

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОЖУХА ПРИ МИНИ-ПЕРКУТАННОЙ НЕФРОЛИТОМИИ

Н. Гаджиев¹,

С. Бровкин¹,

В. Григорьев¹,

Н. Тагиров², кандидат медицинских наук,

С. Попов³, доктор медицинских наук,

В. Обидняк³,

А. Писарев⁴,

С. Петров¹, доктор медицинских наук, профессор

¹Всероссийский центр экстренной радиационной медицины

им. А.М. Никифорова Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий РФ, Санкт-Петербург

²Городская больница святой преподобномученицы Елизаветы, Санкт-Петербург

³Клиническая больница Святителя Луки, Санкт-Петербург

⁴Санкт-Петербургский многопрофильный центр

E-mail: nariman.gadjiev@gmail.com

Изучено влияние моделирования интраоперационного положения кожных с помощью приема Бернулли (приведение кожных в горизонтальное положение) на длительность операции и состояние Stone Free во время мини-перкутанной нефролитомии.

Ключевые слова: нефрология, хирургия, прием Бернулли, мини-перкутанная нефролитомия, перкутанная нефролитомия, нефролитиаз, мочекаменная болезнь, «эффект пылесоса».

Впервые перкутанная нефролитомия (ПНЛ) была выполнена в 1976 г. и впоследствии стала «золотым стандартом» в лечении больных с крупными и коралловидными камнями почек [1]. С целью снижения morbidity стандартной ПНЛ предпринимались попытки усовершенствования техники и изменения размера хирургических инструментов для ПНЛ.

Термин «мини-перкутанная нефролитомия» (мини-ПНЛ) первым применил М. Helal (1997), выполнив операцию у ребенка с использованием инструментов уменьшенного размера 15 Sn Nickman peel-away introduction set. Дальнейшие улучшения привели к созданию металлического кожных Amplatz для уменьшенного нефроскопа. Одним из особых преимуществ его использования оказался «эффект пылесоса» как следствие гидродинамического закона Бернулли [2]. В соответствии с этим законом во время мини-ПНЛ фронт низкого давления («псевдополость»), образуемый на конце нефроскопа, может «забирать» фрагменты камня через кожную нефроскопа без необ-

ходимости в дополнительных инструментах для захвата камней (корзинки, щипцы) [3]. При ближайшем рассмотрении нами было отмечено, что горизонтальная плоскость, которой ранее пренебрегали, является одним из необходимых условий для уравнения Бернулли и может уменьшить гравитационное влияние на скорость потока [4].

В данном исследовании мы оценивали влияние моделирования положения кожных и длительности мини-ПНЛ (прием Бернулли) путем изменения положения операционного стола и (или) с помощью легкой ручной ассистенции на улучшение результатов операции, в частности снижение длительности нефроскопии. Мы сравнили 2 группы пациентов, оперированных в стандартном положении на животе и в положении на животе с наклоном.

С февраля 2015 г. по апрель 2016 г. всем пациентам, включенным в исследование (n=67), была выполнена мини-ПНЛ по поводу одиночных камней почек размером от 1,0 до 1,5 см и плотностью >1000 HU. Пациенты путем рандомизации были разделены на 2 группы: контрольную (n=40) и опытную (n=27). Выбор тактики лечения пациентов был продиктован существующими рекомендациями [5]. Рандомизация выполнена через интернет-портал генератора случайных чисел (www.random.org). Пациенты с множественными или комплексными камнями почек, камнями с аномалией почек, обострением пиелонефрита, наличием заболеваний свертывающей системы крови были исключены из исследования. Исходные характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Все оперативные вмешательства выполняли 2 опытных уролога [6].

Под общей анестезией, в литотомической позиции, под контролем цистоскопа пациенту в оперируемую почку устанавливали мочеточниковый катетер 6 Sn. После этого пациента укладывали в стандартное положение на животе, а в опытной группе дополнительно фиксировали тело пациента ремнями на уровне груди и ягодиц, чтобы предотвратить скольжение во время наклона операционного стола (Alphamax, Maquet, Германия) (рис. 1).

