

# СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ РАДИОТЕРМОМЕТРИЯ В ОНКОМАММОЛОГИИ (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Р.А. Керимов, Т.М. Кочоян**

ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Москва

**Цель исследования.** Провести систематический анализ данных, имеющихся в современной литературе, касательно места и роли сверхвысокочастотной радиотермометрии (СВЧ-РТМ) в диагностике, дифференциальной диагностике патологии молочных желез, в оценке эффекта неоадьювантной терапии рака молочной железы, а также в скрининговых программах.

**Материал и методы.** В обзор включены источники отечественной и зарубежной литературы, найденные в PubMed и e-Library, по данной теме.

**Результаты.** Описаны различные аспекты использования СВЧ-РТМ в онкомаммологии: диагностическая ценность метода, возможности в дифференциальной диагностике дисгормональных гиперплазий, доброкачественных и злокачественных опухолей молочных желез, прогностическая роль СВЧ-РТМ, возможность и ценность использования метода в оценке эффекта предоперационной химиотерапии при местно-распространенном раке молочной железы.

**Заключение.** Сверхвысокочастотная радиотермометрия является высокоинформативным методом ранней диагностики различной патологии молочных желез и может широко применяться в скрининговых программах с целью формирования групп риска для последующей уточняющей диагностики с использованием традиционных диагностических методов (УЗИ, рентгеномаммография, МРТ молочных желез, морфологическая диагностика). СВЧ-РТМ также может быть использована для оценки эффекта проводимой неоадьювантной терапии первично-неоперабельных форм рака молочной железы с целью коррекции проводимого лечения.

**Ключевые слова:** рак молочной железы, сверхвысокочастотная радиотермометрия, диагностика.

## ULTRAHIGHFREQUENCY RADIOTHERMOMETRY (UHF-RTM) IN ONCOMAMMOLOGY (CONCISE LITERATURE REVIEW)

**R.A. Kerimov, T.M. Kochoyan**

Federal State Budgetary Institution «N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center», Moscow

**Objective of the study.** To conduct a systematic analysis of the data available in current literature concerning the place and role of ultrahighfrequency radiothermometry (UHF-RTM) in diagnostics, differential diagnostics of breast pathology, in neoadjuvant breast cancer therapy effect evaluation, in breast pathology screening programs.

**Material and Methods.** The review includes the data of national and foreign literature in this field found in Pubmed and e-Library having been published.

**Results.** There are presented different aspects of UHF-RTM application in oncomammology: diagnostic value of the method, its capability in differential diagnostics of dishormonal hyperplasias, benign and malignant tumors of the breast, prognostic value of UHF-RTM, possibility and value of the method in neoadjuvant chemotherapy impact evaluation in locally-advanced breast cancer.

**Conclusion.** Ultrahighfrequency radiothermometry (UHF-RTM) is highly informative method of early diagnostics of various pathology of the breasts and can be widely used in screening programs with the aim of risk groups creation for subsequent specifying diagnosis using traditional methods (ultrasound, mammography, MRI, morphological investigation). UHF-RTM also can be used in effectiveness evaluation of neoadjuvant therapy in primary-inoperable breast cancer with the aim of treatment correction.

**Key words:** breast cancer, ultrahighfrequency radiothermometry, diagnostics.

Ежегодно в мире регистрируется 1 677 000 новых случаев рака молочной железы (25,2% среди всех злокачественных новообразований у женщин). Рак молочной железы является лидирующей злокачественной опухолью у женского населения России (20,9%). В 2013 г. в России было зарегистрировано 61 308 новых больных раком молочной железы. По сравнению с 2008 г. прирост составил 16,8%. За период с 2008 по 2013 гг. прирост стандартизованных показателей в России составил 10%. В 2013 г. в России от рака молочной железы умерли 23 095 человек. В структуре смертности женщин доля рака молочной железы составила 17,0%. За период 2008–2013 гг. стандартизованные показатели смертности от рака молочной железы в России снизились на 8,2% [3].

В процентном соотношении выявляемость больных раком молочной железы в зависимости от степени распространенности процесса в России в 2009 году составила: I–II стадии — 62,3%; III стадия — 26,3%; IV стадия — 10,5%. За последние 10 лет увеличилось число больных, выявленных при профилактических осмотрах (17% в 1997 г., 23% в 2007 г.) [26].

