), по осі ординат – частоту ускладнень (%). Жовта лінія відображає оцінену логістичну криву ймовірності ускладнень, блакитна заштрихована область – 95% довірчий інтервал моделі, хрестиками позначено фактичні групові значення для двох категорій тривалості.

У підгрупі пацієнтів із тривалістю перебування каменя <3 тижнів частота ускладнень становила 6,3% (9/142), тоді як у підгрупі з тривалістю >3 тижнів – 14,3% (20/140). Обидві емпіричні точки розташовані в межах 95% ДІ, що свідчить про належне калібрування моделі в досліджуваному діапазоні значень. Логістична крива має чітко виражений зростаючий характер: із наростанням тривалості обструкції ймовірність ускладнень підвищується, причому перехід від інтервалу <3 тижнів до >3 тижнів супроводжується приблизно дворазовим зростанням ризику (узгоджується з $OR \approx 2,5$ та $RR \approx 2,3$, отриманими при порівнянні пропорцій).

Таким чином, графік наочно демонструє, що тривале (>3 тижнів) перебування конкремента в сечоводі є самостійним фактором підвищення ризику ускладнень і відображає дозозалежний (time-dependent) характер впливу тривалості обструкції на несприятливий перебіг післяопераційного періоду. Це обґрунтовує необхідність своєчасного хірургічного втручання та може бути використано для стратифікації ризику й планування термінів операції.

Частота інтраопераційних ускладнень монотонно зростає зі збільшенням розміру конкремента: від $\approx 4\%$ для дрібних каменів до $\approx 17\%$ для каменів >10 мм (**рисунк 3**).

По осі X відкладено середину інтервалу розміру каменя (мм), по осі Y – частоту ускладнень у відсотках. Хрестиками позначені спостереження для чотирьох груп: до 5 мм – 3,7% (1/27); 6-10 мм – 7,7% (13/168); 11-15 мм – 17,3% (9/52); 16-20 мм – 17,1% (6/35). Суцільна крива – прогноз біноміальної логістичної регресії (GLM), напівпрозора смуга – 95% ДІ для очікуваної частоти.

Логістична модель підтверджує клінічно значущий тренд: шанс ускладнення підвищується приблизно на 71% за кожні додаткові 5 мм ($OR \approx 1,71$; 95% ДІ 1,11–2,65).

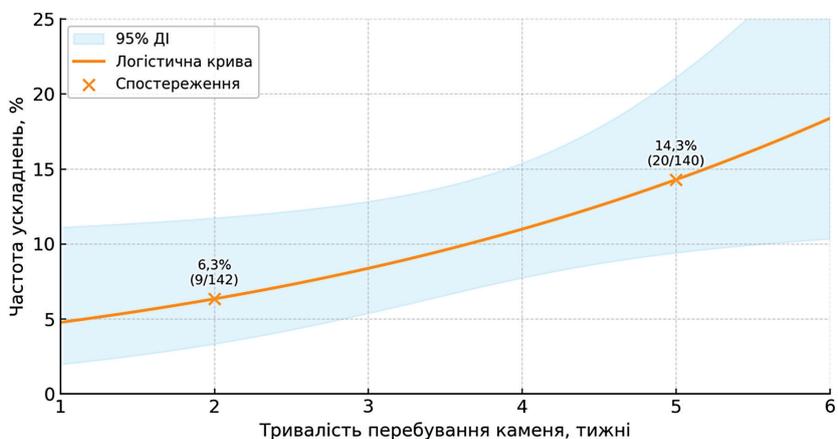


Рисунок 2 – Логістична залежність частоти ускладнень від тривалості перебування каменя в сечоводі.

Ширина довірчої смуги зростає в ділянці великих каменів, що відображає менші обсяги підгруп (n=52

Таблиця 2 – Післяопераційні ускладнення під час контактної уретеролітотрипсії

Вид ускладнення	n	%	Ступінь за Clavien–Dindo
Стент-асоційовані симптоми	9	3.2	I-II
Гострий пієлонефрит	7	2.5	II
Ниркова колика	4	1.4	I
Гематурія	1	0.4	I
Гострий епідидимоорхіт	1	0.4	II
Разом – ранні	22	7.8	
Стриктуря сечоводу	5	1.8	IIIb
Усього	27	9.6	

для 11-15 мм і n=35 для 16-20 мм) і, відповідно, більшу статистичну невизначеність. Загалом графік демонструє, що пацієнти з конкрементами >10 мм мають вищий ризик інтраопераційних подій і потребують більш обережної тактики втручання.

