

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-43-47>



## Мини-инвазивные способы лечения доброкачественных узлов щитовидной железы

Г.Т. Гумерова<sup>1,2\*</sup>, Г.М. Губайдуллина<sup>1</sup>, Ф.Р. Нагаев<sup>2</sup>, Р.Р. Бакиев<sup>1</sup>, Н.С. Сулейманова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

<sup>2</sup> Клиника Башкирского государственного медицинского университета, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

\* **Контакты:** Гумерова Гульнара Тагировна, e-mail: gumerta@gmail.com

**Гумерова Гульнара Тагировна** — к.м.н., доцент, кафедра общей хирургии с курсами трансплантологии и лучевой диагностики ИДПО, отделение общей хирургии, [orcid.org/0000-0003-1905-6904](https://orcid.org/0000-0003-1905-6904)

**Губайдуллина Гульнара Минибаевна** — к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии с курсами ИДПО

**Нагаев Фарит Робертович** — хирургическое отделение № 1, [orcid.org/0000-0002-8338-2766](https://orcid.org/0000-0002-8338-2766)

**Бакиев Раушан Рифович** — кафедра оториноларингологии с курсом ИДПО, [orcid.org/0000-0002-7727-6211](https://orcid.org/0000-0002-7727-6211)

**Сулейманова Назия Сагитовна** — кафедра общей хирургии с курсами трансплантологии и лучевой диагностики ИДПО

### Аннотация

**Введение.** Самой распространенной патологией щитовидной железы является узловый зоб. Встречаемость йододефицита в эндемических регионах варьирует, по литературным данным, от 19 до 76 % населения. Высокая распространенность, бессимптомное течение с прогрессирующим ростом узлов диктуют необходимость выработки эффективных органосохраняющих методов лечения. Имея визуализирующие способы локального прецизионного воздействия на отдельные патологически измененные структуры, можно выполнять вмешательства с максимальным сохранением неизменной ткани щитовидной железы.

На сегодня в мире уже накоплен достаточный опыт применения чрескожной склеротерапии этанолом и радиочастотной абляции (РЧА). Однако не разработаны четкие показания к применению склеротерапии и радиочастотной абляции и не оценена возможность последовательного их применения.

**Материалы и методы.** В работе представлен анализ лечения доброкачественных узлов щитовидной железы мини-инвазивными органосохраняющими методами (этаноловая склеротерапия, РЧА) у 63 пациентов, проведенными на базе амбулаторного отделения и отделения общей хирургии Клиники Башкирского государственного медицинского института и медицинского центра «МЕГИ», г. Уфа, в период с февраля 2019 до декабря 2020 г.

**Результаты и обсуждение.** Применение этаноловой склеротерапии было высокоэффективным у 46,5 % пациентов, оценку проводили по нарушению питания узла в виде исчезновения кровотока при УЗД исследовании в режиме ЦДК и В-flow, которое отмечалось в 10,5 % случаев — стабильное и в 25 % отмечено восстановление кровотока спустя 3–4 недели. При склеротерапии узлов с признаками организации коллоида эффективность отмечена только у 37,5 % пациентов. У 25,4 % исследуемых после этаноловой склеротерапии была проведена последующая РЧА. Решение в пользу РЧА было принято при малоэффективном курсе склеротерапии в виде слабой положительной динамики размеров узла, сохранения пристеночных локусов кровотока и реканализации внутриnodулярных сосудов при повторном осмотре.

**Заключение.** Высокая эффективность склерозирующей терапии отмечалась при кистозном характере узла. В лечении узлов, имеющих солидный характер, лучшим методом следует признать радиочастотную деструкцию. При лечении кистозно-трансформированных узлов больших размеров (более 5 см<sup>3</sup>) рационально проведение сеансов склеротерапии перед РЧА.

**Ключевые слова:** щитовидной железы болезни, доброкачественный узел щитовидной железы, узловый зоб, радиочастотная абляция, склеротерапия, органосохраняющее лечение

**Для цитирования:** Гумерова Г.Т., Губайдуллина Г.М., Нагаев Ф.Р., Бакиев Р.Р., Сулейманова Н.С. Мини-инвазивные способы лечения доброкачественных узлов щитовидной железы. Креативная хирургия и онкология. 2022;12(1):43–47. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-43-47>

## Minimally Invasive Treatment of Benign Thyroid Nodules

**Gulnara T. Gumerova** —  
Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.,  
Department of General Surgery  
with Transplantology and X-ray  
diagnostics courses for Advanced  
Professional Education,  
General Surgery Unit, [orcid.  
org/0000-0003-1905-6904](https://orcid.org/0000-0003-1905-6904)