Реальный путь улучшения результатов лечения злокачественных опухолей молочных желез — ранняя диагностика. Решить эту проблему можно только при условии применения комплексных методов. Существующие методы лучевой диагностики, к сожалению, имеют ряд недостатков. Средние размеры обнаруживаемых рентгенологическими методами опухолей соответствуют стадии развития опухоли, когда она уже может давать метастазы. Кроме того, неизбежная лучевая нагрузка не позволяет проводить исследования в группах риска чаще, чем раз в год. Маммография недостаточно информативна у женщин моложе 35 лет ввиду высокой плотности ткани молочных желез и, как следствие, малой контрастности рентгеновского изображения. Магнитно-резонансная томография является одним из наиболее точных методов диагностики патологии молочных желез, однако ее высокая стоимость делает пока невозможным его широкое использование. Поэтому поиск и широкое внедрение в практику методов исследования, лишенных перечисленных выше недостатков, является одной из приоритетных задач клинической

онкомамологии. Одним из таких методов является радиотермометрия — метод диагностики заболеваний, основанный на выявлении температурных аномалий внутренних тканей и кожных покровов и обладающий рядом преимуществ по сравнению с общепринятыми методами диагностики. К этим преимуществам относятся: неинвазивность метода, полное отсутствие ионизирующих и других излучений и, как следствие, полная безвредность метода, возможность использования у молодых женщин, высокая информативность. Известно, что злокачественная опухоль имеет более высокую температуру по сравнению с окружающими тканями. Эти данные были впервые получены французским ученым M. Gautherie [29], который показал, что температура злокачественной опухоли определяется временем ее удвоения. Поэтому наиболее опасные, быстрорастущие опухоли имеют очень высокую температуру. Тепловые изменения, как правило, предшествуют изменениям структурным. Тепловые изменения в ткани молочных желез наступают не в тот момент, когда злокачественная опухоль достигает клинически выявляемых размеров, а намного раньше. Уже на этапе, предшествующем инвазивному росту, а именно выраженной пролиферации клеток, сопровождающейся атипичными изменениями, повышается плотность микрокапиллярной сети и, как следствие, происходит локальное повышение температуры.

В 2003 году японские ученые показали, что температура в области злокачественной опухоли определяется плотностью микрокапиллярной сети (microvessel density — MVD). Это основной параметр, характеризующий ангиогенез. Плотность микрокапиллярной сети при пролиферации с атипией в несколько раз превышает этот показатель для нормальных тканей и характеризует риск малигнизации. Кроме этого, плотность микрокапиллярной сети характеризует вероятность трансформации неинвазивного рака в инвазивный, вероятность метастазирования и скорость роста опухоли, поэтому внутренняя температура, являясь показателем ангиогенеза, дает важную информацию о развитии опухолевого процесса [32].

Среди неинвазивных методов определения температурных аномалий тканей человека сверхвысокочастотная радиотермометрия занимает

особое место. Это объясняется тем, что все известные методы определения температуры отражают внутритканевую температуру косвенно, фиксируя ее с поверхностных слоев кожи. На практике более важным является измерение глубинной температуры тканей и органов, так как она является интегральным показателем уровня биоэнергетических процессов и может служить показателем их функционального состояния [2, 7, 17]. СВЧ-РТМ — метод диагностики, основанный на измерении излучения тканей в микроволновом диапазоне. Интенсивность собственного излучения тканей в этом частотном диапазоне определяется их температурой и биофизическими параметрами. В отличие от широко известной инфракрасной термографии, которая измеряет температуру кожи, микроволновая радиотермометрия позволяет неинвазивно выявлять тепловые аномалии на глубине нескольких сантиметров. Впервые использовать для диагностики рака молочной железы информацию о собственном излучении тканей в микроволновом диапазоне предложил американский исследователь А. Barret [27].

В России в 1996 году была издана монография «Радиотермометрия в комплексной диагностике и оценке эффективности лечения опухолей молочной железы», в которой описана технология неинвазивного выявления рака молочной железы с использованием отечественного микроволнового радиотермометра РТ-17, созданного коллективом нижегородских ученых. На заре развития этой технологии прибор представлял собой измеритель температуры в одной точке. Метод обладал не очень высокой чувствительностью и специфичностью, прибор требовал калибровки после каждого исследования. Исследование нужно было проводить в экранированном помещении для исключения влияния окружающих электромагнитных полей, что снижало широкую возможность его использования [25].

