



<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-20-28>

## Устройство для пункционной биопсии щитовидной и молочных желез

Сигал Золтан Мойшевич —  
д.м.н., профессор, кафедра  
топографической анатомии  
и оперативной хирургии,  
[orcid.org/0000-0001-9823-868X](https://orcid.org/0000-0001-9823-868X)

Сурнина Ольга  
Владимировна —  
к.м.н., доцент, кафедра то-  
пографической анатомии  
и оперативной хирургии,  
отделение ультразвуковой  
диагностики,  
[orcid.org/0000-0002-9538-1808](https://orcid.org/0000-0002-9538-1808)

З.М. Сигал<sup>1</sup>, О.В. Сурнина<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Ижевская государственная медицинская академия, Россия, Удмуртская Республика, Ижевск

<sup>2</sup> Республиканский клинико-диагностический центр, Россия, Удмуртская Республика, Ижевск

\* **Контакты:** Сурнина Ольга Владимировна, e-mail: [uzd-ur@mail.ru](mailto:uzd-ur@mail.ru)

### Аннотация

**Введение.** Проблема диагностики новообразований в щитовидной и молочных железах остается не до конца решенной. В частности, известные способы проведения пункционной биопсии обладают существенными недостатками, которые являются причинами ошибок в исследовании рака этих желез. Для улучшения чувствительности и точности дифференциальной диагностики новообразований в хирургии авторами предложены инновационные методы и устройства пункционной биопсии.

**Материалы и методы.** Группе сравнения, которая составила 1406 пациентов, была проведена пункционная биопсия без ультразвуковой визуализации, традиционным методом; а у группы наблюдения, в которую входили 1870 пациентов, брали биопсийный материал инновационным способом пункционной биопсии новообразований щитовидной и молочной желез при помощи устройства для пункции объемных образований щитовидной и молочной желез.

**Результаты.** Разработан новый метод пункционной биопсии, основанный на определении значения амплитуды осцилляций и значений оптической плотности тканей. Применение инновационного пункционного устройства повысило точность диагностики пункции объемных образований щитовидной и молочной желез до 90 %. При проведении пункционной биопсии новообразований щитовидной железы у пациентов группы наблюдения осложнений не наблюдали. У пациентов контрольной группы были выявлены такие осложнения, как нарушение функции глотания, локальные воспаления и гематомы в местах пункций.

**Обсуждение.** Показано, что способ пункционной биопсии, основанный на определении значения амплитуды пульсовых осцилляций и значений оптической плотности исследуемой ткани, позволяет обнаружить объемное образование раньше, чем оно проявится при визуальных методах исследования, а наличие дополнительного канала позволяет одновременно осуществить пункцию пограничных с патологическим очагом тканей, оценить эффективность проводимого лечения и спрогнозировать дальнейшее развитие заболевания.

**Заключение.** Разработаны креативные хирургические способы пункционной биопсии и устройство для его осуществления, основанные на пульсооптометрии с применением излучателя и фотоприемником. Метод повышает эффективность и точность дифференциальной диагностики объемных новообразований, обеспечивает контроль эффективности лечения и предотвращения ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

**Ключевые слова:** пункция, пункционная биопсия, биопсия под визуальным контролем, ультрасонография, компьютерная томография, новообразования щитовидной железы, новообразования молочной железы, пульсооптометрия

**Для цитирования:** Сигал З.М., Сурнина О.В. Устройство для пункционной биопсии щитовидной и молочных желез. Креативная хирургия и онкология. 2021;11(1):20–28. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-20-28>

# A Tool for Thyroid and Breast Punch Biopsy

Zoltan M. Sigal<sup>1</sup>, Olga V. Surnina<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Republican Clinical Diagnostic Centre, Izhevsk, Russian Federation

\* **Correspondence to:** Olga V. Surnina, e-mail: uzd-ur@mail.ru

Zoltan M. Sigal —  
Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery,  
orcid.org/0000-0001-9823-868X

Olga V. Surnina —  
Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Department of Ultrasonic Diagnostics,  
orcid.org/0000-0002-95381808

## Abstract

**Background.** Diagnosis of thyroid and mammary gland neoplasms is a persisting challenge. The common punch biopsy techniques exhibit significant drawbacks responsible for biasing the gland tumour inspection. The authors propose technical and methodological novelties in punch biopsy for improving the sensitivity and accuracy of neoplasm differential diagnosis in surgery.

**Materials and methods.** A control cohort of 1406 patients had a conventional punch biopsy without ultrasonic guidance, whereas the study cohort of 1870 patients had puncturing with a novel device suitable for voluminous thyroid and mammary gland neoplasm biopsy.

**Results.** A novel punch biopsy method is developed basing on the oscillation amplitude and tissue optical density determination. The novel puncture appliance and technique allowed an accuracy improvement of voluminous thyroid and mammary gland neoplasm puncture up to 90 %. No complications of thyroid neoplasm punch biopsy were observed in the study cohort. The control group exhibited the complications of impaired swallowing, local inflammation and haematomas at the puncture site.

**Discussion.** The punch biopsy technique based on the pulse oscillation amplitude and optical tissue density measurement was proved to allow an earlier detection of voluminous neoplasms compared to visual inspection, while an additional canal allows concurrent biopsy of the lesion-adjacent tissue and the assessment of therapeutic efficacy and disease progression.

**Conclusion.** Creative surgical approaches to punch biopsy based on emitter and optic sensor-gear pulse optometry and their implementing tool have been developed. The method improves the efficiency and accuracy of voluminous neoplasm differential diagnosis, provides control of treatment efficacy and prevents false positive and false negative detections.

