



**МЕТОДЫ ПРЕД- И ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ
НЕПАЛЬПИРУЕМЫХ ОБРАЗОВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
(обзор литературы)**

А.З. ГУСЕЙНОВ*, М.А. ФЕДОРИЩЕВ***, М.А. ДЬЯКОВ***, Т.А. ГУСЕЙНОВ**

*Тулский государственный университет, медицинский институт,
ул. Болдина, 128, г. Тула, 300012, Россия

**Тулский областной клинический онкологический диспансер,
ул. Яблочкова, д. 1Б, г. Тула, 300053, Россия

***ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина», ул. Дмитрия Ульянова, д. 8, г. Тула, 300034, Россия

Аннотация. В последние годы растет число пациенток с бессимптомными непальпируемыми очаговыми образованиями молочной железы, в том числе узловым раком малых размеров и раком *in situ*. При хирургическом лечении непальпируемых образований требуется выбор оптимального метода периоперационной локализации образования. Золотым стандартом предоперационной маркировки является установка проволочной иглы внутри образования под контролем сонографии, маммографии либо компьютерной или магнитно-резонансной томографии и последующее удаление участка молочной железы вместе с иглой. В последние десятилетия все больше периоперационная локализация непальпируемых образований проводится на основе беспроводных технологий. Более простым и доступным методом является нанесение маркировки на кожу под контролем УЗ проекции поверхностно расположенного образования молочной железы. Информативно использование красящих веществ, таких как метиленовый синий и индоцианин зеленый, которые вводят в зону образования молочной железы. Эффективно введение в зону образования с целью маркировки также суспензии древесного угля под контролем УЗИ. Используется метод радиоактивных меток, содержащих радиоактивные изотопы йода (^{125}I) (RSL) или технеция ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) (ROLL). Интраоперационно метка обнаруживается при помощи гамма-детектора и удаляется вместе с образованием. Применение магнитных и парамагнитных меток представляет собой новую систему локализации непальпируемого образования. Перспективен метод локализации образования на глубине до 6 см при помощи отражателя радиосигнала RRL. Система SAVI SCOUT позволяет точно локализовать непальпируемые образования молочной железы и подмышечные лимфатические узлы. В бесконтактной системе наведения LOCALIZER маркировка непальпируемых поражений молочной железы эффективно проводится с помощью радиочастотной идентификации (RFID). Интраоперационное УЗИ является оптимальным методом локализации непальпируемых образований молочной железы, но требует соблюдения особых условий интраоперационного проведения УЗИ и привлечения к операции врача УЗИ-диагностики. Для поиска УЗ негативных образований требуется дополнительное введение специальных УЗ-позитивных меток под контролем рентгена или МРТ. В применении того или иного метода периоперационной маркировки имеет как личный опыт хирурга, так и лечебного учреждения с условиями и технической поддержкой проведения различных методов маркировки.

Ключевые слова: молочная железа, непальпируемые образования, пред- и интраоперационная локализация, кожная маркировка, красящие вещества, проволочные иглы, радиоактивные, радиочастотные, магнитные и ультразвуковые метки, интраоперационное УЗ сопровождение.

**METHODS OF PRE- AND INTRAOPERATIVE LOCALIZATION OF NONPALPABLE
BREAST LESIONS (a literature review)**

A.Z. GUSEINOV*, M.A. FEDORISHCHEV***, M.A. DYAKOV***, T.A. GUSEINOV**

*Tula State University, Medical Institute, 128 Boldina str., Tula, 300012, Russia

**Tula Regional Clinical Oncological Dispensary, 1B Yablochkova str., Tula, 300053, Russia

***CHUZ "Russian Railways-Medicine Clinical Hospital", Dmitry Ulyanov str., 8, Tula, 300034, Russia

Abstract. In recent years the number of patients with asymptomatic non-palpable focal breast tumors, including small nodular cancer and cancer *in situ* has been growing. In the surgical treatment of non-palpable formations, it is necessary to choose the optimal method of perioperative localization of the formation. The gold standard of preoperative labeling is the installation of a wire needle inside the formation under the supervision of sonography, mammography, or computed or magnetic resonance imaging and subsequent removal of the breast

area along with the needle. In the recent decades, more and more perioperative localization of nonpalpable formations has been carried out on the basis of wireless technologies. A simpler and more accessible method is to apply markings to the skin under the control of ultrasound projection of a superficially located breast formation. It is informative to use coloring agents such as methylene blue and indocyanine green which are injected into the area of breast formation. It is also effective to introduce charcoal suspensions into the formation zone for the purpose of labeling under ultrasound control. The method of radioactive labels containing radioactive isotopes of iodine (^{125}I) (RSL) or technetium ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) (ROLL) is used as well. Intraoperatively, the label is detected using a gamma detector and removed along with the formation. The use of magnetic and paramagnetic tags represents a new localization system for non-palpable formations. The method of localization of formation at a depth of up to 6 cm using an RRL radio signal reflector is promising. The *SAVI SCOUT* system allows precise localization of non-palpable breast formations and axillary lymph nodes. In the contactless *LOCAlizer* guidance system, the marking of non-palpable breast lesions is effectively carried out using radio frequency identification (*RFID*). Intraoperative ultrasound is the optimal method of localization of non-palpable breast formations, but requires compliance with special conditions for intraoperative ultrasound and involvement of an ultrasound diagnostic doctor in the operation. To ultrasound search for negative formations, additional introduction of special ultrasound-positive tags under the control of X-ray or MRI is required. In the application of a particular method of perioperative marking, both the personal experience of a surgeon and the one of the medical institution with the conditions and technical support for various marking methods are important.

Keywords: mammary gland, nonpalpable formations, pre- and intraoperative localization, skin labeling, coloring agents, wire needles, radioactive, radio frequency, magnetic and ultrasonic tags, intraoperative ultrasound support.

Введение. Непальпируемые образования молочной железы – образования, которые не удается определить пальпаторно при осмотре, а визуализируются только при инструментальной диагностике: *ультразвуковом исследовании (УЗИ), рентгеномаммографии (РМГ), магнитно-резонансной томографии (МРТ)* [3, 27].

Развитие современных методов визуализации молочной железы значительно увеличило количество выявляемых очаговых образований в её ткани, в том числе узлового рака малых размеров и рака *in situ* [1, 11, 47].

Непальпируемые образования отмечаются в 8-10 %, а, по некоторым данным, и в 15 % случаев, и выявляются случайно при инструментальной диагностике [33].

Среди очаговых доброкачественных образований наиболее часто выявляется фиброаденома у женщин в возрасте от 15 до 35 лет [9, 10], а рак молочной железы среди непальпируемых образований может составить от 5 до 17 % [4, 12].

Тактика ведения и особенности хирургического лечения непальпируемых образований молочной железы.

Тактика ведения. Наличие очаговых образований, особенно непальпируемого характера, в молочной железе создает определенные лечебно-диагностические проблемы [1, 8, 10].

Выявление непальпируемых образований молочной железы в большинстве случаев предполагает их удаление, прежде всего с целью уточняющей диагностики. Такой подход обусловлен вероятностью малигнизации образования молочной железы, даже если диагностическая пункция и данные морфологического исследования позволяют исключить рак молочной железы [3, 47, 53]. Более того, непальпируемое образование может быть представлено раком молочной железы на ранних стадиях, что позволяет проводить органосохраняющие вмешательства и улучшить прогноз заболевания [2, 4].

Особенности хирургического лечения. Перед операцией по поводу непальпируемого образования молочной железы необходимо не только определить локализацию, но и маркировать образование для адекватного удаления [5, 13].

Оптимальным методом в удалении непальпируемых очаговых образований является *вакуумная аспирационная биопсия (ВАБ)* [10, 49]. Однако, при раннем раке молочной железы, в том числе раке *in situ*, применение ВАБ имеет ограничения или противопоказания [12, 57].

Кроме того, для выполнения ВАБ при доброкачественных образованиях молочной железы, главным условием является визуализация образования при УЗИ, что исключает подобное вмешательство при образованиях, выявляемых под рентгеном или МРТ [1].