В настоящее время это современные компьютеризированные диагностические комплексы, позволяющие визуализировать тепловую активность как на поверхности, так и внутри тканей. Применительно к обследованию молочных желез все большее распространение получает термин «микроволновая маммография». Эта технология разработана ведущими россий-

скими специалистами, сертифицирована в РФ и в ряде зарубежных стран, включена в стандарт медицинской помощи онкологическим больным [5, 9, 15].

Маммография и УЗИ дают врачу информацию о структурных изменениях: размере опухоли, ее локализации, наличии микрокальцинатов и т.д. Микроволновая маммография дает врачу дополнительную информацию о тепловой активности тканей, выраженности пролиферативных процессов, риске малигнизации и т.д.

За последние 10 лет в России и США проведено 7 крупных клинических испытаний метода с участием 1 500 пациентов. Результаты измерения тепловой активности тканей сопоставлялись с данными гистологии. Эти исследования дали большой экспериментальный материал для оценки тепловых изменений внутри молочной железы в процессе злокачественного роста. Кроме этого, накопился определенный опыт практического использования технологии в 150 российских и зарубежных центрах. Результаты исследования диагностической эффективности метода в различных клиниках представлены в табл. 1 [4, 8, 10, 20].

Как видно из приведенных в таблице данных, метод СВЧ-РТМ имеет высокую чувствительность и специфичность, сравнимые с таковыми у рентгеномаммографии и УЗИ молочных желез [6, 11]. В отношении выявления злокачественных новообразований молочных желез чувствительность СВЧ-РТМ составила 90,1%, точность — 98,0% и специфичность СВЧ-РТМ — 93,5%. Характерными признаками рака молочной железы при СВЧ-РТМ являются: величина термоасимметрии между одноименными точками молочных желез, разброс температур между отдельными точками в пораженной молочной железе, дисперсия разности температур между железами [23].

Злокачественная опухоль имеет более высокую температуру по сравнению с окружающими тканями [28]. Время удвоения (ВУ), согласно модели Шварца, характеризует темп роста опухоли и равно интервалу времени, в течение которого опухоль удваивает свой объем. Температура злокачественной опухоли определяется ее временем удвоения. Наиболее опасные, быстрорастущие опухоли, с малым ВУ,

**Результаты клинических испытаний микроволновой маммографии**

№ пп	Место проведения	Год	Чувствительность, %	Специфичность, %
1.	Городская клиническая больница № 40, Москва, Россия	1997	94,2	71,4
2.	Филиал № 1 Маммологического диспансера, Москва, Россия	1998	85,1	76,5
3.	РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, Москва, Россия	1998	89,6	81,8
4.	Госпиталь им. Бурденко, Москва, Россия	2001	98,0	76,2
5.	Филиал № 1 Маммологического диспансера, Москва, Россия	2002	95,2	57,2
6.	Medical College, Arcansas, USA	2003	84,8	70,2
7.	Центр рентгенорадиологии, Москва, Россия	2006	96,6	56,7
8.	ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» МЗ РФ, Москва, Россия	2013	92,1	88,3

имеют большое тепловыделение, а медленно растущие, с большим ВУ, имеют низкое тепловыделение и соответственно низкую температуру. Для опухолей молочной железы с умеренным темпом роста, рассчитанным согласно модели Шварца, время удвоения составляет 90–100 дней, что проявляется средними значениями тепловыделения 30–34 мВт/см<sup>3</sup>. При этом доклиническая фаза развития опухоли составляет 7–8 лет. Для «горячих» опухолей со стремительным ростом (тепловыделение равно 70 мВт/см<sup>3</sup>, время удвоения 30 дней) доклиническая фаза развития — всего 2 года [9, 14, 16].

Прогностический потенциал тепловых методов изучался различными авторами [19, 31]. Так, Н.П. Напалков и Н.Б. Кондратьев изучили выживаемость пациентов РМЖ в зависимости от тепловых изменений на проекции опухоли для разных стадий развития опухолевого процесса. Для оценки тепловых изменений опухоли делились на термпозитивные (на проекции которых имелось существенное повышение температуры), термонегативные (опухоли, на проекции которых отсутствовало повышение температуры) и «пылающие» (опухоли с очень большим (более 2 градусов) повышением температуры)). Выживаемость больных прямо коррелировала с выраженностью температурных реакций на проекции опухоли — максимальные показатели выживаемости были у пациентов с термонегативными опухолями, минимальные — при «пылающих» опухолях.

