



АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННОСТИ ТРАНСУРЕТРАЛЬНОЙ КОНТАКТНОЙ НЕФРОЛИТОТРИПСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СТРУЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Л. В. КОЛОТИЛОВ¹, У. И. ОЙБОЛАТОВ¹, С. Г. ПАРВАНЯН¹, Н. К. ГАДЖИЕВ²

¹Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова, Санкт-Петербург, РФ

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, РФ

Особенностью анестезиологического обеспечения трансуретральной контактной нефролитотрипсии (КЛТ) является необходимость уменьшения подвижности почек, обусловленной традиционной искусственной вентиляцией легких (ИВЛ) во время общей комбинированной анестезии (ОКА). Уменьшить дыхательную подвижность почек при КЛТ возможно, модифицируя ИВЛ, в частности с использованием высокочастотной струйной вентиляции (ВЧСВ) легких.

Цель исследования: оценить возможности анестезиологического обеспечения и хирургические условия при сочетании ВЧСВ легких с модифицированной ИВЛ на этапе лазерной фрагментации камней почек во время общей комбинированной анестезии.

Материалы и методы. В исследование включено 30 пациентов, которым выполняли КЛТ в условиях ОКА с использованием севофлурана. На этапе литотрипсии ИВЛ модифицировали и сочетали с катетерной ВЧСВ легких. Осуществляли базовый анестезиологический мониторинг по стандарту ASA и контроль уровня сознания пациента с помощью BIS-монитора. Оценивали хирургические условия при КЛТ до и после применения ВЧСВ.

Результаты и обсуждение. Сочетание ВЧСВ легких с малообъемной ИВЛ позволяет поддерживать концентрацию севофлурана, достаточную для надежного выключения сознания пациента. Показатели вентиляции, газообмена и гемодинамики оставались в пределах безопасных значений. Применение ВЧСВ и малообъемной ИВЛ уменьшает дыхательную подвижность почек. Оценка хирургических условий при использовании ВЧСВ существенно выше, чем при проведении традиционной ИВЛ.

Выводы. Применение ВЧСВ и малообъемной ИВЛ во время ОКА с использованием севофлурана улучшает хирургические условия выполнения КЛТ, обеспечивает адекватную вентиляцию легких и достаточную глубину угнетения сознания пациента.

Ключевые слова: высокочастотная струйная вентиляция легких, искусственная вентиляция легких, общая комбинированная анестезия, севофлуран, трансуретральная контактная литотрипсия

Для цитирования: Колотиллов Л. В., Ойболатов У. И., Парванян С. Г., Гаджиев Н. К. Анестезиологическое обеспечение прецизионности трансуретральной контактной нефролитотрипсии с применением высокочастотной струйной вентиляции легких // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2019. – Т. 16, № 5. – С. 18-23. DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-5-18-23

ANESTHESIOLOGICAL MANAGEMENT OF THE PRECISE TRANSURETRAL CONTACT NEPHROLITHOTRIPSY USING HIGH-FREQUENCY JET VENTILATION

L. V. KOLOTILOV¹, U. I. OYBOLATOV¹, S. G. PARVANYAN¹, N. K. GADZHIEV²

¹Nikiforov All-Russia Center for Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russia

²Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

The anesthesia management during contact transurethral nephrolithotripsy (CLT) requires minimizing kidney movements, caused by standard mechanical ventilation (MV) during general anesthesia (GA). Modifying the respiratory support, in particular by adding high-frequency jet ventilation (HFJV), allows decreasing kidney movements during CLT.

The objective: to evaluate the possibilities of anesthetic management and surgical conditions during the MV modified with HFJV during kidney stones laser fragmentation under GA.

Subjects and methods. The study included 30 patients underwent CLT under GA maintained with sevoflurane. At the stage of lithotripsy, the standard MV was modified and combined with catheter HFJV. ASA basic anesthetic monitoring and the control of patient consciousness level with BIS were performed. Surgical conditions during CLT were evaluated before and after HFJV.

Results and discussion. The combination of HFJV with small volume MV makes it possible to provide sufficient sevoflurane end tidal concentration to maintain GA. The indices of ventilation, gas exchange and hemodynamics values remained within the safe ranges. Using HFJV and small volume MV reduces kidney respiratory movements. Surgical assessment during MV with HFJV was significantly better versus standard MV.

