

Аннаев М.С., Гельцер Б.И., Стегний К.В., Гончарук Р.А., Морозова А.М., Маслянцева Е.В.

ПЕРВИЧНЫЙ ГИПЕРАЛЬДОСТЕРОНИЗМ: ВЫБОР В ПОЛЬЗУ ОРГАНОСОХРАНЯЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690922, Владивосток, Россия

Первичный гиперальдостеронизм (ПГА) является наиболее распространенной причиной вторичной артериальной гипертензии среди эндокринных заболеваний. Учитывая, что пациенты с данной патологией подвержены более высокому риску развития фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий, большое значение имеют ранняя диагностика заболевания и его своевременное лечение. На сегодняшний день в центре внимания находятся две основные формы ПГА: альдостеронпродуцирующая аденома и двусторонняя гиперплазия надпочечников, лечение которых обеспечивается выполнением лапароскопической адреналэктомии или фармакотерапией антагонистами минералокортикоидных рецепторов. Несмотря на то что у большинства пациентов после хирургического вмешательства наблюдается восстановление функционально-метаболического статуса, у части из них фиксируется развитие постоперационной надпочечниковой недостаточности. Это в свою очередь приводит к необходимости длительной гормонозаместительной терапии. В обзоре рассмотрены варианты применения органосохраняющих операций (частичная адреналэктомия и селективная эмболизация надпочечниковой артерии).

Ключевые слова: инциденталомы надпочечников; первичный гиперальдостеронизм; надпочечниковая недостаточность; лапароскопическая адреналэктомия; частичная адреналэктомия; селективная эмболизация надпочечниковых артерий.

Для цитирования: Аннаев М.С., Гельцер Б.И., Стегний К.В., Гончарук Р.А., Морозова А.М., Маслянцева Е.В. Первичный гиперальдостеронизм: выбор в пользу органосохраняющих операций. *Клиническая медицина*. 2023;101(11):525–530.
DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-11-525-530>

Для корреспонденции: Аннаев Мейлис Сердарович — e-mail: dr.meylis.card@gmail.com

Annayev M.S., Stegny K.V., Geltser B.I., Goncharuk R.A., Morozova A.M., Maslyantsev E.V.
PRIMARY HYPERALDOSTERONISM: THE CHOICE IN FAVOR OF CONSERVATIVE SURGERY
Far Eastern Federal University, 690922, Vladivostok, Russia

Primary hyperaldosteronism (PHA) is the most common cause of secondary arterial hypertension among endocrine disorders. Given that patients with this pathology are at a higher risk of developing fatal and non-fatal cardiovascular events, early diagnosis and timely treatment are of great importance. Currently, the two main forms of PHA are aldosterone-producing adenoma and bilateral adrenal hyperplasia, which are treated with laparoscopic adrenalectomy or pharmacotherapy with mineralocorticoid receptor antagonists. Although most patients experience restoration of their functional and metabolic status after surgical intervention, some may develop postoperative adrenal insufficiency, which requires long-term hormone replacement therapy. This review examines the options for organ-preserving surgeries, such as partial adrenalectomy and selective embolization of the adrenal artery.

Key words: adrenal incidentalomas; primary hyperaldosteronism; adrenal insufficiency; laparoscopic adrenalectomy; partial adrenalectomy; selective embolization of the adrenal arteries.

For citation: Annayev M.S., Stegny K.V., Geltser B.I., Goncharuk R.A., Morozova A.M., Maslyantsev E.V. Primary hyperaldosteronism: the choice in favor of conservative surgery. *Klinicheskaya meditsina*. 2023;101(11):525–530.
DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-11-525-530>

For correspondence: Meilis S. Annayev — e-mail: dr.meylis.card@gmail.com

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Поступила 05.04.2023

В настоящее время инциденталомы надпочечников (ИН) являются распространенной формой эндокринной патологии, под которой понимают разнообразные по морфологии образования размером более 1 см, случайно выявленные при использовании визуализирующих методов диагностики. Распространенность ИН по данным аутопсийной статистики составляет в среднем 6%, а по данным КТ «случайные» образования надпочечников выявляются приблизительно у 4% обследованных. В возрасте до 30 лет ИН фиксируются у 0,2% пациентов, а среди лиц старше 70 лет их распространенность достигает 7% [1]. Большинство пациентов с ИН не нуждается в каком-либо лечении и могут оставаться

под амбулаторным наблюдением. К ним относят лиц с небольшими образованиями (размером до 4 см) без признаков злокачественности по визуализирующим методам диагностики (однородной структуры, с нативной плотностью менее 10–15 единиц Хаунсфилда), не имеющих клиничко-биохимических признаков заболевания. Вместе с тем ряд пациентов при выборе тактики лечения требует междисциплинарного подхода. К ним относят лиц, имеющих двусторонние поражения надпочечников, которые, по данным ряда авторов, встречаются в 10–15% случаев [2, 3]. Особого внимания заслуживают пациенты с первичным гиперальдостеронизмом (ПГА), который занимает лидирующее место среди эндокринных забо-

леваний, вызывающих вторичную артериальную гипертензию (АГ). ПГА в виде альдостеронпродуцирующей аденомы или двусторонней гиперплазии надпочечников фиксируется у 5–10% больных АГ [4–6].