**Keywords:** puncture, punch biopsy, image-guided biopsy, ultrasonography, computed tomography, thyroid neoplasms, mammary neoplasms, pulse optometry

**For citation:** Sigal Z.M., Surnina O.V. A Tool for Thyroid and Breast Punch Biopsy. Creative Surgery and Oncology. 2021;11(1):20–28. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-20-28>

## Введение

В настоящее время проблема диагностики новообразований в щитовидной (ЩЖ) и молочных железах (МЖ) остается до конца не решенной, несмотря на широкие возможности современных методов исследования [1–4]. Основными нерешенными проблемами диагностики рака щитовидной железы методом пункционной биопсии являются субъективность в интерпретации полученных УЗИ-изображений, высокий риск нагноения пункционной раны в результате попадания микроорганизмов через негерметичный спиралевидный канал и высокий риск возникновения аллергических реакций [5–8].

Известные способы проведения диагностической биопсии под контролем ультразвуковой и компьютерной томографии подразумевают необходимость проведения исследований и установления локализации очага поражения [9–11]. При этом первоначально выбирают точку пункции, после чего вводят пункционную иглу, в процессе чего нередко возникают трудности в совмещении пункционной линии, т.е. хода пункционной иглы, с очагом. Это является причиной низкой точности попадания иглы в намеченную цель, что является значительным недостатком. При данных способах невозможна четкая визуализация пункционной иглы, что связано с небольшим диаметром иглы, отсутствием специальных «хомутов», усиливающих УЗИ-сигнал, или отклонением иглы от заданного хода, что может возникать при довольно глубоком расположении очага. Маркировка границ новообразования проводится врачом, поэтому данный способ можно считать субъективным, так как истинные границы новообразования могут не совпадать с обозначенными границами на коже, в связи с чем возможны ложноотрицательные результаты. Кроме того, при проведении компьютерной томографии больной получает лучевую нагрузку, что снижает безопасность метода [12].

Следующими недостатками существующих способов пункционной биопсии являются отсутствие фиксации пункционной иглы и введение ее самостоятельно методом «свободной руки» [13], что снижает точность пунктирования образования, повышает риск ятрогенных ошибок, например недостоверных результатов, а также субъективность в интерпретации получаемых УЗИ-изображений и доплеровской сонографии. Дело в том, что точность исследования зависит от опыта врача, класса аппарата и его оптимальной настройки, которые должны корректироваться для каждого пациента и каждого органа индивидуально. При ультразвуковой визуализации нет оценки новообразования на уровне Т<sub>0</sub> и определяются только имеющиеся патологические структуры, в связи с чем также возможны ложноотрицательные результаты. Невозможно произвести точную коррекцию траектории иглы в соответствии с расположением сосудистого русла прилежащих зон. Кроме этого, введение пункционной иглы осуществляется с коррекцией траектории иглы во время дыхательной экскурсии грудной клетки, которая нестабильна, поэтому пространственное расположение кровеносных сосудов в тканях также изменчиво.

Для улучшения качества забора материала и уменьшения ятрогенных осложнений при пункционной биопсии используются различные устройства. Их недостатком является наличие зазоров, поскольку они нарушают герметичность при взятии биопсийного материала. Зазоры позволяют воздуху и биологическим жидкостям попадать в пространство канала, что приводит к инфицированию и нагноению раны, а также к сепсису, интоксикации и локальным воспалительным процессам в различных органах и тканях из-за попадания воздушных бактерий в кровь [14]. Также устройства могут быть выполнены из материалов, вызывающих аллергическую реакцию тканей организма во время биопсии. Кроме того, устройства позволяют удалять кусочки ткани из канала не полностью, что затрудняет биопсию органа или ткани. К тому же предполагается узконаправленность, а значит, и небольшая площадь извлечения биопсийного материала [15]. Несомненным недостатком при проведении биопсии является вероятность широкого распространения и невозможность уточнения локализации образований, расположенных в органах и тканях, а это, в свою очередь, приводит к субъективной интерпретации данных исследования, ложноположительным, ложноотрицательным результатам и к повышению риска серьезных диагностических ошибок. Следующим недостатком известного устройства является трубчатый корпус, который при соединении не позволяет провести одно-разовый полный осмотр всех сторон исследуемого органа или ткани, в результате чего время для взятия биопсийного материала увеличивается, а это, в свою очередь, доставляет пациенту дискомфорт. Наконец, наличие лишь одного канала приводит к невозможности одноэтапного отбора материала из разных точек образования, что снижает диагностическую ценность процедуры, а также увеличивает ее время. Кроме того, устройства имеют зажимное и регулирующее кольцо, которое при использовании может привести к травмированию тканей из-за их сдавливания.

Для улучшения чувствительности и точности дифференциальной диагностики новообразований в хирургии авторами предложены инновационные методы и устройства пункционной биопсии.

**Цель исследования** — разработка креативного устройства для пункционной биопсии щитовидной и молочных желез.

## Материалы и методы

На базе хирургических отделений клинических больниц МЗ УР (РКДЦ, ГКБ № 9, РКОД им. С.Г. Примушко) была проведена дифференциальная диагностика новообразований щитовидной железы с помощью предложенных инновационных способов пункционной биопсии объемных образований и устройства для пункции объемных новообразований щитовидной железы. Группе сравнения, которая составила 1406 пациентов, была проведена пункционная биопсия без ультразвуковой визуализации, традиционным методом; а группе наблюдения, в которую входили 1870 пациентов,

провели пункционную биопсию новым способом, предложенным авторами.

Проведение пункционной биопсии производят с помощью пульсооптометрии, в ходе которой определяют значения амплитуды пульсовых осцилляций и значения оптической плотности ткани с использованием светодиодной оптопары. При этом иглу вводят в место перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары, перпендикулярно ткани щитовидной железы [16].

