

© CC 0 Коллектив авторов, 2024
УДК 616.441-007.62-089.87 : 615.832
<https://doi.org/10.24884/0042-4625-2024-183-3-62-67>

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОВОЛНОВОЙ АБЛЯЦИИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ГИПЕРПАРАТИРЕОЗЕ

М. Б. Салиба*, С. П. Ветшев, А. А. Максимова, Г. А. Жемерикин, Ф. П. Ветшев,
В. А. Живова, К. К. Попов, Е. А. Павлова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), Москва, Россия

Поступила в редакцию 06.05.2024 г.; принята к печати 26.06.2024 г.

Цель публикации – клиническая демонстрация успешного применения миниинвазивного хирургического лечения больной первичным гиперпаратиреозом (ПГПТ) методом чрескожной микроволновой абляции (МВА) аденомы околощитовидной железы (ОЩЖ) под ультразвуковым наведением. Метод обеспечивает максимальную эффективность при наименьшей травматичности, меньшем периоде восстановления после операции и лучшем эстетическом эффекте. После миниинвазивного вмешательства пациентка предъявляла жалобы, связанные с гипокальциемией, которая развивается практически после любых вариантов радикального лечения ПГПТ. Других осложнений не выявлено. Дальнейшее динамическое наблюдение осуществлял эндокринолог по месту проживания. Полученные хорошие результаты позволяют продолжить накопление опыта МВА при заболеваниях ОЩЖ.

Ключевые слова: первичный гиперпаратиреоз, околощитовидная железа, микроволновая абляция, паратиреома, чрескожные вмешательства, термоабляция

Для цитирования: Салиба М. Б., Ветшев С. П., Максимова А. А., Жемерикин Г. А., Ветшев Ф. П., Живова В. А., Попов К. К., Павлова Е. А. Первый опыт применения микроволновой абляции при первичном гиперпаратиреозе. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2024;183(3):62–67. DOI: 10.24884/0042-4625-2024-183-3-62-67.

* **Автор для связи:** Максим Б. Салиба, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2. E-mail: saliba_m_b@staff.sechenov.ru.

THE FIRST EXPERIENCE OF APPLYING MICROWAVE ABLATION IN PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM

Maksim B. Saliba*, Sergey P. Vetshev, Anastasia A. Maksimova, Gleb A. Zhemerikin,
Fedor P. Vetshev, Victoria A. Zhivova, Kirill K. Popov, Ekaterina A. Pavlova

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Received 06.05.2024; accepted 26.06.2024

The OBJECTIVE of this article was to present a clinical demonstration of the successful experience of using minimally invasive surgical treatment of a patient with primary hyperparathyroidism (PHPT) by percutaneous microwave ablation (MWA) of parathyroid adenoma, under ultrasound guidance. This method provides maximum effectiveness with minimal invasiveness, a shorter recovery period after surgery, and a better cosmetic effect. After the minimally invasive intervention, the patient had complaints related to hypocalcemia, which develops practically after any form of radical PHPT treatment. No other complications were observed. Further dynamic observation was carried out by an endocrinologist at the place of residence. The obtained positive results demonstrated a good perspective of PHPT treatment by using MWA.

Keywords: primary hyperparathyroidism, parathyroid gland, microwave ablation, parathyroid adenoma, percutaneous interventions, thermal ablation

For citation: Saliba M. B., Vetshev S. P., Maksimova A. A., Zhemerikin G. A., Vetshev F. P., Zhivova V. A., Popov K. K., Pavlova E. A. The first experience of applying microwave ablation in primary hyperparathyroidism. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2024;183(3):62–67. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2024-183-3-62-67.

* **Corresponding author:** Maksim B. Saliba, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, 2, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, 119991, Russia. E-mail: saliba_m_b@staff.sechenov.ru.



