

УДК 618.19-006.6-073.65

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ70596>

Диагностические возможности современной радиотермометрии в онкомаммологической практике

Е. П. Куликов¹, А. Н. Демко^{1✉}, А. А. Волков², А. Н. Буданов³, Н. С. Орлова³¹ Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Российская Федерация;² Московский областной онкологический диспансер, Москва, Российская Федерация;³ Областной клинический онкологический диспансер, Рязань, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Радиотермометрия (РТМ) является актуальным методом обследования молочной железы, позволяющим помимо визуализации патологических очагов оценить качество метаболизма, что важно с позиций определения биологических подтипов рака молочной железы (РМЖ) и возможности оценки степени агрессивности опухоли до иммуногистохимического анализа.

Цель. Исследовать возможности современной РТМ в дифференциальной диагностике доброкачественной и злокачественной патологии молочной железы и при различных биологических подтипах РМЖ.

Материалы и методы. Обследовано 118 пациенток с различной патологией молочной железы с помощью компьютеризированного диагностического комплекса РТМ 01 РЭС. Замеры выполнялись в 9 точках: непосредственно на молочной железе — для визуализации опухоли, двух контрольных точках (в области эпигастрия и мечевидного отростка грудины) и одной точке в аксиллярной зоне с обеих сторон — для выявления возможных метастазов. Время проведения исследования 15–20 минут — для каждой женщины. Результаты РТМ сопоставлялись с данными гистологической верификации, ультразвуковой, маммографической и клинических картины.

Результаты. Чувствительность РТМ в дифференциальной диагностике патологии молочной железы составила 96,9%, точность — 74,5%. Специфичность РТМ для дифференциации агрессивных и неагрессивных подтипов РМЖ оказалась низкой — 6,6%. При оценке разницы температур между патологической и нормальной тканью наблюдается тенденция к увеличению значения над опухолью по сравнению с непораженной тканью, однако статистически значимых различий между средними температурами здоровой и пораженной молочной железы не получено. Корреляции между индексом пролиферативной активности РМЖ и частоты термоасимметрии, либо степенью ее выраженности не выявлено ($r < 0,3$).

Заключение. РТМ продемонстрировала эффективность в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных изменений ткани молочной железы, при этом она не является методом выбора в оценке распространенности и биологического подтипа рака молочной железы.

Ключевые слова: радиотермометрия; рак молочной железы; фенотипы рака

Для цитирования:

Куликов Е.П., Демко А.Н., Волков А.А., Буданов А.Н., Орлова Н.С. Диагностические возможности современной радиотермометрии в онкомаммологической практике // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2021. Т. 29, № 4. С. 531–538. DOI: <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ70596>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ70596>

Diagnostic potentials of modern radiothermometry in oncomammological practice

Evgeniy P. Kulikov¹, Anna N. Demko¹✉, Aleksandr A. Volkov², Andrey N. Budanov³,
Nina S. Orlova³

¹ Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation;

² Moscow Regional Oncology Center", Moscow, Russian Federation;

³ Ryazan Oncological Dispensary, Ryazan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Radiothermometry (RTM) is a breast examination method that permits, besides visualization of the pathological foci, to evaluate the quality of metabolism, which is important for the determination of the biological subtypes of breast cancer (BC) and the possibility of the evaluation of the degree of tumor aggressiveness before immunohistochemical analysis.

AIM: To study the potentials of modern RTM in the differential diagnosis of benign and malignant breast pathologies and in different biological subtypes of BC.

MATERIALS AND METHODS: Overall, 118 patients with different breast pathologies were examined using PTM 01 P3C computerized diagnostic complex. Measurements were performed in nine points: directly on the breast — for the visualization of tumor, in two control points (in the region of the epigastrium and sternal xiphoid process), and in one point in the axillary zone on both sides — for the identification of probable metastases. The examination time was 15–20 min for each woman. RTM results were compared with histological, ultrasound, mammographic, and clinical data.

