

Научная статья

УДК: 616.453-008.61-089-073.756.8

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma74774>

НАВИГАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА НА НАДПОЧЕЧНИКАХ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

С.Г. Блюмина, П.Н. Ромащенко, И.С. Железняк

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Оцениваются возможности проектирования безопасного доступа для адреналэктомии с использованием предоперационной компьютерно-томографической навигации. Изучены результаты оперативных вмешательств у 1457 больных хирургическими заболеваниями надпочечников, среди которых 1209 пациентов прооперированы эндовидеохирургически со сроками наблюдения до 20 лет. Из общего числа больных выделено 418, которым проводился анализ дооперационного проектирования доступа для адреналэктомии при помощи компьютерно-томографической навигации. Эта когорта пациентов условно была разделена на ретроспективную ($n = 157$) и проспективную ($n = 261$) группы. После комплексного обследования больных, страдающих образованиями надпочечников, по разработанному на кафедре алгоритму проводили интегральную оценку ведущих антропометрических (индекс массы тела, форма телосложения) и компьютерно-томографических критериев (диаметр образования; синтопия опухоли по отношению к стенкам нижней полой вены; протяженность центральной надпочечниковой вены и место ее впадения в нижнюю полую и почечную вены; расположение опухоли относительно нижней вены правой доли печени, а также относительно ворот правой почки; расположение вблизи аорто-рентального сосудистого треугольника, ворот левой почки и сосудов селезенки), позволяющих обосновать выбор рациональной методики и объема хирургического лечения. Установлено, что среди эндовидеохирургических оперативных вмешательств значительным преимуществом обладает адреналэктомия из ретроперитонеоскопического доступа ввиду наименьшей травматичности и, как следствие, продолжительности операционного времени в сравнении с лапароскопическим доступом. Интраоперационных осложнений, с учетом планирования варианта доступа и техники выполнения адреналэктомии, не было. Прогнозируемыми осложнениями, которые могли возникнуть во время выполнения адреналэктомии, считали повреждение центральной вены надпочечников, сосудов почек и селезенки, нижней полой вены и, как следствие, развитие интраоперационной кровопотери. В целом увеличение продолжительности операции напрямую зависит от особенностей расположения надпочечника с опухолью, что возможно детально оценить при помощи дооперационного компьютерно-томографического проектирования, позволяющего обоснованно применять эндовидеохирургические или открытые варианты адреналэктомии, достоверно улучшая непосредственные результаты лечения больных.

Ключевые слова: опухоль надпочечника; компьютерная томография; адреналэктомия; дооперационное проектирование доступа; выбор доступа; 3D-моделирование.

Как цитировать:

Блюмина С.Г., Ромащенко П.Н., Железняк И.С. Навигация и проектирование хирургического вмешательства на надпочечниках при помощи компьютерно-томографических технологий // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 3. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma74774>

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma74774>

NAVIGATION AND DESIGN OF ADRENAL SURGERY WITH THE AID OF COMPUTED TOMOGRAPHY

S.G. Blyumina, P.N. Romashchenko, I.S. Zheleznyak

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: This study evaluated the possibilities of designing a safe access for adrenalectomy using preoperative computed tomography navigation. The outcomes of surgical interventions in 1.457 patients with diseases of the adrenal glands requiring surgery were examined, among which 1.209 patients underwent endovideosurgery with a follow-up period of up to 20 years. Of the total number of patients, 418 were included in the analysis for the preoperative design of access for adrenalectomy using computed tomography navigation. This cohort was conditionally divided into a retrospective group ($n = 157$) and a prospective group ($n = 261$). After a comprehensive examination of patients with adrenal formations, according to the algorithm developed at the department, an integral assessment of the leading anthropometric (body mass index and physique form) and computed tomography criteria (i.e., formation diameter; tumor synthopia with respect to the walls of the inferior vena cava; length of the central adrenal vein and the place of its confluence with the lower hollow and renal veins; location of the tumor relative to the lower vein of the right lobe of the liver, as well as relative to the gate of the right kidney; location near the aortorenal vascular triangle; gate of the left kidney; and spleen vessels) allows us to justify the selection of a rational technique and the volume of the surgical treatment. Among endovideosurgical interventions, adrenalectomy from a retroperitoneoscopic access has a significant advantage because it causes the least trauma and short operating time in comparison with laparoscopic access. No intraoperative complications occurred, taking into account the planning of the access option and technique for performing adrenalectomy. Expected complications that may have occurred during adrenalectomy were damage to the central vein of the adrenal glands, renal and spleen vessels, and inferior vena cava and intraoperative blood loss. In general, an increase in operating time directly depends on the peculiarities of the location of the tumor in the adrenal gland, which can be evaluated in detail using preoperative computed tomography, making it possible to reasonably use endovideosurgical or open adrenalectomy alternatives and thus reliably improving the immediate treatment outcomes of the patients.