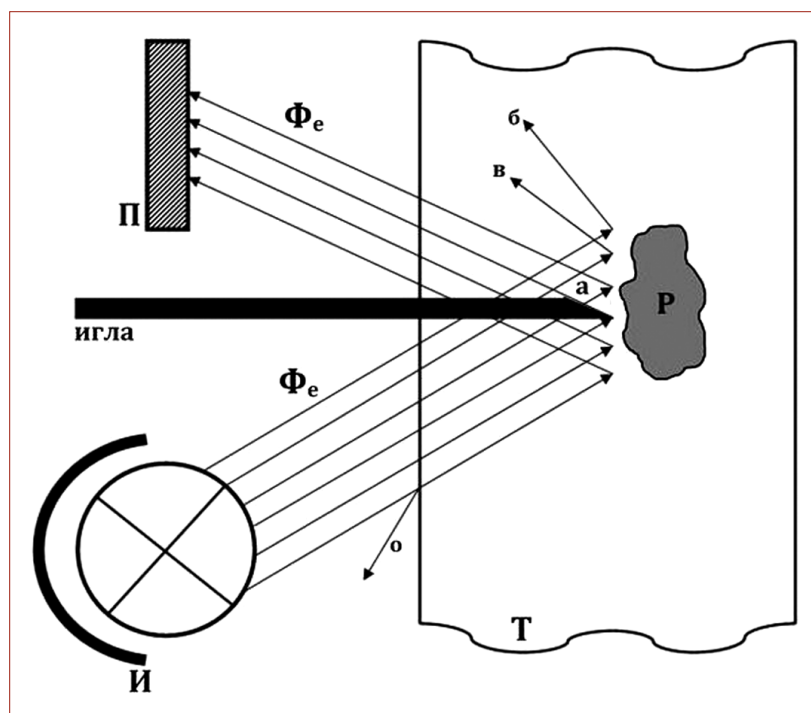
На рисунке 1 представлена схема хода лучей при регистрации пульсомоторограмм участка органа в отраженном свете. Поток излучения ( $\Phi_e$ ) от излучателя (И) частично отражается (о) от поверхности ткани (Т). Проникающее в ткань излучение (И-о) поглощается постоянными (б) и переменными (а), составляющими оптической плотности, обусловленными пульсовыми колебаниями патологической ткани (Р). Часть излучения (в) рассеивается.

Для проведения пункции молочной железы пациент ложится на спину и задерживает дыхание на время проведения пульсооптометрии. Врач ставит светодиодную оптопару на исследуемую область и передвигает ее по ткани в радиальном направлении от дистальных отделов до параареолярной области по часовой стрелке. При локальной амплитуде пульсовых и неппульсовых осцилляций соответственно в интервалах 7,5–8,5, 10,75–20,71 мм и 0,02–0,08, 0,15–0,62 мм в паренхиме молочной железы осуществляют пункционную биопсию посередине между излучателем и фотоприемником, расположенными на молочной железе, проводя иглу в направлении перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары перпендикулярно ткани. При других показателях амплитуды пульсовых осцилляций и неппульсовой оптической плотности и при отсутствии пальпируемых образований молочной железы пункцию не осуществляют.

При проведении пункции щитовидной железы пациента укладывают на спину и просят задержать дыхание на время проведения пульсооптометрии. Для сохранения положения головы используют валик, который укладывается под плечи (так голова остается запрокинутой на время всей процедуры). Сначала проводится ультразвуковое исследование для определения месторасположения ткани щитовидной железы. Затем врач ставит светодиодную оптопару на область щитовидной железы и передвигает ее от центра к периферии. При локальной амплитуде пульсовых и неппульсовых осцилляций соответственно в интервалах 9,4–10,6, 34,7–46,52 мм и 13,84–19,44, 39,6–52,4 мм в паренхиме щитовидной железы осуществляют пункционную биопсию посередине между излучателем и фотоприемником, расположенными на щитовидной железе, проводя иглу в направлении перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары перпендикулярно ткани. При других показателях амплитуды пульсовых осцилляций и неппульсовой оптической плотности и при отсутствии пальпируемых образований щитовидной железы пункцию не осуществляют.

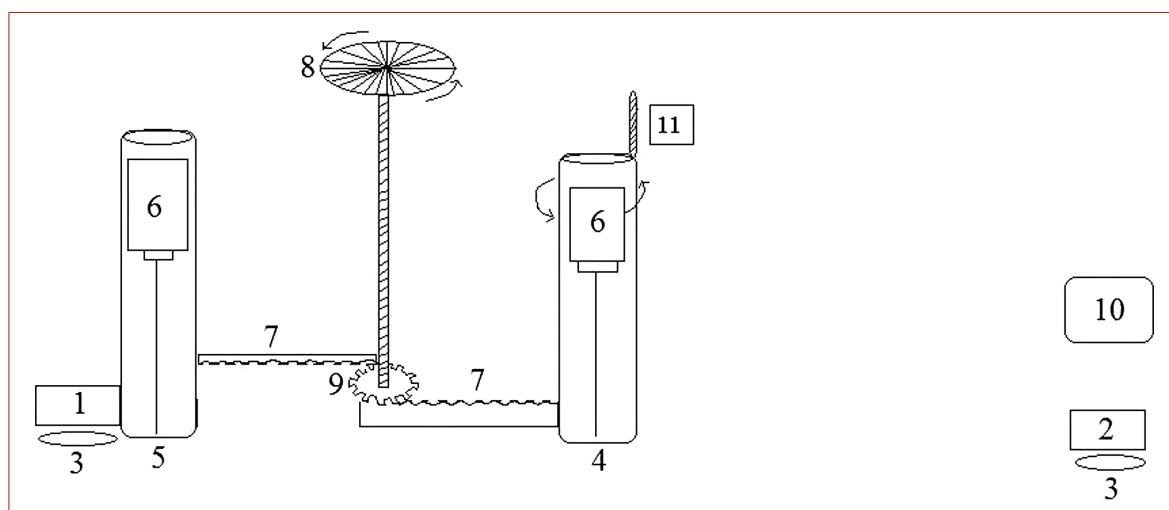
Использование устройства для пункции объемных образований щитовидной железы позволило произвести эффективную диагностику данным способом. Прибор состоит из источника излучателя, фотодиода с системами для забора материала, двух полых цилиндрических каналов и микровинта, расположенного между ними. Действие микровинта изменяет расстояние между каналами — радиус окружности, расстояние между источником и излучением и фотодиодом, угол падения и отражения инфракрасных лучей [17, 18].