О прогностической значимости тепловых методов свидетельствуют и исследования, про-

веденные в Российском научном центре рентгенорадиологии (РНЦРР) [21]. В рамках этих исследований оценивался уровень тепловых изменений на проекции опухолей в зависимости от степени их злокачественности. Температура оценивалась по шестибальной шкале: Th0 — нет тепловых изменений, Th5 — максимальные тепловые изменения. У 80% пациентов с высокой степенью злокачественности имелись максимальные тепловые изменения (Th5). Для пациентов с низкой степенью злокачественности преобладали показатели Th3 (50%). Тепловые изменения прямо коррелировали со степенью злокачественности опухоли — опухоли Gr-3 имели намного более высокие показатели температуры по сравнению с Gr-1.

Аналогичные данные были получены в работе О.А. Синельниковой. Чем менее была выражена термоасимметрия, тем благоприятнее был прогноз и достоверно выше общая выживаемость. В исследованной группе больных раком молочной железы общая выживаемость при выраженной термоасимметрии (Th5) составила: 5-летняя — 75%, 10-летняя — 25%. При термоасимметрии Th1 5-летняя и 10-летняя общая выживаемость составили 85,7% [23].

Таким образом, информация о внутренней температуре злокачественной опухоли обладает значительным прогностическим потенциалом.

Для изучения кинетики тепловых процессов при РМЖ М. Gautherie [28, 29] выделил группу из 1 245 пациентов, у которых, по данным маммографии, не было РМЖ, но уже были

тепловые изменения на коже. У 461 женщины были выявлены доброкачественные изменения, у 784 структурные изменения отсутствовали. В дальнейшем всем пациенткам в течение 12 лет выполнялось ежегодное маммографическое исследование. Через 8 лет у 38% пациентов группы без структурных изменений был выявлен рак молочной железы. Среди пациенток, у которых были доброкачественные изменения, этот показатель достиг 44%. Было показано, что тепловые изменения наступают не тогда, когда опухоль достигает клинически значимых размеров, а на стадии, предшествующей злокачественному росту. У 80% пациенток, у которых, по данным гистологического исследования, не был выявлен рак, но были обнаружены атипичные клетки, уже имелись существенные тепловые изменения. Это повышение температуры нельзя объяснить повышенным метаболизмом злокачественных клеток, поскольку они не были обнаружены в процессе гистологического исследования. Вместе с тем факт повышения тепловой активности тканей при выраженной мастопатии известен каждому специалисту, который занимается микроволновой маммографией. Объяснения этому явлению дают исследования японских ученых Т. Yahara, Т. Koga, S. Yoshida [32], которые наряду с измерением температуры злокачественной опухоли и окружающих тканей измеряли плотность микроваскулярной сети — основного параметра, характеризующего ангиогенез опухоли. Было выявлено, что повышение внутренней температуры тканей, окружающих опухоль, напрямую коррелирует с плотностью микроваскулярной сети. Таким образом, внутренняя температура может служить показателем неоангиогенеза. Повышение температуры тканей, окружающих опухоль, происходит при повышении плотности микроваскулярной сети. В последующих работах было показано, что вероятность малигнизации и рост опухоли зависит от ее способности формировать вокруг себя сосудистую сеть [30]. Был оценен риск развития рака у пациенток с доброкачественной патологией молочных желез в зависимости от плотности микроваскулярной сети. Известно, что диффузная фиброзно-кистозная болезнь характеризуется сравнительно низкой вероятностью малигнизации. Относительный риск