Keywords: adrenal tumor; computed tomography; adrenalectomy; preoperative access design; access selection; 3D modeling.

To cite this article:

Blyumina SG, Romashchenko PN, Zheleznyak IS. Navigation and design of adrenal surgery with the aid of computed tomography. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(3):41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma74774>

Received: 01.07.2021

Accepted: 20.08.2021

Published: 18.09.2021

ВВЕДЕНИЕ

Хирургия надпочечников (НП) сегодня должна отвечать требованиям безопасности и минимальной травматичности, быстрой социальной и трудовой реабилитации больного, что реально достичь лишь при дооперационном планировании доступа с учетом индивидуальных особенностей больного [1–4]. К этим особенностям относятся антропометрические данные, которые легко оценить физикально, и топографо-анатомические, визуализировать которые позволяет компьютерная томография (КТ) [1, 5–8]. Анализ литературных данных демонстрирует малую изученность проектирования доступа для адреналэктомии (АЭ) при помощи КТ-навигации [1, 6, 9]. До настоящего времени отсутствует единая аргументация в отношении показаний к выбору эндовидеохирургических и открытых доступов [10–14]. Этот недостаток находит отражение в большом числе осложнений АЭ, частота которых достигает 11,8% [15].

Цель исследования — оценить возможности проектирования безопасного доступа для адреналэктомии с использованием предоперационной КТ-навигации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучены результаты оперативных вмешательств у 1457 больных опухолями НП, проходивших обследование и лечение в клинике факультетской хирургии им. С.П. Федорова Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и на ее клинической базе, среди которых 1209 пациентов прооперированы эндовидеохирургически со сроками наблюдения до 20 лет. Среди них 178 (12,2%) больным оперативное вмешательство выполнено лапароскопическим доступом, 1031 (70,8%) — ретроперитонеоскопическим, 248 (17%) — открытым. Из общего числа больных выделено 418, которым проводился анализ дооперационного проектирования доступа для АЭ при помощи КТ-навигации на установке «Aquillion 64» фирмы «Toshiba» (Япония) с последующей постпроцессорной обработкой изображений, построением многоплоскостных и 3D-реконструкций. Эта когорта пациентов условно была разделена на ретроспективную ($n = 157$) и проспективную ($n = 261$) группы. КТ-сегментация изображений при помощи программного обеспечения «Slicer 4.10.1» и создание трехмерных печатных моделей НП с опухолью были выполнены в 3 клинических наблюдениях ввиду наличия у пациентов пограничного количества критериев риска развития сосудистых осложнений, связанных с техническими трудностями во время АЭ (для правого НП ≥ 4 , для левого НП ≥ 3). Все оперативные вмешательства выполняли под общей комбинированной анестезией с интубацией трахеи и искусственной вентиляцией легких. Положение пациента на операционном столе, доступы и этапы

хирургического вмешательства зависели от выбранной методики, особенности которых представлены в литературе [5, 16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди эндовидеохирургических оперативных вмешательств значительным преимуществом обладала АЭ из ретроперитонеоскопического доступа ввиду наименьшей травматичности и, как следствие, продолжительности операционного времени в сравнении с лапароскопическим доступом. Интраоперационных осложнений, с учетом планирования варианта доступа и техники выполнения АЭ, не было. Прогнозируемыми осложнениями, которые могли возникнуть во время выполнения АЭ, считали повреждения центральной вены НП, сосудов почек и селезенки, нижней полой вены и, как следствие, развитие интраоперационной кровопотери.