В устройстве для пункции объемных новообразований, содержащем две системы для забора биопсийного материала, располагающиеся в полых цилиндрических каналах, новым является то, что первый канал расположен посередине между излучателем инфракрасного диапазона и фотоприемником. Это позволяет проводить биопсию точно из места пересечения падающих и отраженных лучей. Второй канал соединен с первым при помощи двух зубчатых реек и шестерни, расположенной в основании микровинта. Также второй канал жестко соединен с источником излучения. Первый канал позволяет производить забор материала из центра патологического образования, поэтому условно назван центральным, по второму проводят биопсию с периферии образования и пограничных здоровых тканей, поэтому он назван периферическим. Оба канала способны к вращению: центральный канал способен вращаться вокруг своей оси при помощи рукоятки,



**Рисунок 1.** Схема хода лучей при регистрации пульсомоторограмм участка органа в отраженном свете:  $\Phi_e$  — поток излучения, И — излучатель, П — фотоприемник, Т — поверхность ткани, Р — патологическая ткань, а — переменные составляющие оптической плотности, б — постоянные составляющие оптической плотности, в — рассеянное излучение, о — отраженные лучи

**Figure 1.** Reflected beam pattern in pulsomotography,  $\Phi_e$  — radiation flow; И — emitter; П — optic sensor; Т — tissue surface; Р — lesion; а — variable optical density components; б — constant optical density components; в — scattered radiation; о — reflected beams



**Рисунок 2.** Схема устройства для пункции объемных новообразований: 1 — излучатель, 2 — фотоприемник, 3 — оптическая система фокусировки излучения, 4 — центральный канал, 5 — периферический канал, 6 — системы для забора материала, 7 — зубчатые рейки, 8 — микровинт, 9 — шестерня, 10 — микропроцессорный усилитель, 11 — рукоятка

**Figure 2.** Voluminous neoplasm puncture device diagram: 1 — emitter, 2 — optic sensor, 3 — optical radiation focusing system, 4 — central canal, 5 — peripheral canal, 6 — material sampling appliance, 7 — gear rails, 8 — fine adjustment, 9 — gear, 10 — microprocessor amplifier, 11 — handle

а периферический — посредством микровинта, в основании которого расположена шестерня, скрепляющая зубчатые рейки. Данные каналы представляют собой полые цилиндры, расположенные перпендикулярно к поверхности тела, а внутри них проходят пункционные иглы из нержавеющей медицинской стали с добавлением хрома.

Устройство для диагностики органной патологии работает следующим образом (рис. 2). Например, проводят дифференциальную диагностику новообразований щитовидной железы. Датчик прикладывается в проекции исследуемого органа. Вращая микровинт 8, приводят в движение шестерню 9, которая передвигает зубчатые рейки 7 относительно друг друга. При этом изменяется расстояние между источником излучения 1 и фотоприемником 2. Свет от излучателя 1, предварительно сфокусированный оптической системой 3, отражается от органов и тканей под углом, равным углу падения. Отраженный свет фокусируется оптической системой 3 на фотоприемнике 2. Фотоприемник преобразует излучение в электрический сигнал, который усиливается микропроцессорным усилителем 10. Преобразованные

сигналы подаются на записывающее устройство, на котором отображается кривая изменения пульсовой и неппульсовой оптической плотности в исследуемом органе. Определяют локальную амплитуду пульсовых осцилляций (АПО) и локальную неппульсовую оптическую плотность. При значениях АПО в интервалах 9,4–10,6 и 34,7–46,52 мм и локальной неппульсовой оптической плотности в интервалах 13,84–19,44 и 39,6–52,4 мм в паренхиме щитовидной железы проводят пункционную биопсию исследуемого образования. Биопсия проводится путем введения системы для забора материала 6 по центральному каналу 4 перпендикулярно к поверхности тела в ткань железы на выбранную глубину. Затем, вновь вращая микровинт, изменяют расстояние между каналами — радиус окружности, в пределах которой по периферическому каналу 5 производят 2–3 пункции пограничных тканей. Биоптаты отправляются на цитологическое исследование.

## Результаты

Применение устройства для пункции объемных образований щитовидной и молочной желез повысило точность диагностики новообразований до 90 %.

При проведении пункционной биопсии новообразований ЩЖ (патент РФ № 2727742) у группы наблюдения осложнений не выявили, в отличие от пункций, проведенных традиционным методом (группа сравнения) (табл. 1).

В группе сравнения проводились пункции с использованием ультразвуковой навигации и без нее. В группе сравнения было проведено 703 пункции при различных образованиях ЩЖ. После пункции в 84 (12 %) случаях пациенты ощущали затруднение глотания. Наиболее опасное осложнение — гематома — наблюдалось в области пункции у 63 (9 %) пациентов. Кровотечения возникали в 49 (7 %) случаев, чаще всего они были связаны

| Виды осложнений      | Группа               |     |                     |    |
|----------------------|----------------------|-----|---------------------|----|
|                      | наблюдения (n = 935) |     | сравнения (n = 703) |    |
|                      | абс.                 | %   | абс.                | %  |
| Гематома             | 0                    | 0   | 63                  | 9  |
| Кровотечение         | 0                    | 0   | 49                  | 7  |
| Затруднение глотания | 47                   | 5   | 84                  | 12 |
| Воспаление           | 10                   | 1,1 | 43                  | 6  |

**Таблица 1.** Виды осложнений при проведении пункций узловых образований щитовидных желез  
**Table 1.** Types of thyroid nodule puncture complications



с повреждением правой и левой верхних щитовидных артерий и правой и левой нижних щитовидных артерий. У 43 (6 %) пациентов наблюдалось локальное воспаление в области пункции. В группе наблюдения в 47 (5 %) случаях отмечалось затруднение глотания, в 10 (1,1 %) случаях проявлялось воспаление в области пункции.