Conclusions. The use of HFJV with small volume MV during GA with sevoflurane decreases the kidney respiratory movement and allows precise CLT, effective MV and well-controlled anesthesia depth.

Key words: high-frequency jet ventilation, mechanical ventilation, general anesthesia, sevoflurane, transurethral contact lithotripsy

For citations: Kolotilov L.V., Oybolatov U.I., Parvanyan S.G., Gadzhiev N.K. Anesthesiological management of the precise transurethral contact nephrolithotripsy using high-frequency jet ventilation. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2019, Vol. 16, no. 5, P. 18-23. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-5-18-23

Ретроградная интравенальная хирургия выполняется при использовании различных методик анестезии, но преимущественно в условиях общей комбинированной анестезии (ОКА) [16]. Преиму-

ществами последней являются возможность контроля и поддержания адекватной вентиляции легких, хорошая управляемость за счет использования современных ингаляционных анестетиков, ранняя

активизация пациента [8]. Однако смещения почек, обусловленные как самостоятельным дыханием при общей внутривенной или спинальной и эпидуральной анестезии, так и традиционной искусственной вентиляцией легких (ИВЛ) во время анестезии, затрудняют лазерную фрагментацию камней. Для повышения эффективности и безопасности трансуретральной контактной нефролитотрипсии (КЛТ) необходимо соблюдение принципов прецизионности, которая во многом связана с особенностями анестезиологического обеспечения [3]. Его важной особенностью является необходимость уменьшения дыхательной подвижности почек [2].

В последние годы отмечается интерес к применению при общей анестезии различных вариантов респираторной поддержки, позволяющих уменьшить дыхательную подвижность почек при высокотехнологических вмешательствах [9]. Имеется сообщение о повышении точности лазерной фрагментации камней ретроградным доступом при использовании периодического апноэ во время ИВЛ [10]. По сообщениям других авторов, использование высококачественной вентиляции с положительным давлением (HFPPV) уменьшает дыхательные движения почек, тем самым сокращает время работы хирурга и улучшает качество дробления камней [15]. При сравнительном исследовании показана эффективность фрагментации камней в условиях малообъемной вентиляции (LV) по сравнению с ИВЛ со стандартными параметрами [13]. В одной из последних публикаций указывается на возможность повысить точность лазерной фрагментации камней при ретроградной интравенальной хирургии с применением высококачественной струйной вентиляции (ВЧСВ) легких [12].

В нашей клинике КЛТ в основном выполняются в условиях ОКА с использованием современных ингаляционных анестетиков (севофлуран, десфлуран). Однако возможности применения ВЧСВ и методики апноэ в условиях ОКА изучены недостаточно и поэтому применяются преимущественно в условиях тотальной внутривенной анестезии [4, 10]. Актуальность нашего исследования определяется поиском методики анестезии, способной уменьшить дыхательную подвижность почек и позволяющей повысить точность КЛТ в условиях ОКА с использованием севофлурана.

Цель исследования: оценить возможности анестезиологического обеспечения и хирургические условия при сочетании ВЧСВ с модифицированной ИВЛ на этапе лазерной фрагментации камней почек во время ОКА.

Материал и методы

В исследование включено 30 пациентов с оценкой по шкале ASA I–III в возрасте 48 (44; 52) лет с индексом массы тела 26 (24; 28), которым выполняли КЛТ. Исследование соответствует международным и этическим нормам, изложенным в Хельсинской

декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей», одобрено локальным этическим комитетом и проведено с информированного добровольного согласия пациентов.