**Gulnara M. Gubaydullina** —  
Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.,  
Department of Radiation  
Diagnostics and Radiation  
Therapy, Nuclear Medicine and  
Radiotherapy with courses of  
Advanced Professional Training

**Farit R. Nagaev** — Surgery  
Unit No. 1, [orcid.org/0000-  
0002-8338-2766](https://orcid.org/0000-0002-8338-2766)

**Raushan R. Bakiev** — Department  
of Otorhinolaryngology  
with a course of Advanced  
Professional Education, [orcid.  
org/0000-0002-7727-6211](https://orcid.org/0000-0002-7727-6211)

**Nazilya S. Suleymanova** —  
Department of General Surgery  
with Transplantology and X-ray  
diagnostics courses for Advanced  
Professional Education

Gulnara T. Gumerova<sup>1,2\*</sup>, Gulnara M. Gubaidullina<sup>1</sup>, Farit R. Nagaev<sup>2</sup>, Raushan R. Bakiev<sup>1</sup>, Nazilya S. Suleymanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

<sup>2</sup> Clinic of Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

\*Correspondence to: Gulnara T. Gumerova, e-mail: [gumerta@gmail.com](mailto:gumerta@gmail.com)

### Abstract

**Background.** Nodular goitre is the commonest pathology of thyroid gland. According to published evidence, the endemic prevalence of iodine deficiency varies within 19–76 % population. The high rates and lack of symptoms at progressive nodules growth warrant the development of effective organ-preserving treatments. Imaging techniques for local precision targeting of individual lesions enable maximum-preserving interventions at thyroid tissue.

Today's world experience of percutaneous ethanol sclerotherapy and radiofrequency ablation is adequate. However, there exist no clear indications for sclerotherapy and radiofrequency ablation, and their consecutive use has not been assessed.

**Materials and methods.** We analyse minimally invasive organ-preserving treatments of benign thyroid nodules (ethanol sclerotherapy, RFA) in 63 patients at the outpatient and general surgery units of BSMU Clinic and MEGI Medical Centre, Ufa, during February 2019 — December 2020.

**Results and discussion.** Ethanol sclerotherapy was highly effective in 46.5 % patients, as evident from discontinued nodule's blood supply in CDI and B-mode ultrasound, which remained stable in 10.5 % and restored after 3–4 weeks in 25 % patients. Sclerotherapy in colloid goitre was efficient only in 37.5 % patients. Ethanol sclerotherapy was RFA-followed in 25.4 % patients. RFA was favoured at a low-effective sclerotherapy providing for a weak positive dynamics of nodule size, local parietal blood flow preservation and intranodular vessels recanalisation at re-examination.

**Conclusion.** Sclerotherapy was high-effective in cystic nodules. Radiofrequency ablation can be considered most adequate for treating solid nodules. RFA-followed sclerotherapy is a rational choice in treatment of large cystic nodules (>5 cm<sup>3</sup>).

**Keywords:** thyroid diseases, benign thyroid nodule, nodular goitre, radiofrequency ablation, sclerotherapy, organ-preserving treatment

**For citation:** Gumerova G.T., Gubaydullina G.M., Nagaev F.R., Bakiev R.R., Suleymanova N.S. Minimally invasive treatment of benign thyroid nodules. *Creative Surgery and Oncology*. 2022;12(1):43–47. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-43-47>

## Введение

Самой распространенной патологией щитовидной железы (ЩЖ) является узловой зоб (УЗ). Встречаемость йододефицита в эндемических регионах варьирует от 19 до 76 % населения по литературным данным [1–3]. Высокая распространенность, бессимптомное течение с прогрессирующим ростом узлов диктуют необходимость выработки эффективных органосохраняющих методов лечения. Имея визуализирующие способы локального прецизионного воздействия на отдельные патологически измененные структуры, можно выполнять вмешательства с максимальным сохранением неизменной ткани щитовидной железы [4].

На сегодняшний день в мире уже накоплен достаточный опыт применения чрескожной склеротерапии этанолом (ЧСТЭ) и радиочастотной абляции (РЧА). Однако не разработаны четкие показания к применению склеротерапии и радиочастотной абляции и не оценена возможность последовательного их применения.

**Цель исследования.** Определить показания к этаноловой склеротерапии и радиочастотной абляции, возможности комбинированного применения и разработать критерии для выбора тактики лечения пациентов с выявленными доброкачественными образованиями щитовидной железы в зависимости от их структуры.