В группе сравнения было проведено 703 пункции при различных размерах кист ЩЖ: при кисте размером меньше одного сантиметра — 615, при кисте размером больше одного сантиметра — 88. В первом случае среди осложнений было выявлено образование гематомы в области пункции у 55 (8 %) пациентов, во втором — у 8 (1%). К тому же после пункции кисты меньше одного сантиметра наблюдались кровотечения в 43 (6 %) случаях, связанные чаще всего с повреждением правой и левой верхних щитовидных артерий и правой и левой нижних щитовидных артерий; при кисте больше одного сантиметра у 6 (1 %) пациентов. Также пациенты в 73 (10 %) случаях при кисте меньше одного сантиметра и в 11 (2%) случаях при кисте больше одного сантиметра отмечали затруднение глотания, что вызывало дискомфорт. У 37 (5 %) пациентов с кистой меньше одного сантиметра и у 6 (1 %) пациентов при пункции кисты больше одного сантиметра наблюдалось воспаление в области пункции (табл. 2).

Клинический пример 1. Больной К. обратился с жалобами 25.09.2017 г. на снижение массы тела на 5 кг за 1 месяц, кроме того, пациент отмечал отсутствие аппетита и ощущение «кома в горле». В данных лабораторных исследований изменений нет (ТТГ — 2,5 мЕд/л, Та — 315 пмоль/л). При ультразвуковой визуализации и МРТ щитовидной железы, проведенных 26.09.2017 г., новообразований не выявлено. Но, учитывая жалобы пациента, 27.09.2017 г. была проведена пульсооптометрия, при которой были определены значения амплитуды пульсовых осцилляций и значения оптической плотности, равные 10,2 и 42,1 мм соответственно. Произведена пункционная биопсия, при этом иглу проводили в месте перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары, посередине между излучателем и фотоприемником оптопары, расположенными на щитовидной железе, перпендикулярно ткани щитовидной железы. Заключение: аденома щитовидной железы. Осложнений при пункционной биопсии не было. 28.09.2018 г. была проведена повторная пункция — диагноз подтвержден.

Клинический пример 2. Больной С. обратился с жалобами 9.10.2018 г. на снижение массы тела на 2 кг за 1 месяц, кроме того, пациент отмечал общую слабость, ощущение «кома в горле» и отсутствие аппетита. В данных лабораторных исследований изменений нет (ТТГ — 3,0 мЕд/л, Та — 13 пмоль/л). При ультразвуковой визуализации, МРТ щитовидной железы, проведенных 10.10.2018 г., новообразований не выявлено. Но, учитывая жалобы пациента, 11.10.2018 г. была проведена пульсооптометрия, при которой были определены значения амплитуды пульсовых осцилляций и значения оптической плотности, равные

43,7 и 19,0 мм соответственно. Произведена пункционная биопсия, при этом иглу проводили в месте перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары, посередине между излучателем и фотоприемником оптопары, расположенными на щитовидной железе, перпендикулярно ткани щитовидной железы, для забора ткани. Полученный биоптат 12.10.2018 г. отправлен на цитологическое исследование, при котором был выставлен диагноз: рак щитовидной железы. Заключение: рак щитовидной железы степени To-. Осложнений при пункционной биопсии не было. Проведена тиреоидэктомия, при гистологическом исследовании диагноз подтвержден. При проведении пункционной биопсии новообразований МЖ (патент РФ №2712014) [16] у группы наблюдения было выявлено 2 осложнения в виде инфицирования, в отличие от пункций, проведенных традиционным методом (группа сравнения). В группе сравнения проводилась пункция МЖ как с помощью ультразвуковой навигации, так и без проведения УЗИ. Было проведено 703 пункции МЖ при различных образованиях. После пункции в 84 (12 %) случаях наблюдалась гематома. В 44 (6,3 %) случаях наблюдалось кровотечение. У 78 (11 %) пациентов наблюдалось инфицирование в месте пункции (табл. 3).

В работе были отмечены осложнения при проведении пункций различных размеров кист молочных желез. В группе сравнения наиболее частым осложнением при кисте МЖ размером менее 3 см явилось образование гематомы на месте пункции — у 18 (3 %) пациентов.

| Осложнения           | Размеры кист         |   |                     |    |                      |     |                    |   |
|----------------------|----------------------|---|---------------------|----|----------------------|-----|--------------------|---|
|                      | менее 1 см           |   |                     |    | более 1 см           |     |                    |   |
|                      | Группа               |   |                     |    | Группа               |     |                    |   |
|                      | наблюдения (n = 826) |   | сравнения (n = 615) |    | наблюдения (n = 109) |     | сравнения (n = 88) |   |
|                      | абс.                 | % | абс.                | %  | абс.                 | %   | абс.               | % |
| Гематома             | 0                    | 0 | 55                  | 8  | 0                    | 0   | 8                  | 1 |
| Кровотечение         | 0                    | 0 | 43                  | 6  | 0                    | 0   | 6                  | 1 |
| Затруднение глотания | 41                   | 4 | 73                  | 10 | 6                    | 1   | 11                 | 2 |
| Воспаление           | 9                    | 1 | 37                  | 5  | 1                    | 0,1 | 6                  | 1 |

Таблица 2. Осложнения при пункциях щитовидных желез при различных размерах кист  
Table 2. Thyroid puncture complications at different cyst volumes

| Виды пункций  | Группа               |     |                     |     |
|---------------|----------------------|-----|---------------------|-----|
|               | наблюдения (n = 732) |     | сравнения (n = 703) |     |
|               | абс.                 | %   | абс.                | %   |
| Гематома      | 0                    | 0   | 84                  | 12  |
| Кровотечение  | 0                    | 0   | 44                  | 6,3 |
| Инфицирование | 2                    | 0,2 | 78                  | 11  |

Таблица 3. Виды осложнений при проведении пункций молочных желез  
Table 3. Types of breast puncture complications

| Осложнения    | Размеры кист            |   |                        |   |                         |     |                        |   |
|---------------|-------------------------|---|------------------------|---|-------------------------|-----|------------------------|---|
|               | менее 3 см              |   |                        |   | более 3 см              |     |                        |   |
|               | группа                  |   |                        |   | группа                  |     |                        |   |
|               | наблюдения<br>(n = 206) |   | сравнения<br>(n = 156) |   | наблюдения<br>(n = 526) |     | сравнения<br>(n = 547) |   |
|               | абс.                    | % | абс.                   | % | абс.                    | %   | абс.                   | % |
| Гематома      | 0                       | 0 | 18                     | 3 | 0                       | 0   | 66                     | 9 |
| Кровотечение  | 0                       | 0 | 10                     | 1 | 0                       | 0   | 34                     | 5 |
| Инфицирование | 0                       | 0 | 18                     | 3 | 2                       | 0,3 | 60                     | 8 |