Введение в анестезию осуществляли фентанилом 0,1–0,3 мг и пропофолом 2–2,5 мг/кг, миорелаксацию – рокурнием 0,6–1,0 мг/кг с введением эндотрахеальной трубки соответствующего размера. ИВЛ проводили наркозно-дыхательным аппаратом (НДА) WATO EX-65 с параметрами: дыхательный объем (ДО) 400–600 мл, частота дыхания (ЧД) 8–14 в мин, фракция кислорода в инспираторном газе (FiO_2) 40%, соотношение вдоха к выдоху (I:E) 1:2, положительное давление в конце выдоха (РЕЕР) 5–6 см вод. ст. Анестезию поддерживали ингаляцией севофлурана в концентрациях 1,8–2,6 об. % в потоке свежего газа (ПСГ) 1,0 л/мин и дробным внутривенным введением фентанила по 0,05–0,1 мг, миорелаксацию – внутривенным введением рокурония по 0,15–0,2 мг/кг. Нормотермию поддерживали с помощью системы обогрева пациента WarmTouch (Ирландия). Контроль частоты сердечных сокращений с оценкой сердечных комплексов в двух стандартных отведениях, артериального давления (АД), пульсоксиметрии (SpO_2), термометрии (ТоС) проводили с помощью монитора пациента ИМЕС 12 (Китай). Выборочно оценивали газовый состав артериальной крови (PaO_2 , $PaCO_2$). С помощью монитора НДА контролировали показатели пикового и среднего давления в дыхательных путях (P_{peak} , P_{mean}), минутный объем вентиляции (V_E), концентрацию севофлурана в инспираторном и конечном экспираторном газе ($FiSev$, $EtSev$), минимальную альвеолярную концентрацию (МАС) анестетика, показатели капнометрии ($P_{ET}CO_2$). Контроль глубины выключения сознания пациента проводили с помощью монитора биспектрального индекса (BIS) (Covidien, Швейцария). Дыхательную подвижность операционного поля и хирургические условия работы до и после применения ВЧСВ оперирующие урологи оценивали посредством эндовидеоскопической визуализации, согласно разработанной по принципу Ликерта 5-балльной шкале, где:

- 1 балл – выраженная подвижность и плохие хирургические условия;
- 2 балла – значительная подвижность и неудовлетворительные хирургические условия;
- 3 балла – частичная подвижность и удовлетворительные хирургические условия;
- 4 балла – незначительная подвижность и хорошие хирургические условия;
- 5 баллов – полная неподвижность и отличные хирургические условия.

Анестезиологическое обеспечение этапа операции с применением ВЧСВ

Заблаговременно до этапа литотрипсии устанавливали параметры аппарата ВЧ-ИВЛ (ZisLine

JV-100, Россия): частоту дыхательных циклов – 300 в мин, I:E 1:3, FiO₂ по умолчанию составлял 1,0; затем переводили его в режим ожидания (выключали). На этапе литотрипсии после увеличения FiSev до 8 об. % модифицировали ИВЛ: ДО уменьшали до 250–300 мл, ЧД до 4 в мин, I:E увеличивали до 1:3, FiO₂ снижали до 21%, ПСГ оставляли 1,0 л/мин и отключали РЕЕР.

ВЧСВ в сочетании с модифицированной ИВЛ (рис. 1) проводили через катетер диаметром 2,0 мм (МедСил, Россия), введенный через герметичный адаптер дыхательного контура (рис. 2) до дистального конца эндотрахеальной трубки. Рабочее давление газа, подаваемого аппаратом ВЧ-ИВЛ, регулировали в пределах 0,3–0,6 атм, которое подбирали таким образом, чтобы Ppeak соответствовало исходным показателям пациента при ИВЛ со стандартными параметрами.