В реальной клинической практике большое значение имеет ранняя диагностика ПГА, так как пациенты с данной патологией подвержены более высокому риску развития фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий по сравнению с больными с эссенциальной АГ. S. Monticone, F. D'Ascenzo и соавт. [7] в систематическом обзоре и метаанализе 31 исследования показали, что у пациентов с ПГА вероятность развития инсульта, ишемической болезни сердца, фибрилляции предсердий и сердечной недостаточности в 2–3,5 раза выше, чем у пациентов с эссенциальной АГ [8]. В исследованиях ряда авторов определены категории лиц высокого риска, которым показаны исследования для скрининга ПГА. К ним относят больных с АГ II и III стадии; АГ, резистентную к 3 традиционным антигипертензивным препаратам, включая диуретик, или контролируемую АГ при применении 4 и более антигипертензивных препаратов; АГ в сочетании со спонтанной или индуцированной диуретиками гипокалиемией; АГ с инциденталомой надпочечников; АГ и обструктивное апноэ сна; семейный анамнез ранней АГ или нарушения мозгового кровообращения в молодом возрасте (< 40 лет); мерцательную аритмию, не ассоциированную со структурным ремоделированием сердца и/или другими состояниями, вызывающими аритмию; родственников 1-й степени родства больных АГ с диагностированным ПГА [6]. Долгие годы для скрининга ПГА использовались такие клинические маркеры, как АГ, гипокалиемия и метаболический алкалоз, впервые описанные Дж. Конном в середине 50-х годов прошлого века. В 1981 г. для скрининга ПГА среди гипертоников было предложено определение альдостерон-ренинового соотношения (АРС) [9]. В настоящее время АРС считается основным и наиболее надежным индикатором ПГА [11–14]. Вместе с тем в недавно опубликованном систематическом обзоре, включающем 10 исследований с общим числом участников 4110 человек, было показано, что АРС имеет ограниченную диагностическую способность — это обусловлено широкой вариабельностью пороговых значений данного показателя из-за различий в диагностических протоколах и методах исследования [13, 14]. Однако в большинстве исследований доказано, что в сравнении с анализом изолированных значений уровня калия или альдостерона АРС обладает максимальной чувствительностью и специфичностью при первичном скрининге ПГА [15–20]. Дальнейшие этапы диагностики ПГА связаны с проведением компьютерной томографии (КТ) и сравнительного селективного венозного забора крови из надпочечниковых вен (ССВЗК) для локализации пораженного надпочечника.

Известно, что ПГА в 30% случаев ассоциируется с альдостеронпродуцирующей аденомой надпочечника (АПА, синдром Конна), а в 60% случаев — с двусторонней надпочечниковой гиперплазией. Около 5–10% случаев ПГА составляют его наследственные формы в виде

изолированной патологии надпочечников или их сочетания с другими компонентами генетически детерминированных синдромов. Причинами ПГА могут быть также односторонняя гиперплазия надпочечников или аденокортикальный рак [18, 19, 21]. Несмотря на то что КТ обладает высокой чувствительностью и специфичностью по сравнению с другими визуализирующими методами диагностики, она не всегда позволяет точно оценить структуру надпочечника при гиперплазии. Так, например, микронодулярная гиперплазия нередко трактуется как нормальная ткань надпочечника, что не позволяет объективно оценить точную локализацию и распространенность процесса, а в отдельных случаях приводит к неоправданной адреналэктомии. Именно поэтому проведение ССВЗК в последние годы относят к «золотому стандарту» дифференциальной диагностики одностороннего или двустороннего поражения надпочечников, что важно в выборе тактики дальнейшего лечения [22–24].