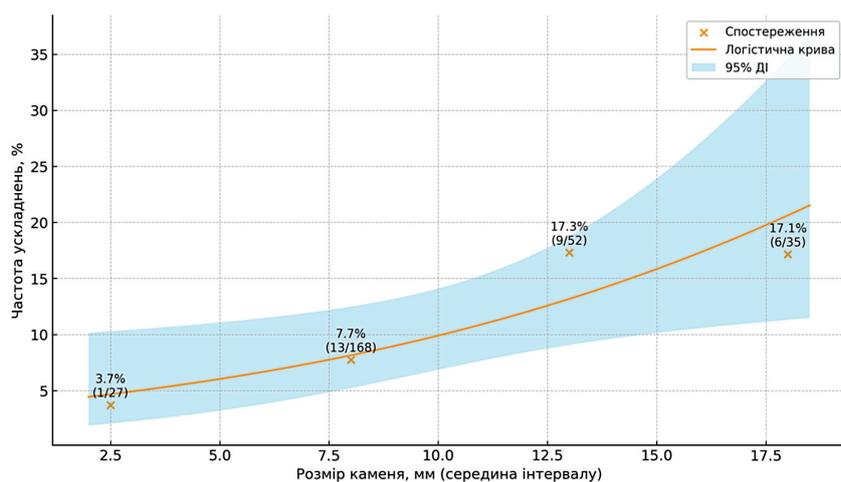


Рисунок 3 – Логістична залежність частоти інтраопераційних ускладнень від розміру каменя під час КУЛТ (з 95% довірчою інтервальною смугою).

Післяопераційні ускладнення зафіксовані нами в 27 (9,6%) хворих (таблиця 2).

У нашій когорті загальна частота ускладнень становила 9,6% (27 випадків), з них ранні – 7,8% (22/≈282) і пізні – 1,8% (5/≈282). Нижче на подано приклади післяопераційного ускладнення – стриктури сечоводу та безпосередній результат її розтину.

На **рисунку 4** представлено різке «перешийкоподібне» звуження просвіту: нормальний сегмент раптово переходить у вузьку щілину з блідо-білуватими, рубцево зміненими стінками. Дистальні тканини спокійні, без кровотечі; провідник проходить із відчутним опором. Фібозна стриктура сечоводу.

На **рисунку 5** представлені результати виконання лазерної ендоуротомії. Після лінійного розтину рубцевого кільця (орієнтація «на 12-й годині») просвіт сечоводу помітно розширений; у полі зору – провідник, що проходить проксимальніше без значного опору. Краї розтину рівні, зони коагуляції блідо-сірі, активної кровотечі немає; зберігається помірний набряк слизової по периметру. Картина відповідає



Рисунок 4 – Стриктурна сечоводу.

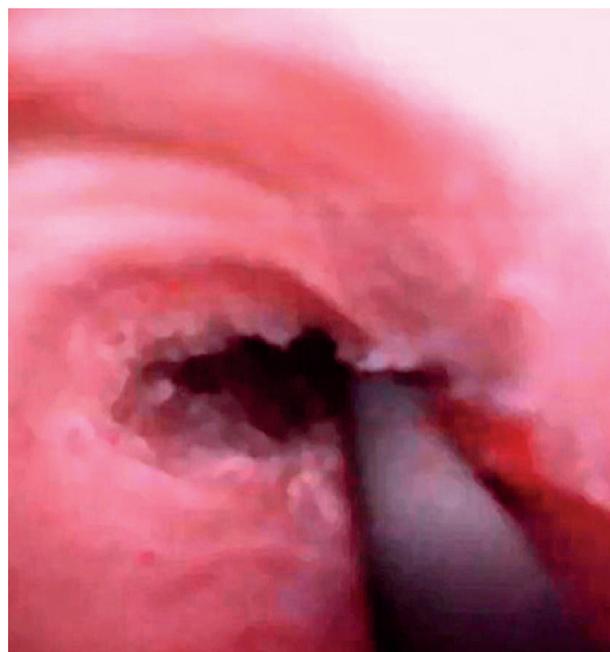


Рисунок 5 – Розтин стриктури сечоводу.

адекватній декомпресії стриктури з досягнутим гемостазом.

Ймовірно, на частоту подій впливають такі чинники як супутня патологія, техніка втручання, інтраопераційні обставини. Ця тенденція видна на графіку логістичної залежності частоти післяопераційних ускладнень від розмірів каменя під час КУЛТ (**рисунком 3**).