Нами использовалась ранее описанная хирургическая техника [7]. Перкутанный доступ выполняли под УЗИ- и (или) рентгенологическим контролем. После пункции чашечки 0,0350-гидрофильный проводник (Roadrunner, CookMedical,

Таблица 1

Показатель	Характеристики пациентов		p
	Группа		
	контрольная	опытная	
Число пациентов	40	27	0,14
Возраст, годы	52 (48–55)	52 (47–57)	0,97
Пол, %:			
мужчины	60 (42–76)	52 (0,30–0,74)	0,62
женщины	40 (42–58)	48 (26–70)	
Локализация, %:			
чашечки	51 (33–70)	56 (34–75)	0,81
лоханка	49 (31–67)	44 (25–66)	
Размер камня (макс.), мм	14 (13–15)	13 (11–14)	0,26
Плотность камня, HU	1260 (1200–1320)	1190 (1130–1260)	0,12

Примечание. В скобках – пределы колебаний.

США) устанавливали в чашечно-лоханочной системе (ЧЛС). Затем выполняли одношаговое бужирование с помощью пункционной системы (металлического бужа и кожуха 16,5/195 Сн, Karl Storz, Германия). Нефроскопию выполняли с использованием ригидного нефроскопа 12 Сн Karl Storz. После обнаружения камня пациенту (в зависимости от группы) выполняли литотомию камня в стандартном положении (рис. 2, а) или в положении с наклоном операционного стола (см. рис. 2, б) с целью максимального соответствия кожуха горизонтальной плоскости. Аккуратную ассистенцию рукой применяли (при необходимости) с целью большего увеличения наклона (см. рис. 2, в).



Рис. 1. Фиксация пациента ремнями на уровне груди и ягодиц

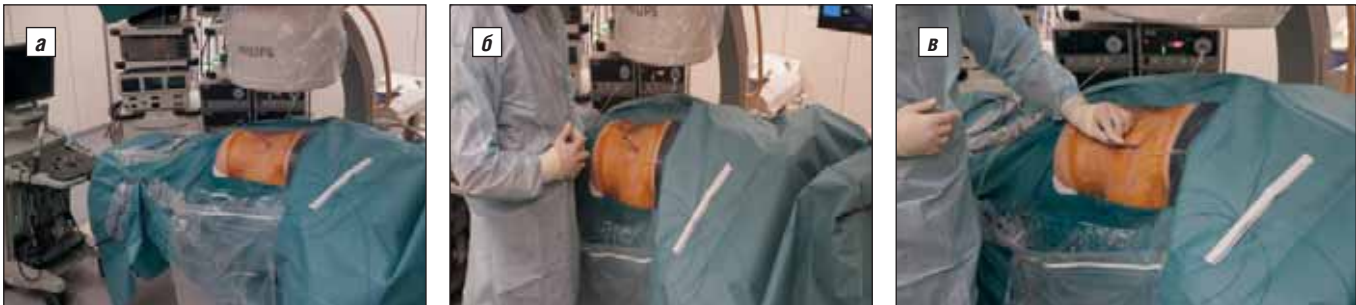


Рис. 2. Литотрипсия камня: а – стандартное положение; б – положение стола с наклоном; в – стол с наклоном и приведением кожуха к горизонтальному положению с помощью руки

Лазерное дробление камня (VersaPulse 100 W, Lumenis, Израиль, лазерное волокно 365 мкм, начальные параметры: 0,5 Дж и 20 Гц) проводили с применением техники фрагментации. Полученные фрагменты немедленно эвакуировали с помощью «эффекта пылесоса». Использование корзинки или щипцов для захвата камня во время операции не требовалось. В завершение операции устанавливали мочеточниковый стент или нефростому (на усмотрение хирурга). На следующий день после операции выполняли клинический анализ крови (уровень Hb) и определяли уровень креатинина крови. Среди основных оцениваемых параметров операции была длительность нефроскопии, т.е. время, прошедшее с начала литотомии, до эвакуации последнего фрагмента.

Наличие резидуальных камней определяли путем низкодозовой КТ (компьютерный томограф Siemens, Германия), выполненной на следующий день после операции. Операция считалась успешной при отсутствии резидуальных камней или наличии фрагментов размером <2 мм [8]. Статистический анализ выполнен (табл. 2) с помощью программы PAST [9, 10].