RESULTS: The sensitivity and accuracy of RMT in the differential diagnosis of breast pathology were 96.9% and 74.5%, respectively. The specificity of RTM in the differentiation of aggressive and non-aggressive BC subtypes appeared to be low at 6.6%. In the evaluation of the temperature difference between the pathological and normal tissues, a tendency to a non-increase in the temperature above the tumor in comparison with the unaffected tissue was noted; however, no significant differences between the mean values for the healthy and affected breasts were obtained. No correlations were found between the proliferative index of BC and frequency of thermoasymmetry or extent of its evidence ($r < 0.3$).

CONCLUSION: RTM demonstrated effectiveness in the differential diagnosis of benign and malignant alterations of the breast; thus, it is not a method of choice in the evaluation of the spread and biological subtype of BC.

Keywords: radiothermometry; breast cancer; cancer phenotype

For citation:

Kulikov EP, Demko AN, Volkov AA, Budanov AN, Orlova NS. Diagnostic potentials of modern radiothermometry in oncomammological practice. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2021;29(4):531–538. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ70596>

Received: 15.05.2021

Accepted: 05.07.2021

Published: 31.12.2021

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

МЖ — молочная железа
РМЖ — рак молочной железы
РТМ — радиотермометрия

ОБОСНОВАНИЕ

Несмотря на значительные достижения последних лет в персонализированном и таргетном подходе в диагностике и ведении рака молочной железы (РМЖ), вопрос раннего выявления остается основой хорошего прогноза для пациентки [1]. Омоложение онкопатологии молочной железы (МЖ) в ряде случаев препятствует эффективности рутинных диагностических методов, заставляя специалистов использовать комбинации дорогостоящих и порой инвазивных способов визуализации и верификации опухолевого процесса [2–4]. Кроме непосредственного нахождения и подтверждения новообразования МЖ, необходима и детерминация его биологических свойств, определяющих алгоритм ведения конкретной пациентки.

Одним из методов визуализации патологии МЖ является радиотермометрия (РТМ), во многих клиниках прочно вошедшая в рутинный алгоритм комплексного обследования молочных желез [5–7]. Данный неинвазивный метод в многочисленных исследованиях показал себя высокочувствительным, способным дифференцировать злокачественные и доброкачественные изменения ткани МЖ на доклиническом этапе в различных возрастных группах [8–12]. Он основан на измерении разницы электромагнитного излучения в клетках опухолевой и здоровой ткани в микроволновом диапазоне на глубине до 5 см [13]. Исследование термоасимметрии здоровых и измененных структур МЖ, проведенное М. Гутьером с 1965 г. на 85 000 пациенток доказало, что *вследствие повышенного метаболизма злокачественная опухоль имеет более высокую температуру, чем нормальные ткани* [14, 15]. В то же время и сама молочная железа, пораженная злокачественным процессом, как правило, обладает повышенными показателями относительно здоровой стороны, что, в свою очередь, объясняется активным неопластическим процессом [16]. Кроме того, в группе женщин (n = 1245), у которых были сомнительные термограммы при отсутствии клинических либо рентгенологических изменений МЖ, при последующем наблюдении в течение 8 лет в 40,2% случаев выявлен РМЖ [17–19]. Также доказана эффективность данной методики при оценке доброкачественных процессов с высокой и низкой пролиферативной активностью [20]. Следовательно, РТМ является актуальным методом обследования МЖ, так как *кроме непосредственно визуализации патологических очагов можно оценить качество метаболизма* [21–23]. Это важно с позиции определения биологических подтипов РМЖ, т.к. еще в 60-е годы были доказаны достоверные отличия термограмм разных гистологических форм рака. Также актуален вопрос

о возможности *оценки степени агрессивности опухоли до иммуногистохимического анализа* [10].

Цель — исследовать возможности современной радиотермометрии в дифференциальной диагностике доброкачественной и злокачественной патологии молочной железы и при различных биологических подтипах рака молочной железы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе Рязанского областного онкологического диспансера. Включено 118 женщин с различной патологией МЖ. Все процедуры выполнены в рамках диспансерного/планового обследования. Никаких дополнительных вмешательств не проводилось. Женщины подписали Информированное согласие в рамках стандартных процедур Рязанского областного онкологического диспансера.