**Таблица 4.** Виды осложнений при различных размерах кист молочных желез  
**Table 4.** Complications at different breast cyst sizes

Также на месте прокола возникало воспаление в 18 (3 %) случаях. В 10 (1 %) случаях наблюдалось кровотечение. В группе сравнения было проведено 547 обследований при кистах молочной железы размером более 3 см. Чаще остальных осложнений встречалась гематома; в 66 (9 %) случаях — возникновение болезненных ощущений в месте прокола. Кровотечение после пункции встречалось в 34 (5 %) случаях. У 60 (8 %) пациентов на месте прокола возникало воспаление, затрудняющее дальнейшее лечение (табл. 4).

Приводим клинический пример. Больная А. обратилась с жалобами 19.10.2016 г. на наличие опухоли в левой молочной железе, которую заметила сама около 2 недель назад. При ультразвуковом исследовании МЖ 20.10.2016 г. выявлено образование диаметром 4 см на границе верхних квадрантов левой МЖ. 28.10.2016 г. произведена пункция опухоли левой МЖ тонкой иглой с выведением на экране ультразвукового сканера минимального расстояния не более 1 см между иглой и образованием, не менее 1 см между иглой и сосудами, не менее 1 см между иглой и млечными протоками. Пункционная игла вводилась под прямым углом к коже, а к новообразованию — под углом 45° с непрерывной ультразвуковой визуализацией, пункционная биопсия была проведена в центральной части новообразования. Получено около 12 мл зеленоватой жидкости. 29.10.2016 г. при цитологическом исследовании содержимого иглы найдены элементы стенки кисты с явлениями воспаления: киста МЖ. Осложнений после проведения пункционной биопсии не было.

### Обсуждение

Дифференциальная диагностика новообразований в хирургической практике повысила эффективность с помощью заявленных устройств для пункции объемных новообразований [17] и способов пункционной биопсии [19].

Способ пункционной биопсии, предложенный авторами, основан на определении значения амплитуды пульсовых осцилляций и оптической плотности исследуемой ткани, что дополнительно позволяет обнаружить объемное образование раньше, чем оно визуализируется при визуальных методах исследования, а наличие

дополнительного канала позволяет одновременно осуществить пункцию пограничных с патологическим очагом тканей, оценить эффективность проводимого лечения и спрогнозировать дальнейшее развитие заболевания.

В устройстве для пункции объемных новообразований, содержащих две системы для забора биопсийного материала, располагающиеся в полых цилиндрических каналах, новым является то, что первый канал расположен посередине между излучателем инфракрасного диапазона и фотоприемником. Это улучшает проведение биопсии точно из места пересечения падающих и отраженных лучей. Второй канал соединен с первым при помощи двух зубчатых реек и шестерни, расположенной в основании микровинта. Также второй канал жестко соединен с источником излучения. Первый канал позволяет производить забор материала из центра патологического образования, поэтому условно назван центральным, по второму каналу проводят биопсию с периферии образования и пограничных здоровых тканей, поэтому он называется периферическим. Оба канала способны к вращению: центральный канал способен вращаться вокруг своей оси при помощи рукоятки, а периферический — посредством микровинта, в основании которого расположена шестерня, скрепляющая зубчатые рейки. Заявленные каналы представляют собой полые цилиндры, расположенные перпендикулярно к поверхности тела, а внутри них проходят пункционные иглы из нержавеющей медицинской стали с добавлением хрома.

При проведении пункционной биопсии данным устройством иглу проводят в месте перекреста проходящих и отраженных лучей оптопары, посередине между излучателем и фотоприемником оптопары, расположенными на щитовидной железе, перпендикулярно ткани щитовидной железы. За счет этого повышается точность забора материала, эффективность атравматической диагностики объемных образований и профилактика ятрогенных осложнений.

Таким образом, с помощью устройства для пункции объемных новообразований можно быстро и объективно провести выбор пункционных точек на поверхности тела и осуществить пункцию патологических тканей без хирургического вмешательства, ультразвукового исследования, терапевтических исследований. Наличие дополнительного канала позволяет одновременно осуществить пункцию пограничных с патологическим образованием тканей, что, несомненно, важно для оценки эффективности проводимого лечения и прогнозирования дальнейшего развития заболевания. Выполнение данной процедуры не требует специальной подготовки, малотравматично и обладает высокой степенью достоверности, удобством одномоментного проведения биопсии объемных новообразований.

При хирургической патологии молочных и щитовидных желез для предотвращения ятрогенных осложнений, ложноположительных и ложноотрицательных результатов рекомендуется предварительное ультразвуковое исследование новообразования с отметкой его на коже

и выведением на экране сканера расстояния между кожей и новообразованием не более 1 см и между иглой и сосудами — не менее 1 см. Пункционную иглу вводят под прямым углом к коже и под углом 45° к новообразованию с визуализацией иглы.

Разработанное устройство для диагностики органной патологии позволяет реализовать оптический мониторинг хирургических заболеваний щитовидной и молочных желез: кисты, кисты без солидного компонента, аденомы, фиброаденомы, злокачественного образования с регистрацией локальной гемодинамики и непользовательской оптической плотности ткани; сравнивать их с нормой и выводить результат о наличии и характере патологии, а также числовые показатели на дисплей. Разработанный оптофонографический хирургический мониторинг предназначен для экспресс-диагностики очаговой патологии щитовидной и молочных желез, выработки оптимальных показаний к органосохраняющим и радикальным операциям, навигации хирургических манипуляций, профилактики рецидивов и хирургических осложнений: кровотечения, некроза тканей, ятрогенных интраоперационных повреждений сосудов и млечных протоков.