## Материалы и методы

Радиочастотную абляцию и этаноловую склеротерапию узлов щитовидной железы проводили пациентам с наличием доброкачественного узлового образования щитовидной железы, учитывая данные ультразвукового (УЗИ) и стандартизованного и жидкостного цитологического исследования, находящихся на амбулаторном и стационарном лечении в Клинике БГМУ г. и МЦ «МЕГИ» г. Уфы, РБ.

Анализ лечения доброкачественных узлов щитовидной железы малоинвазивными методами провели 63 пациентам в период с февраля 2019 до декабря 2020 г., этаноловая склеротерапия была выполнена 30,2 % (19) пациентов, метод РЧА был применен у 44,4 % (28) пациентов. Комбинированное лечение путем последовательного использования склеротерапии этанолом и РЧА провели у 25,4 % (16) исследуемых. Между этими группами пациентов была проведена сравнительная оценка результатов. У 79,2 % пациентов было проведено лечение одиночного образования щитовидной железы, многоузловые образования щитовидной железы подвергались деструкции у 20,8 % пациентов в случае тенденции к росту единичных узлов в структуре и с четкой визуализацией контуров. Крупные узлы щитовидной железы (>25 мм в диаметре, объемом >5 см<sup>3</sup>) визуализировались у 29,2 % исследуемых, симптомы компрессии органов шеи были у 2,1 % исследуемых. Этаноловую склеротерапию проводили 95 % этанолом под контролем УЗИ (ультразвуковой аппарат GE Logic 9E Expert) [5, 6]. Склеротерапия проводилась под местной инфильтрационной анестезией 1 % раствором лидокаина. После обработки операционного поля 3-кратно

спиртом производилась пункция узла. Жидкую часть коллоида эвакуировали полностью, затем инстиллировали этанол 95 % в объеме, не превышающем 20–30 % объема образования. Инстиляция происходила в один или два этапа [7]. Для проведения РЧА применяли УЗ-навигацию на аппарате GE Logic 9E Expert, радиочастотный генератор последнего поколения RF Ablation System M-3004 (RF Medical Co.). РЧА выполняли под местной анестезией раствором 1 % лидокаина. Использовали мощность 35–65 Вт, целевую температуру 105 градусов, время воздействия с экспозицией в 3–6 мин. Для выбора тактики лечения оценивали следующее: данные ультразвуковой картины в В-режиме с использованием цветового и импульсного доплера и режима В-Flow, также, результаты стандартизованного и жидкостного цитологического исследования пунктата [7–13].

Ультразвуковые параметры узлового образования, используемые для выбора метода лечения и динамической оценки эффективности/неэффективности лечения: характер структуры узла, процентное соотношение солидного и жидкостного компонентов, размеры и объем узла, его контуры, наличие капсулы или ободка Halo и их толщина, наличие признаков организации коллоида в виде визуализации микрокальцинатов с «хвостом кометы», наличие соединительнотканых перетяжек, васкуляризация узла. Также во время манипуляции необходим анализ ультразвуковой картины, позволяющий выявить изменения параметров узлового образования, по которым можно судить об эффективности процедуры (повышение экзогенности, снижение васкуляризации, изменение структуры в сторону ее неоднородности, усиление четкости контуров).

## Результаты

По ультразвуковым характеристикам 49,2 % всех узлов имели кистозно-трансформированную структуру (жидкостной компонент в узле занимал 50–90 % объема), 50,8 % имели гетерогенную структуру с преобладанием солидного компонента (50–90 % объема занимал солидный компонент).

Ободок Halo четко прослеживался у 80 % изоэхогенных узлов с преобладанием в структуре солидного компонента. Сравнивали эффективность клинического применения методов внутритканевой деструкции.