Рис. 2. Способ совмещения катетерной ВЧСВ в замкнутом дыхательном контуре

Fig. 2. Integration of HFJV catheter into the closed anesthesia circuit

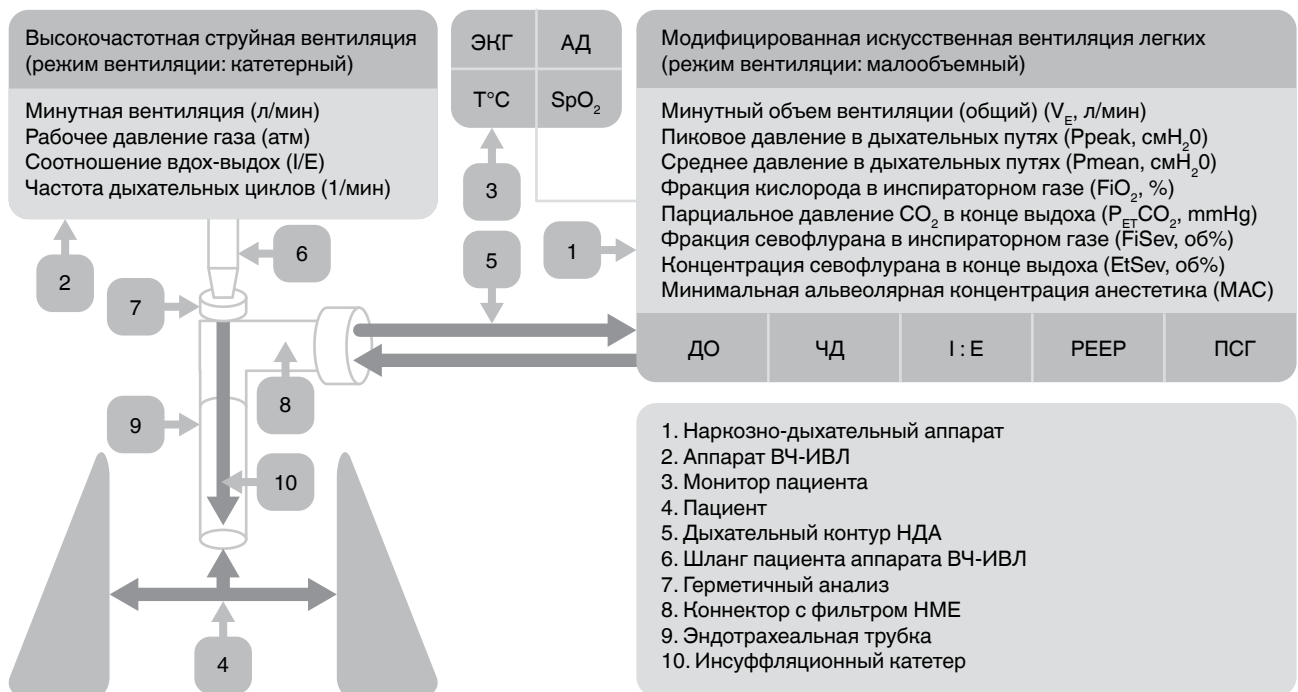


Рис. 1. Схема сочетания катетерной ВЧСВ с модифицированной ИВЛ

Fig. 1. Combination of catheter HFJV with modified MV

После завершения этапа литотрипсии уменьшали подачу севофлурана до исходных концентраций и отключали ВЧСВ, возобновляли ИВЛ с прежними параметрами и регистрировали показатели P_{ET}CO₂.

Для статистического анализа данных использовали универсальный пакет программ PAST 3.25, в котором реализованы вычислительные процедуры бутстрепа и Монте-Карло, обеспечивающие высокую надежность результатов статистического описания, оценивания и статистических выводов. Значения показателей перед и после применения ВЧСВ у всех пациентов сравнивали как парные наблюдения, вычисляя *p*-значения и средние разности с 95%-ными доверительными интервалами (ДИ). Статистически значимыми считали эффекты, для

которых *p*-значения не превышали уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований представлены в таблице в виде средних значений и их средних разностей с 95%-ными ДИ и соответствующими *p*-значениями. Для удобства восприятия нижние и верхние границы 95%-ных ДИ в тексте и таблице указаны в круглых скобках.

Средняя продолжительность операций составила 70 (32; 106) мин, из которых длительность этапа литотрипсии и ВЧСВ соответственно составила 31 (18; 42) мин.