## Заключение

Разработаны оригинальные хирургические способы пункционной биопсии и устройство для его осуществления, основанные на пульсооптометрии с применением излучателя и фотоприемника. Они отличаются тем, что определяют значение АПО и оптической плотности ткани щитовидной и молочной железы. Пункционную биопсию проводят при специфических локальных значениях АПО в месте перекреста проходящих и отраженных лучей, посередине между излучателем и фотоприемником, расположенным на органе перпендикулярно железам. Оригинальный метод является высокоточным и эффективным для дифференциальной диагностики объемных новообразований, для контроля эффективности лечения и предотвращения ложных результатов. Осложнений при проведении пункционной биопсии не было.

## Информированное согласие.

Информированное согласие пациентов на публикацию своих данных получено.

## Информация о конфликте интересов.

Конфликт интересов отсутствует.

## Информация о спонсорстве.

Данная работа не финансировалась.

## Список литературы

- Margueritat J., Virgone-Carlotta A., Monnier S., Delanoë-Ayari H., Mertani H.C., Berthelot A., et al. High-frequency mechanical properties of tumors measured by Brillouin light scattering. *Phys Rev Lett.* 2019;122(1):018101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.122.018101
- van Uden D.J., van Laarhoven H.W., Westenberg A.H., de Wilt J.H., Blanken-Peters C.F. Inflammatory breast cancer: an overview. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2015;93(2):116–26. DOI: 10.1016/j.critrevonc.2014.09.003
- Shin Y.W., Choi Y.M., Kim H.S., Kim D.J., Jo H.J., O'Donnell B.F., et al. Diminished quality of life and increased brain functional connectivity

- in patients with hypothyroidism after total thyroidectomy. *Thyroid.* 2016;26(5):641–9. DOI: 10.1089/thy.2015.0452
- Элькад Е.В., Сотникова Л.С., Тонких О.С., Оккель Ю.В., Федосова Л.Н., Степанов И.А. и др. Состояние гормональной регуляции при фиброэпителиальной мастопатии. *Мать и дитя в Кузбассе.* 2011;51:342.
- Socolov D., Anghelache I., Ilea C., Socolov R., Carauleanu A. Benign breast disease and the risk of breast cancer in the next 15 years. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi.* 2015;119(1):135–40. PMID: 25970956
- Felício J.S., Conceição A.M., Santos F.M., Sato M.M., Bastos F. de A., Braga de Souza A.C., et al. Ultrasound-guided percutaneous ethanol injection protocol to treat solid and mixed thyroid nodules. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2016;7:52. DOI: 10.3389/fendo.2016.00052
- Negro R., Colosimo E., Greco G. Outcome, pain perception, and health-related quality of life in patients submitted to percutaneous ethanol injection for simple thyroid cysts. *J Thyroid Res.* 2017;2017:9536479. DOI: 10.1155/2017/9536479
- Zubairova L.D., Zubairov D.M., Andrushko I.A., Svintnok G.Yu., Mustafin I.G. Cell microvesicles during experimental endotoxemia. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2006;142(5):573–6. DOI: 10.1007/s10517-006-0421-8
- Нуднов Н.В., Самойленко В.М., Буткевич А.Ц., Кальченко Б.Л., Бучин А.М., Юдин А.Л. и др. Диагностические биопсии под контролем ультразвуковой и компьютерной диагностики (10-летний опыт применения). *Медицинская визуализация.* 2008;2:122–8.
- Uhrig M., Delorme S. Imaging of medullary thyroid carcinoma. *Radio-loge.* 2019;59(11):992–1001. DOI: 10.1007/s00117-019-0575-9
- Dygai A.M., Zyuz'kov G.N., Zhdanov V.V., Simanina E.V., Stavrova L.A., Udut E.V., et al. Effect of transplantation of peripheral blood mononuclears obtained using granulocytic colony-stimulating factor and hyaluronidase on regeneration of hemopoietic tissue during myelosuppression. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2009;148(1):120–5. DOI: 10.1007/s10517-009-0655-3
- Suh C.H., Choi Y.J., Lee J.J., Shim W.H., Baek J.H., Chung H.C., et al. Comparison of core-needle biopsy and fine-needle aspiration for evaluating thyroid incidentalomas detected by <sup>18</sup>F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography: a propensity score analysis. *Thyroid.* 2017;27(10):1258–66. DOI: 10.1089/thy.2017.0192
- Щерба С.Н., Бенсман В.М., Савченко Ю.П., Мануйлов А.М., Карпикиди Г.К., Авакьян В.А. Способ раннего комбинированного прогнозирования развития нагноений послеоперационных ран в доклинической фазе. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2015;(6):138–41. DOI: 10.25207/1608-6228-2015-6-138-141
- Chin Z.Y., Chandramohan S., Kumar P., Irani F.G., Venkatanarasimha N., Chow Wei T., et al. Iatrogenic pseudoaneurysm from needle aspiration of the thyroid lesion: a rare but potentially life-threatening complication. *J Vasc Interv Radiol.* 2019;30(5):774–6. DOI: 10.1016/j.jvir.2018.09.018
- Япеев В.А., Сигал З.М., Сабсай М.И., Камашев Г.Я., Япеев А.С. Устройство для фотопульсометрии. Патент Российской Федерации RU 2131697 от 15.04.1997.
- Сигал З.М., Сурнина О.В., Сигал О.А., Темеева М.А., Груздев А.В., Кузнецов О.Е., Маркин Е.И. Устройство для пункции объемных новообразований. Патент Российской Федерации RU 2712014 от 29.01.2019.
- Сигал З.М., Сурнина О.В., Сигал О.А., Сигал А.М., Николаева В.Н., Мурадова Д.М., Мулкадарова С.Н., Яценко А.А., Хузина Л.Ф. Способ пункционной биопсии объемных образований щитовидной железы. Патент Российской Федерации RU 2727742 от 19.12.2018.
- Омельяненко А.Г. Зависимость изменения лейкоцитов в периферической крови от дозы многократного инфракрасного лазерного облучения зон локализации красного костного мозга. *Здравоохранение, образование и безопасность.* 2020; 1:19–28.
- Сигал З.М., Сурнина О.В., Сигал С.З., Федосеева А.В., Храмова К.Ю. Способ пункционной биопсии поверхностных новообразований. Патент Российской Федерации RU 2652917 от 25.05.2017.