Рис. 1. Ультразвуковая сканограмма. Аденома правой нижней ОЩЖ (указана стрелкой)

Fig. 1. Ultrasound scan. Adenoma of the right lower parathyroid gland (indicated by the arrow)

Введение. ПГПТ – эндокринное заболевание, развивающееся в результате чрезмерной выработки паратиреоидного гормона (ПТГ) ОЩЖ. Заболевание относят к наиболее распространенным эндокринопатиям: оно занимает 3 место после сахарного диабета и заболеваний щитовидной железы. Распространенность заболевания варьирует от 0,1 до 1,0 % [1]. ПГПТ обусловлен солитарной паратиромой примерно в 80 % наблюдений, гиперплазией 4-х ОЩЖ – в 15 %, 2 аденомами и более – в 2–4 % наблюдений. Карциному ОЩЖ выявляют у 1 % больных [2]. Классический тяжелый ПГПТ связан с повышенной смертностью [3]. Результаты исследований подчеркивают социально-экономическую значимость ПГПТ: 62,1 % пациентов являются людьми трудоспособного возраста [2, 4].

Единственным радикальным способом лечения при ПГПТ считают оперативное вмешательство [5–8]. Чаще всего осуществляют селективную паратиреоидэктомию (ПТЭ) [3]. Помимо объема ПТЭ важным аспектом является хирургический доступ. Последний представлен различными способами формирования операционного поля (проеекционно и внепроеекционно).

Успехи эндокринной хирургии во многом обусловлены достижениями дооперационной и интраоперационной инструментальной топической диагностики [6, 9, 10]. Комбинация лучевых и волновых методов диагностики позволяет с высокой точностью обнаружить патологически измененную железу и сформировать показания к малотравматичному вмешательству [11, 12].

Новое направление миниинвазивной хирургии в лечении пациентов с ПГПТ – чрескожные методы локальной деструкции. Полагают, что эти методы обеспечивают максимальную эффективность при наименьшей травматичности и отсутствии дефек-

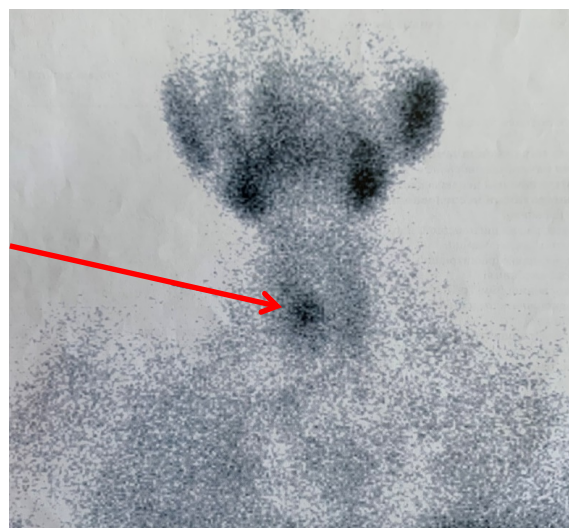


Рис. 2. Сцинтиграмма. Зона накопления радиофармпрепарата в проекции правой нижней ОЩЖ (указана стрелкой)

Fig. 2. Scintigram. The accumulation zone of the radioactive isotope in the projection of the lower right side (indicated by the arrow)

тов кожного покрова после операции [13, 14]. По данным зарубежных авторов, МВА нашла применение и при ПГПТ [8]. По сравнению с другими методами термического воздействия, этот способ обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить возможность создавать большие зоны некроза за меньшее время [15].

Цель – клиническая демонстрация успешного применения миниинвазивного хирургического лечения больной ПГПТ методом чрескожной МВА аденомы ОЩЖ под ультразвуковым наведением.

Клиническое наблюдение. Представляем описание первого собственного опыта МВА при ПГПТ. У пациентки 41 года при диспансерном обследовании выявлен повышенный уровень ПТГ до 11,1 пмоль/л (допустимые значения – 1,3–6,8 пмоль/л) и общего кальция сыворотки крови до 2,9 ммоль/л (2,2–2,65 ммоль/л), ионизированного кальция до 1,4 ммоль/л (1,15–1,35 ммоль/л). Каких-либо жалоб не предъявляла. Дополнительное обследование в амбулаторном режиме. При денситометрии костей патологических изменений не выявлено. Выполнено УЗИ органов брюшной полости, патологических изменений, а также признаков холецистолитиаза, нефролитиаза не обнаружено. Проводили лечение препаратами витамина Д3, улучшения лабораторных показателей не последовало.

При УЗИ щитовидная железа – без патологических изменений, по заднему контуру правой доли в средней ее трети обнаружена гипоехогенная структура 10,2×4,4×7 мм (рис. 1).