Разница в длительности нефроскопии между группами составила 12,6 мин (95% доверительный интервал – ДИ – 8–18 мин) в пользу опытной группы и оказалась статистически значимой (рис. 3). Данный результат хорошо согласуется с высоким значением достигнутой мощности исследования ($Pow=0,998$) и высокой вероятностью репликации ($P_{rep}=0,97$).

Умеренная положительная корреляция наблюдалась между размером камня и длительностью нефроскопии (рис. 4, а);

коэффициент Пирсона – $r=0,53$ ($4,5 \cdot 10^{-6}$), коэффициент Спирмена – $r_s=0,55$ ($1,4 \cdot 10^{-6}$), а также между временем нефроскопии и снижением уровня Hb (см. рис. 4, б) – $r=0,66$ ($1,5 \cdot 10^{-9}$) и $r_s=0,55$ ($5 \cdot 10^{-11}$)

Таких интраоперационных осложнений, как профузное кровотечение или перфорация ЧЛС, не было. Не выявлено и статически значимых различий между группами, касающихся лабораторных показателей (лейкоциты, уровень креатинина) и состояния Stone Free по данным КТ, выполненным в 1-й день после операции. Хотя нами и отмечено статистически значимое различие в снижении уровня Hb между группами (меньше в основной группе), оно не было клинически значимым (табл. 3).

Таблица 2

Результаты статистического анализа			
Тест Шапиро-Уилка	Группа	p	
	Контрольная	0,33	
	Основная	$6,10^{-5}$	
Показатель	Символ	95% ДИ	95% предсказательные границы
Среднее контрольной (К) группы	M_K	35 (32–39)	[12; 58]
Среднее основной (О) группы	M_O	23 (19–26)	[4; 42]
Средняя разница	$M_K - M_O$	12 (8–18)	[5,3; 20]
Размер эффекта Cohen	d_{st}	1,2 (0,7–1,8)	[0,49; 2,0]
P-значение	p	$1,5 \cdot 10^{-5}$	[10^{-11} ; 0,027]
Достигнутая мощность	$Pow= 1-\beta$	0,998 (0,77–1,00)	
Фактор Bayes	BF_{10}	2340	

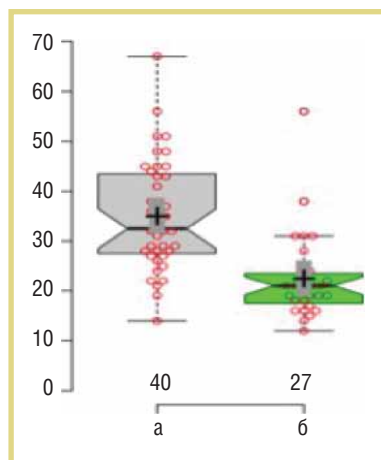


Рис. 3. Длительность нефроскопии в *a* – контрольной и *б* – основной группах

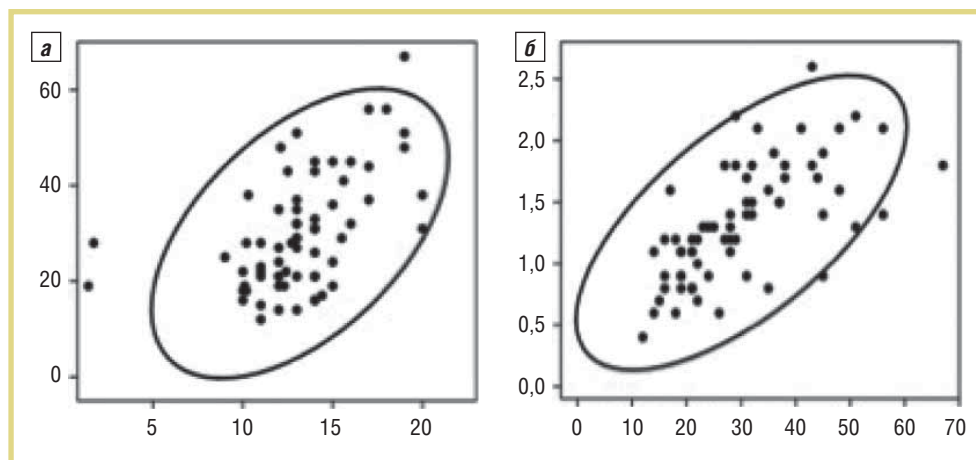


Рис. 4. Зависимость длительности нефроскопии и от размеров камня (*a* – по оси абсцисс – размер камня), а также от уровня падения Hb (*б* – по оси ординат – дельта падения уровня Hb)

ПНЛ является сложной операцией, требующей длительного обучения. Существует множество факторов, влияющих на результаты мини-ПНЛ: опыт хирурга, состояние пациента, характеристики камней. И это далеко не весь перечень, чем и обусловлен постоянный поиск путей оптимизации техники мини-ПНЛ.