малигнизации (RR) у этих пациенток составляет 1,9. При наличии атипичных изменений эта величина увеличивается до 5,3. Согласно приведенным данным, у пациенток с фиброзно-кистозной болезнью и высокой плотностью микроваскулярной сети относительный риск малигнизации находится в пределах от 7 до 11 единиц. Таким образом, плотность микроваскулярной сети, а следовательно, и температура могут повышаться на стадии, предшествующей злокачественному росту. Аналогичные данные приводятся и многими другими исследователями. Это открывает широкие возможности для проведения профилактических осмотров и скрининга с использованием микроволновой маммографии, обладающей большим потенциалом для формирования групп риска с целью дальнейшего уточняющего обследования. При радиотермометрическом исследовании в первую очередь выявляются пациентки с высоким потенциалом малигнизации, быстрым ростом опухоли. Низкая стоимость исследования, высокая информативность и полная его безвредность для пациенток любого возраста, а также медицинского персонала позволяют проводить исследования многократно в любом временном интервале и, таким образом, своевременно выявлять патологические изменения без дополнительной лучевой нагрузки. Обнаружение патологического очага возможно на глубине от 3 до 7 см. Точность определения температуры внутренних тканей составляет 0,2 град. Кроме того, компьютерная обработка результатов позволяет объективно оценить полученные данные [1, 12, 13, 18, 22].

Несмотря на внедрение новых методов диагностики, данные большинства исследователей свидетельствуют о том, что почти половина (30–50%) больных раком молочной железы впервые обращаются за лечебной помощью с местно-распространенным процессом. План лечебных мероприятий местно-распространенного РМЖ включает в себя обязательное проведение неоадьювантного системного лечения (химиотерапия, лучевая терапия, гормонотерапия или их комбинации). При этом клиническая регрессия опухоли в большинстве случаев коррелирует со степенью терапевтического патоморфоза в опухоли и является важным

прогностическим фактором, отражающим чувствительность опухоли к проводимой терапии. Ответ опухоли на лечение индивидуален: в некоторых случаях максимальная регрессия опухоли отмечается после первого же курса лечения, в то время как в ряде случаев для достижения подобного эффекта требуется до 6–8 курсов, а от 14 до 20% опухолей оказываются вообще малочувствительны к проводимому лечению. В этой связи представляется очень важной оценка эффекта лечения после каждого курса с целью коррекции дальнейшей терапии. Лучевые методы в этом плане имеют ряд существенных ограничений, поэтому так важно и актуально внедрение новых методов оценки эффекта неoadьювантного лечения. В этой связи представляют интерес работы отечественных исследователей.

Так, в работе М.Б. Ориновского [20] показано, что изменения маммографических характеристик не всегда дают четкую картину для оценки эффективности неoadьювантного лечения, характеризуемого степенью лечебного патоморфоза опухоли. При анализе полученных им данных сделано заключение, что распределение вероятностей значений термоасимметрий, соответствующих умеренно выраженному и выраженному лечебному патоморфозу, обладают статистической значимостью. Использование описываемой в данной работе дециметровой СВЧ-термометрии у больных раком молочной железы, получавших неoadьювантную терапию, позволило объективно оценить ее эффективность в среднем в 85,2% случаев.

О.А. Синельникова [23, 24] сообщает, что в процессе неoadьювантной терапии РМЖ у всех пациенток наблюдалась динамика температурных показателей. До начала лечения у 100% пациенток заключение экспертной системы СВЧ-РТМ соответствовало уровню Th5, после 4–6 курсов ПХТ уровень Th4 был определен у 41,7% пациенток, у 33,3% пациенток отмечено снижение показателей экспертной системы до уровня Th3 и в 25% случаев — до уровня Th1. Динамика температурных изменений под влиянием ПХТ, выявленная при СВЧ-РТМ, фиксируется раньше, чем динамика структурных изменений, выявляемых при ММГ и УЗИ, и может быть использована для про-

жуточной оценки эффекта неoadьювантной терапии с целью ее дальнейшей коррекции. Температурные изменения, возникающие в молочных железах под воздействием неoadьювантной полихимиотерапии, коррелируют со степенью выраженности лечебного патоморфоза. Чем выше суммарный градус, полученный в результате суммирования изменений внутренней температуры на проекции опухоли и кожной термоасимметрии (разница температур кожи на проекции опухоли и в одноименной точке здоровой молочной железы), тем выраженнее патоморфоз. При росте этих показателей отмечается прогрессирование заболевания. Таким образом, суммарный градус может использоваться для оценки эффективности неoadьювантной терапии.

**Заключение.** Проведенный анализ литературы показал, что радиотермометрия помогает диагностировать быстрорастущие опухоли молочных желез. Необходимо включать радиотермометрию в комплексное обследование пациенток с заболеваниями молочных желез. Используя ее в скрининговых программах, следует учитывать, что ложноотрицательные результаты встречаются при медленно растущих новообразованиях, в диагностике которых более информативными являются лучевые методы диагностики.