В настоящее время при лечении пациентов с доказанным ПГА используются 2 основных метода: при одностороннем поражении применяется хирургическая стратегия с открытой или лапароскопической адреналэктомией; для лечения двусторонних форм используется фармакотерапия антагонистами минералокортикоидных рецепторов (АМР). Цель лечения состоит в нормализации артериального давления и продукции альдостерона, что обеспечивает улучшение качества жизни и снижение смертности [5, 18, 19]. Вместе с тем, по мнению ряда авторов, выбор этих стратегий не всегда эффективен. Известно, что даже при технически идеально выполненной адреналэктомии сохраняются риски послеоперационных осложнений. К одним из них относят первичную надпочечниковую недостаточность (НН), которая требует длительной послеоперационной гормонозаместительной терапии [25, 26]. При односторонней адреналэктомии НН развивается вследствие того, что контралатеральный надпочечник не может адекватно восполнить функцию удаленной железы. При этом тяжелое течение НН наблюдается у пациентов с синдромом Иценко–Кушинга в связи с гиперпродукцией кортизола, который подавляет функцию здоровой железы вплоть до полной атрофии ее коркового слоя [27, 28]. При ПГА патофизиологическим последствием одностороннего избыточного синтеза альдостерона является подавление функции клубочковой зоны контралатерального надпочечника. После адреналэктомии это может привести к дефициту альдостерона, нарушающему почечный клиренс калия, и последующей гиперкалиемии, что и становится проявлением НН. Evelyn Fischer и соавт. [29] провели ретроспективный анализ данных 110 пациентов с ПГА после адреналэктомии с целью оценки частоты развития НН. Пациенты наблюдались в клиниках Мюнхена и Берлина с 2004 по 2012 г. В исследование были включены 58 мужчин и 52 женщины, средний возраст которых составлял 51 год. Диагноз ПГА был выставлен в соответствии с критериями клинических рекомендаций по ведению больных с ПГА. Для латерализации процесса всем пациентам было проведено ССВЗК, для подтипирования

использовались индексы селективности $\geq 2,0$ и латерализации $\geq 4,0$. В послеоперационном периоде НН была выявлена у 18 (16,4%) пациентов. Критериями ее оценки были показатели калия и альдостерона. Гиперкалиемия определялась при уровне калия в сыворотке крови $> 5,5$ ммоль/л. К транзиторной относили гиперкалиемию, возникшую в течение первых 3 мес. и спонтанно разрешившуюся через 3 мес. после операции. Персистирующей гиперкалиемия считалась в тех случаях, когда она сохранялась более 3 мес. после операции. Послеоперационные уровни альдостерона оценивали следующим образом: < 35 нг/л — неопределяемый и < 50 нг/л — низкий. Согласно этим критериям 12 пациентов составили группу с умеренной НН, а 6 — с тяжелой, требующую постоянной заместительной терапии глюкокортикоидами. Kyeong Seon Park и соавт. [30] путем ретроспективного анализа медицинских карт 124 больных с ПГА из клиник Сеульского национального университета показали, что послеоперационная транзиторная гиперкалиемия имела место у 4 пациентов, а персистирующая гиперкалиемия — у 9. При этом у 7 больных тяжелая гиперкалиемия ($> 6,0$ ммоль/л) сохранялась в течении 1 мес. после операции и у 5 — в течение 3 мес. Таким образом, НН фиксировалась у 10,5% больных, из которых 7,3% имели стойкую послеоперационную гиперкалиемию. В работе Daniel A. Heinrich и соавт. [31] послеоперационная НН была зафиксирована у 27 из 100 пациентов. В отличие от предыдущих авторов оценка НН проводилась по уровню кортизола в сыворотке крови после стимуляции АКТГ ($\leq 13,5$ мкг/дл — тяжелая НН, $13,5$ – 17 мкг/дл — умеренная НН). При этом 13 пациентов имели тяжелую НН, а 14 — умеренную. После операции 17 пациентам в течение года проводилась терапия гидрокортизоном. Один больной из группы с тяжелой НН в дальнейшем был госпитализирован с адреналовым кризом. Анализ результатов данных исследований показал, что в среднем каждый 4-й пациент после адреналэктомии подвержен развитию НН. Это в свою очередь является поводом для оценки результативности адреналэктомии как оптимального средства лечения ПГА с односторонним поражением.

Одним из альтернативных подходов является применение органосохраняющих технологий. Это обусловлено прежде всего тем, что заболевания надпочечников в большинстве случаев не ассоциируются со злокачественными новообразованиями, это определяет перспективу для использования органосохраняющих операций. Одной из них является частичная адреналэктомия, интерес к которой в последние годы постоянно возрастает. Ее применение позволяет сохранить определенную часть здоровой ткани надпочечника, тем самым ограничивая риск развития послеоперационной НН и необходимость проведения пожизненной заместительной терапии кортикостероидами [32]. Результаты ряда исследований показали, что даже 10–15% сохраненной ткани надпочечника бывает достаточно, чтобы предотвратить возникновение послеоперационного дефицита гормонов [33, 34]. Kun-Peng Li и соавт. [35] опубликовали систе-