Методика ВАБ не распространена широко в клинической практике и малодоступна многим, даже крупным, лечебно-профилактическим учреждениям [9, 12].

Концепция локализации непальпируемых образований молочной железы при хирургическом лечении. Локализация непальпируемого образования молочной железы путем маркировки и обнаружения с помощью различных методик во время операции в настоящее время является неотъемлемой частью хирургического лечения [6, 27].

Проведение хирургического лечения непальпируемых образований молочной железы требует от хирурга выбора оптимального и, соответственно, доступного метода периоперационной локализации образования [2, 5]. Выбор адекватного метода важен для уменьшения ложноотрицательных результатов и уменьшения размера необходимой резекции ткани и возникающей в результате деформации молочной железы [7, 48].

Однако, многие современные методы пред- и интраоперационной локализации непальпируемых образований молочных желез недостаточно точные и ненадежные, либо представляют собой сложные и дорогостоящие устройства [17, 36].

Длительное время стандартом локализации непальпируемых образований молочной железы оставалась установка металлических струн под УЗ или рентгенконтролем, в связи с эффективностью при относительно низкой стоимости [9, 51].

Однако недостатками метода являются боль и дискомфорт у пациента, возможность смещения или повреждения проволоки. Кроме того, процедура локализации проводится непосредственно перед вмешательством, что в свою очередь требует участия врача-специалиста лучевой диагностики и увеличивает время операции [50, 56].

Кроме того, у 15-20 % пациентов требуется повторное оперативное вмешательство для полного удаления образования [49].

В течение последних десятилетий произошел переход от маркировки непальпируемых поражений молочной железы с помощью проволочных игл к локализации на основе беспроводных технологий [11, 54].

С целью улучшения результатов хирургического лечения непальпируемых образований молочной железы разработаны и применяются различные альтернативные методы визуализации, такие как, радиофарм метки, магнитные и радиочастотные метки, интраоперационное УЗИ, введение различных красителей [25, 56].

Однако, ни одна из этих альтернативных методов не доказала своего превосходства по сравнению с применением проволочных струн [49].

Особенности и различия в методах локализации следует учитывать при выборе подходящей системы для конкретного пациента в зависимости от клинической ситуации [27].

Роль УЗИ в периоперационной локализации непальпируемых образований молочной железы. УЗИ произвело революцию как в визуализации и выполнении биопсии непальпируемых образований молочной железы, так и локализации этих образований при выполнении операции [8, 17].

Преимуществом УЗИ является тот факт, что локализацию непальпируемых поражений молочной железы можно определить до операции в отделении УЗ диагностики, непосредственно перед операцией в операционной и, что особенно важно, во время операции [2, 3].

Различные методы локализации под контролем УЗИ варьируются от нанесения маркировки на кожу проекции образования, или использования УЗ-сканера во время операции до сложных новых методик, таких как введение радиоактивных или магнитных устройств под контролем УЗИ перед операцией [16, 25].

Методы локализации непальпируемых образований молочной железы

1. Кожная маркировка. Под контролем УЗИ до операции наносится фломастером на кожу контур визуализируемого образования, с расчетом локализации, расстояния от кожи до самого образования, и линия разреза. После этого выполняется секторальная резекция молочной железы [5].

Достоинством кожной маркировки является дешевизна и простота методики.

К недостаткам кожной маркировки относятся [8, 11]:

– Из-за компрессии, вызванной УЗ датчиком, локализация образования при УЗИ и во время операции заметно отличается.

– Трудно адаптировать доступ по отношению к образованию при операции.

– Обычно удаляется сектор молочной железы гораздо большего объема из-за опасности оставления образования.

2. Маркировка с применением красителей. Введение различных красителей для визуализации опухолей используется уже в течение многих десятилетий. Метод обладает достаточной эффективностью при низких затратах [31, 38, 48].

Для ориентировки в зону образования молочной железы вводятся различные красящие вещества. Лучше всего изучены и наибольшее распространение получили метиленовый синий и индоцианин зеленый [31, 48].

При сравнении с применением металлических струн, красители показывают сходную успешность локализации образований, приближающуюся к 100 %, но более низким количеством ререзекций. Одновременно значительно сокращается время оперативного вмешательства и отсутствуют такие недостатки струн, как боли и дискомфорт, возможность смещения проволочной иглы [26, 55].

Преимущества использования красящих веществ являются [40]:

- Отсутствие радиоактивного излучения.
- Низкая стоимость метода, отсутствие необходимости в специальном оборудовании и расходных материалах.
- Более короткая продолжительность оперативного вмешательства.
- Возможность использовать любые методы визуализации молочной железы для введения красителя (например, для микрокальцинатов, видимых только на РМГ или МРТ).
- Отсутствие МРТ артефактов.

Главным *недостатком* использования красителей является вероятность растекания красящей жидкости, особенно если образование не обладает четкой капсулой. Это проблема может быть частично решена подбором наиболее эффективной дозы красителя и правильной техникой введения [26, 38].

В этом также может помочь использование соединений, например с гиалуриновой кислотой, снижающей диффузию красящего вещества в ткани [38].

Другим *недостатком* является невозможность визуализации образования до начала операции. Это может быть решено проведением разметки на коже для приблизительной локализации расположения образования до начала операции [31].

К недостаткам метода также относится тот факт, что красящее вещество вводится только в зону образования, что представляет проблему доступа к образованию [4].

По мнению ряда авторов, для преодоления этой проблемы и облегчения доступа красящее вещество можно вводить не только в само или вокруг образования, но и по ходу предполагаемого доступа к образованию [48].

Маркировка инъекцией индоцианина зеленого. Если лимфотропное введение индоцианина зеленого с целью детекции сторожевого лимфатического узла очевидно, то нет препятствий для внутритканевого маркировки непальпируемого образования [7, 26].

Также возможны альтернативные методы введения индоцианина зеленого: перитуморально, периневрально и даже внутривенно, поскольку опухоль обладает способностью накапливать краситель в больших дозах, чем неизменные ткани [31, 40].

По сравнению с другими методами, применение индоцианина зеленого позволяет снизить число интраоперационных резекций, что приводит к сокращению времени операции и уменьшению объема удаляемого участка молочной железы [7, 40, 55].

Использование других красителей. Другие флуоресцирующие красители (флуоресцеин) при сравнении с индоцианином зеленым обладают рядом побочных действий, включая аллергические реакции, и склонностью к вариабельности в эффективности [31].

Маркировка инъекцией метиленового синего – это безопасный и недорогой метод локализации непальпируемых образований молочной железы, которые обнаруживаются с помощью ультразвука. Операцию выполняют сразу после инъекции синего красителя, особенно в периферических и глубоко расположенных образованиях [7].

3. Использование суспензии активированного угля. Ряд авторов предлагает метод предоперационной локализации непальпируемых образований с помощью суспензии древесного угля под контролем УЗИ [22, 23].

Метод состоит во введении стерильной суспензии порошка активированного угля вблизи опухоли, а также в канал от инъекционной иглы для создания метки на коже. Взвесь активированного угля инертна, редко вызывает реакцию организма, а также меньше подвержена растеканию по сравнению с жидкими красителями [22].

Преимуществами метода являются [23]:

- Отсутствие радиоактивного излучения.
- Низкая стоимость, отсутствие необходимости в специальном оборудовании и расходных материалах.
- Более короткая продолжительность оперативного вмешательства.
- Высокая эффективность локализации и низкий процент резекций.
- Возможность использовать любые методы визуализации молочной железы для введения красителя (например, для микрокальцинатов, видимых только на РМГ или МРТ).
- Отсутствие МРТ артефактов.

Кроме того, растет популярность использования угля для контрастирования подмышечных лимфатических узлов, показывая высокую точность удаления помеченного узла [28].

Недостатками метода являются [23]:

- Вероятность миграции красителя в окружающие ткани (вероятность ниже, чем при использовании жидких красителей).
- Невозможность визуализации образования до начала операции.

