



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОЙ ХИРУРГИИ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ЩИТОВИДНО-ОКОЛОЩИТОВИДНОМ КОМПЛЕКСЕ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

А.С. Моторькин, О.С. Попов, Д.С. Титов[✉], М.О. Плешков, И.В. Толмачёв,
В.И. Стасевский, В.Д. Удодов, Е.Е. Васильченко

Сибирский государственный медицинский университет,
Томск, Российская Федерация

Аннотация

В настоящее время продолжается тенденция к росту заболеваний щитовидно-околощитовидного комплекса. От 4 до 7% населения Земли имеют узловую трансформацию щитовидной железы. Возросла значимость и хирургических методов лечения пациентов с патологией щитовидной и околощитовидных желез. Несмотря на развитие и внедрение методик предоперационной диагностики, предоперационной подготовки, мониторинга послеоперационного периода, количество интра- и послеоперационных осложнений остается высоким, что является мотивацией к разработке и внедрению новых оригинальных технических решений в хирургию щитовидной и околощитовидных желез. В статье представлен клинический случай успешного хирургического лечения пациентки с диффузно-узловой трансформацией щитовидной железы больших размеров с загрудинным расположением и компрессией органов шеи и средостения, благодаря применению существующих и новых оригинальных, разработанных в клинике общей хирургии Сибирского государственного медицинского университета технических решений.

Ключевые слова: щитовидная железа, околощитовидные железы, нейромониторинг возвратного нерва, хирургический фиксатор околощитовидной железы, электроимпедансная спектроскопия тканей.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, связанного с публикацией настоящей статьи, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Моторькин А.С., Попов О.С., Титов Д.С., Плешков М.О., Толмачев И.В., Стасевский В.И., Удодов В.Д., Васильченко Е.Е. Применение технологий безопасной хирургии при операциях на щитовидно-околощитовидном комплексе: клинический случай // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2025. Т. 28, № 2. С. 52–60. doi: 10.52581/1814-1471/93/05

APPLICATION OF SAFE SURGERY TECHNOLOGIES IN OPERATIONS ON THE THYROID-PARATHYROID COMPLEX: A CLINICAL CASE

A.S. Motorykin, O.S. Popov, D.S. Titov, M.O. Pleshkov, I.V. Tolmachev,
V.I. Stasevsky[✉], V.D. Udodov, E.E. Vasilchenko

Siberian State Medical University,
Tomsk, Russian Federation

Abstract

Currently, the trend towards an increase in diseases of the thyroid-parathyroid complex continues. 4 to 7% of the world's population have nodular transformation of the thyroid gland. The importance of surgical methods for treating patients with thyroid and parathyroid gland pathology has also increased. Despite significant progress and the introduction of preoperative diagnostic methods, preoperative preparation, and postoperative monitoring, the number of intra- and postoperative complications remains high, which motivates the development and implementa-

tion of new original technical solutions in thyroid and parathyroid gland surgery. The article presents a clinical case of successful surgical treatment of a patient with diffuse-nodular transformation of a large thyroid gland with retrosternal location and compression of the neck and mediastinal organs due to the use of existing new and original technical solutions developed in the clinic.

Keywords: *thyroid gland, parathyroid glands, recurrent nerve neuromonitoring, surgical parathyroid gland fixator, tissue electrical impedance spectroscopy.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Motorykin A.S., Popov O.S., Titov D.S., Pleshkov M.O., Tolmachev I.V., Stasevsky V.I., Udodov V.D., Vasilchenko E.E. Application of safe surgery technologies in operations on the thyroid-parathyroid complex: a clinical case. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2025;28(2):52-60. doi: 10.52581/1814-1471/93/05

Сохраняющаяся тенденция к росту заболеваний щитовидной (ЩЖ) и околощитовидных желез (ОЩЖ) объясняет актуальность применения хирургических методов коррекции, которые имеют достаточно высокий риск развития специфических и даже жизнеугрожающих послеоперационных осложнений. Частота таких осложнений, по данным литературы, составляет 2–10% [1]. Согласно исследованиям, проведенным на большом клиническом материале, А.Ф. Романчишен и соавт. (2021) выделяют специфические осложнения, характерные для вмешательств на ЩЖ и ОЩЖ, и неспецифические, встречающиеся при любых хирургических операциях [2]. Специфические осложнения подразделяются на ранние и поздние. К ранним отнесены односторонний и двусторонний парезы верхних и нижних гортанных нервов, временный гипопаратиреоз, тиреотоксический криз, к поздним – параличи гортанных нервов, постоянный гипопаратиреоз, гипотиреоз, послеоперационные рецидивы заболеваний. Неспецифическими осложнениями являются кровотечение, гнойная раневая инфекция, повреждения трахеи и пищевода.