матический обзор по оценке безопасности и эффективности частичной адреналэктомии (ЧА) по сравнению с тотальной адреналэктомией (ТА) у пациентов с односторонней альдостеронпродуцирующей аденомой. Было установлено, что при ЧА длительность операции, продолжительность стационарного лечения и количество осложнений существенно ниже, чем при ТА. Это позволило авторам сделать вывод о неоспоримых преимуществах метода ЧА. В последние годы были опубликованы работы по оценке использования ЧА не только при односторонних поражениях надпочечников, но и при билатеральном процессе [36–40]. При этом ряд авторов не находят существенных различий между ЧА и ТА [41]. Некоторые из них считают, что риск рецидива заболевания после ЧА превалирует над его пользой, так как современные методы визуализации не располагают возможностью точно определить границы между нормальной и патологически измененной тканью надпочечника [42]. Takumi Kitamoto с коллегами [43] разработали методику картирования внутринадпочечниковой активности альдостерона на основе сегментарного селективного забора венозной крови и предварительно проведенной КТ. Данная методика, по мнению авторов, дает возможность выявлять не только сторону гиперпродукции альдостерона, но также определять конкретную локализацию с точностью до сегмента, что способствует дальнейшему выбору лечебной тактики. При сравнении результатов КТ, обычного селективного забора из центральной надпочечниковой вены и сегментарного венозного забора крови было установлено, что последний позволяет более точно определять подтипы ПГА. Этот метод помог диагностировать одностороннюю АПА у 16,7% больных с диагнозом идиопатического гиперальдостеронизма и позволил сделать выбор в пользу ЧА. Кроме того, благодаря точной локализации аденомы у пациентов с двусторонними АПА использование хирургической технологии ЧА демонстрировало хорошие клинические и биохимические результаты в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения.

В последние годы все больший интерес у врачебного сообщества вызывает суперселективная эмболизация надпочечниковых артерий (СЭНА) в качестве альтернативного метода лечения пациентов с ПГА. К сожалению, до сих пор не было проведено крупных рандомизированных клинических исследований, посвященных сравнительному анализу эффективности и безопасности СЭНА и адреналэктомии, но работы отдельных авторов свидетельствуют в пользу возможного использования этого метода лечения. Так, Yaqiong Zhou и соавт. [44] описали клинический случай пациента с односторонней АПА, который отказался от адреналэктомии, и в качестве альтернативного лечения ему была проведена эмболизация левой средней надпочечниковой артерии, кровоснабжавшей АПА. После операции у пациента наблюдался регресс АГ без приема привычных гипотензивных препаратов, стабилизировался уровень альдостерона и калия крови, значительно уменьшилась гипертрофия миокарда левого желудочка, а КТ через 3 мес. показала полное от-

сутствие аденомы. Аналогичный случай был описан Izak S. Van der Walt и соавт. [45] на примере 69-летнего мужчины, страдавшего ПГА, которому из-за сопутствующих заболеваний было отказано в адреналэктомии, но благодаря эмболизации артерии, питающей АПА, были достигнуты значительное снижение АД, уменьшение доз гипотензивных препаратов, нормализация уровня альдостерона и калия крови. При этом КТ брюшной полости через 11 мес. демонстрировала инволюцию альдостеромы. В отличие от вышеуказанных авторов Hui Dong с коллегами [46] применили эмболизацию у пациентов с идиопатическим ПГА. После операции у 39 из 41 пациента удалось снизить дозы или полностью отказаться от терапии АМР, у которой также есть определенные побочные эффекты [47]. В недавно опубликованном исследовании Jian Qiu и соавт. [48] на примере 38 пациентов с двусторонним ПГА показали полное или частичное восстановление функционального и гормонального статуса после СЭНА у большинства больных. Авторы описывают снижение АРС уже через 24 ч после операции. В динамике годичного наблюдения отмечено уменьшение показателей гипертрофии миокарда, особенно в группе пациентов с полным клиническим успехом. Авторы подчеркивают, что СЭНА может рассматриваться как альтернативный метод лечения у пациентов с ПГА при двустороннем поражении надпочечников.