Также к недостаткам метода относится отсутствие УЗ сигнала, и рентген негативность затрудняет контроль положения маркера в тканях при помощи УЗИ и рентгена. В случае использования совместно с интраоперационным УЗИ может потребовать введения дополнительной УЗ-позитивной метки [28].

4. Метод проводниковой локализации WGL (Wire guided localization). Золотым стандартом предоперационной маркировки является установка проволочной иглы внутри образования под контролем УЗИ, РМГ либо КТ/МРТ и последующее удаление участка молочной железы вместе с иглой [20, 36].

При WGL вводится проволока с наконечником в виде крючка или гарпуна через направляющую иглу в образование. После стабилизации положения проволоки направляющую иглу извлекают, и проволока выступает из молочной железы, которую закрепляют клейкой лентой. После процедуры для подтверждения местоположения проволоки проводят УЗИ и РМГ. Хирургическое вмешательство выполняется в тот же день, что и имплантация, чтобы избежать смещения проволоки и инфекции [11, 13, 57].

Манипуляция выполняется непосредственно перед операцией с соблюдением условий стерильности в перевязочной, манипуляционной. С учетом клинической ситуации подбирают оптимальную по размерам и виду иглу [20, 50].

Кроме того, установке проволоки обычно помогают вспомогательные зажимы, оставленные вблизи образования во время предыдущей биопсии. Однако на практике, при выполнении органосохраняющей операции, возможна миграция зажима и его потеря во время операции, что создает дополнительные трудности как для хирургического вмешательства, так и облучения [32].

Целенаправленная резекция с помощью проволочной иглы под УЗ контролем в лечении непальпируемых поражений молочной железы имеет преимущества благодаря точному позиционированию, простоте операции и малой инвазивности [32].

Применение этого метода имеет большое значение для ранней диагностики и лечения рака молочной железы [57].

Преимуществами проводниковой локализации являются [20]:

- Легкость установки.
- Относительно низкая стоимость в связи с отсутствием необходимости в специальном принимающем сигнале оборудовании.
- Возможность использовать любые методы визуализации молочной железы для установки якоря (например, для микрокальцинатов, видимых только на РМГ или МРТ).
- Возможность последующего контроля положения после установки с последующей репозицией.

Недостатками метода являются [36]:

- Необходимость проводить процедуру локализации непосредственно перед вмешательством, что в свою очередь требует присутствия врача-специалиста лучевой диагностики.
- Возможность смещения метки из-за ненадежного сцепления.
- Во время выполнения операции может переломиться проволока (из-за тонкости, хрупкости, чрезмерных усилий при потягивании и др.).
- Линия проволоки не совпадает с линией и направлением разреза.
- Ощущение дискомфорта и боли у пациента после установки.

Исходя из перечисленных недостатков при секторальной резекции молочной железы более эффективно применение проводника-гарпуна [4, 20].

5. Применение радиоактивных меток. Метод основан на установке гамма-меток, содержащих радиоактивные изотопы йода (^{125}I) (*Radio seed localization – RSL*) или технеция ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) (*Radio-guided occult lesion localization – ROLL*). Интраоперационно при помощи гамма-детектора метка обнаруживается и удаляется вместе с образованием [21, 24].

Метод радиоактивной локализации RSL. Метод RSL заключается в имплантации одного или нескольких радиоактивных семян йода-125 в область поражения под контролем УЗИ или РМГ. После процедуры проводится РМГ для подтверждения местоположения семени. Во время операции используется гамма-зонд для определения местоположения метки [21, 50].

Физические характеристики йода-125 позволяют выполнить операцию в течение 2 месяцев после имплантации. Важно отметить, что в рамках операции по удалению образования можно выполнить и биопсию сторожевого лимфатического узла [24].

Метод радиоактивной локализации ROLL. Метод ROLL заключается в использовании радиотрейсера, при котором около 0,2-0,5 мл меченого $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технецием коллоидного альбумина вводится непосредственно в молочную железу под контролем УЗИ или РМГ [24]. Для идентификации маркера во время операции используется устройство с гамма-детектором. Возможно выполнение ROLL в сочетании с биопсией сторожевого лимфатического узла. Хирургическое вмешательство проводится в течение 24 ч после выявления образования [21].

Преимуществами метода радиоактивной локализации являются [18, 24]:

- Легкость установки.
- Незначительное смещение метки после установки (в среднем не более 0,9 мм).

– Возможность установки метки за несколько дней и даже недель до оперативного вмешательства при использовании метки с изотопом йода (^{125}I).

– Возможность одновременной биопсии сторожевого узла во время операции с помощью того же оборудования.

– Более низкое количество положительных краев резекции и возможность более экономной резекции в сравнении с методом металлических струн.

Недостатками метода являются [18]:

– Более высокая стоимость методики.

– Радиоактивное воздействие на пациента и персонал, что требует проведения защитных мероприятий (защитное снаряжение, защита операционной и т.п.).

– Невозможность репозиции после установки.

– Возможность потери сигнала в случае большого промежутка времени между установкой метки и временем операции (например, для проведения неoadьювантной терапии).

– Невозможность использования МР контроля для установки метки при использовании метки с изотопом йода (^{125}I).

– Сохраняется, хотя и незначительный, риск разрыва капсулы, что может потребовать экстренной терапии йодом для защиты щитовидной железы при использовании метки с изотопом йода (^{125}I).

Что касается безопасности, полученные авторами при применении *RSL*, результаты эквивалентны методике *WGL*. По мнению авторов, результаты использования *RSL* доказали свое превосходство над технологиями *WGL* и *ROLL* [24].

6. Использование магнитных и парамагнитных меток. При данной методике используется метка, которая состоит из магнитных материалов, обладающих постоянным магнитным полем или из парамагнитных, временно намагничивающихся под действием внешнего магнитного поля [37, 46].

Многие исследователи высоко оценивают результаты внедрения новой магнитно-хирургической маркерной навигационной системы в хирургическом лечении непальпируемых образований молочной железы [43, 52].

По данным авторов, основанных на 200 оперативных вмешательствах, первичное поражение было удалено, и магнитный маркер был извлечен у всех пациенток. В 8,5 % случаев магнитный маркер был смещен во время операции; однако очаговое образование было эффективно удалено с четкими краями. Частота повторного иссечения для достижения чистоты «краев» раны составила 9 % [46].

Устройство Sirius Pintuition. Предлагается к использованию *Sirius Pintuition* – устройство на магнитной основе, которое позволяет точно локализовать непальпируемые образования с помощью зонда во время операции. Это направление является перспективным в силу безопасности, эффективности и реализации в локализации непальпируемых образований молочной железы [37].

Магнитная локализация Magseed. *Magseed*, как одноразовый маркер, используется для удаления непальпируемого образования молочной железы и подмышечной лимфодиссекции [19, 52].

Magseed для маркировки вводится в молочную железу под контролем УЗИ или рентгена перед операцией по удалению очагового образования, включая рак молочной железы. Во время операции с помощью ручного зонда – *Sentimag*, определяется местоположение *Magseed* в молочной железе и целенаправленно удаляется очаговое образование [43, 45].

В общей сложности 90 % *Magseed* были рентгенологически размещены в пределах 5 мм от целевого образования/узла. Все магнитные метки молочной железы и подмышечных впадин были успешно идентифицированы и извлечены во время операции. В 10% случаев потребовалось дальнейшее хирургическое вмешательство при патологически положительных краях. В целом, по мнению хирургов, локализация *Magseed* была «легкой» или «очень легкой» в 77 % случаев [43].

Преимуществами метода являются [19, 50]:

– Отсутствие радиоактивного излучения.

– Незначительное смещение метки после установки.

– Отсутствие снижения сигнала с течением времени.

– Возможность применения рентгенологических методов визуализации молочной железы для установки метки (например, для микрокальцинатов, видимых только на РМГ).

– Возможность одновременной биопсии сторожевого узла во время операции при помощи магнит-детектора.