Выявлено, что причинными факторами, удлиняющих время выполнения оперативного вмешательства достоверно ($p \leq 0,05$) являются при доступе к правому НП: индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м^2 ($n = 7$); диаметр новообразования $\geq 8 \text{ см}$ ($n = 6$); расположение НП с опухолью в воротах почки ($n = 36$), относительно нижней полой вены (ретрокавальная позиция, $n = 30$), а также нижней правой печеночной вены (НППВ, $n = 6$); короткая центральная вена (ЦВ) НП ($n = 10$) и впадение ее в заднюю стенку НПВ ($n = 24$); наличие добавочных надпочечниковых вен ($n = 16$); наличие признаков инвазии ($n = 4$). Достоверными причинными факторами, удлиняющими выполнение доступа к левому НП, являются ($p < 0,05$): диаметр новообразования $\geq 8 \text{ см}$ ($n = 4$); расположение НП с опухолью в области ворот почки ($n = 7$), расположение образования в области аорторенального сосудистого треугольника ($n = 7$), вблизи сосудов селезенки ($n = 6$), а также признаки инвазии опухоли ($n = 1$). Средняя продолжительность оперативных вмешательств у пациентов с наличием этих факторов составила $158,2 \pm 35$ мин, средняя продолжительность оперативных вмешательств при их отсутствии — $129,4 \pm 7,8$ мин. Выявлено наличие прямой пропорциональной связи между количеством критериев риска технических трудностей выполнения АЭ и продолжительностью оперативного времени (рис. 1). При этом выполнение АЭ из открытых доступов у большинства больных сопровождалось сочетанием 4 и более показателей риска развития технических трудностей операции.

Доказано, что выделение правого НП с опухолью диаметром более 8 см приводит к увеличению операционного времени на $55,4 \pm 6,7$ мин в сравнении со средними показателями. Менее значимыми отдельно взятыми критериями были: наличие добавочных ЦВ, увеличивающее продолжительность АЭ на $10,4 \pm 0,8$ мин; ретрокавальная позиция опухоли НП — на $10,4 \pm 1,5$ мин; впадение ЦВ правого НП в заднюю стенку НПВ — на $10,2 \pm 1,2$ мин;

короткая ЦВ — на $7,9 \pm 0,8$ мин; расположение опухоли в воротах почки — на $4,1 \pm 0,6$ мин.

Наиболее часто встречающимися критериями, влияющими на продолжительность левосторонней АЭ из ретроперитонеоскопического доступа, были: ИМТ более 30 кг/м^2 , наличие которого приводило к удлинению операционного времени на $12,4 \pm 3,3$ мин; расположение левого НП с опухолью в воротах почки — на $11,3 \pm 5$ мин; близкое расположение сосудов селезенки — на $13,8 \pm 2,5$ мин; локализация опухоли в области аорто-ренального сосудистого треугольника — на $6,3 \pm 1,0$ мин. Для торакофренотомического доступа к левому НП критериями, удлиняющими продолжительность оперативного вмешательства, являлись: расположение НП в воротах почки — на $11,4 \pm 3,7$ мин, в аорто-ренальном сосудистом треугольнике — на $21 \pm 4,0$ мин; локализация вблизи сосудов селезенки — на $23,5 \pm 4,9$ мин; признаки инвазии опухоли — на $36 \pm 3,7$ мин. При этом у большинства больных имелось сочетание двух и более факторов риска, влияющих на продолжительность АЭ. Кроме того, при сочетании 3 и более признаков предпочтение отдавалось открытым доступам (рис. 2).

На дооперационном этапе у больных ретроспективной группы КТ-критерии риска развития технических трудностей во время операции прицельно не изучались. Проведенный корреляционный анализ позволил

определить значимость КТ-критериев и ИМТ в увеличении продолжительности правосторонней АЭ — коэффициент ранговой корреляции Спирмена (ρ) равен $0,97$ ($p = 0,001$), что свидетельствует о статистической значимости тесноты связи. Установлено, что продолжительность правосторонней АЭ у пациентов без КТ-критериев риска составляет $134,6 \pm 7,4$ мин, с одним критерием — $142,2 \pm 13,1$ мин, с двумя — $146,6 \pm 7,1$ мин, с тремя — $161,3 \pm 9,2$ мин, с четырьмя — $175 \pm 21,8$ мин, с пятью — $258,3 \pm 5,8$ мин, с шестью — 270 мин, с семью — 285 мин.

При оценке корреляции КТ-показателей, обуславливающих интраоперационные технические трудности, а также ИМТ в группе больных образованиями левого НП продолжительность оперативных вмешательств составила $135,7 \pm 28,8$ мин. Определено, что с увеличением количества КТ-критериев риска развития интраоперационных осложнений увеличивалась продолжительность вмешательств, что также подтверждено данными корреляционного анализа — коэффициент ранговой корреляции Спирмена (ρ) равен $0,98$ ($p = 0,02$) и является статистически значимым показателем высокой тесноты связи. Так, длительность операции у пациентов с одним критерием составила $141,2 \pm 431,4$ мин, с двумя — $153,7 \pm 29,5$ мин, с тремя — $176 \pm 25,4$ мин, с четырьмя — 205 мин. У пациентов с сочетанием 3 и более критериев риска развития интраоперационных осложнений

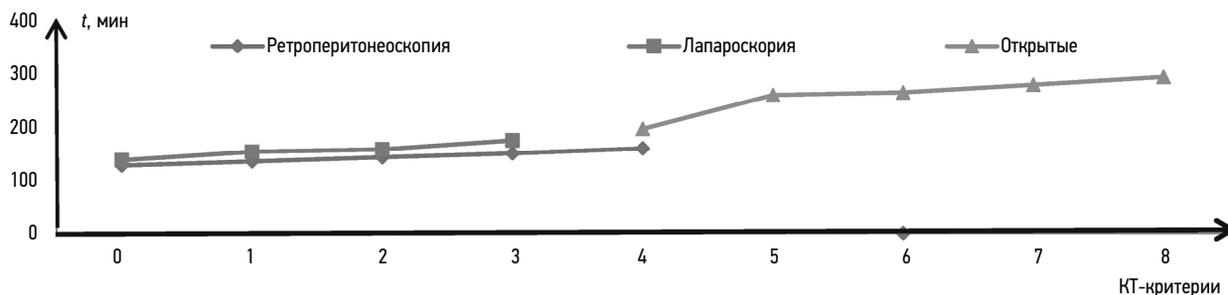


Рис. 1. Положительная корреляция длительности правосторонней адrenaлэктоми и количества КТ-критериев риска развития технических трудностей операции

Fig. 1. Positive correlation between the duration of right-sided adrenalectomy and the number of computed tomography criteria for the risk of technical difficulties during surgery

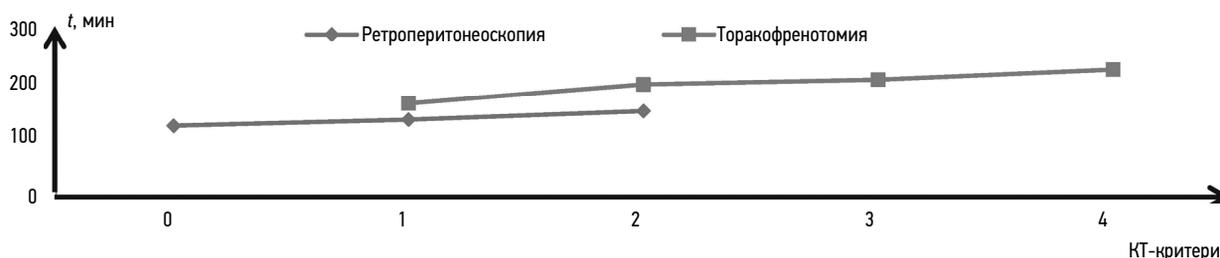


Рис. 2. Положительная корреляция длительности левосторонней адrenaлэктоми и количества КТ-критериев риска развития технических трудностей операции

Fig. 2. Positive correlation of the duration of left-sided adrenalectomy and the number of computed tomography criteria for the risk of technical difficulties during surgery

предпочтение отдавали выполнению АЭ из открытого доступа ($p \leq 0,001$).

Установлено, что имеется прямо пропорциональная зависимость между количеством критериев риска технических трудностей во время операции и продолжительностью оперативного времени. Кроме того, в случае правосторонней локализации опухоли НП предпочтение отдавали открытым вариантам доступов при наличии четырех и более критериев, в случае левосторонней локализации — при наличии трех и более признаков ($p \leq 0,001$).

Доказано, что у $3/4$ больных, имеющих образования НП, операцией выбора была ретроперитонеоскопическая АЭ в связи с ее «анатомичностью» и целесообразностью доступа к НП со стороны забрюшинного пространства. Снижение операционной травмы во время таких оперативных вмешательств позволяет достоверно уменьшить длительность дренирования послеоперационной раны в зоне оперативного вмешательства ($92,0 \pm 17,4$ ч при открытых и $23,7 \pm 15,8$ ч при ретроперитонеоскопических), снизить выраженность болевого синдрома и, как следствие, продолжительность приема анальгетиков ($74 \pm 15,2$ ч после открытых и $42,3 \pm 13,8$ ч после ретроперитонеоскопических), что в конечном итоге приводит к сокращению срока нахождения больного в стационаре ($14,3 \pm 3,2$ и $5,8 \pm 2,5$ дней соответственно).

В целом увеличение времени операции напрямую зависит от особенностей расположения НП с опухолью и его взаимоотношений с расположенными рядом структурами, что возможно оценить детально при помощи дооперационной КТ.

Полученные дополнительные клиничко-анатомические и КТ-данные позволили до операции спланировать оперативное вмешательство у 261 больного проспективной группы, а также сформировать трехмерное представление о топографии и синтопии забрюшинного пространства и определить безопасный вариант хирургического доступа для АЭ: ретроперитонеоскопический ($n = 235$), лапароскопический ($n = 2$), торакофреномомический ($n = 23$), торакофренолапаротомический ($n = 1$).

В трех клинических наблюдениях у больных с пограничным количеством критериев риска (у одного больного с правосторонней локализацией опухоли НП — четыре критерия, у двух больных с левосторонней локализацией — три критерия) возникли трудности на этапе планирования хирургического доступа для выполнения АЭ. Эти трудности, прежде всего, были вызваны большими размерами гормонально-активных образований НП, а также высоким риском повреждений сосудистых структур во время оперативного вмешательства. С целью создания объемного представления о расположении НП с опухолью и выбора рационального хирургического доступа для АЭ была проведена КТ-сегментация

изображений с последующим созданием 3D-модели органа, позволившая аргументировать выбор рационального доступа.

Выбор доступа для АЭ до настоящего времени не имеет аргументированного персонализированного подхода с учетом особенностей больного [3, 4]. Авторы из Европы отдают предпочтение ретроперитонеоскопической АЭ, американские хирурги считают «золотым стандартом» лапароскопический доступ [2, 10, 14]. Ряд авторов руководствуются собственным опытом при выборе доступа, другие — анализируют данные литературы [5, 11, 13]. Несмотря на кажущуюся либеральность в данном вопросе публикации последних лет свидетельствуют о неутешительных результатах АЭ: значительное число осложнений, конверсии доступа, повторные оперативные вмешательства [4, 12, 14, 15, 17]. Немецкая ассоциация эндокринных хирургов в 2019 г. опубликовала данные о важности мультидисциплинарного подхода к лечению больных новообразованиями НП, в частности указала на необходимость совместной работы со специалистами лучевой диагностики при планировании доступа для АЭ [13]. Публикуются отдельные работы, которые демонстрируют опыт внедрения дооперационного КТ-планирования доступа [6]. Конкретные критерии выбора доступа одни авторы приводят для открытых и боковых лапароскопических, другие — для робот-ассистированных и однопортовых методик [3, 4, 7, 8]. Некоторые авторы выделяют всего три критерия, которые могут повлиять на выбор доступа: размер образования НП, ИМТ и наличие признаков инвазии [7, 11]. По мнению американских исследователей, такие показатели, как ИМТ, общая площадь подкожно-жировой клетчатки, площадь забрюшинного жира, измеренные с использованием аксиальных и сагиттальных КТ-изображений, никакой диагностической ценности в предотвращении развития осложнений не имеют [17].

Особый интерес представляют данные японских коллег по 3D-моделированию НП с нейробластомой в педиатрической практике с целью безопасного проектирования лапароскопического доступа для АЭ. Их результаты полностью согласуются с нашими и демонстрируют преимущества дооперационного проектирования доступа при помощи трехмерной печатной модели опухоли НП у пациентов с высоким риском развития кровотечения во время операции [9].

Таким образом, результаты внедрения разработанных нами критериев свидетельствуют об их значимости для выбора доступа при АЭ, наглядно демонстрируют свои преимущества при обследовании и непосредственном лечении больных образованиями НП (табл.).

Приведенный в таблице сравнительный анализ непосредственных результатов лечения пациентов полностью согласуется с мировыми мультицентровыми исследованиями [3, 11].

Таблица. Сравнительная оценка результатов лечения больных опухолями надпочечников
Table. Comparative evaluation of the treatment outcomes of patients with adrenal tumors

Показатель	Группа										
	ретроспективная, n = 157			проспективная, n = 261			данные литературы				
	Доступ										
	открытый	лапароскопический	ретроперитонеоскопический	открытый	лапароскопический	ретроперитонеоскопический	открытый	лапароскопический	ретроперитонеоскопический		
Средняя продолжительность ОВ, мин	208,5 ± 31,9	150,5 ± 11,9	135 ± 11,1	150 ± 22,9	122,5 ± 3,5	107,6 ± 16,6	161,2 ± 35*	117,2 ± 15,3*	105 ± 20,3*	134 ± 20,1**	121,5 ± 18,6**
Осложнения, %	-	-	-	-	-	-	1,3*	1,1*	0,7*		
Длительность приема анальгетиков, ч	69,4 ± 5,6	72 ± 3,5	45,6 ± 9,3	61,7 ± 8,8	51 ± 5,7	31,3 ± 8,6	-	48 ± 10,1**	24,3 ± 5,5**		
Койко-день после ОВ, сут	10,4 ± 1,4	6,9 ± 0,7	5,3 ± 1,5	6,3 ± 3,1	3,5 ± 2,1	2,9 ± 1,7	5,5 ± 1,4*	3,8 ± 1,0*	2,5 ± 1,5*	4,1 ± 1,5**	3,0 ± 0,6**

Примечание: * — Heger P. et al., 2017 г.; ** — Mihai R., et al., 2019 г. ОВ — оперативное вмешательство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование возможностей КТ в дооперационном проектировании рационального варианта доступа

для АЭ позволяет с учетом индивидуальных особенностей пациента обоснованно применять эндовидеохирургические и открытые варианты вмешательств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ромащенко П.Н., Железняк И.С., Майстренко Н.А., и др. Проектирование доступа для адреналэктомии с применением компьютерно-томографического 3D-моделирования // Лучевая диагностика и терапия. 2021. Т. 12, № 1. С. 68–74. DOI: 10.22328/2079-5343-2021-12-1-68-74
2. Walz M.K. Minimally invasive adrenal gland surgery. Transperitoneal or retroperitoneal approach? // Der Chirurg. 2012. Vol. 83, No. 6. P. 536–545. DOI: 10.1007/s00104-011-2194-5
3. Heger P., Probst P., Huttner F.J., et al. Evaluation of open and minimally invasive adrenalectomy: a systematic review and network meta-analysis // World Journal of Surgery. 2017. Vol. 41, No. 1. P. 2746–2757. DOI: 10.1007/s00268-017-4095-3
4. Hupe MC, Imkamp F, Merseburger AS Minimally invasive approaches to adrenal tumors: an up-to-date summary including patient position and port placement of laparoscopic, retroperitoneoscopic, robot-assisted and single-site adrenalectomy // Current Opinion in Urology. 2017. Vol. 27, No. 1. P. 56–61. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000339
5. Майстренко Н.А., Фомин Н.Ф., Ромащенко П.Н., и др. Клинико-анатомическое обоснование доступов и техники эндовидеохирургической адреналэктомии // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2002. Т. 161, № 3. С. 21–28.
6. Емельянов С.И., Вередченко В.А., Митичкин А.Е. Использование трехмерной компьютерной томографии в планировании лапароскопической адреналэктомии // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2008. Т. 1, № 1. P. 13–16.
7. Azoury S.C., Nagarajan N., Young A., et al. Computed tomography in the management of adrenal tumors: does size still matter? // Journal of computer assisted tomography. 2017. Vol. 41, No. 4. P. 628–632. DOI: 10.1097/RCT.0000000000000578
8. Rowe S.P., Lugo-Fagundo C., Ahn H., et al. What the radiologist needs to know: the role of preoperative computed tomography in selection of operative approach for adrenalectomy and review of operative techniques // Abdominal Radiology. 2019. Vol. 44, No. 1. P. 140–153. DOI: 10.1007/s00261-018-1669-y
9. Souzaki R, Kinoshita Y, Ieiri S, et al. Preoperative surgical simulation of laparoscopic adrenalectomy for neuroblastoma using a three-dimensional printed model based on preoperative CT-Images // Journal of Pediatric Surgery. 2015. Vol. 50, No. 12. P. 2112–2115. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2015.08.037
10. Alesina P.F. Retroperitoneal adrenalectomy — learning curve, practical tips and tricks, what limits wider uptake // Gland Surgery. 2019. Vol. 8, No. 1. P. 36–40. DOI: 10.21037/gS.2019.03.11

11. Mihai R., Donatini G., Vidal O., et al. Volume-outcome correlation in adrenal surgery — an ESES consensus statement // *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2019. Vol. 404, No. 7. P. 795–806. DOI: 10.1007/s00423-019-01827-5
12. Zonca P., Peterja M., Varra P., et al. The risk of retroperitoneoscopic adrenalectomy // *Rozhl Chir*. 2017. Vol. 96, No. 3. P. 130–133.
13. Lorenz K., Langer P., Niederle B., et al. Surgical therapy of adrenal tumors: Guidelines from the German Association of Endocrine Surgeons (CAEK) // *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2019. Vol. 404, No. 4. P. 385–401. DOI: 10.1007/s00423-019-01768-z
14. Madani A., Lee J.A. Surgical approaches to the adrenal gland // *The Surg Clin North Am*. 2019. Vol. 99, No. 4. P. 773–791. DOI: 10.1016/j.suc.2019.04.013

15. Kostek M., Aygun N., Uludag M., et al. Laparoscopic approach to the adrenal masses: single-center experience of five years // *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*. 2020. Vol. 54, No. 1. P. 52–57. DOI: 10.14744/SEMB.2019.40225
16. Майстренко Н.А., Ромащенко П.Н., Лысанюк М.В. Оптимизация эндовидеохирургической адrenaлэктомии // Сборник тезисов 12-го Съезда Российского общества эндоскопических хирургов. Эндоскопическая хирургия. М., 2009. С. 146–147.
17. Christakis I, Ng CS, Chen C, et al. Operation duration and adrenal gland size, but not BMI are correlated with complication rate for posterior retroperitoneoscopic adrenalectomy for benign diseases // *Surgery*. 2019. Vol. 165, No. 3. P. 637–643. DOI: 10.1016/j.surg.2018.09.044