Микроволновая маммография позволяет оценивать тепловые изменения как на поверхности, так и в ткани молочной железы. Очевидно, что она не может полностью заменить рентгеномаммографию или УЗИ, поскольку не дает информации о структурных изменениях в молочных железах, но вместе с тем она может дать дополнительную информацию о выраженности пролиферативных процессов, проявляющихся тепловой активностью тканей. Эта информация во многих случаях может быть решающей при выработке оптимальной тактики лечения. Представленная характеристика современных способов диагностики и динамического наблюдения за пролеченными больными раком молочной железы свидетельствует о том, что в получении наиболее точной оценки эффективности лечения важная роль может принадлежать дополнительным методам ее определения и наблюдения за развитием заболевания под влиянием лекарственного воздействия.

СВЧ-радиотермометрия благодаря простоте исследования, ее неинвазивности и безвредности может служить перспективным методом диагностики, прогнозирования и оценки эффективности лечения рака молочной железы. СВЧ-РТМ может быть рекомендована в качестве метода для формирования групп риска РМЖ, а также как дополнительное исследование в дифференциальной диагностике. Преимуществами СВЧ-РТМ являются доступность, относительно низкая стоимость исследования, отсутствие лучевой нагрузки, возможность быстрой интерпретации результатов исследования и неинвазивность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко Г.В. Использование радиотермометрии в скрининге непальпируемых новообразований молочных желез // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2007. — № 5. — С. 11–14.
2. Авраменко Г.В. Радиотермометрия в диагностике новообразований молочной железы // Врач. — 2008. — № 2. — С. 67–68.
3. Аксель Е.М. Заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований органов женской репродуктивной системы в России // Онкогинекология. — 2015. — № 1. — С. 6–15.
4. Бурдина Л.М., Вайсблат А.В., Веснин С.Г., Тихомирова Н.Н. О возможности диагностики рака молочной железы путем измерения собственного электромагнитного излучения тканей (радиотермометрии) // Маммология. — 1997. — № 2. — С. 17–22.
5. Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А. и др. Радиотермометрия в алгоритме комплексного обследования молочных желез // Современная онкология. — 2004. — Т. 6. — № 1. — С. 8–10.
6. Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А. Сравнительный анализ результатов обследования больных раком молочной железы по данным рентгеномаммографического и радиотермометрического обследований // Современная онкология. — 2004. — Т. 6. — № 1. — С. 17–18.
7. Бурдина Л.М., Хайленко В.А., Кижаев Е.В. и др. Применение радиотермометра диагностического компьютеризированного интегральной глубинной температуры ткани для диагностики рака молочной железы: пособие для врачей. — М., 1999. — 20 с.
8. Буюклянов С.И., Макимбетов Э.К., Макиева К.Б. Радиотермометрия в диагностике патологии молочной железы (обзор литературы) // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. — 2008. — Т. 8. — № 4. — С. 107–111.
9. Веснин С.Г., Каплан М.А., Авакян Р.С. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2008. — № 3. — С. 28–35.
10. Веснин С.Г., Каплан А.М., Авакян Р.С. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез // Медицинский альманах. — 2008. — № 3. — С. 82–87.
11. Видюков В.И., Мустафин Ч.К., Емельянов В.А. Комплексная диагностика опухолей молочных желез с использованием радиотермометрии // Вестник последипломного медицинского образования. — 2011. — № 4. — С. 58–59.
12. Видюков В.И., Мустафин Ч.К., Керимов Р.А., Фишер Л.Н. Дифференциальная диагностика опухолей молочных желез на основе данных радиотермометрии // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2016. — Т. 12. — № 1. — С. 26–31.
13. Гурьева В.А., Варнакова Е.С. Современные методы диагностики внутрипротоковой патологии молочной железы // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). — 2012. — Т. 115. — № 8. — С. 40–44.
14. Лосев А.Г., Мазепа Е.А., Замечник Т.В. О некоторых характерных признаках в диагностике патологии молочных желез по данным микроволновой радиотермометрии // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6. — С. 254.
15. Макиева К. Микроволновая радиотермометрия в диагностике заболеваний молочной железы // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. — 2009. — Т. 9. — № 10. — С. 100–102.
16. Мустафин Ч.К. Способ прогнозирования темпов роста злокачественной опухоли молочной железы / Патент на изобретение RU 2283023 18.02.2005.
17. Мустафин Ч.К. Компьютеризированная радиотермометрия в диагностике злокачественных опухолей молочной железы // Медицинская визуализация. — 2006. — № 5. — С. 109–113.
18. Мустафин Ч.К., Кузнецова И.В. Современная диагностика заболеваний молочных желез // Эффективная фармакотерапия. — 2014. — № 11. — С. 32–38.
19. Напалков Н.П., Кондратьев Б.В. Термографический метод при оценке прогноза злокачественных новообразований. Тепловидение в медицине: Труды Всесоюзной конференции. «ТемП-82». — Л.: ГОИ, 1984. — С. 45–47.

20. *Ориновский М.Б.* Роль дециметровой СВЧ-термометрии в комплексной диагностике и оценке эффективности лечения опухолей молочной железы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. — М., 1996.
21. *Рожкова Н.И., Смирнова Н.А., Назаров А.А.* Факторы, влияющие на эффективность радиотермометрических измерений молочной железы с помощью диагностического комплекса РТМ-01-РЭС // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2007. — № 3. — С. 21–25.
22. *Семикопенко В.А., Рожкова Н.И.* Микроволновая радиотермометрия молочной железы — бездозовый метод исследования женщин молодого возраста в системе скрининга ранних признаков патологической пролиферации // Диагностическая и интервенционная радиология. — 2012. — Т. 6. — № 1, 2. — С. 7–17.
23. *Синельникова О.А.* СВЧ-радиотермометрия в диагностике и оценке эффективности неoadъювантного лечения рака молочной железы: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.12 / ГУ «Российский онкологический научный центр РАМН». — М., 2013.
24. *Синельникова О.А., Керимов Р.А., Синюкова Г.Т.* Сверхвысокочастотная радиотермометрия в оценке эффективности неoadъювантного лечения рака молочной железы // Онкогинекология. — 2014. — № 2. — С. 55–66.
25. *Терентьев И.Г., Комов Д.В., Ожерельев А.С., Ориновский М.Б.* Радиотермометрия в комплексной диагностике и оценке эффективности лечения опухолей молочной железы. — Н. Новгород, 1996.
26. *Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В.* Злокачественные новообразования в России в 2009 году. Заболеваемость и смертность. — М., 2011.
27. *Barrett A., Myers P.C., Sadowsky N.L.* Detection of breast cancer by microwave radiometre. *RadioSci.* — 1977. — Vol. 12. — № 68. — P. 167–171.
28. *Gautherie M., Gros C.M.* Breast Thermography and Cancer Risk Prediction // *Cancer.* — Vol. 45. — 1980. — P. 51–56.
29. *Gautherie M., Haehnel P., Walter J.P.* Thermobiologic evaluation of benign and malignant breast diseases. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* — 1985. Jan; 45(1):22–8.
30. *Guinebretiere Jean-Marc.* Angiogenesis and Risk of Breast Cancer in Women With Fibrocystic Disease // *Journal of the National Cancer Institute.* — Vol. 86. — № 8, April 20. — 1994. — P. 635–636.
31. *Maeda T.* Diagnosis of mammary gland diseases using microwave thermography: a study on adjunctive diagnostic methods in relation to different factors in breast diseases. *Nippon Geka Gakkai Zasshi.* — May 91:5. 622–630.
32. *Yahara T., Koga T., Yoshida S. et al.* Relationship between microvessel density and thermographic hot areas in breast cancer. *Surg Today.* — 2003;33:243 — 248.

### АВТОРЫ

*Керимов Руслан Абдурахманович*, доктор медицинских наук, в.н.с. отделения диагностики опухолей, ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Москва, 115478, Каширское шоссе, 24.

*Kerimov Ruslan Abdurahmanovich*, Ph.D., diagnostic department, Blokhin Cancer Research Center, Moscow, 115478 Kashirskoye shosse, 24.

*Кочоян Теймураз Мразович*, доктор медицинских наук, с.н.с. отделения диагностики опухолей, ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Москва, 115478, Каширское шоссе, 24.

*Kochoian Teimuraz Mrazovich*, Ph.D., gynecological department, Blokhin Cancer Research Center, Moscow, 115478 Kashirskoye shosse, 24.