– Более низкое количество положительных краев резекции и более экономной резекции в сравнении с методом металлических струн.

Недостатками метода являются [45]:

– Невозможность применения у пациентов с кардиостимуляторами.

– Возможные помехи на детекторе от металлических хирургических инструментов.

– Сложность локализации при глубоком расположении метки.

– Более высокая стоимость методики в сравнении с методом металлических струн.

- Невозможность репозиции после установки.
- Невозможность использования МРТ для установки и контроля положения метки в связи со значительными помехами.

7. Технология SAVI SCOUT® или локализация с помощью радиолокационного отражателя RRL (Radar reflector localization). Беспроводная локализация с использованием SAVI SCOUT является эффективной альтернативой WGL в хирургическом лечении непальпируемых образований [34, 41, 53].

SAVI SCOUT является аналогом внутритканевой GPS-навигацией [54].

Рукоятка-детектор излучает радиосигнал, который отражается меткой, оснащенной специальной антенной [53].

Имеет практическое значение тот факт, что сигнал от метки может быть зарегистрирован детектором на глубине до 6 см [41].

Система хирургического наведения SAVI SCOUT является точным и надежным методом локализации не только непальпируемых поражений молочной железы, но и подмышечных лимфатических узлов [35].

За 7 дней до операции по удалению опухоли, в место, где расположена опухоль, вводится специальное чувствительное устройство-рефлектор, способное реагировать на электромагнитные волны и свет. Непосредственно перед хирургическим вмешательством, используется трубка SAVI SCOUT, которая при контакте с кожей молочной железы производит излучение инфракрасных и электромагнитных волн для определения места помещенного в ткани рефлектора [41]. Трубку двигают до тех пор, пока на экране устройства не появляется информация о попадании в необходимое место. После этого приступают к удалению опухоли [34].

Преимуществами метода являются [41]:

- Отсутствие радиоактивного излучения.
- Незначительное смещение метки после установки
- Отсутствие снижения сигнала с течением времени (возможность установки метки до проведения неоадьювантной лекарственной терапии).
- Возможность использовать рентген и МР методы визуализации молочной железы для установки метки (например, для микрокальцинатов, видимых только на РМГ, МРТ).
- Практически стопроцентно эффективная установка и удаление метки вместе с образованием.
- Более редкое развитие болевого синдрома в сравнении с методом металлических струн.

Недостатками метода являются [53];

- Более высокая стоимость методики в сравнении с методом металлических струн.
- Невозможность репозиции после установки.
- Наличие МР артефактов при проведении установки метки под МР контролем или определения положения метки после установки при помощи МРТ.

Большинство авторов считает устройство SAVI SCOUT пригодным для выполнения органосохраняющих операций по поводу раннего рака молочной железы, при размерах первичной опухоли до 2 сантиметров в диаметре [35, 53].

8. Метод с использованием радиочастотных идентификационных меток – RFID (Radio frequency identification tags).

Система наведения LOCALizer. Бесконтактная система наведения LOCALizer предназначена для маркировки непальпируемых поражений молочной железы с помощью миниатюрной метки радиочастотной идентификации (RFID) [39, 42].

RFID-система может быть установлена в молочной железе до операции. Радиопрозрачная метка, которая излучает радиочастотный сигнал, устанавливается под УЗ или стереотаксическим контролем [42, 44].

Метод заключается в обнаружении активных радиочастотных меток в ткани молочной железы. При этом детектор точно определяет расстояние до метки, а также её уникальный идентификационный номер, что позволяет устанавливать несколько меток одновременно [39, 54].

Продолговатая форма метки снижает риск случайного попадания крови и повреждения материала [51].

Преимуществами метода являются [39]:

- Отсутствие радиоактивного излучения.
- Отсутствие снижения сигнала с течением времени (возможность установки метки до проведения неоадьювантной лекарственной терапии).
- Возможность использовать рентген методы визуализации молочной железы для установки метки и последующего контроля положения (например, для микрокальцинатов, видимых только на ММГ).
- Практически стопроцентно эффективная установка и удаление метки вместе с образованием.
- Уникальный идентификационный номер метки позволяет устанавливать несколько меток одновременно, и при этом дифференцировать их друг от друга.

Ряд авторов высоко оценивает размещение метки *LOCalizer RFID* с помощью изображения (*Hologic*, США) для предоперационной локализации непальпируемых образований молочной железы [44].

Недостатками метода являются [29, 39]:

- Стоимость применения с учетом оборудования и расходных материалов в 2 раза выше, чем при других методиках.
- Невозможность репозиции после установки.
- Наличие значительных МР артефактов при проведении установки метки под МР контролем или определения положения метки после установки при помощи МРТ.
- Невозможность применения у пациентов с кардиостимуляторами.
- Отсутствие официальных рекомендаций по биопсии сторожевого лимфоузла при помощи данного метода.

К относительным недостаткам относится тот факт, что радиочастотная метка имеет большие размеры в сравнении с другими типами меток, что требует использования иглы 12 G для её установки, что в свою очередь требует небольшого надреза на коже. Большой канал после введения метки может привести к смещению метки после установки [29].

9. Стереотаксическая маркировка непальпируемых образований молочных желез. Биопсия под УЗ контролем проводится при всех образованиях, видимых при УЗИ. Любые образования, визуализированные при РМГ или томосинтезе молочной железы, не обнаруживаемые при УЗИ, требуют проведения стереотаксической биопсии с помощью РМГ или цифрового томосинтеза молочной железы [16, 30].

Жирновой А.С. предложено устройство предоперационной стереотаксической маркировки непальпируемых образований молочной железы (патент №2185780) [6].

Стереотаксическая маркировка непальпируемых опухолей молочной железы с помощью устройства выполняется после РМГ. Молочную железу располагают между двумя пластинами, подвижно соединенными между собой фиксирующим элементом, в верхней из которых имеются перфорационные отверстия и на которую помещают выполненную РМГ, после чего осуществляют компрессию молочной железы до совмещения ее контуров с контурами на РМГ. Проводят иглу через перфорационное отверстие на соответствующую глубину, равную расстоянию между отметками на коже, соответствующими патологическому образованию в прямой и косой проекциях с последующим введением маркирующей субстанции [6].

10. Локализация образования при помощи интраоперационного УЗИ: IOUS (Intraoperative Ultrasound). Интраоперационное УЗИ является важным инструментом при хирургическом удалении непальпируемых образований молочной железы. Ряд авторов подчеркивает высокую эффективность операций под УЗ контролем [14, 30].

Интраоперационное УЗИ позволяет снизить частоту повторных резекций по сравнению со стандартной операцией на молочной железе, независимо от количества очагов и биологической структуры опухоли [36, 56].

Для поиска УЗ-негативных образований требуется дополнительное введение специальных УЗ-позитивных меток под контролем рентгена или МРТ [14].

По сравнению с другими методиками значительно снижает риск неполного удаления образования и положительного края резекции при морфологическом исследовании операционного материала [15]. Метод позволяет ограничиться гораздо меньшим объемом удаляемых тканей, благодаря визуальному контролю за краем образования в реальном времени. Меньший объем операции снижает количество осложнений, улучшает процесс заживления и косметический эффект от вмешательства при оптимальной радикальности вмешательства [56].

Преимуществами метода являются [14, 15]:

- Неинвазивность метода.
- Отсутствие радиоактивного излучения.
- Отсутствие необходимости в предоперационном вмешательстве (за исключением случаев УЗ-негативных образований).
- Визуализация образования во время операции в реальном времени позволяет снизить риск частичного удаления образования и одновременно уменьшить объем удаляемых тканей молочной железы.
- Относительно низкая стоимость метода, отсутствие необходимости в специальном оборудовании и расходных материалах.

Недостатками метода являются [30, 56]:

- Необходимость обучения оперирующего хирурга проведению УЗИ или привлечение дополнительного персонала – врача УЗ диагностики.
- Сложности при УЗ-негативных образованиях, а также после неоадьювантной терапии, сопровождающейся регрессом образования (может быть решено введением УЗ-позитивных меток).