Жизнеугрожающими осложнениями являются кровотечение в ложе щитовидно-околощитовидного комплекса, двустороннее повреждение возвратных гортанных нервов, постоянный гипопаратиреоз и тиреотоксический криз. Частота послеоперационных кровотечений составляет в среднем 1–2% [3].

Серьезным осложнением является послеоперационный гипопаратиреоз, причинами которого, как правило, служат нарушение кровообращения ОЩЖ в процессе хирургического вмешательства на этапе диссекции ЩЖ, а также случайное удаление самих ОЩЖ, в том числе при интратиреоидной их эктопии. При этом, по данным исследований, кровоток в ОЩЖ к окончанию операции тиреоидэктомии составляет 30% от исходного [4]. Считается, что нижним поро-

гом содержания общего кальция в сыворотке крови для развития судорожной тетании является значение 1,44 ммоль/л. При этом различают транзиторную послеоперационную гипокальциемию, частота которой достигает 33,3% [5], и стойкую гипокальциемию, частота которой, по данным отечественной литературы, составляет 4,5% [4], а по данным зарубежных авторов – 2,4% [6]. Частота развития временного гипопаратиреоза после выполнения 22937 операций на ЩЖ в исследованиях А.Ф. Романчишена составила 142 случая (0,62%) [4], а по данным иностранной литературы, она варьирует в пределах от 0,50 до 0,65% [7]. Повреждения возвратных гортанных нервов, по данным Р.М. Захохова и соавт. (2024), у прооперированных пациентов наблюдаются в 1,4% случаев [8], но значения этого показателя могут достигать 9,8% [9].

Снижению количества осложнений способствует применение методических и технологических приемов безопасной хирургии на ЩЖ и ОЩЖ и, в первую очередь визуализация и дифференцировка тканей щитовидно-околощитовидного комплекса. В клинике общей хирургии Сибирского государственного медицинского университета (СибГМУ) применяются как оригинальные технологии, разработанные коллективом кафедры и клиники общей хирургии совместно с сотрудниками научно-технологического центра СибГМУ «Цифровая медицина и киберфизика», так и известные технологии, относящиеся к безопасной хирургии при операциях на щитовидно-околощитовидном комплексе: обязательная визуализация возвратных нервов при значительной зубной трансформации ЩЖ; аппаратный интраоперационный нейромониторинг гортанных нервов; криодеструкция доброкачественных узловых образований ЩЖ (патент РФ на изобретение № 2151579 от 27.06.2000); медиальный вариант диссекции ЩЖ [1], вакуумный фиксатор ОЩЖ для предупреждения ее травматизации (рис. 1); электроимпедансная спектроскопия

для дифференцировки тканей щитовидно-околощитовидного комплекса [10].

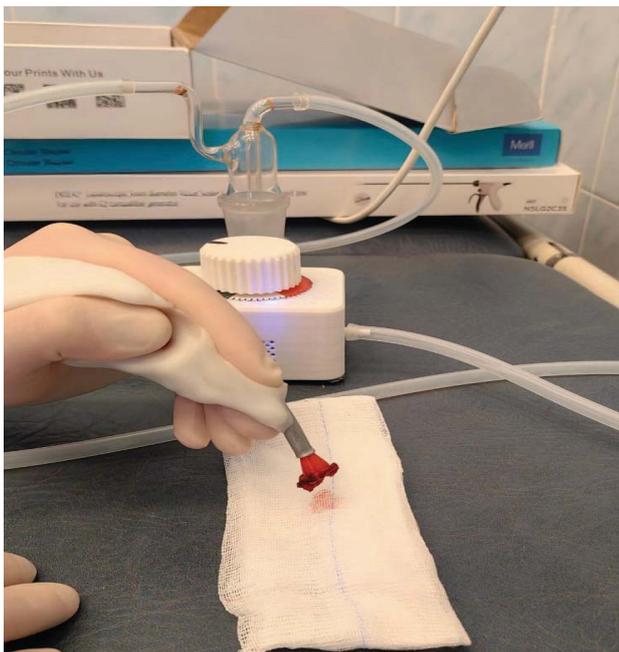


Рис. 1. Вакуумный фиксатор околощитовидной железы (разработка авторов)