Таблица. Показатели анестезиологического мониторинга и оценка хирургических условий

Table. Monitored parameters and evaluation of surgical conditions

Показатель	Среднее с 95%-ным ДИ		Средняя разность с 95%-ным ДИ ($d = M_a - M_b$)	p
	перед ВЧСВ (Mb)	после ВЧСВ (Ma)		
V_E , л/мин	6,3 (6,0; 6,7)	9,1 (8,7; 9,5)	2,8 (2,2; 3,3)	< 0,05
P_{peak} , см H ₂ O	18 (17; 19)	19 (18; 20)	1,0 (0,7; 1,3)	< 0,05
P_{mean} , см H ₂ O	8 (7,8; 8,2)	7 (6,8; 7,2)	1,0 (1,5; 0,8)	< 0,05
SpO_2 , %	98 (97; 99)	99 (98; 100)	1,0 (0,2; 1,4)	< 0,05
$P_{ET}CO_2$, мм Hg	36 (35; 37)	40 (38; 42)	4 (2; 6)	< 0,05
PaO_2 , мм Hg*	165 (155; 175)	335 (315; 355)	170 (155; 175)	< 0,05
$PaCO_2$, мм Hg*	39 (38; 40)	43 (41; 45)	4,0 (0,4; 7,6)	< 0,05
$FiSev$, об. %	2,2 (2,1; 2,3)	7,4 (7,1; 7,7)	5,2 (5,0; 5,4)	< 0,05
$EtSev$, об. %	1,8 (1,7; 2,0)	1,2 (1,1; 1,3)	0,6 (0,7; 0,5)	< 0,05
MAC	0,9 (0,8; 1,0)	0,6 (0,5; 0,7)	0,3 (0,4; 0,2)	< 0,05
BIS**	43 (41; 46)	47 (44; 51)	4 (2; 7)	< 0,05
Оценка, баллы	2,3 (2,1; 2,7)	3,9 (3,8; 4,0)	1,6 (1,3; 1,9)	< 0,05

Примечание: * – число пациентов (n = 15); ** – число пациентов (n = 20),

M_b – среднее перед «before»; M_a – среднее после «after»,

V_E – минутный объем вентиляции, P_{peak} – пиковое давление в дыхательных путях, P_{mean} – среднее давление в дыхательных путях, SpO_2 – насыщение артериальной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии, $P_{ET}CO_2$ – парциальное давление углекислого газа в конечной порции выдыхаемого газа, PaO_2 – парциальное давление кислорода в артериальной крови, $PaCO_2$ – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови, $FiSev$ – фракция севофлурана во вдыхаемом газе, $EtSev$ – концентрация севофлурана в конце выдоха, MAC – минимальная альвеолярная концентрация анестетика, BIS – биспектральный индекс, оценка – оценка дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий

Сочетание модифицированной ИВЛ с ВЧСВ легких с вышеуказанными параметрами сопровождалось достоверным увеличением V_E на 2,8 (2,2; 3,3) л/мин по сравнению с исходными значениями при традиционной ИВЛ. При этом показатели P_{peak} и P_{mean} в условиях герметичного дыхательного контура менялись всего на $\pm 1,0$ см вод. ст. и были намного ниже рекомендуемых безопасных лимитов при ИВЛ [6]. Несмотря на снижение FiO_2 до 21% при модифицированной ИВЛ в сочетании с ВЧСВ 100%-ным O_2 , при нормальных показателях SpO_2 99 (98; 100) % наблюдалось повышение PaO_2 в 2 раза от исходных значений. К сожалению, отсутствие функции регуляции FiO_2 в использованной модели аппарата ВЧ-ИВЛ явилось, по нашему мнению, причиной такой гипероксемии. Учитывая это, при дальнейшей эксплуатации данного аппарата ВЧ-ИВЛ применили дополнительный смеситель для регуляции концентрации подаваемого кислорода. Сочетание ВЧСВ и модифицированной ИВЛ в герметичном дыхательном контуре наркозного аппарата позволило в реальном времени контролировать основные анестезиологические показатели, кроме $P_{ET}CO_2$. Однако возможен интермиттирующий контроль $P_{ET}CO_2$, который проводился в конце каждого этапа литотрипсии после приостановления ВЧСВ и сразу после возобновления ИВЛ с исходными параметрами. По сравнению с ИВЛ со стандартными параметрами в конце сочетанной вентиляции легких отмечалось достовер-

ное повышение показателей $P_{ET}CO_2$, но в пределах нормокапнии $P_{ET}CO_2$ 40 (38; 42) мм рт. ст. и $PaCO_2$ 43 (41; 45) мм рт. ст.