11. Маркировка с помощью УЗ-позитивных меток. Рядом авторов предложен метод, в основе которого лежит установка УЗ меток в участок скопления кальцинатов на предоперационном этапе и дальнейшее удаление под контролем УЗ аппарата [4, 15, 56].

Некоторые авторы отмечают, что маркировка с помощью УЗ-позитивных меток имеет преимущество над другими методами предоперационной маркировки [56].

Наибольшую эффективность показала установка УЗ-позитивных меток «*Gel Mark Ultra Cor*» Bard в зону микрокальцинатов на амбулаторном этапе [15].

Маркировка с помощью УЗ-позитивных меток имеет преимущество над другими методами предоперационной маркировки и может быть внедрена в медицинские организации, которые не оснащены рентгеновским оборудованием для маркировки непальпируемых образований молочной железы непосредственно перед проведением хирургического вмешательства [13].

Заключение. Развитие современных методов визуализации молочной железы значительно увеличило количество непальпируемых очаговых образований, в том числе узлового рака молочной железы малых размеров и рака *in situ*.

Проведение хирургического лечения непальпируемых образований молочной железы требует от хирурга выбора оптимального и доступного метода периоперационной локализации образования.

Золотым стандартом предоперационной маркировки является установка проволочной иглы внутри образования под контролем УЗИ, РМГ либо КТ/МРТ и последующее удаление участка молочной железы вместе с иглой.

Из-за ряда недостатков метода в течение последних десятилетий произошел переход от маркировки непальпируемых поражений молочной железы с помощью проволочных игл к локализации на основе беспроводных технологий.

Более простым и доступным методом является нанесение маркировки на кожу под контролем УЗ проекции поверхностно расположенного образования молочной железы.

Другим методом является использование красящих веществ, которые вводят в зону образования молочной железы. Лучше всего изучены и наибольшее распространенное получили метиленовый синий и индоцианин зеленый.

На практике также применяется метод предоперационной локализации непальпируемых поражений молочной железы с помощью суспензии древесного угля под контролем УЗИ.

Метод радиоактивных меток основан на установке гамма-меток, содержащих радиоактивные *изотопы йода* (^{125}I) (*RSL*) или *технеция* ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) (*ROLL*). Интраоперационно метка обнаруживается при помощи гамма-детектора и удаляется вместе с образованием.

Применение магнитных и парамагнитных меток представляет собой новую систему локализации непальпируемого образования молочной железы.

При методе локализации при помощи отражателя радиосигнала *RRL* используется рукоятка-детектор, излучающий радиосигнал, который отражается меткой, оснащенной специальной антенной, на глубине до 6 см. Система *SAVI SCOUT* является аналогом внутритканевой *GPS*-навигацией и позволяет точно локализовать, как непальпируемые образования молочной железы, так и подмышечные лимфатические узлы.

Бесконтактная система наведения *Localizer* является современной системой для маркировки непальпируемых поражений молочной железы с помощью радиочастотной идентификации (*RFID*).

Интраоперационное УЗИ является оптимальным методом локализации непальпируемых образований молочной железы, но требует соблюдения особых условий интраоперационного проведения УЗИ и привлечения к операции врача УЗ-диагностики.

Для поиска УЗ негативных образований требуется дополнительное введение специальных УЗ-позитивных меток под контролем рентгена или МРТ.

Большое значение в применении метода периоперационной маркировки имеет как личный опыт хирурга, так и лечебного учреждения с условиями и технической поддержкой проведения различных методов локализации.

Очевидные различия, отмеченные между системами локализации, должны учитываться специалистами в выборе подходящей системы для конкретного пациента, исходя из клинической ситуации.

Литература

1. Амельченков Д.Р., Михеев Т.В., Тараканов С.Р. Томосинтез в диагностике непальпируемых образований молочной железы //Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины. Сборник трудов конференции. Волгоград. 2021. С. 102-102.
2. Ахмадова М. Современная диагностическая тактика при непальпируемых раках молочных желез //Центральноазиатский журнал образования и инноваций. 2024. Т. 3. № 1. С. 106-113.
3. Васильев А.Ю., Павлова Т.В., Касаткина Л.И. Сложности диагностики непальпируемого узло-

вого образования молочной железы в амбулаторно-поликлинической практике (клинический пример) //Радиология–практика. 2024. № 5. С. 47-52.

4. Гусейнов А.З. Современная диагностика и лечение заболеваний молочной железы. Монография. 2022, Тула: Изд-во «ТулГУ». 264 с.

5. Гусейнов А.З., Гусейнов Т.А. Диагностическая тактика при очаговых образованиях молочной железы//59-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ с все-российским участием. 2023. С. 17-22.

6. Жирнова А.С. Устройство для локализации непальпируемых образований молочных желез // Патент России № 165261 U1 10.10.2016

7. Зикирходжаев А.Д., Старкова М.В., Тимошкин В.О. Индоцианин зеленый в диагностике и реконструктивной хирургии при раке молочной железы// Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2023. Т. 9. № 2. С. 20-24.

8. Калашникова Ю.И., Томилина Ю.А., Серпокрыленко О.С. Доброкачественные заболевания молочных желез в практике маммологического отделения лечебно-диагностического центра //Военно-медицинский журнал. 2022. Т. 343. № 11. С. 72-75.

9. Левчук А.Л., Староконь П.М., Ходырев С.А. Миниинвазивные способы лечения больных доброкачественной дисплазией молочных желез в многопрофильном стационаре //Вест. Нац. медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2022. Т. 17. № 3. С. 46-52.

10. Мануйлова О.О., Солнцева И.А. Алгоритм обследования и ведения пациенток с фибroadеномами молочных желез //Радиология–практика. 2021. № 3. С. 31-40.

11. Рожкова Н.И., Боженко В.К., Каприн А.Д. Маммология: национальное руководство. Под ред. А.Д. Каприна, Н.И. Рожковой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 496 с.

12. Рожкова Н.И., Бурдина И.И., Запирова С.Б. Многоликость непальпируемого рака молочной железы. Своевременная диагностика, адекватное лечение и профилактика //Медицинский алфавит. 2021. № 38. С. 34-40.

13. Смирнов А.И., Абдураимов А.Б., Чудных С.М. Хирургическое лечение непальпируемых образований молочной железы: сравнительный анализ методик предоперационной маркировки//Диагностическая и интервенционная радиология. 2021. Т. 15. №4. С. 37-41.

14. Banys-Paluchowski M., Rubio I.T., Karadeniz Cakmak G. Intraoperative ultrasound-guided excision of non-palpable and palpable breast cancer: systematic review and meta-analysis //Ultraschall Med. 2022. Vol. 43. P. 367-379.

15. Banys-Paluchowski M., Paluchowski P., Krawczyk N. Twinkle artifact in sonographic breast clip visualization// Arch. Gynecol. Obstet. 2023 Jun. Vol. 307. № 6. P. 2021-2022. doi: 10.1007/s00404-022-06659-1.

16. Bernardi D., Sabatino V. Stereotactic guided breast interventions //Breast imaging: diagnosis and intervention. Cham: Springer international publishing, 2022. P. 69-93.

17. Caruso M., Catalano O., Bard R. Non-glandular findings on breast ultrasound. Part I: a pictorial review of superficial lesions //Journal of ultrasound. 2022. Vol. 25. № 4. P. 783-797.

18. Davey M.G., O'Donnell J.P.M., Boland M.R. Optimal localization strategies for non-palpable breast cancers – a network meta-analysis of randomized controlled trials//Breast. 2022. Vol. 62. P. 103-113.

19. Dave R.V., Barrett E., Morgan J. Wire- and magnetic-seed-guided localization of impalpable breast lesions: iBRA-NET localization study //Br. J. Surg. 2022. Vol. 109. P. 274-282.

20. Ditsch N., Woeckel A., Untch M. AGO Recommendations for the diagnosis and treatment of patients with early breast cancer (EBC): Update 2022 //Breast Care. 2022. Vol.17. P. 403-420.