При радионуклидном исследовании (однофотонная эмиссионная компьютерная томография ОЩЖ с радиофармпрепаратом ^{99m}Tc-Технетрил, 700МБк) выявлен участок накопления радиофармпрепарата в проекции среднего полюса правой доли щитовидной железы. Полученные результаты свидетельствовали об аденоме правой нижней ОЩЖ (рис. 2).

По результатам комплексного обследования выявлены показания к хирургическому вмешательству. В ходе коллегиального решения рассмотрена возможность чрескожной МВА под контролем УЗИ как альтернатива эксцизионному вмешательству. Получено добровольное информированное согласие пациентки.

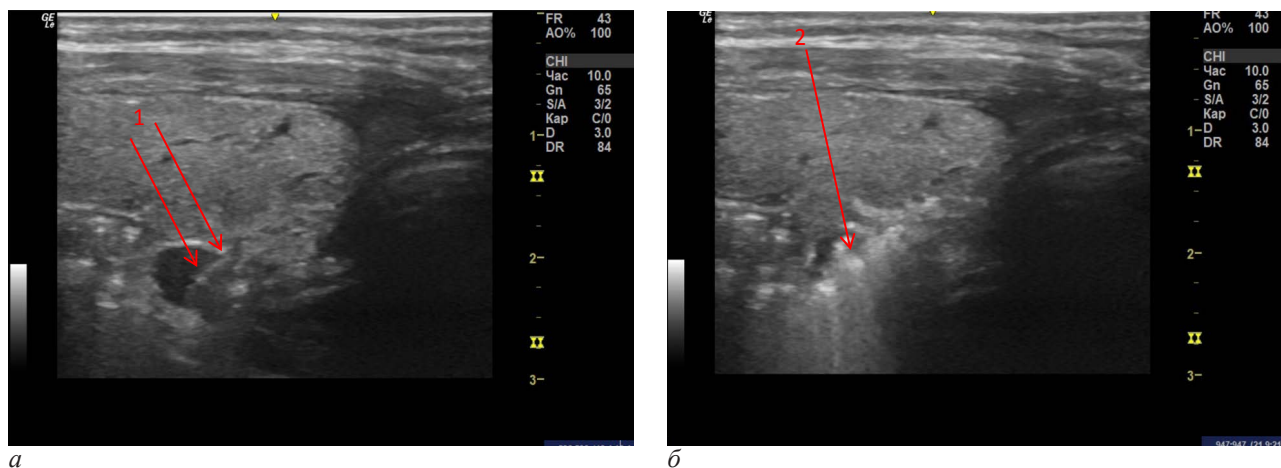


Рис. 3. Ультразвуковая сканограмма. Этапы МВА: а – позиционирование аппликатора; б – начало микроволнового воздействия; 1 – антенна установлена в аденому ОЦЖ (указана двумя стрелками); 2 – зона воздействия (гиперэхогенный участок в области абляции, указан стрелкой)

Fig. 3. Ultrasound scan. Stages of the MWA: а – installation of cooled-shaft antenna; б – the beginning of exposure to microwaves; 1 – the antenna is installed in the parathyroid adenoma (indicated by two arrows); 2 – the impact zone (hyperechogenic site in the ablation area, indicated by the arrow)

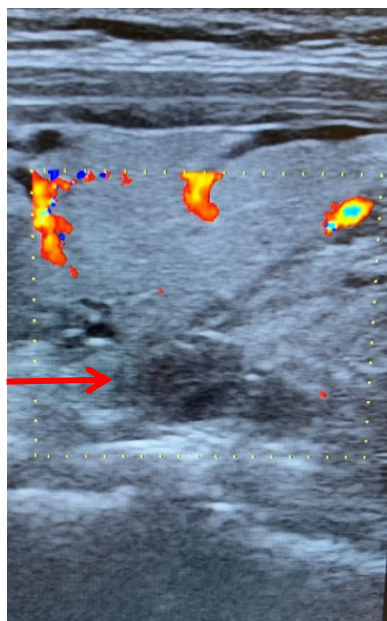


Рис. 4. Ультразвуковая сканограмма, режим цветного картирования (первые сутки после операции. Гипо-гиперэхогенная зона коагуляционного некроза ОЦЖ и отсутствие признаков кровотока (указана стрелкой))

Fig. 4. Ultrasound scan, color mapping mode (the first day after the operation. Hypo-hyperechogenic zone of coagulation necrosis of the parathyroid gland and the absence of signs of blood flow (indicated by the arrow))