Оценка изучаемых параметров производилась с помощью компьютеризированного диагностического комплекса РТМ 01 РЭС, состоящего из измерителя внутренних температур, инфракрасного измерителя температуры кожи, средства визуализации, обработки и анализа полученной информации экспертной системой [24].

Согласно рекомендациям по проведению РТМ, выполнялись замеры в 9 точках: непосредственно на МЖ — для визуализации опухоли, в двух контрольных точках в области эпигастрия и мечевидного отростка грудины и в одной точке в аксиллярной зоне с обеих сторон — для выявления возможных метастазов [5, 13]. Время обследования составило 15–20 мин для каждой женщины.

В дальнейшем женщины были разделены на две группы:

- **контрольная группа** (n = 32) — доброкачественные изменения (мастопатия, фиброаденома, внутрипротоковая папиллома, мастит, липома) в МЖ (возраст женщин 18 до 79 лет);

- **основная группа** (n = 86) — злокачественные новообразования МЖ [25] (возраст женщин от 24 до 73 лет).

В основной группе преобладал РМЖ (n = 84) различных стадий (I и II — по 28,7%, III — 42,8%) и фенотипов, также было выявлено по 1 случаю метастаза меланомы и саркомы в МЖ. При этом, более агрессивные фенотипы РМЖ чаще встречались у молодых пациенток (рис. 1).

Также было выполнено сопоставление данных РТМ с результатами гистологической верификации, ультразвуковой, маммографической и клинических картины.

В статистическом анализе использованы методы описательной (%) и сравнительной (t-критерий

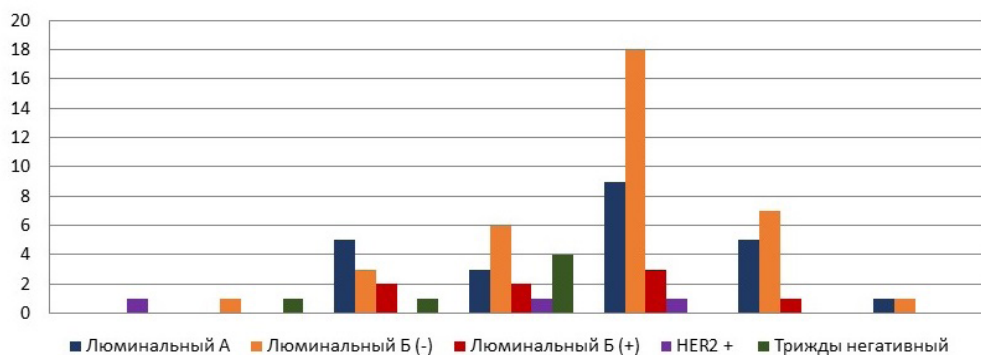


Рис. 1. Связь фенотипа (n) РМЖ с возрастом (лет).

Стьюдента, критерий Манна-Уитни) статистики; определялась чувствительность и специфичность диагностического метода (РТМ). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе результатов проведенного обследования выявлены следующие закономерности.

РТМ эффективна для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных процессов в МЖ (для t -критерия Стьюдента $p = 0,00053$), чувствительность РТМ в диагностике патологии МЖ при сопоставлении результатов с гистологической верификацией, ультразвуковой, маммографической и клинических картины составила 96,9%, точность – 74,5%, специфичность для дифференциации агрессивных и неагрессивных подтипов РМЖ оказалась низкой (6,6%).

При оценке разницы температур между патологической и нормальной тканью наблюдается тенденция к увеличению значения измерений над опухолью по сравнению с непораженной тканью, однако статистически значимых различий ни между средними температурами здоровой и пораженной МЖ, ни при различных фенотипах (табл. 1) не получено. Критерий Манна-Уитни не показал различий температур между люминальными А и В группами ($U = 342$), как и не подтвердил более агрессивные качества люминального Her2-позитивного фенотипа относительно люминального Her2-негативного типа ($U = 114,5$), что говорит не в пользу гипотезы о эффективности РТМ в диагностике агрессивных и неагрессивных форм РМЖ. Неоднозначным является факт полного отсутствия термоасимметрии при саркоме и метастазе меланомы в МЖ, т.к. априори очевиден факт высокой степени агрессивности обеих опухолей.