21. Elzohery Y.h., Gomaa M.M., Mohamed G. Comparison of wire-guided localization (WGL) and radio-guided occult lesion localization (ROLL) in localization of non-palpable breast lesions // World J. Surg. Onc 21, 2023, 266 p.

22. Em A.A., Ay F., He A. Pre-operative localization of non-palpable lesions in breast cancer by charcoal suspension //Benha journal of applied sciences. 2022. Vol. 7. № 3. P. 139-144.

23. Farouk O., Ezzat M., El-Badrawy A. Charcoal localization for surgical resection of non-palpable suspicious breast lesions. a promising method for communities of low resources. A prospective observational effectiveness study // Chirurgia. 2022. Vol. 117. № 6. P. 671-680.

24. Ferreira H.H., de Souza C.D., Pozzo L. Radioactive seed localization for non-palpable breast lesions: systematic review and meta-analysis //Diagnostics. 2024. Vol. 14. № 4. P. 441.

25. Fornage B.D., Fornage B.D. Ultrasound-guided localization of non-palpable lesions / B.D. Fornage, //Interventional ultrasound of the breast: from biopsy to ablation. 2020. P. 403-428.

26. Francini S., Rathat G., Manna F. Occult lesion localization by indocyanine green fluorescence for nonpalpable breast cancer //Breast J. 2020. Vol. 26. P. 1101-1103.

27. Gabrielova L., Selingerova I., Zatecky J. Comparison of 3 different systems for non-wire localization of lesions in breast cancer surgery //Clinical breast cancer. 2023. Vol. 23. № 6. P. e323-e330.

28. Goyal A., Puri S., Marshall A. A multicentre prospective feasibility study of carbon dye tattooing of biopsied axillary node and surgical localisation in breast cancer patients // *Breast Cancer Res. Treat.* 2021. Vol. 185. P. 433-440.
29. Heindl F., Schulz-Wendtland R., Jud S. Evaluation of a wireless localization system for nonpalpable breast lesions – feasibility and cost-effectiveness in everyday clinical routine // *In vivo.* 2022. Vol. 36. P. 2342-2349.
30. Ivanov V., Dimov R., Marinov B. Intraoperative ultrasound for non-palpable breast lesions – experience and operative time // *Folia Medica.* 2023. Vol. 65. № 1. P. 16-19.
31. Jansen B., Bargon C., Huibers A. Efficacy of indocyanine green fluorescence for the identification of non-palpable breast tumours: systematic review // *BJS Open.* 2023. Vol. 7. № 5 doi: 10.1093/bjsopen/zrad092.
32. Johnson D., Higginbotham M., Appiah L. Techniques for overcoming a missing clip during pre-operative needle localization for lumpectomy: case report // *Annals of breast surgery.* 2021. Vol. 5. doi: 10.21037/abs-20-112
33. Kapoor B. Vaid P., Kapoor M. Clinical and pathological correlation in benign breast diseases in women // *International journal of reproduction, contraception, obstetrics and gynecology.* 2020. Vol. 9. № 5. P. 1825-1831.
34. Kasem I., Mokbel K. Savi Scout® radar localisation of non-palpable breast lesions: systematic review and pooled analysis of 842 cases // *Anticancer Res.* 2020. Vol. 40. P. 3633-3643.
35. Kasem I., Mokbel K. P068. Savi Scout® radar localisation of non-palpable breast lesions: systematic review and pooled analysis of 842 cases // *European journal of surgical oncology.* 2021. Vol. 47. № 5. P. e313-e314.
36. Kataria A., Singh J. Jayaram K Comparison of wire-guided lumpectomy (WGL) versus hematoma-directed ultrasound-guided lumpectomy (HDUGL) in management of non-palpable breast lesions in achieving a negative resection margin: a randomized trial with superiority hypothesis and cost-effectiveness analysis // *Indian journal of surgical oncology.* 2022. Vol. 13. № 4. P. 834-841.
37. Khatun A., Khokher A., Ghosh A. First year data regarding use of Pintuition localisation device for non-palpable breast lesions in a large UK breast unit // *European journal of surgical oncology.* 2024. Vol. 50, suppl. 1. P. 108-114.
38. Kim I., Choi H.J., Ryu J.M. The efficacy and safety of indocyanine green-hyaluronic acid mixture (LuminoMark™) for localization in patients with non-palpable breast lesions: a multi-center open-label parallel phase-2 clinical trial // *BMC Surg.* 2021. Vol. 21. P. 134.
39. Lamb L.R., Gilman L., Specht M. et al. Retrospective review of preoperative radiofrequency tag localization of breast lesions in 848 patients // *Am. J. Roentgenol.* 2021. Vol. 217. P. 605-612.
40. Lee E.G., Kim S.K., Han J.H. Surgical outcomes of localization using indocyanine green fluorescence in breast conserving surgery: a prospective study // *Sci Rep.* 2021. Vol.11. P. 9997.
41. Lim H.J., Leong L.Ch., Hao M.B.B.S Savi Scout® wireless localisation of breast and axillary lesions: lessons learned from Singapore's early experience // *Singapore Medical Journal.* 2023. Vol. 10. P. 4103 DOI: 10.4103/singaporemedj. SMJ-2021-412.
42. Lowes S., Bell A., Milligan R. Use of hologic LOCALizer radiofrequency identification (RFID) tags to localise impalpable breast lesions and axillary nodes: Experience of the first 150 cases in a UK breast unit// *Clin. Radiol.* 2020. Vol. 75. P. 942-949.
43. McCamley C., Ruysers N., To H. Multicentre evaluation of magnetic technology for localisation of non-palpable breast lesions and targeted axillary nodes// *ANZ Journal of Surgery.* 2021. Vol. 91. № 11. P. 2411-2417.
44. Metin C., Rankin A., Youssef M. Evaluation of early outcomes of radiofrequency localisation for non-palpable breast lesions // *European journal of surgical oncology.* 2023. Vol. 49, № 5. P. e227-e228.
45. Morgan J.L., Bromley H.L., Dave R.V. Results of shared learning of a new magnetic seed localisation device—A UK iBRA-NET breast cancer localisation study // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2022. Vol. 48. P. 2408-2413.
46. Murphy E., Quinn E., Stokes M. Initial experience of magnetic seed localization for impalpable breast lesion excision: First 100 cases performed in a single Irish tertiary referral centre // *Surgeon.* 2021. Vol. 20. №3. P. e36-42.
47. Nishimura R., Oiwa M. Combined use of cell block and smear improves the cytological diagnosis of malignancy in non-palpable breast lesions screened by imaging // *Analytical cellular pathology.* 2023. Vol. 2023. № 1. P. 1869858.
48. Ramadan R., El-Fayoumy T., Mohamed Ibrahim R.. Wire localization versus intralesional methylene blue marking for surgical excision of impalpable breast lesions // *Middle East journal of cancer;* October 2023. Vol. 14. № 4. P. 559-569.
49. Schermers B., van Riet Y.E., Schipper R.J. Nationwide registry study on trends in localization techniques and reoperation rates in non-palpable ductal carcinoma in situ and invasive breast cancer// *Br. J. Surg.* 2021. Vol. 109. P. 53-60.