Заключение

ПГА является частой причиной устойчивого повышения АД, а распространенность данной патологии среди лиц с АГ составляет 5–10%. В связи с этим ранняя диагностика и своевременное лечение этих больных является важной задачей клинической практики, основанной на принципах персонифицированного и междисциплинарного подхода. Несмотря на то что в настоящее время лечение ПГА в соответствии с клиническими рекомендациями предполагает применение лапароскопической адреналэктомии или фармакотерапии АМР, в последние годы активно развиваются новые направления лечения на основе органосохраняющих хирургических операций (ЧА и СЭНА), применение которых позволяет сократить число осложнений, количество дней пребывания в стационаре и повысить качество жизни больных. Дальнейшее совершенствование этих технологий позволит разработать новые алгоритмы лечения пациентов с ПГА на основе органопротекции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках проекта FZNS-2023-0010 Госзадания ДВФУ.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бельцевич Д.Г., Трошина Е.А., Мельниченко Г.А., Платонова Н.М., Ладыгина Д.О., Шевэ А. Проект клинических рекомендаций «инциденталомы надпочечника». *Эндокринная хирургия*. 2020;15(1):4–26. [Beltsevich D.G., Troshina E.A., Melnichenko G.A., Platonova N.M., Ladygina D.O., Sheve A. Draft of the clinical practice guidelines “adrenal incidentaloma”. *J. Endocrine Surgery*. 2021;15(1):4–26. (In Russian)]. DOI: [org/10.14341/serg12712](http://doi.org/10.14341/serg12712)
2. Chatzellis E., Kaltsas G. Adrenal Incidentalomas. 2019 Nov 7. In: Feingold K.R., Anawalt B., Blackman M.R., Boyce A., Chrousos G., Corpas E., de Herder W.W., Dhatariya K., Hofland J., Duncan K., Hofland J., Kalra S., Kaltsas G., Kapoor N., Koch C., Kopp P., Korbonits M., Kovacs C.S., Kuohung W., Laferrière B., Levy M., McGee E.A., McLachlan R., New M., Purnell J., Sahay R., Singer F., Sperling M.A., Stratakis C.A., Trencle D.L., Wilson D.P., editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000.
3. Мурадян А.Г., Костин А.А., Воробьев Н.В., Толкачев А.О. Метастатические опухоли надпочечника. Эпидемиология, этиология, диагностика. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2020;9(3):53–60. [Muradyan A.G., Kostin A.A., Vorobiov N.V., Tolkahev A.O. Metastatic adrenal tumors. Epidemiology, etiology, diagnosis. *P.A. Herzen Journal of Oncology = Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gertsena*. 2020;9(3):53–60. (In Russian)]. DOI: [10.17116/onkolog2020903153](http://doi.org/10.17116/onkolog2020903153)
4. Уильям Я., Ладыгина Д.О., Балутина О.В., Бельцевич Д.Г. Первичный гиперальдостеронизм: подход клиники Мэйо. *Терапевтический архив*. 2020;92(10):83–87. [Young W., Ladygina D.O., Balutina O.V., Beltsevich D.G. Primary aldosteronism: The Mayo clinic approach. *Therapeutic Archive*. 2020;92(10):83–87. (In Russian)]. DOI: [10.26442/00403660.2020.10.000754](http://doi.org/10.26442/00403660.2020.10.000754)
5. Мельниченко Г.А., Платонова Н.М., Бельцевич Д.Г., Юкина М.Ю., Молашенко Н.В., Трошина Е.А. Первичный гиперальдостеронизм: диагностика и лечение. Новый взгляд на проблему. По материалам Проекта клинических рекомендаций Российской ассоциации эндокринологов по диагностике и лечению первичного гиперальдостеронизма. *Consilium Medicum*. 2017;19(4):75–85. [Melnichenko G.A., Platonova N.M., Beltsevich D.G., Yukina I., Molashenko N.V., Troshina E.A. Primary hyperaldosteronism: diagnosis and treatment. A new look at the problem. According to the materials of the Russian Association of Endocrinologists clinical guidelines for primary hyperaldosteronism diagnosis and treatment. *Consilium Medicum*. 2017;19(4):75–85. (In Russian)].
6. Huang W.C., Lin Y.H., Wu V.C., Chen C.H., Siddique S., Chia Y.C., Tay J.C., Sogunuru G., Cheng H.M., Kario K. Who should be screened for primary aldosteronism? A comprehensive review of current evidence. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2022;24(9):1194–1203. DOI: [10.1111/jch.14558](http://doi.org/10.1111/jch.14558)
7. Monticone S., D'Ascenzo F., Moretti C., Williams T.A., Veglio F., Gaita F., Mulatero P. Cardiovascular events and target organ damage in primary aldosteronism compared with essential hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6(1):41–50. DOI: [10.1016/S2213-8587\(17\)30319-4](http://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30319-4)
8. Хамнуева Л.Ю., Андреева Л.С., Токарева Н.П., Новожилов А.В., Ефимов А.А., Рожанская Е.В. Диагностика и лечение альдостерон-продуцирующей аденомы у молодого пациента: клиническое наблюдение. *Альманах клинической медицины*. 2021;49(5):335–341. [Khamnueva L.Yu., Andreeva L.S., Tokareva N.P., Novozhilov A.V., Efimov A.A., Rozhanskaya E.V. Diagnosis and treatment of aldosterone-producing adenoma in a young patient: a clinical case. *Clinical Medicine Almanac*. 2021;49(5):335–341 (In Russian)]. DOI: [10.18786/2072-0505-2021-49-039](http://doi.org/10.18786/2072-0505-2021-49-039)
9. Hiramatsu K., Yamada T., Yukimura Y., Komiya I., Ichikawa K., Ishihara M., Nagata H., Izumiya T. A screening test to identify aldosterone-producing adenoma by measuring plasma renin activity. Results in hypertensive patients. *Arch. Intern. Med.* 1981;141(12):1589–93. DOI: [10.1001/archinte.1981.00340130033011](http://doi.org/10.1001/archinte.1981.00340130033011)
10. Gan W., Lin W., Ouyang J., Li Y., Chen D., Yao Z., Feng P. High efficiency of the aldosterone-to-renin ratio in precisely detecting primary aldosteronism. *J. Hum. Hypertens.* 2019;33(1):57–61. DOI: [10.1038/s41371-018-0112-8](http://doi.org/10.1038/s41371-018-0112-8)
11. Schilbach K., Junnila R.K., Bidlingmaier M. Aldosterone to Renin Ratio as Screening Tool in Primary Aldosteronism. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes*. 2019;127(02–03):84–92. DOI: [10.1055/a-0672-0836](http://doi.org/10.1055/a-0672-0836)
12. Ariens J., Horvath A.R., Yang J., Choy K.W. Performance of the aldosterone-to-renin ratio as a screening test for primary aldosteronism in primary care. *Endocrine*. 2022;77(1):11–20. DOI: [10.1007/s12020-022-03084-x](http://doi.org/10.1007/s12020-022-03084-x)
13. Hung A., Ahmed S., Gupta A., Davis A., Kline G.A., Leung A.A., Ruzicka M., Hiremath S., Hundemer G.L. Performance of the Aldosterone to Renin Ratio as a Screening Test for Primary Aldosteronism. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2021;106(8):2423–2435. DOI: [10.1210/clinem/dgab348](http://doi.org/10.1210/clinem/dgab348)
14. Чихладзе Н.М. Первичный гиперальдостеронизм: показания для скрининга. *Терапевтический архив*. 2022;94(1):107–113. [Chikh-