Таблица 1. Распределение средних температур в группах с различными фенотипами рака молочной железы

Средняя температура, °С	Фенотипы рака молочной железы				
	Люминальный А	Люминальный В (-)	Люминальный В HER2+	Нелюминальный HER2+	Трижды негативный
Над опухолью	34,4	34,1	34,1	34,5	35,4
Патологической молочной железы	33,6	33,3	33,1	33,6	34,7
Здоровой молочной железы	33,2	32,5	32,4	32,8	34,8
Измененных лимфатических узлов	33,9	33,4	33,9	33,1	34,3
Неизмененных лимфатических узлов	33,9	33,3	33,0	32,9	34,0

При оценке степени распространенности процесса по измерению температур аксиллярных областей достоверно значимых отклонений выявлено не было ($U = 182$), причем в случаях с подтвержденными метастазами в подмышечных лимфоузлах определялась гипотермия относительно даже здоровых тканей (табл. 1).

Статистически значимый результат получен при сравнении частоты и разницы термоасимметрии в группах с агрессивными фенотипами ($p < 0,05$), причем в группе нелюминального HER2-позитивного фенотипа

разница средней температуры между пораженной и здоровой МЖ больше (на 1,8°C), чем при трижды-негативном варианте (на 0,9°C, табл. 2). Этот факт не подтверждает гипотезу о том, что более агрессивные фенотипы, в частности трижды негативный подтип с самым высоким Ki67, должны давать более резонансную картину термометрии.

Особый интерес представлял Ki67 — индекс биологического потенциала опухоли (РТМ основана на метаболизме в опухолевой ткани). В нашем исследовании самое высокое среднее значение Ki67 наблюдалось при

Таблица 2. Распределение средних температур в группах агрессивного фенотипа рака молочной железы

Средняя температура, °С	Агрессивные фенотипы рака молочной железы	
	Нелюминальный HER2+	Трижды негативный
Патологической молочной железы	34,7	35,4
Здоровой молочной железы	32,9	34,5

трижды-негативном раке (63,3%), несколько ниже в группах с Her2-позитивностью (50,6%), в истинно люминальных подтипах данный показатель достоверно ниже: при люминальном В — 42,2%, люминальном А — 10,6%.

Однако, корреляции между индексом пролиферативной активности опухоли и частоты термоасимметрии, либо степенью ее выраженности не выявлено ($r < 0,3$).