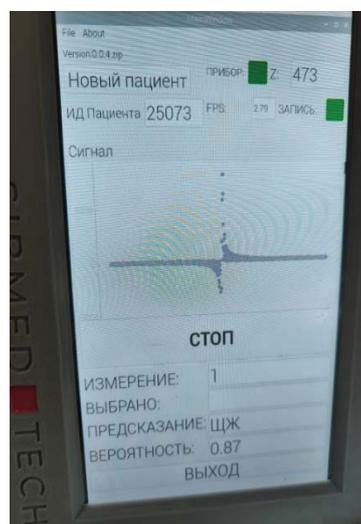
Fig. 1. Vacuum fixator of the parathyroid gland (original development)

Суть метода электроимпедансной спектроскопии заключается в измерении полного электрического сопротивления (импеданса) биологического объекта путем оценки наведенных электрических потенциалов в результате приложения переменного электрического тока небольшой величины в определенном диапазоне частот [11]. Разработанный нами способ заключается в измерении спектра электрического импеданса путем приложения импульсного электрического тока в широком диапазоне частот (10–1000 кГц) к поверхности исследуемой биологической ткани с последующим анализом измеренного спектра методами машинного обучения, что позволяет получать информацию о типе исследуемой биологической ткани в режиме реального времени и не требует дополнительной расшифровки специалистами-кибернетиками.

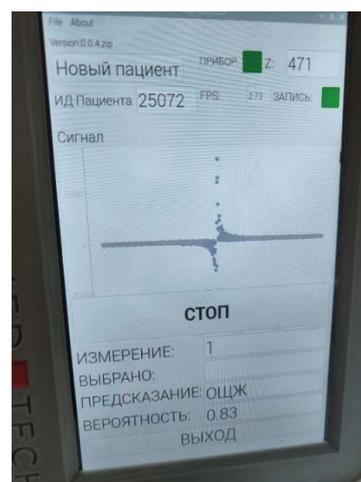
Принцип работы следующий: врач-хирург во время операции прикладывает измерительный наконечник устройства к небольшой области поверхности (~5 × 5 мм) одной из исследуемых биологических тканей щитовидно-паращитовидного комплекса. На основе полученных измерений в режиме реального времени рассчитывается импеданс исследуемой ткани, который затем анализируется заранее обученной на аннотированных данных моделью-классификатором на основе методов машинного обучения. В результате определяется тип исследуемой ткани (рис. 2).



а



б



в

Рис. 2. Внешний вид прибора (а) и графическое изображение результатов измерения импеданса исследуемой ткани щитовидной (б) и околощитовидной (в) желез

Fig. 2. An appearance of the device (a) and graphic representation of the results of impedance measurements of the examined tissue of the thyroid (б) and parathyroid (в) glands

Клинический случай

Представляем клинический случай лечения пациентки со значительной зубной трансформацией и загрудинной эктопией ЩЖ в сочетании с выраженным преморбидным фоном сопутствующей патологии.

В клинику общей хирургии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (г. Томск) в плановом порядке 03.12.2024 поступила больная Е., 79 лет, с диагнозом: «Нетоксический многоузловой зоб 2-й степени по классификации ВОЗ, 4-й степени загрудинной локализации по А.Ф. Романчишену, компрессия органов шеи и средостения». Сопутствующие заболевания: ишемическая болезнь сердца; стенокардия напряжения функционального класса (ФК) II; атеросклероз коронарных артерий, маммарно-коронарное шунтирование, аорто-коронарное шунтирование (01.11.2019); гипертоническая болезнь III ст., контролируемая; гиперурикемия. Риск 4; хроническая болезнь почек С3а; экстрасистолическая аритмия; хроническая сердечная недостаточность I ст. ФК I (фракция выброса 65%).

При поступлении пациентка предъявляла жалобы на затруднение дыхания, чувство сдавления в области шеи, периодические приступы кашля, постоянное чувство «комка в горле», выраженный дискомфорт при глотании и наклоне головы, одышка экспираторного характера, которая уменьшалась в положении лежа на правом боку.