По данным литературы, проведение только малообъемной ИВЛ сопровождалось развитием гиперкапнии до $P_{ET}CO_2$ 50 мм рт. ст. и выше. При этом авторы методики указали на отсутствие рисков, обусловленных таким уровнем гиперкапнии, однако анализа связанных с гиперкапнией осложнений в исследовании не представили [13]. В то же время имеются работы, где подробно перечислены возможные негативные эффекты гиперкапнии на разные системы организма [1].

Возможность проведения интермиттирующей капнометрии, по нашему мнению, является существенным преимуществом предлагаемой методики в сравнении с использованием только ВЧСВ легких. Поэтому при ВЧСВ легких в условиях открытого дыхательного контура настоятельно рекомендуется контроль газов крови или проведение транскутанной капнометрии [12]. Однако эти методики являются экономически затратными по сравнению с мониторингом $P_{ET}CO_2$ [11]. Альтернативой может быть использование дорогостоящих аппаратов ВЧ-ИВЛ с данной опцией [7]. Резюмируя вышеизложенное, хочется отметить, что полученные результаты подтверждают данные литературы о повышении артериальной оксигенации и возможности обеспечения нормокапнии при сочетании ИВЛ малыми объемами с ВЧСВ легких [5].

Модификация ИВЛ с уменьшением ДО на 50% от исходного и ЧД до 4 в мин с ПСГ 1,0 л/мин позволяет подавать севофлуран в концентрациях 7,4 (7,1; 7,7) об. %, которая при сочетании с ВЧСВ обеспечивает EtSev 1,2 (1,1; 1,3) об. %, MAC 0,6 (0,5; 0,7). Показатели BIS при использовании разработанной методики были достоверно на 4 (2; 7) относительные единицы выше, чем при традиционной ИВЛ, и составили 47 (44; 51). Однако те и другие значения BIS соответствуют оптимальным (45–60) для обеспечения безопасности пациента во время общей анестезии значениям, установленным по результатам нескольких исследований [14]. Возможность ингаляции севофлурана при применении нашей методики с поддержанием достаточной глубины анестезии является еще одним преимуществом в отличие от ВЧСВ в условиях открытого дыхательного контура, проведение которой диктует выбор тотальной внутривенной анестезии [2, 12]. По результатам анкетирования урологов, оценка хирургических условий при сочетании модифицированной ИВЛ с ВЧСВ легких значительно выше, чем при традиционной ИВЛ, – 3,9 (3,8; 4,0) против 2,3 (2,1; 2,7) балла.

Уменьшение дыхательной подвижности операционного поля при использовании предложенной методики обеспечивается за счет плавных и редких

дыхательных движений, что позволяет непрерывно и прецизионно фрагментировать камни почек и верхней трети мочеточников. Справедливости ради следует отметить, что не у всех пациентов в условиях традиционной ИВЛ наблюдалась значительная дыхательная подвижность почек. С учетом таких операционных условий еще одним плюсом разработанной методики является возможность ее применения по показаниям и прекращения в случае возникновения непредвиденных сложностей. Ни у одного пациента значимых электрокардиографических и гемодинамических нарушений не наблюдалось в условиях как традиционной, так и модифицированной ИВЛ в сочетании с ВЧСВ.

Выводы

1. Сочетание ВЧСВ с малообъемной ИВЛ во время ОКА с ингаляцией севофлурана позволяет поддерживать достаточную глубину выключения сознания пациента, контролировать показатели дыхания и обеспечивать адекватную вентиляцию легких.