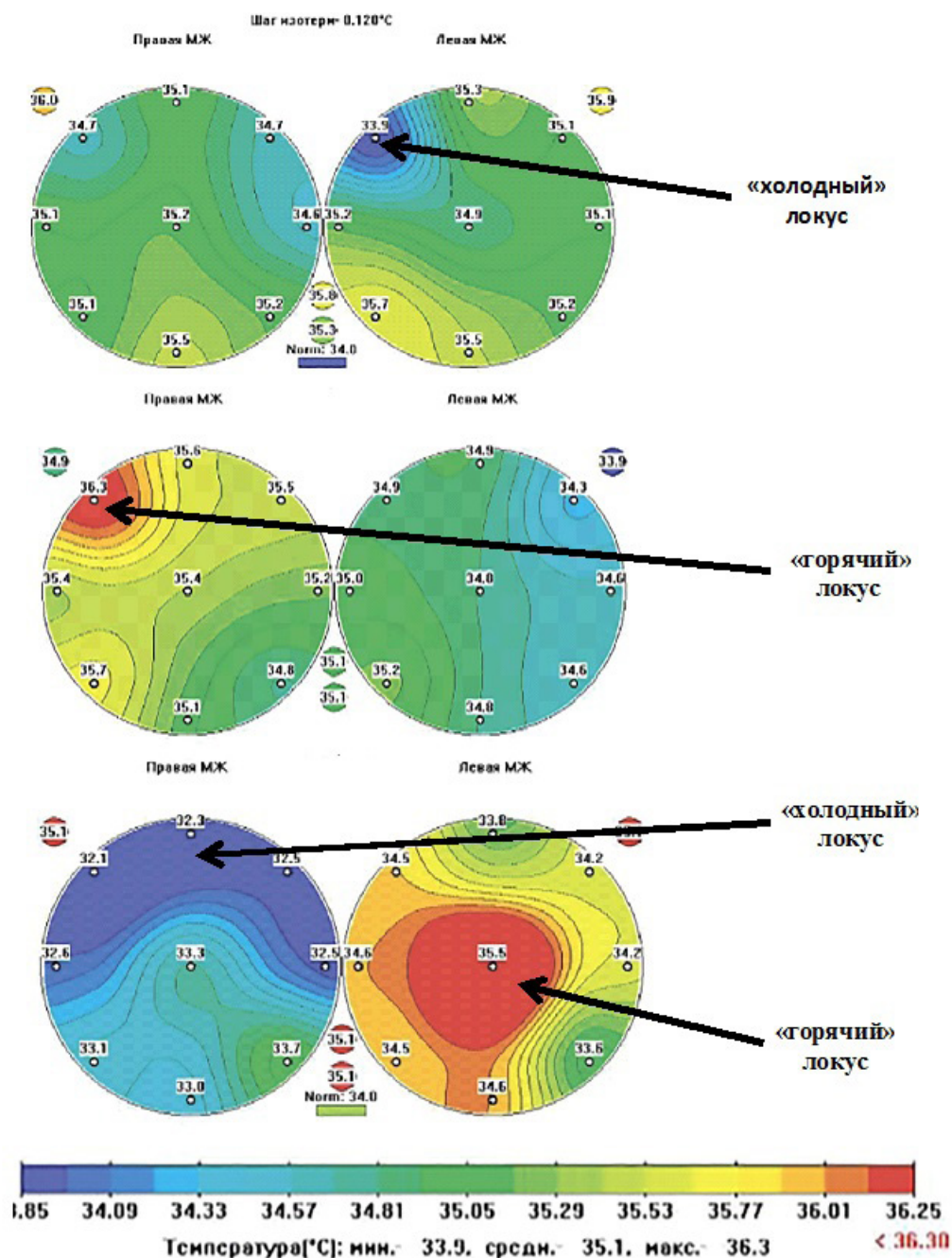


Рис. 2. Примеры результатов радиотермометрии: А — доброкачественная опухоль молочной железы; Б — рак молочной железы, трижды-негативный, локализованная форма; В — рак молочной железы, люминальный В, диффузная форма.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, диффузные (местно-распространенные) формы рака молочной железы отображаются в виде термограмм с самым значительным разбросом и большими площадями максимальных и минимальных температур.

Выше приводится несколько показательных результатов РТМ доброкачественного процесса, локализованного и диффузного РМЖ (рис. 2).

ВЫВОДЫ

1. Радиотермометрия продемонстрировала эффективность в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных изменений ткани молочной железы.

2. Радиотермометрия не является методом выбора в диагностике степени распространённости и оценки биологического подтипа рака молочной железы, т. к. не выявлено корреляции между частотой и степенью термоасимметрии, фенотипом, либо связи разницы температур с Ki67, как и с метастатическим поражением регионарных лимфоузлов.

ДОПОЛНЕНИЕ

Благодарность. Коллектив авторов выражает благодарность за предоставленное оборудование и консультации по правильности проведения