## References

- Margueritat J., Virgone-Carlotta A., Monnier S., Delanoë-Ayari H., Mertani H.C., Berthelot A., et al. High-frequency mechanical properties of tumors measured by Brillouin light scattering. *Phys Rev Lett.* 2019;122(1):018101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.122.018101
- van Uden D.J., van Laarhoven H.W., Westenberg A.H., de Wilt J.H., Blanken-Peters C.F. Inflammatory breast cancer: an overview. *Crit*



- Rev Oncol Hematol. 2015;93(2):116–26. DOI: 10.1016/j.critrev-onc.2014.09.003
- 3 Shin Y.W., Choi Y.M., Kim H.S., Kim D.J., Jo H.J., O'Donnell B.F., et al. Diminished quality of life and increased brain functional connectivity in patients with hypothyroidism after total thyroidectomy. *Thyroid*. 2016;26(5):641–9. DOI: 10.1089/thy.2015.0452
  - 4 Elakad E.V., Sotnikova L.S., Tonkih O.S., Okkel J.V., Fedosova L.N., Stepanov I.A., et al. Hormonal regulation in fibrocystic mastopathy. *Mother and Baby in Kuzbass*. 2011;S1:342 (In Russ.).
  - 5 Socolov D., Anghelache I., Ilea C., Socolov R., Carauleanu A. Benign breast disease and the risk of breast cancer in the next 15 years. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2015;119(1):135–40. PMID: 25970956
  - 6 Felício J.S., Conceição A.M., Santos F.M., Sato M.M., Bastos F. de A., Braga de Souza A.C., et al. Ultrasound-guided percutaneous ethanol injection protocol to treat solid and mixed thyroid nodules. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2016;7:52. DOI: 10.3389/fendo.2016.00052
  - 7 Negro R., Colosimo E., Greco G. Outcome, pain perception, and health-related quality of life in patients submitted to percutaneous ethanol injection for simple thyroid cysts. *J Thyroid Res*. 2017;2017:9536479. DOI: 10.1155/2017/9536479
  - 8 Zubairova L.D., Zubairov D.M., Andrushko I.A., Svintenk G.Yu., Mustafin I.G. Cell microvesicles during experimental endotoxemia. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2006;142(5):573–6. DOI: 10.1007/s10517-006-0421-8
  - 9 Nudnov N.V., Samojlenko V.M., Butkevich A.T., Kalchenko B.L., Buchin A.M., Yudin A.L., et al. Diagnostic biopsies assisted by ultrasonography and computed tomography (ten years experience). *Medical Visualization*. 2008;(2):122–8. (In Russ.).
  - 10 Uhrig M., Delorme S. Imaging of medullary thyroid carcinoma. *Radio-logie*. 2019;59(11):992–1001. DOI: 10.1007/s00117-019-0575-9
  - 11 Dygai A.M., Zyuz'kov G.N., Zhdanov V.V., Simanina E.V., Stavrova L.A., Udut E.V., et al. Effect of transplantation of peripheral blood mononuclears obtained using granulocytic colony-stimulating factor and hyaluronidase on regeneration of hemopoietic tissue during myelosuppression. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2009;148(1):120–5. DOI: 10.1007/s10517-009-0655-3
  - 12 Suh C.H., Choi Y.J., Lee J.J., Shim W.H., Baek J.H., Chung H.C., et al. Comparison of core-needle biopsy and fine-needle aspiration for evaluating thyroid incidentalomas detected by <sup>18</sup>F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography: a propensity score analysis. *Thyroid*. 2017;27(10):1258–66. DOI: 10.1089/thy.2017.0192
  - 13 Scherba S.N., Bensman V.M., Savchenko Yu.P., Manuilov A.M., Kari-pidi G.K., Avakimyan V.A. Way of the early combined forecasting of development of suppurations of postoperative wounds in a preclinical phase. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2015;(6):138–141 (In Russ.) DOI:10.25207/1608-6228-2015-6-138-141
  - 14 Chin Z.Y., Chandramohan S., Kumar P., Irani F.G., Venkatanara-simha N., Chow Wei T., et al. Iatrogenic pseudoaneurysm from needle aspiration of thyroid lesion: a rare but potentially life-threatening complication. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;30(5):774–6. DOI: 10.1016/j.jvir.2018.09.018
  - 15 Japeev V.A., Sigal Z.M., Sabsaj M.I., Kamashev G.Ja., Japeev A.S. Device for photopulsomotorography. Russian Federation patent RU 2131697. 1997 Apr 15 (In Russ.).
  - 16 Sigal Z.M., Surnina O.V., Sigal O.A., Temeeva M.A., Gruzdev A.V., Kuznetsov E.O., Markin E.I. Device for puncture of voluminous new growths. Russian Federation patent RU 2712014. 2019 Jan 29 (In Russ.).
  - 17 Sigal Z.M., Surnina O.V., Sigal O.A., Sigal A.M., Nikolaeva V.N., Muradova D.M., Mulkadarova S.N., Yatsenko A.A., Khuzina L.F. Method for puncture biopsy of volumetric thyroid formations. Russian Federation patent RU 2727742. 2018 Dec 19 (In Russ.).
  - 18 Omelyanenko A.G. Dependence of changes in leukocytes in the peripheral blood on the dose of multiple infrared laser irradiation cycles in the areas of red bone marrow localization. *Healthcare, education and security*. 2020;1:19–28 (In Russ.).
  - 19 Sigal Z.M., Surnina O.V., Sigal S.Z., Fedoseeva A.V., Khramova K.Y. Method of puncture biopsy of superficial neoplasms. Russian Federation patent RU 2652917. 2017 May 25 (In Russ.).