2. Применение ВЧСВ в сочетании с малообъемной ИВЛ существенно уменьшает дыхательную подвижность почек, обусловленную традиционной ИВЛ, и обеспечивает прецизионную лазерную фрагментацию камней.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. В. Сравнительная характеристика методов респираторной поддержки в хирургии трахеи: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2016.
2. Гаджиев Н. К., Колотилев Л. В., Ойболатов У. И. и др. Анестезиологическое обеспечение с применением высокочастотной струйной вентиляции легких и апноэ при ретроградной лазерной нефролитотрипсии и пункции чашечно-лоханочной системы почки при перкутанной нефролитотомии // Вопросы урологии и андрологии. – 2018. – Т. 6, № 3. – С. 5–10.
3. Глыбочко П. В., Аляев Ю. Г., Григорян В. А. и др. Особенности анестезиологического пособия у больных мочекаменной болезнью // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 141.
4. Зислин Б. Д., Конторович М. Б., Чистяков А. В. Высокая частотная струйная искусственная вентиляция легких. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2010. – 312 с.: ил.
5. Кассиль В. Л., Выхигина М. А., Лескин Г. С. Искусственная и вспомогательная вентиляция легких. – М.: Медицина, 2004. – 480 с.: ил.
6. Сатишур О. Е. Механическая вентиляция легких. – М.: Мед. лит., 2011. – 352 с.: ил.
7. Чистяков А. В., Зислин Б. Д., Конторович М. Б. и др. Новые технологии в реализации мониторинга респираторной механики при высокочастотной струйной вентиляции легких // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 2. – С. 208–210.
8. Шадус В. С., Доброносорова М. В., Григорьев Е. В. Ингаляционная анестезия – преимущества и недостатки // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2014. – Т. 128, № 5. – С. 5–9.
9. Buchan T., Walkden M., Jenkins K. et al. High-frequency jet ventilation during cryoablation of small renal tumours // *Cardiovasc Intervent Radiol.* – 2018. – № 41. – P. 1067–1073.
10. Emiliani E., Talso M., Baghdadi M. et al. The use of apnea during ureteroscopy // *Urology.* – 2016. – Vol. 97. – P. 266–268.

REFERENCES

1. Alekseev A.V. *Sravnitel'naya harakteristika metodov respiratornoy podderzhki v hirurgii trahei.* Diss. cand. med. nauk. [Comparative characteristic of methods of respiratory support in surgery. Cand. Diss.]. Moscow, 2016.
2. Gadzhiev N.K., Kolotilov L.V., Oybolatov U.I. et al. Anesthetic management using high-frequency jet ventilation and apnea during retrograde laser nephrolithotomy and puncture of the pelvicalyceal system during percutaneous nephrolithotomy. *Vopr. Urol. Androl.*, 2018, vol. 6, no. 3, pp. 5–10. (In Russ.).
3. Glybochko P.V., Alyaev Yu.G., Grigoryan V.A. et al. Features of anesthesiological management in patients with urinary stone disease. *Saratovskiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal*, 2011, vol. 7, no. 2, p. 141. (In Russ.).
4. Zislin B.D., Kontorovich M.B., Chistyakov A.V. *Vysokochastotnaya struynaya iskusstvennaya ventilyatsiya legkih.* (High-frequency jet artificial ventilation of lungs). Ekaterinburg. AMB Publ., 2010, 312 p.
5. Kassil V.L., Vyzhigina M.A., Leskin G.S. *Iskusstvennaya i vspomogatel'naya ventilyatsiya legkih.* [Artificial and assisted pulmonary ventilation]. Moscow, Meditsina Publ., 2004, 480 p.
6. Satishur O.E. *Mekhanicheskaya ventilyatsiya legkih.* [Mechanical ventilation of lungs]. Moscow. Med. Lit. Publ., 2011. 352 p.
7. Chistyakov A.V., Zislin B.D., Kontorovich M.B. et al. New technologies in of respiratory mechanics monitoring during high-frequency jet ventilation. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*, 2008, vol. 15, no. 2, pp. 208–210. (In Russ.).
8. Shadus V.S., Dobronosova M.V., Grigor'ev E.V. Inhalation anesthesia – advantages and disadvantages. *Sibirskiy Medicinskiy Zhurnal (Irkutsk)*, 2014, vol. 128, no. 5, pp. 5–9. (In Russ.).
9. Buchan T., Walkden M., Jenkins K. et al. High-frequency jet ventilation during cryoablation of small renal tumours. *Cardiovasc Intervent Radiol.*, 2018, no. 41, pp. 1067–1073.
10. Emiliani E., Talso M., Baghdadi M. et al. The use of apnea during ureteroscopy. *Urology*, 2016, vol. 97, pp. 266–268.