Из анамнеза: заболевание ЩЖ выявлено около 20 лет назад при профилактическом медицинском осмотре. Пальпаторно в правой доле

ЩЖ был обнаружен узел, подтвержденный ультразвуковым исследованием (УЗИ). Пациентка регулярно наблюдалась эндокринологом, лечение не получала, по данным гормонального статуса – эутиреоидное состояние. Указанные жалобы отмечает с лета 2024 г., когда появилось затруднение дыхания, чувство сдавления в области шеи, периодический кашель.

В связи с прогрессированием жалоб проведено комплексное обследование: УЗИ ЩЖ, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) шеи с контрастированием, тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ) правой доли ЩЖ.

УЗИ ЩЖ от 12.10.2024: общий объем железы – 195,9 см³, в основном за счёт правой доли, уходящей за грудину, нижний полюс которой представлен узлом 74 × 61 × 65 мм неоднородной структуры.

МСКТ шеи от 21.11.2024: кистозно-солидная трансформация правой доли ЩЖ. При трехмерной реконструкции изображения (рис. 3) установлено загрудинное расположение правой доли ЩЖ больших размеров, вызывающей компрессию, значительную деформацию и смещение трахеи влево, а также компрессию крупных сосудов: яремных вен, плечеголового ствола и прилегание нижнего полюса правой доли к дуге аорты.

Цитологическое исследование правой доли ЩЖ от 08.11.2024: Bethesda II (доброкачественное образование).

Полученные результаты предоперационного обследования свидетельствовали о возможном возникновении значительных технических трудностей при проведении операции.

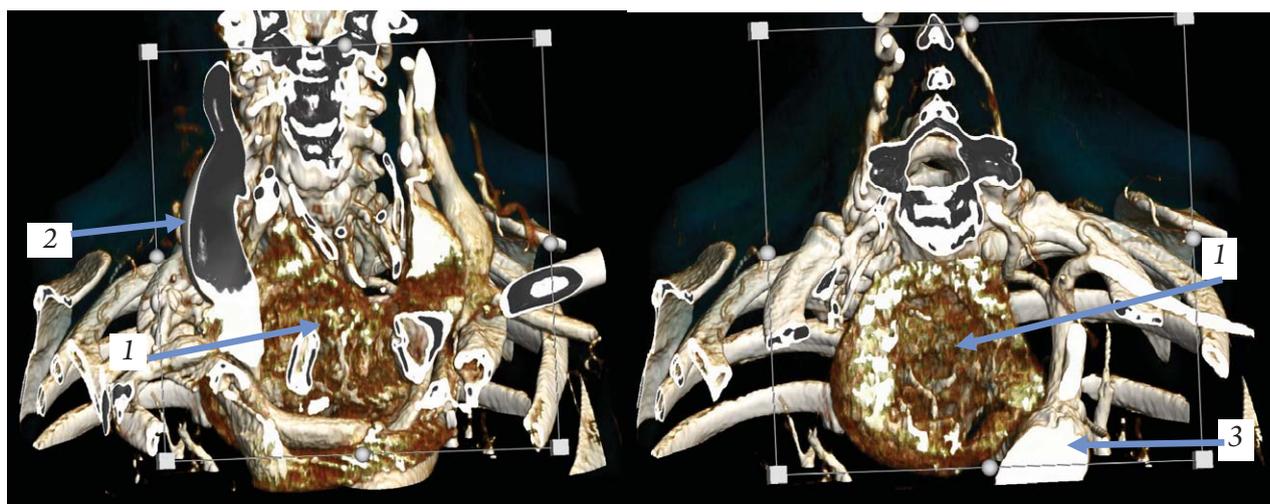


Рис. 3. Трехмерная реконструкция по результатам мультиспиральной компьютерной томографии шеи больной Е., 79 лет, с контрастированием (два среза во фронтальной плоскости): 1 – загрудинный зоб (правая доля ЩЖ), 2 – яремная вена, 3 – дуга аорты

Fig. 3. 3D reconstruction based on the results of multispiral computed tomography of the neck of patient E., 79 years old, with contrast (two slices in the frontal plane): 1 – retrosternal goiter (right lobe of the thyroid gland), 2 – jugular vein, 3 – aortic arch