REFERENCES

1. Romashchenko PN, Zheleznyak IS, Maistrenko NA, et al. Designing access for adrenalectomy using computer-tomographic 3D modeling. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2021;12(1):68–74 (In Russ.) DOI: 10.22328/2079-5343-2021-12-1-68-74
2. Walz MK Minimally invasive adrenal gland surgery. Transperitoneal or retroperitoneal approach? *Der Chirurg*. 2012;83(6):536–545. DOI: 10.1007/s00104-011-2194-5
3. Heger P, Probst P, Huttner FJ, et al. Evaluation of open and minimally invasive adrenalectomy: a systematic review and network meta-analysis. *World Journal of Surgery*. 2017;41(1):2746–2757. DOI: 10.1007/s00268-017-4095-3
4. Hupe MC, Imkamp F, Merseburger AS Minimally invasive approaches to adrenal tumors: an up-to-date summary including patient position and port placement of laparoscopic, retroperitoneoscopic, robot-assisted and single-site adrenalectomy. *Current Opinion in Urology*. 2017;27(1):56–61. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000339
5. Maistrenko NA, Fomin NF, Romashchenko PN, et al. Clinical and anatomical substantiation of approaches and techniques of endovideosurgical adrenalectomy. *Bulletin of Surgery named after. II. Grekov*. 2002;161(3):21–28 (In Russ.).
6. Emelyanov SI, Veredchenko VA, Mitichkin AE. Ispol'zovanie trjohmernoj komp'yuternoj tomografii v planirovanii laparoskopicheskoj adrenaljektomii *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*. 2008;1(1):13–16 (In Russ.).
7. Azoury SC, Nagarajan N, Young A, et al. Computed tomography in the management of adrenal tumors: does size still matter? *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2017;41(4):628–632. DOI: 10.1097/RCT.0000000000000578
8. Rowe SP, Lugo-Fagundo C, Ahn H, et al. What the radiologist needs to know: the role of preoperative computed tomography in selection of operative approach for adrenalectomy and review of operative techniques. *Abdominal Radiology*. 2019;44(1):140–153. DOI: 10.1007/s00261-018-1669-y
9. Souzaki R, Kinoshita Y, Ieiri S, et al. Preoperative surgical simulation of laparoscopic adrenalectomy for neuroblastoma using a three-dimensional printed model based on preoperative CT-Images. *Journal of Pediatric Surgery*. 2015;50(12):2112–2115. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2015.08.037
10. Alesina PF. Retroperitoneal adrenalectomy — learning curve, practical tips and tricks, what limits wider uptake. *Gland Surgery*. 2019;8(1):36–40. DOI: 10.21037/g.2019.03.11
11. Mihai R, Donatini G, Vidal O, et al. Volume-outcome correlation in adrenal surgery — an ESES consensus statement. *Langenbeck's archives of surgery*. 2019;404(7):795–806. DOI: 10.1007/s00423-019-01827-5
12. Zonca P, Peterja M, Varra P, et al. The risk of retroperitoneoscopic adrenalectomy. *Rozhl Chir*. 2017;96(3):130–133.
13. Lorenz K, Langer P, Niederle B, et al. Surgical therapy of adrenal tumors: Guidelines from the German Association of Endocrine Surgeons (CAEK). *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2019;404(4):385–401. DOI: 10.1007/s00423-019-01768-z
14. Madani A, Lee JA Surgical approaches to the adrenal gland. *The Surg Clin North Am*. 2019;99(4):773–791. DOI: 10.1016/j.suc.2019.04.013
15. Kostek M, Aygun N, Uludag M, et al. Laparoscopic approach to the adrenal masses: single-center experience of five years. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*. 2020;54(1):52–57. DOI: 10.14744/SEMB.2019.40225
16. Maistrenko NA, Romashchenko PN, Lysanyuk MV *Optimization of endovideosurgical adrenalectomy. Abstracts of the 12th Congress of the Russian Society of Endoscopic Surgeons*. Endoscopic Surgery. Moscow: 2009;146–147 (In Russ.).
17. Christakis I, Ng CS, Chen C, et al. Operation duration and adrenal gland size, but not BMI are correlated with complication rate for posterior retroperitoneoscopic adrenalectomy for benign diseases. *Surgery*. 2019;165(3):637–643. DOI: 10.1016/j.surg.2018.09.044

ОБ АВТОРАХ

*Софья Григорьевна Блюмина, кандидат медицинских наук; e-mail: sonechka.bliumina@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7028-2347; SPIN-код: 3612-5052

AUTHORS INFO

*Sofya G. Blyumina, candidate of medical sciences; e-mail: sonechka.bliumina@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7028-2347; SPIN code: 3612-5052

Павел Николаевич Ромащенко, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: romashchenko@rambler.ru; ORCID: 0000-0001-8918-1730; SPIN-код: 3850-1792

Игорь Сергеевич Железняк, доктор медицинских наук; e-mail: igzh@bk.ru; ORCID: 0000-0001-7383-512X; SPIN-код: 1450-5053

Pavel N. Romashchenko, doctor of medical sciences, professor; e-mail: romashchenko@rambler.ru; ORCID: 0000-0001-8918-1730; SPIN code: 3850-1792

Igor S. Zheleznyak, doctor of medical sciences; e-mail: igzh@bk.ru; ORCID: 0000-0001-7383-512X; SPIN code: 1450-5053

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author