- ladze N.M. Primary hyperaldosteronism: indications for screening. *Therapeutic Archive*. 2022;94(1):107–113. (In Russian). DOI: 10.26442/00403660.2022.01.201324
15. Stowasser M., Ahmed A.H., Pimenta E., Taylor P.J., Gordon R.D. Factors affecting the aldosterone/renin ratio. *Horm. Metab. Res.* 2012;44(3):170–6. DOI: 10.1055/s-0031-1295460
16. Alnazer R.M., Veldhuizen G.P., Kroon A.A., de Leeuw P.W. The effect of medication on the aldosterone-to-renin ratio. A critical review of the literature. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2021;23(2):208–214. DOI: 10.1111/jch.14173
17. Veldhuizen G.P., Alnazer R.M., Kroon A.A., de Leeuw P.W. Confounders of the aldosterone-to-renin ratio when used as a screening test in hypertensive patients: A critical analysis of the literature. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2021;23(2):201–207. DOI: 10.1111/jch.14117
18. Funder J.W., Carey R.M., Mantero F., Murad M.H., Reincke M., Shibata H., Stowasser M., Young W.F. Jr. The Management of Primary Aldosteronism: Case Detection, Diagnosis, and Treatment: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2016;101(5):1889–916. DOI: 10.1210/jc.2015-4061
19. Naruse M., Katabami T., Shibata H., Sone M., Takahashi K., Tanabe A., Izawa S., Ichijo T., Otsuki M., Omura M., Ogawa Y., Oki Y., Kurihara I., Kobayashi H., Sakamoto R., Satoh F., Takeda Y., Tanaka T., Tamura K., Tsuiki M., Hashimoto S., Hasegawa T., Yoshimoto T., Yoneda T., Yamamoto K., Rakugi H., Wada N., Saiki A., Ohno Y., Haze T. Japan Endocrine Society clinical practice guideline for the diagnosis and management of primary aldosteronism 2021. *Endocr. J.* 2022;69(4):327–359. DOI: 10.1507/endocrj.EJ21-0508
20. Russmann M.L. E., Delfino L., Fierro F., Santoro S., Pérez M., Caruso G., Glikman P., Gauna A., Lupi S. Primary aldosteronism: Aldosterone/renin ratio cut-off points. *Endocrinol. Diabetes Nutr. (Engl. Ed.)*. 2019;66(6):361–367. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.endinu.2018.11.008
21. Yoon M., Hong N., Ha J., Lee C.J., Ku C.R., Rhee Y., Park S. Prevalence and clinical characteristics of primary aldosteronism in a tertiary-care center in Korea. *Hypertens. Res.* 2022;45(9):1418–1429. DOI: 10.1038/s41440-022-00948-7
22. Kempers M.J., Lenders J.W., van Outheusden L., van der Wilt G.J., Schultze Kool L.J., Hermus A.R., Deinum J. Systematic review: diagnostic procedures to differentiate unilateral from bilateral adrenal abnormality in primary aldosteronism. *J. Ann. Intern. Med.* 2009;151(5):329–37. DOI: 10.7326/0003-4819-151-5-200909010-00007
23. Ladurner R., Sommerey S., Buechner S., Dietz A., Degenhart C., Hallfeldt K., Gallwas J. Accuracy of adrenal imaging and adrenal venous sampling in diagnosing unilateral primary aldosteronism. *Eur. J. Clin. Invest.* 2017;47(5):372–377. DOI: 10.1111/eci.12746
24. Betz M.J., Zech C.J. Adrenal venous sampling in the diagnostic work-up of primary aldosteronism. *Br. J. Radiol.* 2022;95(1129):20210311. DOI: 10.1259/bjr.20210311
25. Addison T. on the constitutional and local effects of disease of the supra-renal capsules. London, UK: Samuel Highley; 1855.
26. Barthel A., Benker G., Berens K., Diederich S., Manfras B., Gruber M., Kanczkowski W., Kline G., Kamvissi-Lorenz V., Hahner S., Beuschlein F., Brennan A., Boehm B.O., Torpy D.J., Bornstein S.R. An Update on Addison's Disease. *J. Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes*. 2019;127(2-03):165–175. DOI: 10.1055/a-0804-2715
27. Di Dalmazi G., Berr C.M., Fassnacht M., Beuschlein F., Reincke M. Adrenal function after adrenalectomy for subclinical hypercortisolism and Cushing's syndrome: a systematic review of the literature. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2014;99(8):2637–45. DOI: 10.1210/jc.2014-1401
28. Kulshreshtha B., Arora A., Aggarwal A., Bhardwaj M. Prolonged adrenal insufficiency after unilateral adrenalectomy for Cushing's Syndrome. *Indian J. Endocrinol. Metab.* 2015;19(3):430–2. DOI: 10.4103/2230-8210.152794
29. Fischer E., Hanslik G., Pallauf A., Degenhart C., Linsenmaier U., Beuschlein F., Bidlingmaier M., Mussack T., Ladurner R., Hallfeldt K., Quinkler M., Reincke M. Prolonged zona glomerulosa insufficiency causing hyperkalemia in primary aldosteronism after adrenalectomy. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012;97(11):3965–73. DOI: 10.1210/jc.2012-2234
30. Park K.S., Kim J.H., Ku E.J., Hong A.R., Moon M.K., Choi S.H., Shin C.S., Kim S.W., Kim S.Y. Clinical risk factors of postoperative hyperkalemia after adrenalectomy in patients with aldosterone-producing adenoma. *Eur. J. Endocrinol.* 2015;172(6):725–31. DOI: 10.1530/EJE-15-0074