По осі X подано середину інтервалів розміру конкремента (мм), по осі Y – частоту післяопераційних ускладнень, %. Хрестиками позначено фактичні значення для чотирьох груп: ≤5 мм – 7,4% (2/27); 6-10 мм – 9,5% (16/168); 11-15 мм – 9,6% (5/52); 16-20 мм – 11,4% (4/35). Суцільна лінія – прогноз біноміальної логістичної регресії, блакитна напівпрозора смуга – 95% ДІ очікуваної частоти.

Частота коливається в межах ~7-11%, із невеликим підвищенням у групі 16-20 мм. Логістична модель показує слабкий, статистично незначущий тренд зростання: OR≈1,12 за кожні +5 мм (95% ДІ 0,70–1,79, p≈0,63). Ширша довірча смуга з правого боку графіка відображає менші обсяги підгруп (n=52 та n=35), а отже – більшу невизначеність оцінок. Практично це означає, що післяопераційний ризик більше визначається не самим розміром конкремента, а супутніми факторами.

Порівняння частоти ускладнень між пацієнтами з тривалістю «стояння» конкремента <3 тиж та >3 тиж засвідчило близькі показники (відповідно 9,2% і 10,0%), без статистично значущих відмінностей (Fisher, p=0,842) (**рисунком 7**).

Оцінка відносних ризиків також не вказує на перевагу жодної з тактик очікування: співвідношення шансів 0,91 (95% ДІ 0,41–2,01) і відносний ризик 0,92

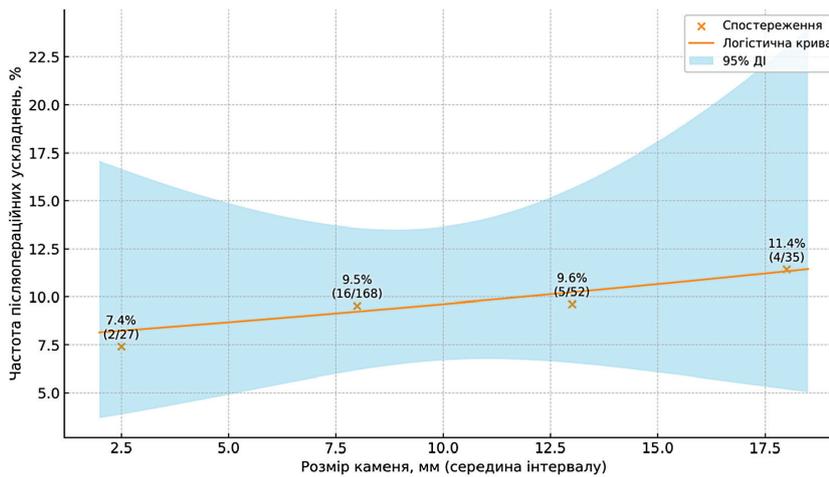


Рисунок 6 – Логістична залежність частоти післяопераційних ускладнень від розміру каменя під час КУЛТ (з 95% довірчою інтервальною смугою).

(95% ДІ 0,45–1,88). Отримані інтервали довіри широкі та перетинають нейтральне значення 1, що відображає обмежену потужність порівняння за помірної кількості подій. Практично це означає, що у межах наявної вибірки подовження перебування каменя понад три тижні саме по собі не супроводжується достовірним зростанням післяопераційних ускладнень.

У нашій вибірці простежується зрозуміла відповідь: що вищий бактеріальний титр у сечі, то частіше трапляються ускладнення.

Загалом це узгоджується з клінічною практикою: при титрах $\geq 10^5$ ризик ускладнень підвищується, а найвищі значення – у групі 10^6 . Водночас довірчі інтервали залишаються широкими (особливо 10^4), тож для остаточного підтвердження тенденції доцільно доповнити аналіз багатофакторною моделлю (рисунок 8).

По осі X подано рівні росту мікроорганізмів у сечі (0; 10^4 ; 10^5 ; 10^6 КУО, кодування як log10), по осі Y – частоту ускладнень, %. Хрестиками позначено фактичні значення для кожної групи: «росту не було» – 4/87 (4,6%), 10^4 – 1/17 (5,9%), 10^5 – 7/61 (11,5%), 10^6 – 15/117 (12,8%). Суцільна лінія – прогноз біноміальної логістичної регресії, блакитна смуга – 95% ДІ очікуваної частоти.

Імовірність ускладнень послідовно зростає разом із бактеріальним навантаженням: від ~5% за відсутності росту до ~13% за 10^6 КУО. Модель показує, що кожний підйом на один логарифмічний крок ($\times 10$ КУО) підвищує шанси ускладнень приблизно на

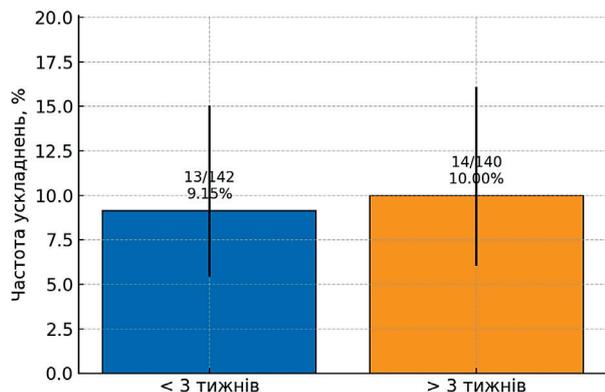


Рисунок 7 – Частота післяопераційних ускладнень залежно від тривалості знаходження каменю в сечоводі.

21% (OR \approx 1,21; 95% ДІ 1,00–1,46; $p\approx$ 0,050). Найбільший приріст спостерігається при переході від 10^4 до 10^5 КУО, після чого крива «вирівнюється», але залишається вище рівня «без росту». Ширша довірча смуга для крайніх пунктів відображає меншу чисельність підгруп ($n=17$ для 10^4 і $n=61-117$ для вищих рівнів) і відповідно більшу статистичну невизначеність. Практично це означає, що більший титр бактерій у сечі перед втручанням асоціюється з вищим ризиком післяопераційних подій, тож для пацієнтів із $\geq 10^5-10^6$ КУО доцільно посилювати профілактичні заходи.

Отримані дані підтверджують, що контактна уретеролітотрипсія каменів верхньої третини сечоводу загалом є відносно безпечною процедурою, однак не позбавленою ризику інтра- та післяопераційних ускладнень, частота яких у нашій когорті становила відповідно 10,3% та 9,6% (сумарно 56 подій у 282 втручаннях). Ці показники узгоджуються з сучасними серіями та оглядами, де частота ускладнень після уретероскопії коливається переважно в межах 8-20% залежно від локалізації каменя, техніки та досвіду центру [1, 2, 3].

Структура інтраопераційних ускладнень свідчить, що переважають контрольовані травматичні ушкодження стінки сечоводу. Мікроперфорації (3,2%) та макроперфорації (1,8%), як правило, успішно коригувалися встановленням стента або нефростоми (Clavien–Dindo IIIa). Травма слизової та підслизового шару (2,5%) потребувала лише консервативних заходів (анальгетики, протизапальна й антибактеріальна терапія) і відносилася до I-II ступеня. Кровотечі (1,1%) мали самообмежуваний характер і не вимагали повторних втручань. Найтяжчим, але поодиноким ускладненням став відрив сечоводу (0,4%; IIIb), який потребував відкритої/лапароскопічної реконструкції. Подібний профіль – домінування перфорацій, кровотеч і технічно керованих травм – описують і багатоцентрові дослідження уретероскопії для лікування сечокам'яної хвороби [1, 4].

Післяопераційні ускладнення реєстрували у 27 (9,6%) хворих, з них ранні – у 7,8% (стент-асоційовані симптоми, гострий пієлонефрит, ниркова коліка, гематурія, епідидимоорхіт), а пізні стриктури сечоводу – у 1,8% пацієнтів (Clavien–Dindo IIIb). Отримана частота пізніх стриктур узгоджується з даними клінічних серій, де після уретероскопії описують приблизно 0,5-3% випадків рубцевих змін сечоводу [1]. Наведені ендоскопічні приклади стриктур та результатів ендотеротомії демонструють, що своєчасна мініінвазивна корекція дозволяє відновити просвіт сечоводу без переходу до відкритих реконструктивних втручань.

Аналіз факторів ризику показав, що найбільш прогностично значущим для інтраопераційних ускладнень є розмір конкремента. Частота подій монотонно зростала від 3,7% для каменів до 5 мм до 17,3-17,1% для конкрементів 11-20 мм. Логістична модель продемонструвала, що шанс ускладнення під час КУЛТ підвищується приблизно на 71% за кожні додаткові

5 мм максимального розміру каменя (OR≈1,71; 95% ДІ 1,11–2,65). Такий тренд добре співзвучний з результатами багатоцентрових досліджень, де більший розмір каменя та проксимальна локалізація послідовно асоціювалися з більшою частотою інтра- та післяопераційних ускладнень, технічних труднощів та потреби в повторних втручаннях [4, 5, 6]. Це має очевидні клінічні наслідки: пацієнти з каменями >10 мм потребують більш обережної тактики, ретельного контролю іригаційного тиску, економічного використання енергії лазера, а за можливості – планування комбінованих методик (ригідна + гнучка КУЛТ) та/або етапного лікування.

Окремі публікації наголошують, що проксимальна локалізація каменя сама по собі, а також попередні невдалі спроби дистанційної літотрипсії суттєво підвищують ризик stone-up-migration та ускладнень при подальшій ендоскопічній літотрипсії [1, 8]. У нашій роботі ця тенденція опосередковано відображається через вплив розміру каменя й умов обструкції, що фактично «уніфікує» групу високого ризику.

Вплив тривалості перебування каменя в сечоводі на ризик ускладнень виявився менш однозначним. Логістична модель для післяопераційних ускладнень показала зростаючий характер кривої з приблизно дворазовим підвищенням ризику при переході від <3 до >3 тижнів обструкції (6,3% проти 14,3%; OR≈2,5; RR≈2,3), що патологіологічно відповідає time-dependent ефекту тривалої обструкції. Водночас просте порівняння частоти післяопераційних ускладнень у групах <3 та >3 тижнів у іншій моделі дало близькі показники (9,2% проти 10,0%) і не продемонструвало статистично значущих відмінностей (p=0,842; широкі ДІ для OR та RR). Це вказує на обмежену статистичну потужність при помірній кількості подій і підкреслює, що тривалість стояння каменя, ймовірно, реалізує свій вплив у поєднанні з іншими факторами (розмір, інфекція, супутня патологія), а не як ізольований предиктор.

Натомість бактеріальне навантаження в сечі продемонструвало чіткіший і клінічно важливий зв'язок із ускладненнями. Частота подій зростала від 4,6% при відсутності росту до 12,8% при титрі 10⁶ КУО. Логістична модель показала, що кожне підвищення бактеріального титру на один логарифмічний ступінь (×10) збільшує шанси ускладнень приблизно на 21% (OR≈1,21; 95% ДІ 1,00–1,46; p≈0,050). Подібний внесок бактеріурії в розвиток післяопераційної інфекції

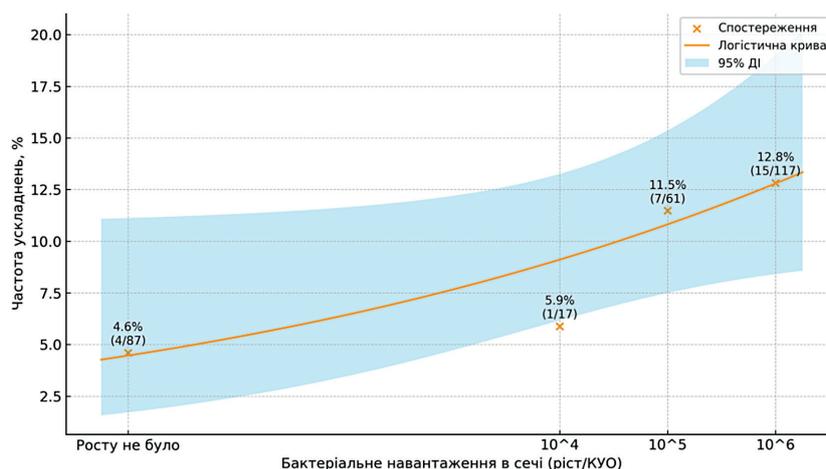


Рисунок 8 – Логістична залежність частоти ускладнень від бактеріального навантаження в сечі (з 95% довірчою інтервальною смугою).

сечових шляхів, фебрильних ускладнень і уросепсису після уретероскопії описують й інші автори [5, 6, 7]. Це підтверджує необхідність максимально можливої санації сечі перед втручанням, особливо при титрах ≥10⁵–10⁶ КУО, та використання ескаляційно-деескаляційної антибактеріальної стратегії з урахуванням локальної антибіотикограми.

Таким чином, результати нашого дослідження впевнено вписуються у сучасні уявлення про ускладнення ендоскопічного лікування каменів верхньої третини сечоводу [1, 2, 4], доповнюючи їх кількісною оцінкою ролі розміру конкремента, тривалості обструкції та бактеріального навантаження. Отримані моделі й емпіричні дані можуть бути використані для передопераційної стратифікації ризику, вибору тактики (стандартна ригідна чи «обережна»/комбінована КУЛТ) та посилення профілактичних заходів у групах підвищеного ризику. Це відповідає сучасній тенденції до персоналізованого підходу в ендоскопічному лікуванні сечокам'яної хвороби та узгоджується з висновками багатоцентрових досліджень останніх років [4, 5, 6].

Висновки.

Отримані результати підкреслюють доцільність індивідуалізованої стратифікації ризику перед виконанням КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу з урахуванням розміру конкремента, тривалості обструкції та бактеріурії. Використання цих даних при плануванні втручання дозволяє обґрунтовано обирати між стандартною ригідною та комбінованою технікою, посилювати профілактику в групах високого ризику, зменшувати частоту ускладнень і покращувати загальну безпеку лікування.

Перспективи подальших досліджень.

Подальші дослідження будуть спрямовані на оцінку частоти та предикторів проксимальної міграції каменів верхньої третини сечоводу під час уретероскопічної лазерної уретеролітотрипсії.

References / Література

- De Coninck V, Keller EX, Somani BK, Giusti G, Proietti S, Rodriguez-Socarras M, et al. Complications of ureteroscopy: a complete overview. *World J Urol.* 2020;38(9):2147-66. DOI: [10.1007/s00345-019-03012-1](https://doi.org/10.1007/s00345-019-03012-1).
- Chuang TY, Kuo HC, Li CC, Wang CJ, Tsai CH, Chou YH, et al. Risk factors of morbidity and mortality after flexible ureteroscopic lithotripsy. *Urol Sci.* 2020;31(6):253-7. DOI: [10.4103/UROS.UROS_85_20](https://doi.org/10.4103/UROS.UROS_85_20).
- Nasser H, Yousef M, Alshamali A. Complications of ureteroscopy: a study in Tishreen University Hospital (1/8/2020–1/8/2021). *Tishreen Univ J Res Health Sci.* 2022;44(1):221-33.
- Dupuis H, Khene ZE, Surlémont L, Saout K, Bakayoko A, Ducouso H, et al. Preoperative risk factors for complications after flexible and rigid ureteroscopy for stone disease: A French multicentric study. *Prog Urol.* 2022;32(8-9):593-600. DOI: [10.1016/j.purol.2022.02.009](https://doi.org/10.1016/j.purol.2022.02.009).

- Guo T, Zhang J, Gao W, Ma Y. Analysis of risk factors for urinary tract infection and bleeding after retrograde flexible ureteroscopy for stone removal. *Front Surg.* 2025;12:1573485. DOI: [10.3389/fsurg.2025.1573485](https://doi.org/10.3389/fsurg.2025.1573485).
- Dai L, Xiang J, Liu X, Wen X, Tan L, Zhang J. Risk factors for urosepsis following ureteroscopic lithotripsy: a systematic review and meta-analysis. *Front Surg.* 2025;12:1603311. DOI: [10.3389/fsurg.2025.1603311](https://doi.org/10.3389/fsurg.2025.1603311).
- Çakıcı MÇ, Kazan Ö, Çiçek M, İplikçi A, Yıldırım A, Atış G. Predictive risk factors of urinary tract infection following flexible ureteroscopic lithotripsy. *Arch Esp Urol.* 2021;74(5):503-10.
- Yao F, Jiang X, Xie B, Liu N. Comparison of ureteroscopy complementary treatment after extracorporeal shock wave lithotripsy failure with primary ureteroscopy lithotripsy with holmium laser for proximal ureteral stones larger than 10 mm. *BMC Urol.* 2021;21(1):126. DOI: [10.1186/s12894-021-00892-7](https://doi.org/10.1186/s12894-021-00892-7).
- Grosso AA, Sessa F, Campi R, Viola L, Polverino P, Crisci A, et al. Intraoperative and postoperative surgical complications after ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. *Minerva Urol Nephrol.* 2021;73(3):309-32. DOI: [10.23736/S2724-6051.21.04294-4](https://doi.org/10.23736/S2724-6051.21.04294-4).
- Ma YC, Jian ZY, Yuan C, Li H, Wang KJ. Risk Factors of Infectious Complications after Ureteroscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on Adjusted Effect Estimate. *Surg Infect (Larchmt).* 2020;21(10):811-22. DOI: [10.1089/sur.2020.013](https://doi.org/10.1089/sur.2020.013).
- Jarry É, Garot M, Marlière F, Fantoni JC, Villers A, Lebuffe G, et al. Predictive factors of postoperative septic complications after flexible ureteroscopy for urinary stones. *Prog Urol.* 2022;32(2):85-91. DOI: [10.1016/j.purol.2021.07.010](https://doi.org/10.1016/j.purol.2021.07.010).
- Chugh S, Pietropaolo A, Montanari E, Sarica K, Somani BK. Predictors of Urinary Infections and Urosepsis After Ureteroscopy for Stone Disease: a Systematic Review from EAU Section of Urolithiasis (EULIS). *Curr Urol Rep.* 2020;21(4):16. DOI: [10.1007/s11934-020-0969-2](https://doi.org/10.1007/s11934-020-0969-2).
- Sun J, Xu J, OuYang J. Risk Factors of Infectious Complications following Ureteroscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol Int.* 2020;104(1-2):113-24. DOI: [10.1159/000504326](https://doi.org/10.1159/000504326).
- Southern JB, Higgins AM, Young AJ, Kost KA, Schreiter BR, Clifton M, et al. Risk Factors for Postoperative Fever and Systemic Inflammatory Response Syndrome After Ureteroscopy for Stone Disease. *J Endourol.* 2019;33(7):516-22. DOI: [10.1089/end.2018.0789](https://doi.org/10.1089/end.2018.0789).

УСКЛАДНЕННЯ КОНТАКТНОЇ ЛАЗЕРНОЇ УРЕТЕРОЛІТОТРИПСІЇ КАМЕНІВ ВЕРХНЬОЇ ТРЕТИНИ СЕЧОВОДУ

Бойко А. І., Половинка В. П.

Резюме. Контактна уретеролітотрипсія (КУЛТ) є одним із провідних методів лікування каменів верхньої третини сечоводу, однак супроводжується ризиком інтра- та післяопераційних ускладнень, який залежить від розміру конкремента, тривалості обструкції та інфекційного статусу сечових шляхів. Кількісна оцінка цих чинників є необхідною для стратифікації ризику та підвищення безпеки втручання.

Метою роботи було оцінити частоту й структуру інтра- та післяопераційних ускладнень КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу та визначити вплив розміру каменя, тривалості його перебування в сечоводі й бактеріального навантаження в сечі на ризик розвитку ускладнень.

Проведено ретроспективний аналіз 282 послідовних КУЛТ з класифікацією ускладнень за шкалою Clavien–Dindo та використанням описової статистики, порівняння пропорцій і бінарної логістичної регресії.

Інтраопераційні ускладнення відзначені у 10,3% випадків (переважно мікро-/макроперфорації й травма слизової), післяопераційні – у 9,6% пацієнтів, зокрема пізні стриктури сечоводу – у 1,8%. Частота інтраопераційних подій зростала зі збільшенням розміру каменя, а вища бактеріурія асоціювалася з більшою імовірністю післяопераційних ускладнень.

КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу має прийнятний профіль безпеки за умови атравматичної техніки, адекватного дренажу та санації сечових шляхів. Розмір конкремента й бактеріальне навантаження слід враховувати при передопераційній стратифікації ризику та плануванні профілактичних заходів.

Отримані результати підкреслюють доцільність індивідуалізованої стратифікації ризику перед виконанням КУЛТ каменів верхньої третини сечоводу з урахуванням розміру конкремента, тривалості обструкції та бактеріурії. Використання цих даних при плануванні втручання дозволяє обґрунтовано обирати між стандартною ригідною та комбінованою технікою, посилювати профілактику в групах високого ризику, зменшувати частоту ускладнень і покращувати загальну безпеку лікування.

Ключові слова: сечокам'яна хвороба, камені верхньої третини сечоводу, контактна уретеролітотрипсія, уретероскопія, ускладнення, фактори ризику, бактеріурія, логістична регресія.

COMPLICATIONS OF CONTACT LASER URETEROLITHOTRIPSY OF STONES IN THE UPPER THIRD OF THE URETER

Boiko A. I., Polovynka V. P.

Abstract. Contact ureterolithotripsy (CULT) is one of the leading methods for the treatment of stones in the upper third of the ureter; however, it is associated with the risk of intraoperative and postoperative complications, which depends on the size of the calculus, the duration of obstruction, and the infectious status of the urinary tract. Quantitative assessment of these factors is necessary for risk stratification and improving the safety of the procedure.

The aim of the study was to evaluate the frequency and structure of intraoperative and postoperative complications of CULT for stones of the upper third of the ureter and to determine the influence of stone size, duration of its presence in the ureter, and bacterial load in the urine on the risk of complications.

A retrospective analysis of 282 consecutive CULT procedures was performed with classification of complications according to the Clavien–Dindo scale, using descriptive statistics, comparison of proportions, and binary logistic regression. Intraoperative complications were observed in 10.3% of cases (mainly micro-/macroperforations and mucosal injury), while postoperative complications occurred in 9.6% of patients, including late ureteral strictures in 1.8%. The frequency of intraoperative events increased with larger stone size, whereas higher bacteriuria was associated with a greater likelihood of postoperative complications.

CULT for stones of the upper third of the ureter demonstrates an acceptable safety profile provided that atraumatic technique, adequate drainage, and proper sanitation of the urinary tract are ensured. Stone size and bacterial load should be considered during preoperative risk stratification and planning of preventive measures.

The obtained results emphasize the importance of individualized risk stratification before performing CULT for stones of the upper third of the ureter, taking into account stone size, duration of obstruction, and bacteriuria.

The use of these data in planning the intervention allows a justified choice between standard rigid and combined techniques, strengthening preventive measures in high-risk groups, reducing the incidence of complications, and improving the overall safety of treatment.

Key words: urolithiasis, stones of the upper third of the ureter, contact ureterolithotripsy, ureteroscopy, complications, risk factors, bacteriuria, logistic regression.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Boyko A. I.: <http://orcid.org/0000-0003-0423-7470>^{AEF}

Polovynka V. P.: <http://orcid.org/0009-0008-5541-5058>^{BCD}

Conflict of interest/Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Polovynka Vladyslav Petrovich / Половинка Владислав Петрович
Shupyk National Healthcare University of Ukraine / Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика
Ukraine, 04122, Kyiv, 9 Dorohozhytska str. / Україна, 04122, м. Київ, вул. Дорогожицька 9
Tel.: +380661932423 / Тел.: +380661932423
E-mail: polovynka.uro@gmail.com

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

This article is distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution (CC-BY) License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited © All authors, 2026 / Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Received 03.10.2025 / Стаття надійшла 03.10.2025 року

Accepted 02.03.2026 / Стаття прийнята до друку 02.03.2026 року

Published 27.03.2026 / Опубліковано 27.03.2026 року

DOI 10.29254/2077-4214-2026-1-180-203-214

UDC 615.212:612.821:616 009.7

Voloshchuk N. I., Orlenko O. B.

STUDY OF CENTRAL AND PERIPHERAL MECHANISMS UNDERLYING THE ANALGESIC EFFECT OF N-(γ -AMINO BUTYRYL)-1-AZA-4,7,10,13-TETRAOXACYCLOPENTADECANE HYDROCHLORIDE IN RATS

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya (Vinnytsia, Ukraine)

voloshchuknatali@gmail.com

The need to develop analgesic drugs with increased efficacy and a safer safety profile remains relevant today. Macrocyclic derivatives of γ -aminobutyric acid (GABA) are considered a promising direction in the search for new agents with central analgesic activity. Previous studies have demonstrated that a new molecule, N-(γ -aminobutyryl)-1-aza-4,7,10,13-tetraoxacyclopentadecane hydrochloride (compound C-3), exhibits pronounced analgesic activity in various models of pain perception. The aim of the study was to investigate the central and peripheral mechanisms of analgesia of compound C-3 in rats, as well as to evaluate the involvement of the opioid and cannabinoid systems in its realization. The contribution of central analgesic mechanisms was assessed using the formalin test; changes in analgesic activity following administration of pharmacological antagonists were evaluated in the tail-flick model, while anti-inflammatory activity was studied in the carrageenan-induced paw edema model. To elucidate the mechanisms of action, opioid receptor antagonists (naloxone, nor-BNI) and a cannabinoid CB₁ receptor antagonist (AM 251) were used. It was established that administration of compound C-3 (1 mg/kg, intraperitoneally) produced a pronounced analgesic effect, predominantly in the first phase of the formalin test, indicating the predominance of central antinociceptive mechanisms. The anti-inflammatory effect was weak – 17.3% compared with 73% for diclofenac sodium. Pre-administration of naloxone and nor-BNI only partially reduced the effect of the compound, whereas AM 251 almost completely abolished it. Thus, the analgesic action of compound C-3 is mediated predominantly through CB₁-dependent pathways, with a lesser contribution of the opioid system. The obtained results indicate that compound C-3 may represent a promising prototype for the development of new non-opioid analgesics with a mechanism of action associated with the endocannabinoid system.

Key words: crown ethers, γ aminobutyric acid, opioid receptors, CB₁-cannabinoid receptors, pain models.