Мы оценивали простой, но воспроизводимый прием для сокращения длительности нефроскопии при мини-ПНЛ, анализируя состояние Stone Free и частоту осложнений.

Моделирование положения кожуха во время мини-ПНЛ ранее не оценивалась. Данное исследование – первое, которое демонстрирует преимущества этой простой техники. Полученные результаты показали меньшую длительность нефроскопии в опытной группе. При использовании приема Бернулли экономия времени в среднем составляла 12 мин. Возможное объяснение этому – уменьшение гравитационного влияния при переводе кожуха в горизонтальную плоскость и как следствие – более быстрое отмытие фрагментов. Подобный эффект можно наблюдать во время стандартной ПНЛ в положении больного лежа на спине [11, 12]. Разница в 12 мин может показаться небольшой и не очень клинически значимой, но суммарно получается значимое преимущество в клиниках, где ежедневно выполняется большой объем хирургических вмешательств по поводу мочекаменной болезни. Поскольку этот прием требует наклона операционного стола, следует обратить внимание на позиционирование и фиксацию пациента с помощью специальных ремней (для предотвращения соскальзывания с операционного стола во время операции). Если угла наклона стола недостаточно, что-

бы кожух перешел в горизонтальную плоскость, его можно усилить с помощью руки, но делать это нужно без форсирования, чтобы не повредить почку.

Наше исследование показало также положительную корреляцию между размером камня и длительностью операции, временем нефроскопии и снижением уровня Hb. Указанные данные согласуются с ранее опубликованными результатами исследований [13, 14].

Сегодня определение мини-ПНЛ включает в себя использование кожухов размером 14–21 Сн [14, 15]. Первое описание стандартной минимально инвазивной ПНЛ со специализированным 12 Сн ригидным нефроскопом и 15 Сн кожухом опубликовано в 2001 г. Однако согласно примечанию авторов, несмотря на то, что ни у одного из 12 пациентов не отмечено кровотечения, уменьшение размеров инструментов было связано со значительным увеличением длительности операций [16], более сложным поиском камней и необходимостью использования дополнительных средств – таких, как одноразовые корзинки для захвата фрагментов конкрементов [3]. U. Nagele и соавт. в 2008 г. сообщили о разработке нового кожуха Amplatz (Karl Storz, Германия) для выполнения мини-перкутанного доступа с «эффектом пылесоса» [2]. В основе этого эффекта лежит принцип Бернулли, в соответствии с которым увеличение скорости жидкости в зоне сужения происходит одновременно с уменьшением давления [17, 18], что приводит к формированию так называемой псевдополости (или фронта пониженного давления), расположенной на конце нефроскопа (рис. 5), что во время мини-ПНЛ делает возможным извлечение фрагментов камней через кожух без каких-либо дополнительных устройств (корзинок, щипцов) [3].

Сегодня в литературе опубликованы данные, полученные при сравнении мини-ПНЛ и стандартной ПНЛ. Так, по результатам этих работ применение мини-ПНЛ связано со снижением морбидности, более и потери крови по сравнению со стандартной ПНЛ [19, 20]. В исследовании (участвовали более 1000 пациентов) при использовании кожуха 16 Сн частота кровотечения не превышала 1,5% [21]. В ходе операций при камнях средних размеров (1–2 см) не выявлено

Таблица 3

Показатель	Послеоперационные параметры		p
	Группа		
	контрольная	опытная	
Лейкоциты	10 600 (9900–11 300)	11 100 (10 200–12 000)	0,36
Снижение уровня Hb, г/л	15 (13–16)	11 (10–13)	0,006
Креатинин, мкмоль/л	97 (86–107)	93 (83–103)	0,63
Состояние Stone Free по данным КТ после операции, %	88 (73–96)	89 (69–97)	1,0