В сентябре 2023 г. пациентка госпитализирована в хирургическое отделение Университетской клинической больницы № 1. Под внутривенным наркозом выполнена чрескожная МВА новообразования правой нижней ОЦЖ. Выбор анестезиологического пособия был обусловлен необходимостью создать оптимальную фиксацию рабочей части антенны (аппликатор) в зоне термического воздействия. Предварительно под контролем УЗИ с целью сепарации опухоли от рядом расположенных анатомических структур выполнена межфасциальная гидропрепаровка. Доступом на шее слева под контролем УЗИ через паренхиму щитовидной железы в опухоль ОЦЖ установлен аппликатор толщиной 1,2 мм и рабочей поверхностью 5 мм до

уровня противоположного края опухоли. Воздействие микроволнами в течение 30 сек мощностью 45 Вт техникой moving shot (рис. 3, а, б). Транзиторная гиперэхогенная зона полностью покрыла все поле опухоли. Аппликатор удален с коагуляцией пунктирного канала. Через 6 часов после операции пациентка вернулась к обычному режиму дня и питанию.

На следующий день выполнено УЗИ. В зоне микроволнового воздействия выявлено округлое гиперэхогенное образование с четкими ровными контурами (рис. 4). ПТГ – 2,1 пмоль/л, кальций сыворотки – 2,24 ммоль/л. Пациентка предъявляла жалобы на онемение кончиков пальцев, тремор рук. Назначены препараты кальция 1500 мг в сутки, витамин D 1200 МЕ, альфакальцидол 4 мкг, дополнительно – кальций лактоглоконат 500 мг при возникновении тремора, судорог. На фоне проводимого лечения состояние нормализовалось, выписана в удовлетворительном состоянии.

Дальнейшее динамическое наблюдение осуществлял эндокринолог по месту жительства. Результаты лабораторных показателей периоперационного периода представлены в таблице и на диаграмме (рис. 5).

Обсуждение. В течение последних 15–20 лет в качестве альтернативы традиционной ПТЭ предложено несколько вариантов миниинвазивных операций. В их основе – разные модификации оперативного доступа: проекционные эндоскопические вмешательства, минимально инвазивная видеоассистированная ПТЭ, открытая минимально инвазивная ПТЭ, ПТЭ из открытого фокусированного мини-доступа, внепроекционные эндоскопические операции. Во многих исследованиях указывается, что миниинвазивная ПТЭ как проекционными доступами, так и удаленными, позволяет сократить продолжительность операции, уменьшить число осложнений, продолжительность пребывания пациентов в стационаре и расходы на лечение [3, 16–18].

Открытые мини-доступы не улучшают экспозицию анатомических образований по сравнению с традиционной ПТЭ. Экстрацервикальные эндоскопические операции позволяют получить хоро-

Периоперационные лабораторные результаты

Perioperative laboratory results

Параметр	До операции МВА	После операции МВА						
		1 сутки	2 сутки	3 сутки	7 сутки	1 месяц	2 месяца	3 месяца
ПТГ, пмоль/л	11,1	2,1	2,1	2,1	1,2	5,82	4,45	4,21
Общий Са, моль/л	2,49	2,35	2,24	2,56	2,96	2,16	2,2	2,3
Ca ²⁺ , ммоль/л	1,38	1,33	1,32	1,3	1,63	1,32	1,3	1,3

Примечание: ПТГ – паратиреоидный гормон; общий Са – общий кальций крови; Ca²⁺ – ионизированный кальций крови.

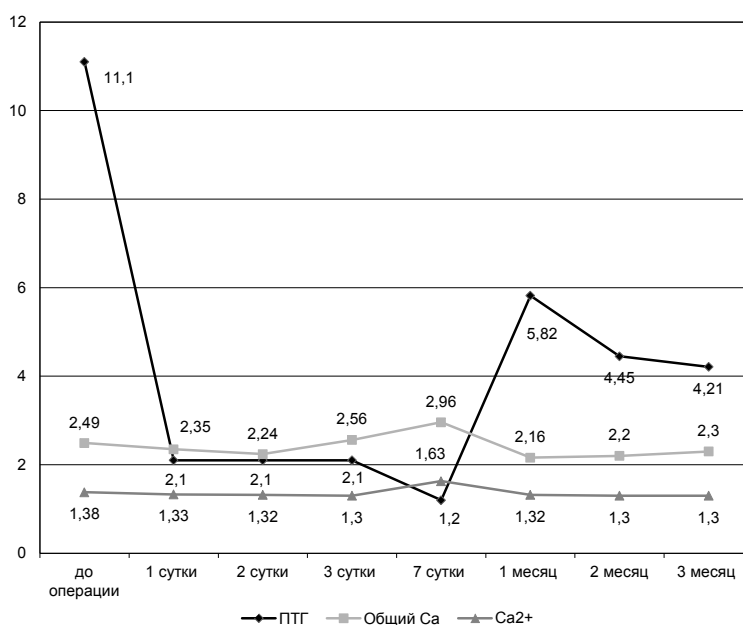


Рис. 5. Диаграмма. Изменение основных лабораторных показателей:

ПТГ – паратиреоидный гормон, Общий Са – общий кальций крови,

Ca⁺⁺ – ионизированный кальций крови

Fig. 5. Chart. Changes in the main laboratory parameters: ПТГ – parathyroid hormone, общий Ca⁺⁺ – total blood calcium, Ca⁺⁺ – ionized blood calcium

ший косметический эффект, но при этих вмешательствах невозможно избежать рассечения мягких тканей при формировании субфасциального тоннеля и доступа к ОЦЖ, что осложняет течение послеоперационного периода и требует дополнительного применения нестероидных противовоспалительных средств [18].

В последние десятилетия наравне с эксцизией в клиническую практику стали внедрять локальные методы деструкции новообразований [19]. Подобные вмешательства обеспечивают максимальный косметический (эстетический) эффект, нивелируют проблему психологической травмы в связи с формированием послеоперационного рубца, положительно влияют на качество жизни, позволяют существенно оптимизировать хирургическую помощь.

Среди локальных методов деструкции патологических очагов ОЦЖ выделяют химическую и различные виды энергетической абляции.

Чрескожная химическая абляция подразумевает инъекцию этанола, который вызывает денатурацию белков, запуская коагуляционный некроз ткани, подвергшейся воздействию. Технологию применя-

ли в начале развития чрескожных вмешательств, однако в настоящее время она не получила широкого распространения ввиду небольшой эффективности при узловых образованиях [20].

Чрескожная энергетическая абляция представляет совокупность различных технологий, среди которых выделяют радиочастотную, лазерную, интерстициальную фотодинамическую и микроволновую абляцию. Если в 2000-е гг. основным видом чрескожного воздействия считали радиочастотную абляцию (РЧА), то в последнее время все шире применяют МВА, обладающую значительными преимуществами по сравнению с другими методами термической абляции [15, 21]. Это связано с реализацией энергии, используемой для МВА. Аппликатор антенны излучает электромагнитные волны, которые вызывают вращение полярно заряженных молекул. В результате этого происходит преобразование кинетической энергии в тепловую (>100 °C), что вызывает полную денатурацию белков и развитие коагуляционного некроза [22]. Микроволны проникают через обезвоженные и карбонизированные структуры; такое воздействие позволяет

создавать большую температуру в опухоли значительно быстрее, чем при РЧА [4]. Эффективность воздействия не зависит от электропроводности тканей, что позволяет осуществлять абляцию в тканях с любым импедансом [23].

Термическая абляция ОЩЖ с помощью микроволнового воздействия впервые использована для хирургического лечения при ПГПТ. В отличие от существующих методов лечения МВА сочетает малую травматичность и достаточную радикальность вмешательства. По немногочисленным данным, осложнения после МВА наблюдаются реже, чем после других способов хирургического лечения [5, 24].

Заключение. Представлен первый успешный опыт операции МВА для лечения ПГПТ. Полученные хорошие результаты позволяют рассматривать МВА наряду с другими методами абляции. Необходимо дальнейшее накопление опыта для определения места МВА ОЩЖ в хирургической практике, в том числе и в сравнении с эксцизионными методами лечения. Особенности послеоперационной биохимической реконвалесценции также требуют отдельного междисциплинарного изучения.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Göbüt H., Bostanci H. The evolution of primary hyperparathyroidism publications and global productivity from past to present: A bibliometric analysis during 1980 to 2022. *Medicine (Baltimore)*. 2023. Vol. 102, № 35. P. e34622. DOI: 10.1097/MD.00000000000034622.
- Cordellat I. M. Hyperparathyroidism: primary or secondary disease? // *Reumatol Clin*. 2012. Vol. 8, № 5. P. 287–291. DOI: 10.1016/j.reuma.2011.06.001.
- Singh Ospina N. M., Rodriguez-Gutierrez R., Maraka S. et al. Outcomes of parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis. *World J Surg*. 2016. Vol. 40, № 10. P. 2359–2377. DOI: 10.1007/s00268-016-3514-1.
- Ma H., Ouyang C., Huang Y. et al. Comparison of microwave ablation treatments in patients with renal secondary and primary hyperparathyroidism. *Ren Fail*. 2020. Vol. 42, № 1. P. 66–76. DOI: 10.1080/0886022X.2019.1707097.
- Neves M. C., Santos R. O., Ohe M. N. Surgery for primary hyperparathyroidism. *Arch Endocrinol Metab*. 2022. Vol. 66, № 5. P. 678–688. DOI: 10.20945/2359-3997000000557.
- Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Мокрышева Н. Г. и др. Проект клинических рекомендаций по диагностике и лечению первичного

- гиперпаратиреоза у взрослых пациентов. *Эндокринная хирургия*. 2022. Т. 16, № 4. С. 5–54.
- Осминская Е. Д., Знаменский А. А., Шпажникова Т. И. Хирургическое лечение гиперпаратиреоза. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2014. № 12. P. 83–87.
- Bilezikian J. P., Khan A. A., Silverberg S. J. et al. Evaluation and management of primary hyperparathyroidism: summary statement and guidelines from the fifth international workshop. *J Bone Miner Res*. 2022. Vol. 37, № 11. P. 2293–2314. DOI: 10.1002/jbmr.4677.
- Ромашенко П. Н., Майстренко Н. А., Криволапов Д. С., Вшивцев Д. О. Радионавигационные и фотодинамические методики интраоперационной визуализации околощитовидных желез (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2020. Т. 179, № 3. С. 113–119.
- Ромашенко П. Н., Фомин Н. Ф., Вшивцев Д. О. и др. Топографо-анатомическое и клиническое обоснование оптимальной минимально инвазивной методики паратиреоидэктомии. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2021, Т. 180, № 4. С. 11–17.
- Прокина В. Е., Аншелес А. А., Тарасов А. В. и др. Сопоставление клинической картины, лабораторных показателей и данных скинтиграфии у пациентов с различными вариантами первичного и вторичного гиперпаратиреоза. *Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение*. 2022. Т. 1, № 38. С. 24–32.
- Wilhelm S. M., Wang T. S., Ruan D. T. et al. The American Association of Endocrine Surgeons guidelines for definitive management of primary hyperparathyroidism. *JAMA Surg*. 2016. Vol. 151, № 10. P. 959–968. DOI: 10.1001/jamasurg.2016.2310.
- Chen Z., Cheng L., Zhang W., He W. Ultrasound-guided thermal ablation for hyperparathyroidism: current status and prospects. *Int J Hyperthermia*. 2022. Vol. 39, № 1. P. 466–474. DOI: 10.1080/02656736.2022.2028907.
- Wei Y., Peng C. Z., Wang S. R. et al. Effectiveness and safety of thermal ablation in the treatment of primary hyperparathyroidism: a multicenter study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021. Vol. 106, № 9. P. 2707–2717. DOI: 10.1210/clinem/dgab240.
- Xu W., Li S., Cheng F. et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2023. Vol. 55, № 9. P. 2237–2247. DOI: 10.1007/s11255-023-03543-y.
- Çalışkan M., Demirci T., Cengiz H. Evaluation of voice quality in primary hyperparathyroidism patients undergoing minimally invasive parathyroid surgery. *Cir Cir*. 2022. Vol. 90, № S1. P. 45–51. DOI: 10.24875/CIRU.21000469.
- Giudici F., Fortuna L., Russo E. et al. Surgery for sporadic primary hyperparathyroidism: evolution over the last twenty years in a monocentric setting. *Cancers (Basel)*. 2023. Vol. 15, № 9. P. 2581. DOI: 10.3390/cancers15092581.
- Курганов И. А., Емельянов С. И., Богданов Д. Ю. и др. Миниинвазивная видеоассистированная паратиреоидэктомия при первичном гиперпаратиреозе. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2017. № 7. С. 33–39.
- Cho S. J., Baek J. H., Chung S. R. et al. Long-term results of thermal ablation of benign thyroid nodules. P. a systematic review and meta-analysis. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2020. Vol. 35, № 2. P. 339–350. DOI: 10.3803/EnM.2020.35.2.339.
- He L., Zhao W., Xia Z. et al. Comparative efficacy of different ultrasound-guided ablation for the treatment of benign thyroid nodules: Systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2021. Vol. 16, № 1. P. e0243864. DOI: 10.1371/journal.pone.0243864.
- Liu C., Wu B., Huang P. et al. US-guided percutaneous microwave ablation for primary hyperparathyroidism with parathyroid nodules: feasibility and safety study. *J Vasc Interv Radiol*. 2016. Vol. 27, № 6. P. 867–875. DOI: 10.1016/j.jvir.2016.02.013.
- Xu W., Li S., Cheng F. et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2023. Vol. 55, № 9. P. 2237–2247. DOI: 10.1007/s11255-023-03543-y.
- Балахнин П. В., Шмелев А. С., Шапинов Е. Г. Чрескожная энергетическая абляция опухолей. Р. принципы, технологии, результаты. *Практическая онкология*. 2016. Т. 17, № 3. С. 129–153.
- Сидоров Д. В., Степанов С. О., Гришин Н. А. и др. Микроволновая абляция при лечении злокачественных новообразований печени // *Онкология. Журнал им. П. А. Герцена*. 2013. Т. 2, № 2. С. 27–31.

REFERENCES

- Göbüt H., Bostanci H. The evolution of primary hyperparathyroidism publications and global productivity from past to present: A bibliometric analysis during 1980 to 2022. *Medicine (Baltimore)*. 2023; 102(35):e34622. DOI: 10.1097/MD.00000000000034622.
- Cordellat I. M. Hyperparathyroidism: primary or secondary disease? *Reumatol Clin*. 2012;8(5):287–291. DOI: 10.1016/j.reuma.2011.06.001.
- Singh Ospina N. M., Rodriguez-Gutierrez R., Maraka S. et al. Outcomes of parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis. *World J Surg*. 2016;40(10):2359–2377. DOI: 10.1007/s00268-016-3514-1.
- Ma H., Ouyang C., Huang Y. et al. Comparison of microwave ablation treatments in patients with renal secondary and primary hyperparathyroidism // *Ren Fail*. 2020;42(1):66–76. DOI: 10.1080/0886022X.2019.1707097.
- Neves M. C., Santos R. O., Ohe M. N. Surgery for primary hyperparathyroidism. *Arch Endocrinol Metab*. 2022;66(5):678–688. DOI: 10.20945/2359-3997000000557.
- Dedov I. I., Melnichenko G. A., Mokrysheva N. G. et al. Draft of clinical guidelines for the diagnosis and treatment of primary hyperparathyroidism in adult patients. *Endocrine Surgery*. 2022;16(4):5–54. (In Russ.). DOI: 10.14341%2Fserg12790.
- Osminkaia E. D., Znamenskii A. A., Shpazhnikova T. I. Surgical treatment of hyperparathyroidism. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014; (12):83–87. (In Russ.).
- Bilezikian J. P., Khan A. A., Silverberg S. J. et al. Evaluation and management of primary hyperparathyroidism: summary statement and guidelines from the fifth international workshop. *J Bone Miner Res*. 2022; 37(11):2293–2314. DOI: 10.1002/jbmr.4677.
- Romashchenko P. N., Maistrenko N. A., Krivol. apov D. S., Vshivtsev D. O. Radio navigation and photodynamic methods for intraoperative visualization of the parathyroid glands (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2020;179(3):113–119. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-3-113-119.
- Romashchenko P. N., Fomin N. F., Vshivtsev D. O. et al. Topographic, anatomical and clinical rationale of the optimal minimally invasive technique of parathyroidectomy. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021;180(4):11–17. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-11-17.
- Prokina V. E., Ancheles A. A., Tarasov A. V. et al. Comparison of the clinical picture, laboratory parameters and scintigraphy data in patients with various variants of primary and secondary hyperparathyroidism. *Endocrinology: News. Opinions. Training*. 2022;1(38):24–32. (In Russ.). DOI: 10.33029/2304-9529-2022-11-1-24-32.
- Wilhelm S. M., Wang T. S., Ruan D. T. et al. The American Association of Endocrine Surgeons guidelines for definitive management of primary hyperparathyroidism. *JAMA Surg*. 2016;151(10):959–968. DOI: 10.1001/jamasurg.2016.2310.
- Chen Z., Cheng L., Zhang W., He W. Ultrasound-guided thermal ablation for hyperparathyroidism: current status and prospects. *Int J Hyperthermia*. 2022;39(1):466–474. DOI: 10.1080/02656736.2022.2028907.
- Wei Y., Peng C. Z., Wang S. R. et al. Effectiveness and safety of thermal ablation in the treatment of primary hyperparathyroidism: a multicenter study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021;106(9):2707–2717. DOI: 10.1210/clinem/dgab240.
- Xu W., Li S., Cheng F. et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2023;55(9):2237–2247. DOI: 10.1007/s11255-023-03543-y.
- Çalışkan M., Demirci T., Cengiz H. Evaluation of voice quality in primary hyperparathyroidism patients undergoing minimally invasive parathyroid surgery. *Cir Cir*. 2022;90(S1):45–51. DOI: 10.24875/CIRU.21000469.
- Giudici F., Fortuna L., Russo E. et al. Surgery for sporadic primary hyperparathyroidism: evolution over the last twenty years in a monocentric setting. *Cancers (Basel)*. 2023;15(9):2581. DOI: 10.3390/cancers15092581.
- Kurganov I. A., Emel'ianov S. I., Bogdanov D. et al. The minimally invasive video-assisted parathyroidectomy for primary hyperparathyroidism. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2017;(7):33–39. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2017733-39.
- Cho S. J., Baek J. H., Chung S. R. et al. Long-term results of thermal ablation of benign thyroid nodules: a systematic review and meta-analysis. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2020;35(2):339–350. DOI: 10.3803/EnM.2020.35.2.339.
- He L., Zhao W., Xia Z. et al. Comparative efficacy of different ultrasound-guided ablation for the treatment of benign thyroid nodules: Systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2021;16(1):e0243864. DOI: 10.1371/journal.pone.0243864.
- Liu C., Wu B., Huang P. et al. US-guided percutaneous microwave ablation for primary hyperparathyroidism with parathyroid nodules: feasibility and safety study. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(6):867–875. DOI: 10.1016/j.jvir.2016.02.013.
- Xu W., Li S., Cheng F. et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2023;55(9):2237–2247. DOI: 10.1007/s11255-023-03543-y.
- Balakhnin P. V., Shmelev A. S., Shachinov E. G. Percutaneous energy ablation of tumors: principles, technologies, results. *Practical oncology*. 2016;17(3):129–153. (In Russ.). DOI: 10.31917/1703129.
- Sidorov D. V., Stepanov S. O., Grishin N. A. et al. Microwave ablation in the treatment of malignant liver neoplasms. *P. A. Herzen Journal of Oncology*. 2013;2(2):27–31. (In Russ.).

Информация об авторах:

Салиба Максим Бошрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-0746-4452; **Ветшев Сергей Петрович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-1827-6764; **Максимова Анастасия Андреевна**, студент, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0009-0009-5260-6833; **Жемерикин Глеб Александрович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-4241-4856; **Ветшев Федор Петрович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии № 1, зав. кафедрой, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-6589-092X; **Живова Виктория Алексеевна**, лаборант кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-7652-2468; **Попов Кирилл Константинович**, ассистент кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0009-0002-1935-3300; **Павлова Екатерина Александровна**, лаборант кафедры факультетской хирургии № 1, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0009-0001-0313-1263.

Information about authors:

Saliba Maksim B., Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-0746-4452; **Vetshev Sergey P.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-1827-6764; **Maksimova Anastasia A.**, Student, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0009-0009-5260-6833; **Zhemerikin Gleb A.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-4241-4856; **Vetshev Fedor P.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Faculty Surgery № 1, Head of the Department, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-6589-092X; **Zhivova Victoria A.**, Laboratory Assistant of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-7652-2468; **Popov Kirill K.**, Assistant of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0009-0002-1935-3300; **Pavlova Ekaterina A.**, Laboratory Assistant of the Department of Faculty Surgery № 1, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia), ORCID: 0009-0001-0313-1263.