Операция 05.12.2024 (под общей анестезией): положение больной на операционном столе на спине с валиком под лопатками и шеей. Стандартная обработка операционного поля (0,5%-й спиртовой раствор хлоргексидина биглюконата). Выполнен разрез кожи до 8 см, подкожно-жировой клетчатки и подкожной мышцы по Кохеру. Доступ к ЩЖ по средней линии с отделением претрахеальных мышц латерально и пересечением грудинно-щитовидной мышцы справа. Ревизия: визуализирован верхний полюс правой доли ЩЖ мягкоэластичной консистенции, перешеек и трахея смещены влево, трахеомалиации нет. Размеры перешейка 10 × 20 мм, лимфатические узлы VI уровня не увеличены. Выполнено пересечение перешейка по краю левой доли ЩЖ. Правая доля, кроме ее верхнего полюса, расположена загрудинно. Связка Берри частично пересечена вдоль трахеи, лигированы сосуды верхнего полюса, выполнена частичная латеральная мобилизация правой доли ЩЖ. С помощью тракции правой доли ЩЖ за верхний полюс проведена ее мобилизация по передней и медиальной поверхности с перевязкой боковой вены. Лигированы сосуды нижнего полюса правой доли, что позволило вывести нижний полюс из раны. Визуализирован нижний гортанный нерв справа, картирован с использованием нейромонитора «Inomed» (Германия); нерв расположен типично одним стволом до 2 мм в диаметре. С учетом атипичной локализации правой доли ЩЖ и ее размеров с целью визуализации и профилактики повреждения ОЩЖ и развития послеоперационного гипопаратиреоза на этапе диссекции правой доли ЩЖ применена разработанная нами методика дифференцировки тканей щитовидно-паращитовидного комплекса с использованием электроимпедансной спектроскопии (рис. 4).



Рис. 4. Измерение электроимпеданса во время операции
Fig. 4. Measurement of electrical impedance during surgery

Исследование проводили путем прикалывания измерительного щупа, снабженного четырьмя электродами, к поверхности тканей щитовидно-паращитовидного комплекса, вызывающих сомнения в визуальной дифференцировке органной принадлежности. При этом через исследуемую ткань во время ее контакта со щупом происходило пропускание переменного электрического тока с одновременной регистрацией напряжения на поверхности ткани в виде сигналов на мониторе. Околощитовидных желез в удаляемой ткани не зарегистрировано. Правая доля ЩЖ удалена. Гемостаз. Рана дренирована через дополнительный доступ по Редону. Послойные швы на рану. Асептическая повязка.

Гистологическое исследование удаленной правой доли ЩЖ от 18.12.2024: фолликулярная аденома солидного и частично трабекулярного строения, с фокусами микрофолликулярного строения, обильной миксоидной отечной стромой на фоне диффузно-узловатого коллоидного зоба.

После выписки из стационара пациентка наблюдалась хирургом и эндокринологом амбулаторно по месту жительства. По данным тиреостатуса от 31.01.2025: ТТГ – 0,64 мМЕ/л, Т4 св. – 16,56 пмоль/л.

Госпитализирована повторно 16.02.2025 для проведения обследования. Предъявляла жалобы на умеренную слабость. Жалобы, связанные с компрессией органов шеи, отсутствовали. Голос звучный. Послеоперационный рубец линейный, телесного цвета, при глотании не спаян с подлежащими тканями. При пальпации передней поверхности шеи правая доля ЩЖ не определяется, левая доля ЩЖ не увеличена, мягко-эластичной консистенции, подвижна при глотании. Регионарные лимфатические узлы не увеличены. Выполнены лабораторные исследования: общий и биохимический анализы крови, коагулограмма – показатели в пределах нормы.

Выполнено МСКТ шеи (17.02.2025) с введением болюсного контрастного вещества. Заключение: Состояние после гемитиреоидэктомии справа. Участок фиброзных изменений мягких тканей в зоне удаленной правой доли ЩЖ (рис. 5). При этом смещения трахеи и магистральных сосудов шеи не отмечается (возврат ранее смещенных структур шеи к анатомической норме). Сравнительная картина МСКТ до операции и после ее проведения представлена серией снимков с мультипланарной реконструкцией (рис. 6).

Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии под амбулаторное наблюдение эндокринолога. В результате проведенной операции была устранена компрессия зобом органов шеи и средостения, что значительно улучшило состояние пациентки. Следует отметить, что применение методов безопасной хирургии во

время операции позволило избежать послеоперационных осложнений, прежде всего – повреждения околощитовидных желез.