11. Frietsch T, Krafft P, Becker H. D. et al. Intermittent capnography during high-frequency jet ventilation for prolonged rigid bronchoscopy // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2000. – Vol. 44. – P. 391–397.
12. Hasan M, Brehmer M, Harbut P. Preliminary evaluation of high-frequency jet ventilation in RIRS from a tertiary center // *J. Endolum. Endourol.* – 2019. – Vol. 2, № 1. – P. 1–4.
13. Kourmpetis V, Dekalo S., Levy N. et al. Toward respiratory-gated retrograde intrarenal surgery: a prospective controlled randomized study // *J. Endourol.* – 2018. – Vol. 32, № 9. – P. 812–817.
14. Myles P, Leslie K., McNeil J. et al. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomized controlled trial // *Lancet.* – 2004. – Vol. 363, № 9423. – P. 1757–1763.
15. Popiolek M., Al-Rammahi D., Swartz R. The impact of high-frequency positive-pressure ventilation on operation time in retrograde intrarenal surgery for stones > 1 cm // *J. Endourol.* – 2017. – Vol. 31. – P. 3–17.
16. Zeng G., Zhao Z., Yang F. et al. Retrograde intrarenal surgery with combined spinal-epidural vs general anesthesia: a prospective randomized controlled trial // *J. Endourol.* – 2015. – Vol. 29, № 4. – P. 401–405.
11. Frietsch T, Krafft P, Becker H. et al. Intermittent capnography during high-frequency jet ventilation for prolonged rigid bronchoscopy. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2000, vol. 44, pp. 391-397.
12. Hasan M, Brehmer M, Harbut P. Preliminary evaluation of high-frequency jet ventilation in RIRS from a tertiary center. *J. Endolum. Endourol.*, 2019, vol. 2, no. 1, pp. 1-4.
13. Kourmpetis V, Dekalo S., Levy N. et al. Toward respiratory-gated retrograde intrarenal surgery: a prospective controlled randomized study. *J. Endourol.*, 2018, vol. 32, no. 9, pp. 812-817.
14. Myles P, Leslie K., McNeil J. et al. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomized controlled trial. *Lancet.*, 2004, vol. 363, no. 9423, pp. 1757–1763.
15. Popiolek M., Al-Rammahi D., Swartz R. The impact of high-frequency positive-pressure ventilation on operation time in retrograde intrarenal surgery for stones > 1. *J. Endourol.*, 2017, vol. 31, pp. 3–17.
16. Zeng G., Zhao Z., Yang F. et al. Retrograde intrarenal surgery with combined spinal-epidural vs general anesthesia: a prospective randomized controlled trial. *J. Endourol.*, 2015, vol. 29, no. 4, pp. 401–405.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

*Всероссийский центр экстренной и радиационной
медицины им. А. М. Никифорова,
194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2.
Тел.: 8 (812) 339–39–39.*

Колотилев Леонид Вадимович

*доктор медицинских наук доцент,
врач анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: leon956@yandex.ru*

Ойболатов Уллубий Ирасханович

*врач анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: u.oibolatoff@yandex.ru*

Парванян Сергей Георгиевич

*кандидат медицинских наук,
врач анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: Parvanian@yandex.ru*

Гаджиев Нариман Казиханович

*Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова,
197101, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 17, корп. 54.
доктор медицинских наук,
врач-уролог университетской клиники.
Тел.: 8 (812) 338–69–62.
E-mail: nariman.gadjiev@gmail.com*

FOR CORRESPONDENCE:

*Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation
Medicine,
4/2, Academician Lebedev St., St. Petersburg, 194044.
Phone: +7 (812) 339–39–39.*

Leonid V. Kolotilov

*Doctor of Medical Sciences, Associate Professor,
Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: leon956@yandex.ru*

Ullubiy I. Oybolatov

*Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: u.oibolatoff@yandex.ru*

Sergey G. Parvanian

*Candidate of Medical Sciences,
Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: Parvanian@yandex.ru*

Nariman K. Gadjiev

*Pavlov Saint Petersburg State Medical University,
Build. 54, 17, Lva Tolstogo St.,
St. Petersburg, 197101
Doctor of Medical Sciences,
Urologist in University Clinic.
Phone: 8 (812) 338–69–62.
Email: nariman.gadjiev@gmail.com*