31. Heinrich D.A., Adolf C., Holler F., Lechner B., Schneider H., Riestner A., Nirschl N., Sturm L., Wang X., Ladurner R., Seidensticker M., Bidlingmaier M., Beuschlein F., Reincke M. Adrenal insufficiency after unilateral adrenalectomy in primary aldosteronism: long-term outcome and clinical impact. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2019;104(11):5658–5664. DOI: 10.1210/jc.2019-00996
32. Alesina P.F., Knyazeva P., Hinrichs J., Walz M.K. Tailored Approach in Adrenal Surgery: Retroperitoneoscopic Partial Adrenalectomy. *Front Endocrinol. (Lausanne)*. 2022;13:855326. DOI: 10.3389/fendo.2022.855326. PMID: 35418944; PMCID: PMC8995530
33. Brauckhoff M., Stock K., Stock S., Lorenz K., Sekulla C., Brauckhoff K., Thanh P.N., Gimm O., Spielmann R.P., Dralle H. Limitations of intraoperative adrenal remnant volume measurement in patients undergoing subtotal adrenalectomy. *World J. Surg.* 2008;32(5):86372. DOI: 10.1007/s00268-007-9402-y
34. Walz M.K. Nebennierenresektion zum Erhalt der adrenokortikalen Funktion. Indikationen und Ergebnisse [Adrenalectomy for preservation of adrenocortical function. Indication and results]. *Chirurg.* 2009;80(2):99–104. German. DOI: 10.1007/s00104-008-1612-9
35. Li K.P., Duan X., Yang X.S., Huang J., Wu T. Partial versus total adrenalectomy for the treatment of unilateral aldosterone-producing adenoma: a systematic review and meta-analysis. *Updates Surg.* 2021;73(6):2301–2313. DOI: 10.1007/s13304-021-01116-1
36. Miron A., Giulea C., Nădrăgea M., Enciu O. Laparoscopic Partial Adrenalectomy. *Chirurgia (Bucur)*. 2017;112(1):77–81. DOI: 10.21614/chirurgia.112.1.77
37. Miron A., Toma E.A., Enciu O. Partial adrenalectomy — how far can we go? *Acta Endocrinol. (Bucharest)*. 2022;18(3):401–405. DOI: 10.4183/aeb.2022.401
38. Billmann F., Billeter A., Thomusch O., Keck T., El Shishtawi S., Langan E.A., Strobel O., Müller-Stich B.P. Minimally invasive partial versus total adrenalectomy for unilateral primary hyperaldosteronism—a retrospective, multicenter matched-pair analysis using the new international consensus on outcome measures. *Surgery*. 2021;169(6):1361–1370. DOI: 10.1016/j.surg.2020.09.005
39. Balescu I., Arnautu O., Grasu M., Badiu C., Tomulescu V., Copăescu C. Partial adrenalectomy — arguments for the minimally invasive surgical approach. *Chirurgia (Bucur)*. 2019;114(5):611–621. DOI: 10.21614/chirurgia.114.5.611
40. Procopio P.F., Pennestri F., De Crea C., Voloudakis N., Bellantone R., Raffielli M. Outcome of Partial Adrenalectomy in MEN2 Syndrome: Personal Experience and Systematic Review of Literature. *Life (Basel)*. 2023;13(2):425. DOI: 10.3390/life13020425
41. Flammia R.S., Anceschi U., Tufano A., Bologna E., Proietti F., Bove A.M., Misuraca L., Mastroianni R., Tirone G., Carrara A., Luciani L., Cai T., Leonardo C., Simone G. Minimally Invasive Partial vs. Total Adrenalectomy for the Treatment of Unilateral Primary Aldosteronism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Clin. Med.* 2022;11(5):1263. DOI: 10.3390/jcm11051263
42. Van de Wiel E.C.J., Küsters B., Mann R., Veltien A., Aalders T.W., Verhaegh G.W., Mukai K., Deinum J., Langenhuijsen J.F. Partial adrenalectomy carries a considerable risk of incomplete cure in primary aldosteronism. *J. Urol.* 2021;206(2):219–228. DOI: 10.1097/JU.0000000000001752
43. Takumi K., Kanako K.K., Masao O., Tomoko T., Yuya T., Haremaru K., Yuto Ya., Hironobu S., Jun S., Tetsuo N. Precise mapping of intra-adrenal aldosterone activities provides a novel surgical strategy for primary aldosteronism. *J. Hypertension*. 2020;76:976–984. DOI: 10.1161/hypertensionaha.119.14341
44. Zhou Y., Wang D., Liu Q., Hou J., Wang P. Case report: Percutaneous adrenal arterial embolization cures resistant hypertension. *Front Cardiovasc. Med.* 2022;9:1013426. DOI: 10.3389/fcvm.2022.1013426
45. Van der Walt I.S., Brown M., Lodh S. Adrenal gland-sparing transcatheter embolisation of an aldosteronoma for the treatment of refractory hypertension. *Radiol. Case Rep.* 2022;17(4):1088–1094. DOI: 10.1016/j.radcr.2022.01.043
46. Dong H., Zou Y., He J., Deng Y., Chen Y., Song L., Xu B., Gao R., Jiang X. Superselective adrenal arterial embolization for idiopathic hyperaldosteronism: 12-month results from a proof-of-principle trial. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2021;97(2):976–981. DOI: 10.1002/ccd.29554
47. Ishikawa T., Morimoto S., Ichihara A. Effects of mineralocorticoid receptor antagonists on sex hormones and body composition in patients with primary aldosteronism. *Hypertens. Res.* 2022;45(3):496–506. DOI: 10.1038/s41440-021-00836-6
48. Qiu J., Li N., Xiong H.L., Yang J., Li Y.D., Hu C.K., Lai Z.Q., Liang N.P., Zhang H.J., Jiang X.J., Dong Y.F. Superselective adrenal