Рис. 5. Трехмерная реконструкция по результатам мультиспиральной компьютерной томографии шеи больной Е., 79 лет, после операции с контрастированием (стрелкой показана левая доля щитовидной железы)

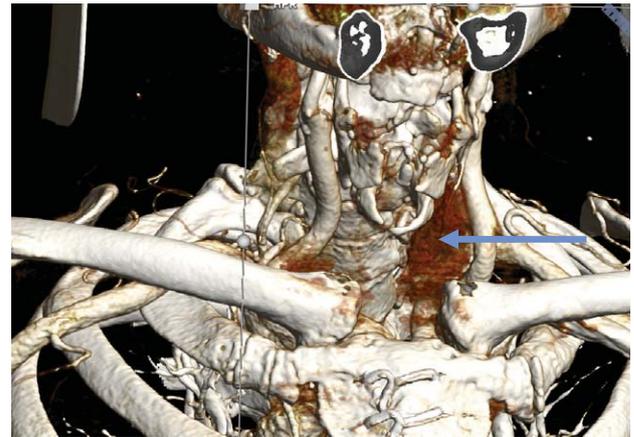


Fig. 5. 3D reconstruction based on the results of multispiral computed tomography of the neck of patient E., 79 years old, after surgery with contrast (the arrow shows the left lobe of the thyroid gland)

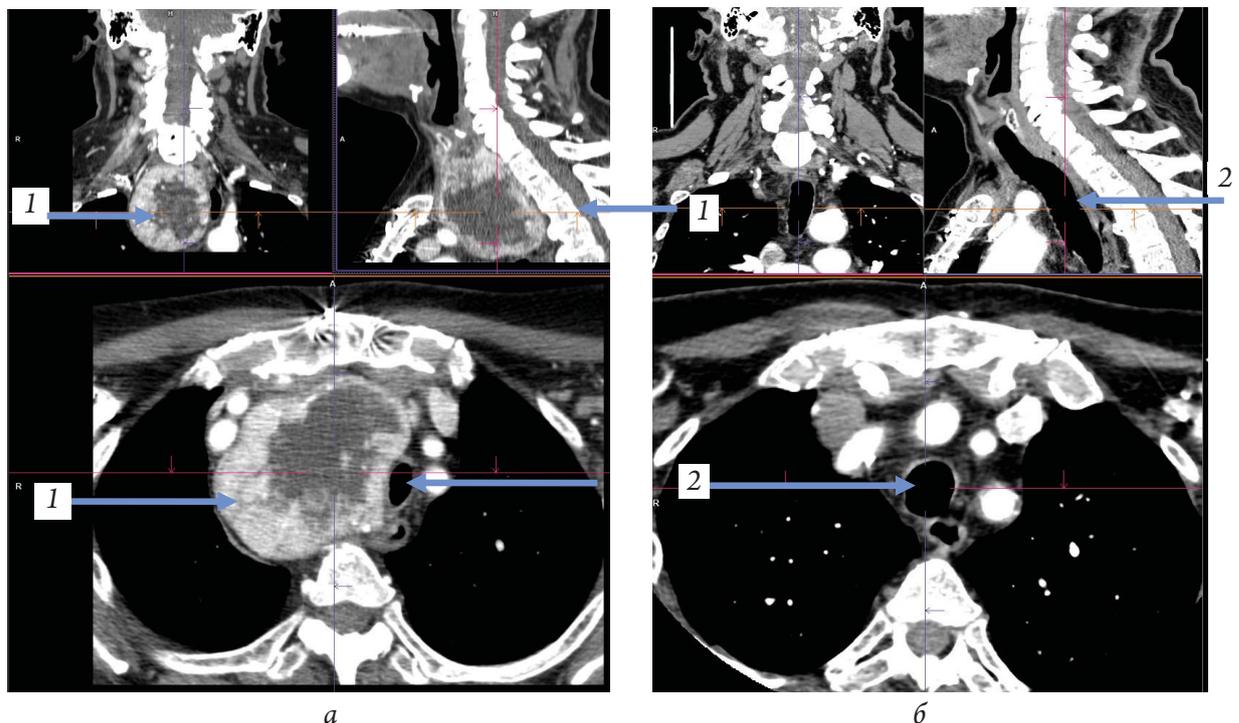


Рис. 6. Спиральная компьютерная томография шеи больной Е., 79 лет, до операции с мультипланарной реконструкцией (а) и после ее проведения (б): 1 – загрудный зоб (увеличенная правая доля щитовидной железы); 2 – трахея
 Fig. 6. Spiral computed tomography of the neck of patient E., 79 years old, before surgery with multiplanar reconstruction (a) and after it was performed (b): 1 – substernal goiter (enlarged right lobe of the thyroid gland); 2 – trachea