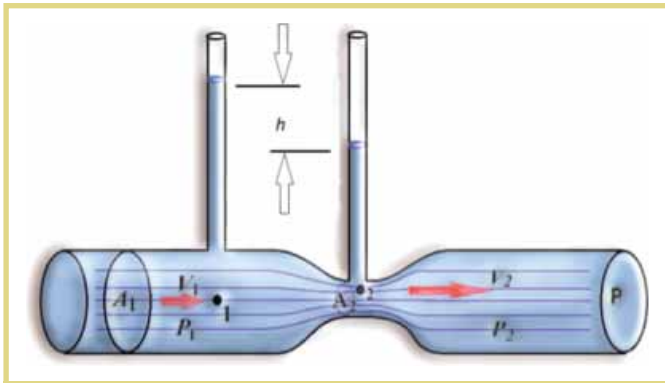


Рис. 5. Принцип Бернулли (схематичное отображение)

каких-либо существенных различий, касающихся состояния Stone Free и частоты осложнений, между мини-ПНЛ и стандартной ПНЛ. Средняя длительность койко-дня и снижение уровня Нб были меньше в группе мини-ПНЛ. Единственный параметр, изменившийся в пользу стандартной ПНЛ, — это длительность операций (в среднем на 12–14 мин меньше) [15]. Предложенный в нашем исследовании прием Бернулли с выигрышем 12 мин, возможно, может компенсировать эту разницу во времени, делая мини-ПНЛ более привлекательным вариантом для камней среднего размера (1–2 см).

Резонно возникает вопрос: если дистанционная литотомия не является методом выбора из-за неблагоприятных факторов, связанных с камнем [22], то почему не использовать в качестве первой линии эндоскопическое удаление камней среднего размера вместо мини-ПНЛ, как диктуют существующие рекомендации по хирургическому лечению мочекаменной болезни? [5]. Ответ заключается в резидуальных фрагментах. Как было показано ранее, даже незначительные фрагменты (<1 мм) могут повлиять на скорый рецидив [23], не говоря уже о времени и расходах, необходимых для достижения приемлемого состояния Stone Free у пациентов при применении эндоскопической методики.

Наше исследование имеет определенные ограничения, о которых следует сказать. Вследствие того, что исследование является одноцентровым, обобщаемость данных ограничена. Во-вторых, во время мини-ПНЛ в контрольной группе пациентов периодически приходится двигать кожу во всех направлениях, что также нужно учитывать. В-третьих, размер нашей выборки относительно небольшой, поэтому требуются более масштабные исследования.

Моделирование положения кожных во время мини-ПНЛ посредством приема Бернулли значительно уменьшает длительность нефроскопии без повышения риска осложнений и изменения результативности; предложенное моделирование может быть использовано в рутинной клинической практике.

Литература

1. Тагиров Н.С. Клиническая оценка группы пациентов с коралловидным нефролитиазом // Актуальные вопросы урологии и андрологии. — 2011; 214–6.
2. Nagele U., Horstmann M., Sievert K.-D. et al. A Newly Designed Amplatz Sheath Decreases Intrapelvic Irrigation Pressure During Mini-Percutaneous Nephrolitholapaxy: An in-Vitro Pressure-Measurement and Microscopic Study // J. Endourol. — 2007; 21: 1113–6.
3. Nicklas A., Schilling D., Bader M. et al. The vacuum cleaner effect in minimally invasive percutaneous nephrolitholapaxy // World J. Urol. — 2015; 33: 1847–53.