Параметры оценки	Методы лечения		
	этаноловая склеротерапия	РЧА	последовательное применение этаноловой склеротерапии + РЧА
Уменьшение объема узла на 40 % и более	46,5 % (9)	42,9 % (12)	96 % (15)
Снижение васкуляризации узла	21 % (3)	90,7 % (25)	91,3 % (15)

Таблица 1. Результаты применения методов внутритканевой деструкции  
Table 1. Outcomes of interstitial ablation techniques

Как показано в таблице 1, изолированное применение этаноловой склеротерапии было высокоэффективным у 46,5 % пациентов. Использование склеротерапии этанолом приводило к уменьшению размеров узлов в той или иной степени у всех пациентов, однако отмечается большая эффективность применения этаноловой склеротерапии у пациентов с узлами с кистозной трансформацией. У 53,4 % пациентов после склеротерапии отмечалось изменение структуры узла на фоне уменьшения объема в сторону преобладания солидного компонента, что расценивалось как показатель эффективности. При ЧСТЭ толстостенных узлов толщина стенки достоверно уменьшалась, при ЧСТЭ кистозно-трансформированных тонкостенных образований отмечалось некое утолщение стенки, вероятно, из-за спадения кисты и снижения внутриузлового давления на стенки. При склеротерапии крупных кистозно-трансформированных узлов с утолщенными стенками и перегородками в результате эвакуации большого объема коллоида отмечалось значительное уменьшение размеров кисты в результате спадения полости. В таких случаях оценка динамики размеров после склеротерапии проводилась в сопоставлении с размерами узла после первичной пункции. Исчезновение кровотока после сеансов склеротерапии отмечалось в 10,5 % случаев — стабильное и в 25 % отмечено восстановление кровотока спустя 3–4 недели, что оценивалось как реканализация сосудов, подтверждающая кратковременный характер склеротерапии в узлах с изначальным кровотоком с ЛСК — более 8 см/с.

При склеротерапии узлов с признаками организации коллоида (гиперэхогенные включения) и гиперэхогенными перегородками высокая эффективность отмечена только у 37,5 % пациентов, вероятно, вследствие возможного препятствования действию склерозанта. У 25,4 % исследуемых после ЧСТЭ была проведена последующая РЧА. Было принято решение в пользу РЧА при малоэффективном курсе склеротерапии в виде слабой положительной динамики размеров узла, сохранения пристеночных локусов кровотока и реканализации внутринодулярных сосудов спустя 3 недели после манипуляции, изменения параметров узлового образования в сторону преобладания солидного компонента. Последовательное применение методик показало высокую эффективность: во всех 100 % случаев наблюдалось редуцирование узла более чем на 50 % в течение 3 месяцев, у 31,3 % пациентов отмечался регресс узла на 95 % и более в течение 6 месяцев после проведенной манипуляции.

При лечении крупных кистозно-трансформированных узлов с утолщенными стенками и перегородками, с повышенной васкуляризацией целесообразно назначение курса ЧСТЭ перед РЧА. Установлено, что сочетание этих методов даст больший лечебный эффект, чем использование каждого из них в отдельности.

Доказано, что при узлах с интенсивным интра- или перинодулярным кровотоком ЧСТЭ, значительно снижая васкуляризацию, увеличивает эффективность последующего применения РЧА. Применение ЧСТЭ при узлах

с кистозной дегенерацией устраняет полость, а последующее использование РЧА осуществляет редукцию узла, сохранившейся тиреоидной ткани после ЧСТЭ. При выполнении РЧА происходит исчезновение васкуляризации сразу после манипуляции, что свидетельствует о последующем регрессе узла за счет нарушения питания. Также отмечено увеличение толщины ободка Hallo узлов, что может трактоваться как эффект снижения компрессии узла на окружающую ткань железы. Как следует из таблицы 1, изолированное применение РЧА было высокоэффективным у 42,9 % пациентов. Показаниями к первичной РЧА служили ультразвуковые характеристики: достаточно однородное солидное образование с ободком Hallo. После абляции структура узла становилась более неоднородной с пониженной эхогенностью. После РЧА отмечалось достоверное исчезновение васкуляризации.

### Обсуждение

Прогностически благоприятными признаками высокой эффективности склерозирующей терапии являются: выявленный при УЗИ кистозный характер узла, небольшая толщина капсулы, отсутствие кальцинатов и перегородок [14]. При лечении узлов, имеющих солидный характер, лучшим методом следует признать радиочастотную деструкцию, позволяющую достичь стойкого результата. В работе показана эффективность комбинированной методики внутритканевой деструкции узлов щитовидной железы, сочетающей последовательно проведенные этаноловую склеротерапию и радиочастотную абляцию [15]. При лечении кистозно-трансформированных узлов больших размеров (более 5 см<sup>3</sup>) с утолщенной капсулой и перегородками рационально проведение сеансов склеротерапии перед РЧА. Комбинация методов позволяет повысить эффективность лечения.

Критерии перехода от метода ЧСТЭ к РЧА:

1. Стабильность динамики редукции узла. Сеансы ЧСТЭ позволили значительно уменьшить размеры узла. Дальнейшей качественной динамики не наблюдается.
2. Изменение структуры узла. Узел преимущественно солидного типа достаточно однородной структуры.
3. Сохранение васкуляризации спустя 2 месяца после ЧСТЭ (риск рецидива).

### Заключение

Высокая распространенность, бессимптомное течение с прогрессирующим ростом узлов доброкачественного характера диктуют необходимость выработки эффективных органосохраняющих методов лечения. Имея визуализирующие способы локального прецизионного воздействия на отдельные патологически измененные структуры, можно выполнять вмешательства с максимальным сохранением неизменной ткани щитовидной железы [4]. Выбор метода лечения и исход во многом зависят от структуры узловых образований. Использование методов показало высокую эффективность и возможность применения не только

в стационарных, но и в амбулаторных условиях, не теряя трудоспособности пациентов.

**Информация о конфликте интересов.** Конфликт интересов отсутствует.

**Информация о спонсорстве.** Данная работа не финансировалась.

## Список литературы

- 1 Соловов В.А., Махонин А.А. Дифференциальная диагностика узловых образований щитовидной железы. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2018;4(34):60–4.
- 2 Horwich P, Chang B.A., Asarkar A.A., Randolph G.W., Nathan C.O. What Is the role of radiofrequency ablation for benign thyroid nodules? *Laryngoscope*. 2022;132(1):1–2. DOI: 10.1002/lary.29498
- 3 Holzer K., Bartsch D.K. Struma nodosa [Nodular goiter]. *Chirurg*. 2020;91(9):712–9. DOI: 10.1007/s00104-020-01218-3
- 4 Успенская А.А., Черников Р.А., Воробьев С.Л., Слепцов И.В., Семенов А.А., Чинчук И.К. и др. Хирургическое лечение автономно функционирующих узлов щитовидной железы. Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2014;4:97–106.
- 5 Cho W, Sim J.S., Jung S.L. Ultrasound-guided ethanol ablation for cystic thyroid nodules: effectiveness of small amounts of ethanol in a single session. *Ultrasonography*. 2021;40(3):417–27. DOI: 10.14366/usg.20170
- 6 Puzziello A., Carrano M., Angrisani E., Marotta V., Faggiano A., Zeppa P., et al. Evolution of benign thyroid nodules under levothyroxine non-suppressive therapy. *J Endocrinol Invest*. 2014;37(12):1181–6. DOI: 10.1007/s40618-014-0128-z
- 7 Соловов В.А., Махонин А.А. Малоинвазивное лечение коллоидных узлов щитовидной железы: радиочастотная абляция. Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2018;5(35):81–4.
- 8 Dohnig H., Amrein K. Value of monopolar and bipolar radiofrequency ablation for the treatment of benign thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2019;33(4):101283. DOI: 10.1016/j.beem.2019.05.007
- 9 Махонин А.А., Соловов В.А., Воздвиженский М.О. Оценка эффективности радиочастотной абляции доброкачественных узловых образований щитовидной железы. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2018;7(4):34–7. DOI: 10.17116/onkolog20187434
- 10 Chung S.R., Suh C.H., Baek J.H., Park H.S., Choi Y.J., Lee J.H. Safety of radiofrequency ablation of benign thyroid nodules and recurrent thyroid cancers: a systematic review and meta-analysis. *Int J Hyperthermia*. 2017;33(8):920–30. DOI: 10.1080/02656736.2017.1337936
- 11 Huber T.C., Park A.W. Radiofrequency ablation of benign thyroid nodules. *Semin Intervent Radiol*. 2021;38(3):377–81. DOI: 10.1055/s-0041-1731377
- 12 Jameson J.L. Minimizing unnecessary surgery for thyroid nodules. *N Engl J Med*. 2012;367(8):765–7. DOI: 10.1056/NEJMe1205893
- 13 Baek J.H., Ha E.J., Choi Y.J., Sung J.Y., Kim J.K., Shong Y.K. Radiofrequency versus ethanol ablation for treating predominantly cystic thyroid nodules: a randomized clinical trial. *Korean J Radiol*. 2015;16(6):1332–40. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.6.1332
- 14 Yan L., Li X., Xiao J., Li Y., Zhu Y., He H., et al. Contrast-enhanced ultrasound is a reliable and reproducible assessment of necrotic ablated volume after radiofrequency ablation for benign thyroid nodules: a retrospective study. *Int J Hyperthermia*. 2022;39(1):40–7. DOI: 10.1080/02656736.2021.1991009
- 15 Karatay E., Javadov M. Comparison of the effectiveness of ethanol and radiofrequency ablation in the treatment of thyroid nodules and their effects on cosmetic scoring. *J Invest Surg*. 2022;35(3):685–90. DOI: 10.1080/08941939.2020.1866716
- 15 Karatay E., Javadov M. Comparison of the effectiveness of ethanol and radiofrequency ablation in the treatment of thyroid nodules and their effects on cosmetic scoring. *J Invest Surg*. 2022;35(3):685–90. DOI: 10.1080/08941939.2020.1866716

## References

- 1 Solovov V.A., Makhonin A.A. Differential diagnosis of thyroid nodules. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (rehabilitation, doctor and health)*. 2018;4(34):60–4 (In Russ.).
- 2 Horwich P, Chang B.A., Asarkar A.A., Randolph G.W., Nathan C.O. What Is the role of radiofrequency ablation for benign thyroid nodules? *Laryngoscope*. 2022;132(1):1–2. DOI: 10.1002/lary.29498
- 3 Holzer K., Bartsch D.K. Struma nodosa [Nodular goiter]. *Chirurg*. 2020;91(9):712–9. DOI: 10.1007/s00104-020-01218-3
- 4 Uspenskaya A.A., Chernikov R.A., Vorobev S.L., Sleptsov I.V., Semenov A.A., Chinchuk I.K., et al. Surgical treatment of autonomously functioning thyroid nodules. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2014;4:97–106 (In Russ.).
- 5 Cho W, Sim J.S., Jung S.L. Ultrasound-guided ethanol ablation for cystic thyroid nodules: effectiveness of small amounts of ethanol in a single session. *Ultrasonography*. 2021;40(3):417–27. DOI: 10.14366/usg.20170
- 6 Puzziello A., Carrano M., Angrisani E., Marotta V., Faggiano A., Zeppa P., et al. Evolution of benign thyroid nodules under levothyroxine non-suppressive therapy. *J Endocrinol Invest*. 2014;37(12):1181–86. DOI: 10.1007/s40618-014-0128-z
- 7 Solovov V.A., Makhonin A.A. Radiofrequency ablation: minimally invasive treatment for colloid nodules in the thyroid gland. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (rehabilitation, doctor and health)*. 2018;5(35):81–4 (In Russ.).
- 8 Dohnig H., Amrein K. Value of monopolar and bipolar radiofrequency ablation for the treatment of benign thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2019;33(4):101283. DOI: 10.1016/j.beem.2019.05.007
- 9 Makhonin A.A., Solovov V.A., Vozdvizhenskii M.O. Evaluation of the efficiency of radiofrequency ablation for benign thyroid nodules. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2018;7(4):34–7 (In Russ.). DOI: 10.17116/onkolog20187434
- 10 Chung S.R., Suh C.H., Baek J.H., Park H.S., Choi Y.J., Lee J.H. Safety of radiofrequency ablation of benign thyroid nodules and recurrent thyroid cancers: a systematic review and meta-analysis. *Int J Hyperthermia*. 2017;33(8):920–30. DOI: 10.1080/02656736.2017.1337936
- 11 Huber T.C., Park A.W. Radiofrequency ablation of benign thyroid nodules. *Semin Intervent Radiol*. 2021;38(3):377–81. DOI: 10.1055/s-0041-1731377
- 12 Jameson J.L. Minimizing unnecessary surgery for thyroid nodules. *N Engl J Med*. 2012;367(8):765–7. DOI: 10.1056/NEJMe1205893
- 13 Baek J.H., Ha E.J., Choi Y.J., Sung J.Y., Kim J.K., Shong Y.K. Radiofrequency versus ethanol ablation for treating predominantly cystic thyroid nodules: a randomized clinical trial. *Korean J Radiol*. 2015;16(6):1332–40. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.6.1332
- 14 Yan L., Li X., Xiao J., Li Y., Zhu Y., He H., et al. Contrast-enhanced ultrasound is a reliable and reproducible assessment of necrotic ablated volume after radiofrequency ablation for benign thyroid nodules: a retrospective study. *Int J Hyperthermia*. 2022;39(1):40–7. DOI: 10.1080/02656736.2021.1991009
- 15 Karatay E., Javadov M. Comparison of the effectiveness of ethanol and radiofrequency ablation in the treatment of thyroid nodules and their effects on cosmetic scoring. *J Invest Surg*. 2022;35(3):685–90. DOI: 10.1080/08941939.2020.1866716