50. Somasundaram S.K., Potter S., Elgammal S. Impalpable breast lesion localisation, a logistical challenge: Results of the UK iBRA-NET national practice questionnaire // *Breast Cancer Res. Treat.* 2021. Vol. 185. P. 13-20.
51. Skaf H.D., Catani J.H., Ogata V.S. Breast imaging preoperative localization procedure // *Modern breast cancer imaging.* 2022. P. 211-244.
52. Spina E., Pacca L., Esposito E. The use of MagSeed for non-palpable breast lesions: the surgeon point of view // *European journal of surgical oncology.* 2024. Vol. 50. № 2.
53. Tayeh S., Muktar S., Heeney J. Reflector-guided localization of non-palpable breast lesions: the first reported European evaluation of the Savi Scout® system // *Anticancer Res.* 2020. Vol. 40. P. 3915-3924.
54. Tayeh S., Wazir U., Mokbel K. The Evolving role of radiofrequency guided localisation in breast surgery: a systematic review // *Cancers.* 2021. Vol. 13. P. 4996.
55. Tong M., Guo W. Indocyanine green fluorescence-guided lumpectomy of nonpalpable breast cancer versus wire-guided excision: a randomized clinical trial // *Breast J.* 2019. Vol. 25. P. 278-281.
56. Volders J.H., Haloua M.H., Krekel N.M. Intraoperative ultrasound guidance in breast-conserving surgery shows superiority in oncological outcome, long-term cosmetic and patient-reported outcomes: Final outcomes of a randomized controlled trial (COBALT) // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2017. Vol. 43. P. 649-657.
57. Zhang L., Li Z., Sui H. Value of ultrasound-guided wire localization resection for non-palpable breast lesions // *Basic & Clinical Medicine.* 2020. Vol. 40. № 6. P. 822.

References

1. Amel'chenkov DR, Miheev TV, Tarakanov SR. Tomosintez v diagnostike nepal'piruemih obrazovaniy molochnoj zhelezy. Aktual'nye problemy eksperimental'noj i klinicheskoy mediciny [Tomosynthesis in the diagnosis of non-palpable breast formations]. *Sbornik trudov konferencii. Volgograd.* 2021. S. 102-102. Russian.
2. Ahmadova M. Sovremennaya diagnosticheskaya taktika pri nepal'piruemih rakah molochnyh zhelez [Modern diagnostic tactics for non-palpable breast cancers]. *Central'noaziatskij zhurnal obrazovaniya i innovacij.* 2024. T. 3. № 1. S. 106-113. Russian.
3. Vasil'ev AY, Pavlova TV, Kasatkina LI. Slozhnosti diagnostiki nepal'piruemogo uzlovogo obrazovaniya molochnoj zhelezy v ambulatorno-poliklinicheskoy praktike (klinicheskij primer) [The difficulties of diagnosing non-palpable nodular breast formation in outpatient practice (clinical example)]. *Radiologiya–praktika.* 2024;5:47-52. Russian.
4. Gusejnov AZ. Sovremennaya diagnostika i lechenie zabolevaniy molochnoj zhelezy [Modern diagnosis and treatment of breast diseases.]. *Monografiya.* 2022, Tula: Izd-vo «TulGU». 264 s. Russian.
5. Gusejnov AZ, Gusejnov TA. Diagnosticheskaya taktika pri ochagovyh obrazovaniyah molochnoj zhelezy [Diagnostic tactics for focal breast formations]. 59-ya Nauchno-prakticheskaya konferenciya professorsko-prepodavatel'skogo sostava TulGU s vsersijskim uchastiem. 2023. S. 17-22. Russian.
6. Zhirnova AS. Ustrojstvo dlya lokalizacii nepal'piruemih obrazovaniy molochnyh zhelez [Device for localization of non-palpable mammary gland formations]. *Patent Rossii № 165261 U1 10.10.2016* Russian.
7. Zikiryahodzhaev AD, Starkova MV, Timoshkin VO. Indocyanin zelenyj v diagnostike i rekonstruktivnoj hirurgii pri rake molochnoj zhelezy [Indocyanin green in diagnosis and reconstructive surgery for breast cancer]. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2023;9:20 24. Russian.
8. Kalashnikova YuI, Tomilina YuA, Serpokrylenko OS. Dobrokachestvennye zabolevaniya molochnyh zhelez v praktike mammologicheskogo otdeleniya lechebno-diagnosticheskogo centra [Benign diseases of the mammary glands in the practice of the mammological department of the medical diagnostic center]. *Voenno-medicinskij zhurnal.* 2022;343:72-75. Russian.
9. Levchuk AL, Starokon' PM, Hodyrev SA. Miniinvazivnye sposoby lecheniya bol'nyh dobrokachestvennoj displaziej molochnyh zhelez v mnogoprofil'nom stacionare [Minimally invasive methods of treatment of patients with benign breast dysplasia in a multidisciplinary hospital]. *Vest. Nac. mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova.* 2022;3:46-52. Russian.
10. Manujlova OO, Solnceva IA. Algoritm obsledovaniya i vedeniya pacientok s fibroadenomami molochnyh zhelez [Algorithm of examination and management of patients with fibroadenomas of the mammary glands]. *Radiologiya–praktika.* 2021;3:31-40. Russian.
11. Rozhkova N, Bozhenko VK, Kaprin AD. Mammologiya: nacional'noe rukovodstvo [Mammology: national guidelines]. *Pod red. A.D. Kaprina, N.I. Rozhkovej. M.: GEOTAR-Media,* 2019. 496 s. Russian.
12. Rozhkova NI, Burdina II, Zapirova SB. Mnogolikost' nepal'piruemogo raka molochnoj zhelezy. Svoevremennaya diagnostika, adekvatnoe lechenie i profilaktika [The diversity of non-palpable breast cancer. Timely diagnosis, adequate treatment and prevention]. *Medicinskij alfavit.* 2021;38:34-40. Russian.
13. Smirnov AI, Abduraimov AB, Chudnyh SM. Hirurgicheskoe lechenie nepal'piruemih obrazovaniy molochnoj zhelezy: sravnitel'nyj analiz metodik predoperacionnoj markirovki [Surgical treatment of non-palpable breast formations: a comparative analysis of preoperative labeling techniques]. *diagnosticheskaya i*

intervencionnaya radiologiya. 2021;15:37-41. Russian.

14. Banys-Paluchowski M, Rubio IT, Karadeniz Cakmak G. Intraoperative ultrasound-guided ex-cision of non-palpable and palpable breast cancer: systematic review and meta-analysis. *Ultraschall Med.* 2022;43:367-379.

15. Banys-Paluchowski M, Paluchowski P, Krawczyk N. Twinkle artifact in sonographic breast clip visualization. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023;307: 2021-2022. doi: 10.1007/s00404-022-06659-1.

16. Bernardi D, Sabatino V. Stereotactic guided breast interventions. *Breast imaging: diagnosis and intervention.* Cham: Springer international publishing, 2022. R. 69-93.

17. Caruso M, Catalano O, Bard R. Non-glandular findings on breast ultrasound. Part I: a pictorial review of superficial lesions. *Journal of ultrasound.* 2022; 25:783-797.

18. Davey MG, O'Donnell JPM, Boland MR. Optimal localization strategies for non-palpable breast cancers – a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Breast.* 2022;62:103-113.

19. Dave RV, Barrett E, Morgan J. Wire- and magnetic-seed-guided localization of impalpable breast lesions: iBRA-NET localization study. *Br. J. Surg.* 2022;109:274-282.

20. Ditsch N, Woeckel A, Untch M. AGO Recommendations for the diagnosis and treatment of patients with early breast cancer (EBC): Update 2022. *Breast Care.* 2022;17:403-420.

21. Elzohery Yh, Gomaa MM, Mohamed G. Comparison of wire-guided localization (WGL) and radio-guided occult lesion localization (ROLL) in localization of non-palpable breast lesions. *World J. Surg. Onc* 21, 2023, 266 r.

22. Em AA, Ay F, He A. Pre-operative localization of non-palpable lesions in breast cancer by charcoal suspension. *Benha journal of applied sciences.* 2022;7:139-144.

23. Farouk O, Ezzat M, El-Badrawy A. Charcoal localization for surgical resection of non-palpable suspicious breast lesions. a promising method for communities of low resources. A prospective observational effectiveness study. *Chirurgia.* 2022;11:671-680.

24. Ferreira HH, de Souza CD, Pozzo L. Radioactive seed localization for non-palpable breast lesions: systematic review and meta-analysis. *Diagnostics.* 2024;14:441.

25. Fornage BD, Fornage B. Ultrasound-guided localization of non-palpable lesions B.D. Fornage, *Interventional ultrasound of the breast: from biopsy to ablation.* 2020.