arterial embolization for primary aldosteronism without lateralized aldosterone secretion: an efficacy and safety, proof-of-principle study. *Hypertens. Res.* 2023 Mar 3. DOI: 10.1038/s41440-023-01236-8

Поступила 05.04.2023

Информация об авторах/Information about authors

Аннаев Мейлис Сердарович (Annayev Meilis S.) — аспирант школы медицины ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0001-9911-3117>

Стегний Кирилл Владимирович (Stegniy Kirill V.) — д-р мед. наук, профессор, член-корр. РАН, директор школы медицины ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0003-0472-9504>

Гельцер Борис Израйльевич (Geltser Boris I.) — д-р мед. наук, профессор, член-корр. РАН, заместитель директора по научной работе школы медицины ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0002-9250-557X>

Гончарук Роман Анатольевич (Goncharuk Roman A.) — канд. мед. наук, врач-хирург, онколог медицинского центра ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0002-6261-7511>

Морозова Алла Моисеевна (Morozova Alla M.) — канд. мед. наук, доцент департамента дополнительного образования и ординатуры школы медицины ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0003-2387-6518>

Маслянцева Евгений Владимирович (Maslyantsev Evgeny V.) — ассистент департамента клинической медицины школы медицины, врач-хирург центра хирургии медицинского центра ДВФУ, <https://orcid.org/0000-0002-1074-1000>