4. Eastwell P. Bernoulli? Perhaps, but what about viscosity? // Sci. Educ. Rev. — 2007; 6: 1–13.
5. Turk C., Petrik A., Sarica K. et al. EAU Guidelines on Urolithiasis // Eur. Assoc. Urol. — 2015; 69: 475–82.
6. Mishra S., Jagtap J., Sabnis R. et al. Training in percutaneous nephrolithotomy // Curr. Opin. Urol. — 2013; 23: 147–51.
7. Gadzhiev N., Brovkin S., Grigoryev V. et al. Sculpturing in Urology, or How to Make Percutaneous Nephrolithotomy Easier // J. Endourol. — 2014; 29 (5): 512–7.
8. Raman J., Bagrodia A., Gupta A. et al. Natural History of Residual Fragments Following Percutaneous Nephrostolithotomy // J. Urol. — 2009; 181: 1163–8.
9. Hammer Ø., Harper D., Ryan P. Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. — 2001; 4: 9–18.
10. Faul F., Erdfelder E., Lang A.-G. et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences // Behav. Res. Methods. — 2007; 39: 175–91.
11. Kumar P., Bach C., Kachrilas S. et al. Supine percutaneous nephrolithotomy (PCNL): «in vogue» but in which position? // BJU Int. — 2012; 110: 1018–21.
12. Ganpule A., Bhattu A., Desai M. PCNL in the twenty-first century: role of Microperc, Miniperc, and Ultraminiperc // World J. Urol. — 2014; 33: 235–40.
13. Mishra S., Sharma R., Garg C. et al. Prospective comparative study of miniperc and standard PNL for treatment of 1 to 2 cm size renal stone // BJU Int. — 2011; 108: 896–900.
14. Wright A., Rukin N., Smith D. et al. Mini, ultra, micro - nomenclature and cost of these new minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (PCNL) techniques // Ther. Adv. Urol. — 2016; 8: 142–6.
15. Sabnis R., Ganesamoni R., Sarpal R. Miniperc // Curr. Opin. Urol. — 2012; 22: 129–33.
16. Lahme S., Bichler K., Strohmaier W. et al. Minimally invasive PCNL in patients with renal pelvic and calyceal stones // Eur. Urol. — 2001; 40: 619–24.
17. Rassweiler J., Rassweiler M.-C., Klein J. New technology in ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy // Curr. Opin. Urol. — 2016; 26: 95–106.
18. Nagele U., Nicklas A. Vacuum cleaner effect, purging effect, active and passive wash out: a new terminology in hydrodynamic stone retrieval is arising — Does it affect our endourologic routine? // World J. Urol. — 2016; 34: 143–4.
19. Yamaguchi A., Skolarikos A., Buchholz N.-P. et al. Operating times and bleeding complications in percutaneous nephrolithotomy: a comparison of tract dilation methods in 5,537 patients in the Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study // J. Endourol. — 2011; 25: 933–9.
20. Knoll T., Wezel F., Michel M. et al. Do Patients benefit from miniaturized tubeless percutaneous nephrolithotomy? A comparative prospective study // J. Endourol. — 2010; 24: 1075–9.
21. Hu G., Guo Z., Liu H. et al. A novel minimally invasive percutaneous nephrolithotomy technique: safety and efficacy report // Scand. J. Urol. — 2015; 49: 174–80.
22. El-Nahas A., El-Assmy A., Mansour O. et al. A Prospective Multivariate Analysis of Factors Predicting Stone Disintegration by Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy: The Value of High-Resolution Noncontrast Computed Tomography // Eur. Urol. — 2007; 51: 1688–94.
23. Hein S., Miernik A., Wilhelm K. et al. Endoscopically Determined Stone Clearance Predicts Disease Recurrence Within 5 Years After Retrograde Intrarenal Surgery // J. Endourol. — 2016; 30: 644–9.

SIMULATION OF THE CASING POSITION DURING MINIPERCUTANEOUS NEPHROLITHOTOMY

N. Gadzhiev¹; S. Brovkin¹; V. Grigoryev¹; N. Tagirov², Candidate of Medical Sciences; S. Popov³, MD; V. Obidnyak³; A. Pisarev⁴; Professor S. Petrov⁴, MD
¹A.M. Nikiforov All-Russian Center of Emergency Radiation Medicine, Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
²Holy Hosiomartyr Elizabeth City Hospital, Saint Petersburg
³Saint Luke Clinical Hospital, Saint Petersburg
⁴Saint Petersburg Multidisciplinary Center

The authors investigated the impact of simulating the intraoperative casing position by the Bernoulli techniques (to set up the casing in the horizontal position) on the duration of surgery and the stone-free state during minipercutaneous nephrolithotomy.

Key words: nephrology, surgery, Bernoulli technique, minipercutaneous nephrolithotomy, percutaneous nephrolithotomy, nephrolithiasis, urolithiasis, vacuum cleaner effect.