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленный нами клинический случай наглядно демонстрирует эффективность применяемых в клинике общей

хирургии СибГМУ технологий безопасной хирургии при лечении заболеваний щитовидно-паращитовидного комплекса при самых сложных вариантах зобной трансформации и топическом расположении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Тотоева З.Н. Анализ осложнений после различных оперативных вмешательств на щитовидной железе // Эндоскопическая хирургия. 2014. Т. 20, № 6. С. 33–37. doi: 10.17116/endoskop2014633-37
 Totoeva Z.N. Analysis of complications after various thyroid surgeries. *Endoskopicheskaya khirurgiya – Endoscopic Surgery*. 2014;20(6):33-37. (In Russ.). doi: 10.17116/endoskop2014633-37
2. Атлас хирургии щитовидной и околощитовидной желез / А.Ф. Романчишен, И.В. Решетов, К.В. Вабалайте и др. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 144 с.
 Romanchishen A.F., Reshetov I.V., Vabalite K.V. et al. *Atlas of thyroid and parathyroid gland surgery*. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2021:144 p. (In Russ.).

3. Хирургическая эндокринология: руководство / под ред. А.П. Калинина, Н.А. Майстренко, П.С. Ветшева. СПб.: Питер, 2004. 960 с. (Серия «Спутник врача»)
Kalinin A.P., Maistrenko N.A., Vetshev P.S. (Eds). *Surgical endocrinology: a manual*. St. Petersburg, Piter Publ., 2004:960 p. (Series "Doctor's Companion"). (In Russ.).
4. Романчишен А.Ф. Хирургия щитовидной и паращитовидной желез. СПб.: ИПК «Вести», 2009. 648 с.
Romanchishen A.F. *Surgery of the thyroid and parathyroid glands*. St. Petersburg, IPK "Vesti" Publ., 2009: 648 p. (In Russ.).
5. Сигал З.М., Сурнина О.В., Брындин В.В., Сигал О.А. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения очаговой патологии щитовидной железы // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2020. № 1 (73). С. 106–110. doi: 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-106-110.
Sigal Z.M., Surnina O.V., Bryndin V.V., Sigal O.A. The nearest and long-term results of surgical treatment of focal pathology of the thyroid gland. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta – Journal of Volgograd State Medical University*. 2020;1(73):106-110. (In Russ.). doi: 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-106-110.
6. Бакр А.А., Хегазы Т.О., Баламун Х.А., Лобос С.А. Гипокальциемия после проведения тиреоидэктомии и факторы риска ее развития // Клиническая и экспериментальная хирургия // Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2020. Т. 8, № 4. С. 97–103. doi: 10.33029/2308-1198-2020-8-4-97-103
Bakr A.A., Hegazy T.O., Balamoun H.A., Lobos S.A. Post-thyroidectomy hypocalcemia and its associated risk factors. *Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya. Zhurnal imeni akademika B.V. Petrovskogo – Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal*. 2020;8.4(30):97-103. doi: 10.33029/2308-1198-2020-8-4-97-103
7. Cannizzaro M., Bianco S., Picardo M.C., Provenzano D., Buffone A. How to avoid and to manage post-operative complications in thyroid surgery. *Updates in Surgery*. 2017;69(2):211-215. doi: 10.1007/s13304-017-0475-3
8. Захохов Р.М., Тлупова Т.Г., Журтова И.Б., Мукаев А.А., Баков З.Н., Теуважукова Д.А. Эффективность профилактики повреждений возвратного гортанного нерва при операциях на щитовидной железе // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2024. № 7. С. 85-91. doi: 10.17116/hirurgia202407185
Zakhokhov R.M., Tlupova T.G., Zhurtova I.B., Mukaev A.A., Bakov Z.N., Teuvazhukova D.A. Efficacy of prevention of recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova – Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2024;7:85-91. (In Russ.) doi: 10.17116/hirurgia202407185
9. Ветшев П.С., Янкин П.Л., Животов В.А., Поддубный Е.И., Дрожжин А.Ю., Прохоров В.Д. Факторы риска и прогнозирование нарушений голоса после хирургического лечения заболеваний щитовидной и околощитовидных желез // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019. № 4. С. 5–15. doi: 10.17116/hirurgia20190415
Vetshev P.S., Yankin P.L., Zhivotov V.A., Poddubnyy E.I., Drozhzhin A.Yu., Prokhorov V.D. Risk factors and prognosis of voice disorders after surgical treatment of thyroid and parathyroid diseases. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova – Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2019;4:5-14. (In Russ.). doi: 10.17116/hirurgia20190415
10. Hillary S.L., Brown B.H., Brown N.J., Balasubramanian S.P. Use of electrical impedance spectroscopy for intra-operative tissue differentiation in thyroid and parathyroid surgery. *World J Surg*. 2019;44:479-485. doi: 10.1007/s00268-019-05169-7
11. Martinsen O.G., Grimnes S. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics*. 3rd ed. Academic Press, 2014:584 p.