26. Francini S, Rathat G, Manna F. Occult lesion localization by indocyanine green fluorescence for nonpalpable breast cancer *Breast J.* 2020; 26:1101-1103.

27. Gabrielova L, Selingerova I, Zatecky J. Comparison of 3 different systems for non-wire localization of lesions in breast cancer surgery. *Clinical breast cancer.* 2023;23:e323-e330.

28. Goyal A, Puri S, Marshall A. A multicentre prospective feasibility study of carbon dye tattooing of biopsied axillary node and surgical localisation in breast cancer patient. *Breast Cancer Res. Treat.* 2021; 185:433-440.

29. Heindl F, Schulz-Wendtland R, Jud S. Evaluation of a wireless localization system for nonpalpable breast lesions – feasibility and cost-effectiveness in everyday clinical routine. *In vivo.* 2022;36:2342-2349.

30. Ivanov V, Dimov R, Marinov B. Intraoperative ultrasound for non-palpable breast lesions – experience and operative time. *Folia Medica.* 2023; 65:16-19.

31. Jansen B, Bargon C, Huibers A. Efficacy of indocyanine green fluorescence for the identification of non-palpable breast tumours: systematic review. *BJS Open.* 2023;7:5 doi: 10.1093/bjsopen/zrad092.

32. Johnson D, Higginbotham M, Appiah L. Techniques for overcoming a missing clip during pre-operative needle localization for lumpectomy: case report. *Annals of breast surgery.* 2021;5. doi: 10.21037/abs-20-112

33. Kapoor B Vaid P, Kapoor M. Clinical and pathological correlation in benign breast diseases in women. *International journal of reproduction, contraception, obstetrics and gynecology.* 2020;9:1825-1831.

34. Kasem I, Mokbel K. Savi Scout® radar localisation of non-palpable breast lesions: systematic review and pooled analysis of 842 cases. *Anticancer Res.* 2020;40:3633-3643.

35. Kasem I, Mokbel K. P068. Savi Scout® radar localisation of non-palpable breast lesions: systematic review and pooled analysis of 842 cases. *European journal of surgical oncology.* 2021;47:e313-e314.

36. Kataria A, Singh J Jayaram K Comparison of wire-guided lumpectomy (WGL) versus hema-toma-directed ultrasound-guided lumpectomy (HDUGL) in management of non-palpable breast lesions in achieving a negative resection margin: a randomized trial with superiority hypothesis and cost-effectiveness analysis. *Indian journal of surgical oncology.* 2022;13:834-841.

37. Khatun A, Khokher A, Ghosh A. First year data regarding use of Pintuition localisation device for non-palpable breast lesions in a large UK breast unit. *European journal of surgical oncology.* 2024;50:108-114.

38. Kim I, Choi HJ, Ryu J. The efficacy and safety of indocyanine green-hyaluronic acid mixture (LuminoMark™) for localization in patients with non-palpable breast lesions: a multi-center open-label parallel phase-2 clinical trial. *BMC Surg.* 2021;21:134.

39. Lamb LR, Gilman L, Specht M. et al. Retrospective review of preoperative radiofrequency tag locali-

zation of breast lesions in 848 patients. *Am. J. Roentgenol.* 2021;217:605-612.

40. Lee EG, Kim SK, Han JH. Surgical outcomes of localization using indocyanine green fluorescence in breast conserving surgery: a prospective study. *Sci Rep.* 2021;11:9997.

41. Lim HJ, Leong LCh, Hao MBBS Savi Scout® wireless localisation of breast and axillary lesions: lessons learned from Singapore's early experience. *Singapore Medical Journal.* 2023;10:103 DOI: 10.4103/singaporemedj. SMJ-2021-412.

42. Lowes S, Bell A, Milligan R. Use of hologic LOCALizer radiofrequency identification (RFID) tags to localise impalpable breast lesions and axillary nodes: Experience of the first 150 cases in a UK breast unit. *Clin. Radiol.* 2020;75:942-949.

43. McCamley C, Ruysers N, To H. Multicentre evaluation of magnetic technology for localisation of non-palpable breast lesions and targeted axillary nodes; *NZ Journal of Surgery.* 2021;91:2411-2417.

44. Metin C, Rankin A, Youssef M. Evaluation of early outcomes of radiofrequency localisation for non-palpable breast lesions. *European journal of surgical oncology.* 2023;49:e227-e228.

45. Morgan JL, Bromley HL, Dave RV. Results of shared learning of a new magnetic seed localisation device—A UK iBRA-NET breast cancer localisation study. *Eur. J. Surg. Oncol.* 2022; 48:2408-2413.

46. Murphy E, Quinn E, Stokes M. Initial experience of magnetic seed localization for impalpable breast lesion excision: First 100 cases performed in a single Irish tertiary referral centre. *Surgeon.* 2021;20:e36 42.

47. Nishimura R, Oiwa M. Combined use of cell block and smear improves the cytological diagnosis of malignancy in non-palpable breast lesions screened by imaging. *Analytical cellular pathology.* 2023;2023:1869858.

48. Ramadan R, El-Fayoumy T, Mohamed Ibrahim R.. Wire localization versus intralesional methylene blue marking for surgical excision of impalpable breast lesions. *Middle East journal of cancer;* October 2023; 14:559-569.

49. Schermers B, van Riet YE, Schipper RJ. Nationwide registry study on trends in localization techniques and reoperation rates in non-palpable ductal carcinoma in situ and invasive breast cancer. *Br. J. Surg.* 2021;109:53-60.

50. Somasundaram SK, Potter S, Elgammal S. Impalpable breast lesion localisation, a logistical challenge: Results of the UK iBRA-NET national practice questionnaire. *Breast Cancer Res. Treat.* 2021;185:13-20.

51. Skaf HD, Catani JH, Ogata VS. Breast imaging preoperative localization procedure. *Modern breast cancer imaging.* 2022:211-244.

52. Spina E, Pacca L, Esposito E. The use of MagSeed for non-palpable breast lesions: the surgeon point of view. *European journal of surgical oncology.* 2024;50;2.

53. Tayeh S, Muktar S Heeney J. Reflector-guided localization of non-palpable breast lesions: the first reported European evaluation of the Savi Scout® system. *Anticancer Res.* 2020;40:3915-3924.

54. Tayeh S, Wazir U, Mokbel K. The Evolving role of radiofrequency guided localisation in breast surgery: a systematic review. *Cancers.* 2021;13:4996.

55. Tong M, Guo W. Indocyanine green fluorescence-guided lumpectomy of nonpalpable breast cancer versus wire-guided excision: a randomized clinical trial. *Breast J.* 2019;25:278-281.

56. Volders JH, Haloua MH, Krekel NM. Intraoperative ultrasound guidance in breast-conserving surgery shows superiority in oncological outcome, long-term cosmetic and patient-reported outcomes: Final outcomes of a randomized controlled trial (COBALT). *Eur. J. Surg. Oncol.* 2017;43:649-657.

57. Zhang L, Li Z, Sui H. Value of ultrasound-guided wire localization resection for non-palpable breast lesions. *Basic & Clinical Medicine.* 2020;40:822.

Библиографическая ссылка:

Гусейнов А.З., Федорищев М.А., Дьяков М.А., Гусейнов Т.А. Методы пред- и интраоперационной локализации непальпируемых образований молочной железы (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №6. Публикация 1-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/1-11.pdf> (дата обращения: 09.12.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-11. EDN BGPDTС*

Bibliographic reference:

Guseinov AZ, Fedorishchev MA, Dyakov MA, Guseinov TA. Metody pred- i intraoperacionnoj lokalizacii nepal'piruemyh obrazovanij molochnoj zhelezy (obzor literatury) [Methods of pre- and intraoperative localization of nonpalpable breast lesions (a literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2024 [cited 2024 Dec 09];6 [about 14 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/1-11.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-11. EDN BGPDTС

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/e2024-6.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY