



## Об оценке скорости абляции мочевого конкремента тулиевым волоконным литотриптером

© Игорь А. Арбузов<sup>1</sup>, Виктор С. Чернега<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Севастопольская городская больница № 9 [Севастополь, Россия]

<sup>2</sup> Севастопольский государственный университет [Севастополь, Россия]

### Аннотация

**Введение.** Зависимость скорости абляции мочевого конкремента от энергии и частоты лазерных импульсов является основным недостатком использования этого параметра при оценке эффективности тулиевой литотрипсии. Поэтому при разных значениях энергии и частоты импульсов, а также при различных величинах рентгенологической плотности конкрементов результаты измерений скорости абляции различными исследователями существенно различаются.

**Цель исследования.** Разработать универсальный показатель оценки удельной величины уменьшения массы мочевого конкремента при выполнении контактной лазерной литотрипсии.

**Материалы и методы.** В процессе проведенных исследований были проанализированы научные публикации в отечественных и зарубежных специализированных изданиях с 2005 по 2023 год включительно, относящиеся к области измерения скорости абляции мочевого конкремента при использовании тулиевой волоконной контактной литотрипсии. При разработке универсального показателя удельной величины уменьшения массы конкремента использовали физические методы оценок удельных величин.

**Результаты.** В процессе обработки данных получено среднее значение удельной величины уменьшения массы мочевого конкремента на единицу энергии импульсов при тулиевой литотрипсии в режиме распыления, равное  $0,059 \pm 0,003$  мг/Дж. В статье приведены формула для расчёта «чистого» времени дробления конкремента, а также примеры расчёта удельной величины уменьшения массы и времени дробления мочевого конкремента.

**Заключение.** Универсальный показатель оценки удельной величины уменьшения массы при разрушении мочевого конкремента тулиевым литотриптером может использоваться как для оценки эффективности дробления конкрементов способом контактной лазерной литотрипсии, так и для прогнозирования длительности дробления камня.

**Ключевые слова:** мочекаменная болезнь; тулиевая волоконная контактная лазерная литотрипсия; скорость абляции; удельная величина уменьшения массы конкремента

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Вклад авторов:** И.А. Арбузов — обзор литературы, анализ и обработка результатов, написание текста; В.С. Чернега — обзор литературы, разработка универсального показателя, софтверная поддержка, написание текста.

✉ **Корреспондирующий автор:** Виктор Степанович Чернега; v\_chernega@rambler.ru

**Поступила в редакцию:** 01.09.2023. **Принята к публикации:** 14.11.2023. **Опубликована:** 26.12.2023.

**Для цитирования:** Арбузов И.А., Чернега В.С. Об оценке скорости абляции мочевого конкремента тулиевым волоконным литотриптером. *Вестник урологии*. 2023;11(4):10-15. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-4-10-15.

## Urinary stone ablation with a thulium fibre laser: a rate-of-completion evaluation

Igor A. Arbuzov<sup>1</sup>, Viktor S. Chernega<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sevastopol City Hospital No. 9 [Sevastopol, Russian Federation]

<sup>2</sup> Sevastopol State University [Sevastopol, Russian Federation]

### Abstract

**Introduction.** The main disadvantage of using the rate of ablation of urinary stones as a parameter of thulium lithotripsy is the dependence of this parameter on the energy and frequency of laser pulses. Therefore, the results of measurements of this parameter by researchers differ significantly, since they were carried out at different values

of the energy and pulse frequency, as well as at different values of the radiographic density of stones.

**Objective.** To develop a universal indicator to assess the specific value of reducing the mass of urinary stones when performing laser lithotripsy.

**Materials & methods.** We have analyzed scientific publications in domestic and foreign specialized publications (2005 to 2023) related to the measurement of urinary stone ablation rate during thulium laser lithotripsy. We used physical methods of estimation of specific values when we developed a universal indicator of specific value of stone mass reduction.

**Results.** Having processed the data, we obtained the average value of the specific indicator of urinary stone mass reduction per unit of pulse energy during thulium lithotripsy in the 'dusting mode', equal to  $0.059 \pm 0.003$  mg/J. The article provides a formula for calculating the "pure" time of lithotripsy, as well as examples of calculating the specific indicator of the stone mass reduction and the time of lithotripsy.

**Conclusion.** This value can be used both to evaluate the efficiency of thulium laser lithotripsy and to predict the time of lithotripsy.

**Keywords:** urolithiasis; thulium fiber laser lithotripsy; ablation rate; specific indicator of stone mass reduction

**Funding.** The study had no sponsorship. **Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' contribution:** I.A. Arbuzov — literature review, data analysis and processing, drafting the manuscript; V.S. Chernega — literature review, development of a specific indicator, software support, drafting the manuscript.

✉ **Corresponding author:** Viktor S. Chernega; v\_chernega@rambler.ru

**Received:** 09/01/2023. **Accepted:** 11/14/2023. **Published:** 12/26/2023.

**For citation:** Arbuzov I.A., Chernega V.S. Urinary stone ablation with a thulium fibre laser: a rate-of-completion evaluation. *Urology Herald*. 2023;11(4):10-15. (In Russ.) DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-4-10-15.

## Введение

В современной урологии для лечения мочекаменной болезни путём дробления мочевых конкрементов используются литотриптеры, построенные на основе квантовых генераторов различного типа. В настоящее время для фрагментации мочевых камней наиболее широко применяется литотрипсия на основе гольмиевого лазера. Дробление мочевых конкрементов с использованием гольмиевого лазера считается «золотым стандартом» лазерной литотрипсии [1, 2]. Несмотря на существенные преимущества гольмиевого лазерного литотриптера, по сравнению с пневматическим ему присущ ряд недостатков, таких как низкий коэффициент полезного действия, относительно большое потребление электроэнергии, необходимость водяного охлаждения, чувствительность к вибрациям и ударам корпуса [3, 4].

Более перспективным для проведения операций по дроблению мочевых конкрементов является литотриптер, построенный на основе тулиевого волоконного лазера. Коэффициент полезного действия тулиевого волоконного лазера значительно выше, чем у твердотельного гольмиевого с накачкой от импульсной лампы, поскольку спектр излучения диодного лазера, используемого для лазерной накачки, практически совпадает с линией поглощения

ионов тулия. Следовательно, тулиевый волоконный лазер выделяет значительно меньше тепла, в связи с чем он может работать в диапазонах большей мощности (> 50 Вт) и на высоких частотах (до 2000 Гц). Для его охлаждения достаточно простого воздушного вентилятора, размещенного внутри генератора. Кроме того, волоконные литотриптеры нечувствительны к повреждениям, связанным с ударами, в отличие от гольмиевых, поскольку в конструкции волоконного лазера не применяются зеркала. Благодаря использованию в TFL литотриптерах в качестве источников накачки лазерных диодов с электронной модуляцией, появилась возможность сравнительно просто и более гибко изменять энергию и длительность излучаемых импульсов [3 – 7].

Результаты сравнения эффективности гольмиевой и тулиевой литотрипсии приведены в ряде работ отечественных и зарубежных авторов [2 – 16]. Одним из критериев сравнения эффективности гольмиевой и тулиевой литотрипсии является скорость абляции мочевых конкрементов, измеряемая в мг/с. Основным недостатком использования этого параметра при тулиевой литотрипсии является зависимость его от энергии и частоты лазерных импульсов. Поэтому результаты измерений скорости абляции различными исследователями существенно различаются, так как они прово-

дились при разных значениях энергии и частоты импульсов, а также при различных величинах рентгенологической плотности конкрементов.

**Целью исследования** является разработка универсального показателя эффективности контактной тулиевой волоконной лазерной литотрипсии, инвариантного по отношению к энергии и частоте лазерных импульсов.

### Материалы и методы

В процессе проведенных исследований были проанализированы научные статьи, опубликованные в специализированных изданиях России, а также в США, Австралии, Австрии, Великобритании, Германии, Китая и других развитых стран, представленных в различных базах данных (PubMed, Embase, Ovid® и Scopus®) с 2005 по 2023 год включительно, относящиеся к области тулиевой волоконной литотрипсии и измерению скорости абляции мочевых конкрементов, в частности.

Измерение скорости потери массы конкрементов зарубежными исследователями выполнялось при использовании преимущественно тулиевого литотриптера типа TLR 110 – 1908 ("IPG Photonics Inc.", Marlborough, MA, USA). Российские урологи проводили аналогичные исследования при дроблении тулиевым волоконным литотриптером FiberLase U2 (НПО «ИРЭ Полюс», Фрязино, РФ). Параметры обоих литотриптеров практически одинаковы, так как основателями обеих фирм и основными разработчиками литотриптеров были одни и те же специалисты из России. Скорость потери массы конкремента  $R_c$  оценивалась исследователями по формуле:

$$R_c = \frac{m}{T_{LOT}} \quad [\text{мг/с}] \quad (1)$$

где,  $m$  — масса конкремента в мг, определенная по результатам КТ;

$T_{LOT}$  — длительность воздействия лазерного луча на конкремент до полного раз-

$$\gamma = \frac{R_c}{E_i \times F_i} = \frac{m}{E_i \times F_i \times T_{LOT}} = \frac{m}{P_i \times T_{LOT}} = \frac{m}{E_{\text{сум}}} \quad [\text{мг/Дж}] \quad (2)$$

где  $E_i$  — энергия лазерного импульса в Дж;

$F_i$  — частота следования лазерных импульсов в Гц;

$P_i$  — средняя мощность лазерного излучения в Вт;

$E_{\text{сум}}$  — суммарная энергия, затраченная на полное дробление конкремента.

рушения (фрагментов размером не более 1 мм), в секундах.

**Статистический анализ.** При разработке универсального показателя удельной величины уменьшения массы конкремента на единицу энергии лазерных импульсов использовали физические методы оценок удельных величин. При анализе и обработке статистических данных использовали программу для работы с электронными таблицами Microsoft Excel 2019 («Microsoft Corp.», Redmond, WA, USA), в частности статистические функции для определения средних значений ( $M$ ) и стандартного отклонения ( $SD$ ).

### Результаты

Сравнение эффективности контактной трансуретральной гольмиевой и тулиевой литотрипсии большинство исследователей проводят на основе критерия скорости абляции (скорости потери массы) мочевых конкрементов, измеряемой в мг/с [4 – 14]. При измерении скорости абляции контролируемыми параметрами при выполнении процедуры дробления во всех исследованиях являлись энергия лазерных импульсов  $E_i$  и частота их следования  $F_i$ . Одни исследователи ограничивались только этими двумя параметрами [5, 11, 13], другие учитывали также длительность лазерных импульсов  $t_i$  и диаметр оптического волокна [10, 14, 16]. При проведении тулиевой литотрипсии в одних случаях использовались тулиевые волоконные лазеры с длиной волны 1940 нм, а в других 1908 нм.

Для того, чтобы сделать показатель скорости абляции независимым от значений энергии и частоты импульсов следует пронормировать этот показатель относительно  $E_i$  и  $F_i$ , то есть разделить скорость абляции на эти величины. В результате получим удельную величину скорости абляции на единицу энергии (1 Дж) и частоты (1 Гц), обозначенную символом  $\gamma$ . Математически это выглядит следующим образом:

### Обсуждение

Полученные различными исследователями данные о скорости абляции в ряде случаев отличаются на порядок. Так, в работе П.В. Глыбочко и соавт. (2016) скорость абляции в режиме распыления изменялась в диапазоне от 0,3 до 1,1 мг/с при значениях энергии импульсов от 0,2 до 0,6 Дж и частоте следования соответственно от 20 до 50 Гц. В режиме фрагментации исследователями получена скорость абляции 1,1 мг/с при  $E_i = 0,6$  Дж и  $F_i = 6$  Гц [5]. В работах R.L. Blackmon et al. (2011, 2015) скорость абляции в режиме распыления изменялась от 0,05 до 0,14 мг/с при частотах импульсов от 20 до 100 Гц, но энергия лазерных импульсов при этом составляла всего лишь 35 мДж [9, 10]. По данным измерений, во время дробления конкрементов в режиме фрагментации, приведённым в исследовании В.Н. Chew et al. (2023), скорость абляции при аналогичной энергии импульсов равнялась  $2,23 \pm 0,22$  мг/с. Однако частота импульсов при этом устанавливалась равной 30 Гц [11]. Аналогичные расхождения в измеренных данных по скорости абляции наблюдаются и в исследованиях других авторов [12 – 16]. Причина расхождений связана с тем, что измерения проводились при различных энергиях и частотах лазерных импульсов, а также различных диаметрах оптического волокна. В связи с этим невозможно на основании имеющихся данных по скорости абляции рассчитать время дробления конкремента при известной его массе.

При пересчёте величин скорости абляции, приведённых в анализируемых работах, по формуле (2), оказывается, что значения  $\gamma$  для во всех случаях сопоставимы между собой по величине, незначительно отклоняясь от среднего значения [5 – 16]. Отклонения могут возникать как за счёт применения оптического волокна различного диаметра, так и за счёт погрешностей измерений. Путём усреднения по 11 значениям установлено, что средняя величина  $\gamma$  равна  $0,059 \pm 0,003$  мг/Дж.

Так, например, на основе приведённых в публикации П.В. Глыбочко и соавт. (2016) данных по скорости абляции 0,3 мг/с при  $E_i = 0,2$  Дж и  $F_i = 20$  Гц получено расчётное  $\gamma = 0,075$  мг/Дж, при скорости абляции 0,6 мг/с,  $E_i = 0,2$  Дж и  $F_i = 40$  Гц удельное значение уменьшение массы на один Дж энергии получено такое же значение  $\gamma = 0,075$  мг/Дж

[5]. Рассчитаем параметр  $\gamma$  на основе данных, приведённых в работах R.L. Blackmon et al. (2015) [10]. При  $R_c = 0,05 \pm 0,005$  мг/с,  $E_i = 35$  мДж и  $F_i = 20$  Гц параметр  $\gamma = 0,07 \pm 0,01$  мг/Дж, а при  $R_c = 0,09 \pm 0,01$  мг/с,  $E_i = 35$  мДж и  $F_i = 50$  Гц параметр  $\gamma = 0,05 \pm 0,01$  мг/Дж.

Благодаря инвариантности показателя  $\gamma$  от параметров излучения тулиевого волоконного литотриптера он может быть использован для оценки ожидаемого времени дробления мочевого конкремента  $T_{LOT}$  при известной массе  $m$  и конкретным значениям энергии  $E_i$  и частоты  $F_i$  лазерных импульсов ещё на этапе предоперационной подготовки [17].

Величина  $\gamma$ , как показано выше в формуле (2), определяется из соотношения  $\gamma = m / E_{sum}$ , где  $E_{sum}$  — суммарная энергия, затраченная на полное дробление конкремента. При этом суммарная энергия равна энергии импульса  $E_i$  умноженной на количество импульсов  $N$ , воздействующих на камень в процессе дробления:

$$E_{sum} = E_i \times N = E_i \times F_i \times T_{LOT} \quad (3)$$

Отсюда прогнозируемое значение времени литотрипсии может быть определено следующим образом:

$$T_{LOT} = \frac{m}{\gamma \times E_i \times F_i} \quad [c] \quad (4)$$

Для расчёта времени чистого дробления по формуле (4) требуется знание массы конкремента до операции. В раннее опубликованных нами работах приведено обоснование целесообразности использования урологами этого параметра как более информативного, содержащего информацию об объёме и плотности конкремента, вместо максимального размера конкремента или его объёма [18, 19].

*Пример.*

Камень мочеточника массой 520 мг. Выбран режим распыления с параметрами  $E_i = 0,2$  Дж,  $F_i = 40$  Гц.

$$T_{LOT} = \frac{520}{0,059 \times 0,2 \times 40} = 1101,7 \text{ с} = 18,7 \text{ мин}$$

Это время несколько завышено, так как дробление фрагментов размеров менее 1 мм не осуществляется.

## Заключение

В результате проведенных исследований разработан универсальный показатель оценки удельной скорости разрушения единицы массы мочевого конкремента на 1 Дж энергии лазерных импульсов. Получено среднее значение коэффициента удельной величины уменьшения массы

мочевых конкрементов тулиевым литотриптером в режиме распыления, равное  $0,059 \pm 0,003$  мг/Дж. Эта величина может использоваться как для оценки эффективности дробления конкрементов, так и для прогнозирования длительности дробления камня на основании полученной авторами формулы.

## Список литературы | References

1. Рапопорт Л.М., Винаров А.З., Сорокин Н.И., Дымов А.М., Еникеев Д.В., Цариченко Д.Г., Лекарев В.Ю., Климов Р.Е., Андреева В.А., Коваленко А.А. Экспериментальное обоснование тулиевой литотрипсии. *Урология*. 2018;(5):74-80.  
Rapoport L.M., Vinarov A.Z., Sorokin N.I., Dymov A.M., Enikeev D.V., Tsarichenko D.G., Lekarev V.Yu., Klimov R.E., Andreeva V.A., Kovalenko A.A. Experimental verification of thulium lithotripsy. *Urologiia*. 2018;(5):74-80. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2018.5.74-80
2. Трусов П.В., Коган М.И., Хван В.К. Эффективность и безопасность мини-перкутанной нефролитотрипсии в лечении крупных и коралловидных камней почек. *Вестник урологии*. 2017;5(1):32-36. DOI: 10.21886/2308-6424-2017-5-1-32-36  
Trusov P.V., Kogan M.I., Khvan V.K. The efficacy and safety of mini-percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of large and staghorn stones of the kidney. *Urology Herald*. 2017;5(1):32-36. (In Russian). DOI: .21886/2308-6424-2017-5-1-32-36
3. Schembri M, Sahu J, Aboumarzouk O, Pietropaolo A, Soman BK. Thulium fiber laser: The new kid on the block. *Turk J Urol*. 2020;46(Suppl. 1):S1-S10. DOI: 10.5152/tud.2020.20093
4. Чернега В.С., Арбузов И.А. Влияние конструктивных особенностей волоконного тулиевого лазера на клинические характеристики литотриптера. *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2021;4(1):31-41.  
Chernega V.S., Arbuzov I.A. Influence of design features of thulium fiber laser on clinical characteristics of lithotripter. *Infocommunications and radio technologies*. 2021;4(1):31-41. (In Russian).  
eLIBRARY ID: 47376098; EDN: JEBQEQ
5. Глыбочко П.В., Альтшулер Г.Б., Винаров А.З., Минаев В.П., Замятнина В.А., Дымов А.М., Сорокин Н.И., Еникеев Д.В., Коваленко А.А., Лекарев В.Ю. Тулиевая (Тм) лазерная литотрипсия. Экспериментальное исследование. *В Российский Конгресс по эндouroлогии и новым технологиям*. Ростов-на-Дону, 2016.  
Glybochko P.V., Altshuler G.B., Vinarov A.Z., Minaev V.P., Zamyatnina V.A., Dymov A.M., Sorokin N.I., Enikeev D.V., Kovalenko A.A., Lekarev V.Yu. Tulievaya (Tm) lazernaya litotripsiya. Eksperimental'noe issledovanie. *V Rossiiskii Kongress po endourologii i novym tekhnologiyam*. Rostov-on-Don, 2016. (In Russian).  
[https://www.uroweb.ru/article/tulievaya\\_tm\\_lazernaya\\_litotripsiya\\_eksperimentalnoe\\_issledovanie](https://www.uroweb.ru/article/tulievaya_tm_lazernaya_litotripsiya_eksperimentalnoe_issledovanie)
6. Andreeva V, Vinarov A, Yaroslavsky I, Kovalenko A, Vybornov A, Rapoport L, Enikeev D, Sorokin N, Dymov A, Tsarichenko D, Glybochko P, Fried N, Traxer O, Altshuler G, Gapontsev V. Preclinical comparison of superpulse thulium fiber laser and a holmium:YAG laser for lithotripsy. *World J Urol*. 2020;38(2):497-503. DOI: 10.1007/s00345-019-02785-9
7. Арбузов И.А., Фефилов И.В., Рахимов С.А., Чернега В.С. Интегральный критерий оценки эффективности лечения мочекаменной болезни методом литотрипсии. *Вестник урологии*. 2022;10(4):5-12. DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-4-05-12  
Arbuzov I.A., Feofilov I.V., Rakhimov S.A., Chernega V.S. Integral criterion for estimation of the effectiveness of lithotripsy-treated urolithiasis. *Urology Herald*. 2022;10(4):5-12. (In Russian). DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-4-05-12
8. Enikeev D, Taratkin M, Klimov R, Alyaev Y, Rapoport L, Gazimiev M, Korolev D, Ali S, Akopyan G, Tsarichenko D, Markovina I, Ventimiglia E, Goryacheva E, Okhunov Z, Jefferson FA, Glybochko P, Traxer O. Thulium-fiber laser for lithotripsy: first clinical experience in percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*. 2020;38(12):3069-3074. DOI: 10.1007/s00345-020-03134-x
9. Blackmon RL, Irby PB, Fried NM. Comparison of holmium:YAG and thulium fiber laser lithotripsy: ablation thresholds, ablation rates, and retropulsion effects. *J Biomed Opt*. 2011;16(7):071403. DOI: 10.1117/1.3564884
10. Blackmon RL, Hutchens TC, Hardy LA, Wilson CR, Irby PB, Fried NM. Thulium fiber laser ablation of kidney stones using a 50- $\mu$ m-core silica optical fiber. *Opt Eng*. 2015;54(1):011004-1-011004-7. DOI: 10.1117/1.OE.54.1.011004
11. Chew BH, Koo KC, Halawani A, Lundeen CJ, Knudsen BE, Molina WR. Comparing dusting and fragmenting efficiency using the new SuperPulsed thulium fiber laser versus a 120 W Holmium:YAG laser. *Investig Clin Urol*. 2023;64(3):265-271. DOI: 10.4111/icu.20230071
12. Chiron P, Berthe L, Haddad M, Doizi S, Traxer O. In vitro comparison of efficiency between superpulsed thulium fiber laser and Ho:YAG laser for endocorporeal lithotripsy. *The Journal of Urology*. 2019;201(4S): e1093-e1093. DOI: 10.1097/01.JU.0000557239.91246.8b
13. Gonzalez DA, Fried NM. Thulium fiber laser lithotripsy using small, medium, and large muzzle brake fiber optic tips. *Proc. SPIE 10852. Therapeutics and Diagnostics in Urology*. 2019;108520K. DOI: 10.1117/12.2506784
14. Hardy LA, Vinnichenko V, Fried NM. High power holmium:YAG versus thulium fiber laser treatment of kidney stones in dusting mode: ablation rate and fragment size studies. *Lasers Surg Med*. 2019;51(6):522-530. DOI: 10.1002/lsm.23057

15. Wilson CR, Hardy LA, Kennedy JD, Irby PB, Fried NM. Thulium fiber laser lithotripsy using small spherical distal fiber tips. *Proc. SPIE 9689. Photonic Therapeutics and Diagnostics*. 2016;XII:96891G.  
DOI: 10.1117/12.2207941
16. Wilson C, Kennedy JD, Irby P, Fried N. Miniature ureteroscopy distal tip designs for potential use in thulium fiber laser lithotripsy. *J Biomed Opt*. 2018;23(7):1–9.  
DOI: 10.1117/1.JBO.23.7.076003
17. Чернега В.С., Еременко А.Н., Еременко С.Н. Повышение точности прогнозирования длительности дробления мочевого конкремента на основе многофакторных регрессионных моделей. *Врач и информационные технологии*, 2020;4:34-42.  
Chernega V.S., Eremenko A.N., Eremenko S.N. Increased accuracy of prediction of fragmentation duration of urinary stones based on multifactorial regression models. *Medical doctor and IT*. 2020;4:34-42 (In Russian).  
DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-34-42
18. Чернега В.С., Тлуховская-Степаненко Н.П., Еременко А.Н., Еременко С.Н. Оценка скорости фрагментации мочевого камня при контактной литотрипсии гольмиевым лазером. *Урология*. 2018;5:69-73.  
Chernega V.S., Tlukhovskaya-Stepanenko N.P., Eremenko A.N., Eremenko S.N. Assessment of the rate of fragmentation of urinary stones in contact lithotripsy with a holmium laser. *Urologiia*. 2018;5:69-73. (In Russian).  
DOI: 10.18565/urology.2018.5.69-72
19. Попов С.В., Орлов И.Н., Сулейманов М.М., Горелик М.Л., Перфильев М.А. Сравнительный анализ влияния размера и объема конкремента на длительность тулиевой перкутанной нефролитотрипсии. *Урология*. 2022;4:27-31.  
Popov S.V., Orlov I.N., Suleymanov M.M., Gorelik M.K., Perfiliev M.A. Comparative analysis of the effect of concrement size and volume on the duration of thulium percutaneous nephrolithotripsy. *Urologiia*. 2022;4:27-31. (In Russian).  
DOI: 10.18565/urology.2022.4.27-31

#### Сведения об авторах

**Игорь Анатольевич Арбузов** — заведующий урологическим отделением ГБУЗ С «Севастопольская городская больница №9»  
Севастополь, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6652-0231>  
[arbuzov-007@mail.ru](mailto:arbuzov-007@mail.ru)

**Виктор Степанович Чернега** — канд. тех. наук; доцент кафедры «Информационные системы» ФГАОУ ВО «СевГУ»  
Севастополь, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-5054-0396>  
[v\\_chernega@rambler.ru](mailto:v_chernega@rambler.ru)

#### Information about the authors

**Igor A. Arbuzov** — M.D.; Head, Urology Division, Sevastopol City Hospital No. 9.  
Sevastopol, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0002-6652-0231>  
[arbuzov-007@mail.ru](mailto:arbuzov-007@mail.ru)

**Viktor S. Chernega** — Cand.Sc.(Tech); Assoc.Prof., Department of Information Systems, Sevastopol State University  
Sevastopol, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-5054-0396>  
[v\\_chernega@rambler.ru](mailto:v_chernega@rambler.ru)