Сведения об авторах

Моторыкин Алексей Сергеевич – врач-хирург, зав. клиникой общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0009-0001-9784-4175>

e-mail: clin.ob.hirurg@ssmu.ru

Попов Олег Сергеевич – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0000-0002-2648-4758>

e-mail: popov.os@ssmu.ru

Титов Дмитрий Сергеевич  – канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0009-0001-2075-3953>

e-mail: titov.ds@ssmu.ru

Плешков Максим Олегович – руководитель отдела разработки медицинского программного обеспечения научно-технологического центра «Цифровая медицина и киберфизика» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0002-4131-0115>
e-mail: pleshkov.mo@ssmu.ru

Толмачёв Иван Владиславович – канд. мед. наук, руководитель научно-технологического центра «Цифровая медицина и киберфизика» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0002-2888-5539>
e-mail: tolmachev.iv@ssmu.ru

Стасевский Виктор Игоревич – мл. научн. сотрудник отдела быстрого прототипирования медицинских изделий научно-технологического центра «Цифровая медицина и киберфизика» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0009-0008-2880-3725>
e-mail: stasevskiy.vi@ssmu.ru

Удодов Владимир Дмитриевич – канд. мед. наук, врач-радиолог, зав. отделением радионуклидной диагностики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0002-1321-7861>
e-mail: udodov.vd@ssmu.ru

Васильченко Евгений Евгеньевич – канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0009-0003-5175-5956>
e-mail: vasilchenko.ee@ssmu.ru

Information about authors

Alexey S. Motorykin, surgeon, head of the General Surgery Clinic, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0009-0001-9784-4175>
e-mail: clin.ob.hirurg@ssmu.ru

Oleg S. Popov, Dr. Med. sci., Associate Professor, Professor, the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-2648-4758>
e-mail: popov.os@ssmu.ru

Dmitriy S. Titov, Cand. Med. Sci., Associate Professor, the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0009-0001-2075-3953>
e-mail: titov.ds@ssmu.ru
Phone number: +79069511996

Maxim O. Pleshkov, head of the Medical Software Development Department, the Scientific and Technological Center "Digital Medicine and Cyberphysics", Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-4131-0115>
e-mail: pleshkov.mo@ssmu.ru

Ivan V. Tolmachev, Cand. Med. Sci., head of the Scientific and Technological Center "Digital Medicine and Cyberphysics", Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).
<https://orcid.org/0000-0002-2888-5539>
e-mail: tolmachev.iv@ssmu.ru

Victor I. Stasevsky, Junior Researcher, Department of Rapid Prototyping of Medical Products, the Scientific and Technological Center "Digital Medicine and Cyberphysics", Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0008-2880-3725>

e-mail: stasevskiy.vi@ssmu.ru

Vladimir D. Udodov, Cand. Med. sci., radiologist, head of the Radionuclide Diagnostics Department, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-1321-7861>

e-mail: udodov.vd@ssmu.ru

Eugeny E. Vasilchenko, Cand. Med. sci., Associate Professor, the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0003-5175-5956>

e-mail: vasilchenko.ee@ssmu.ru

Поступила в редакцию 28.03.2025; одобрена после рецензирования 05.06.2025; принята к публикации 08.06.2025

The article was submitted 28.03.2025; approved after reviewing 05.06.2025; accepted for publication 08.06.2025