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ванинов А.С. Злокачественные новообразования, как наиболее приоритетная медико-социальная проблема системы здравоохранения // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5, № 11. С. 120–130. doi: 10.33619/2414-2948/48/16
2. Каприн А.Д., Рожнова Н.И., ред. Рак молочной железы. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018.
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В., ред. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. М.; 2017.
4. Коваленко М.С., Кошулько П.А., Короткова Н.В. Катепсины как маркеры злокачественных новообразований молочных желёз // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2019. Т. 7, № 2. С. 301–306. doi: 10.23888/HMJ201972301-306
5. Бурдина Л.М., Вайсблат А.В., Веснин С.Г., и др. Применение радиотермометрии для диагностики рака молочной железы // Маммология. 1998. № 2. С. 3–12.
6. Веснин С.Г., Каплан М.А., Авакян Р.С. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез // Опухоли женской репродуктивной системы. 2008. № 3. С. 28–33. doi: 10.17650/1994-4098-2008-0-3-28-33
7. Сдвижков А.М., Веснин С.Г., Карташева А.Ф., и др. О месте радиотермометрии в маммологической практике. В кн.: Актуальные проблемы маммологии. М.; 2000. С. 28–40.
8. Вепхвадзе Р.Я., Лалашвили К.Я., Капанадзе Б.Б. Машинная термодиагностика опухолевых процессов молочных желез. В кн.: Тепловидение в медицине. Л.; 1990.
9. Видюков В.И., Мустафин Ч.К., Керимов Р.А., и др. Дифференциальная диагностика опухолей молочных желез на основе данных радиотермометрии // Опухоли женской репродуктивной системы. 2016. Т. 12, № 1. С. 26–31. doi: 10.17650/1994-4098-2016-12-1-26-31
10. Напалков Н.П. Основные направления и перспективы применения

и трактовки результатов Зоровой Ирины Владимировны, Криулькиной Ирины Петровны и Веснину Сергею Георгиевичу.

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Волков А. А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, Демко А. Н. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста, Куликов Е. П. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста, Буданов А. Н. — выполнение ультразвукового исследования, Орлова Н. С. — выполнение радиотелеметрии. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Gratitude. The team of authors expresses gratitude for the provided equipment and advice on the correctness of the conduct and interpretation of the results to Irina Vladimirovna Zorova, Irina Petrovna Kriulkina and Sergey Georgievich Vesnin.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interests.

Contribution of the authors: A. A. Volkov — concept and design of research, collection and processing of material, statistical processing, writing text, A. N. Demko — concept and design of research, writing and editing text, E. P. Kulikov — concept and design of research, text editing, A. N. Budanov — performing ultrasound research, N. S. Orlova — performing radio telemetry. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

термографии в клинической онкологии. В кн.: Тепловидение в медицине. Л.; 1990.

11. Семиглазов В.Ф. Скрининг рака молочной железы. В кн.: VIII Российский онкологический конгресс. М.; 2004.
12. Синельникова О.А., Керимов Р.А., Синюкова Г.Т. Сверхвысокочастотная радиотермометрия в оценке эффективности неoadьювантного лечения рака молочной железы // Онкогинекология. 2014. № 2. С. 55–66.
13. Бурдина Л.М., Хайленко В.А., Кижжаев Е.В., и др. Применение радиотермометра диагностического компьютеризированного интегральной глубинной температуры ткани для диагностики рака молочной железы. М.; 1999.
14. Barrett A., Myers P.C., Sadowsky N.L. Detection of breast cancer by microwave radiometre // Radio Science. 1977. Vol. 12, № 6S. P. 167–171. doi: 10.1029/RS012I06SP00167
15. Cockburn W. Breast Thermal Imaging, the Paradigm Shift // Dynamic Chiropractic. 1995. Vol. 13, № 01.
16. Керимов Р.А., Кочоян Т.М. Сверхвысокочастотная радиотермометрия в онкомаммологии (краткий обзор литературы) // Онкогинекология. 2017. № 1. С. 19–26.
17. Gautherie M., Gros C.M. Breast Thermography and Cancer Risk Prediction // Cancer. 1980. Vol. 45. P. 51–56.
18. Gautherie M, Gros C. Contribution of infrared thermography to early diagnosis, pretherapeutic prognosis, and post-irradiation follow-up of breast carcinomas // Medicamundi. 2006. Vol. 21. P. 135.
19. Omranipour R., Kazemian A., Alipour S., et al. Comparison of the accuracy of thermography and mammography in the detection of breast cancer // Breast Care. 2016. Vol. 11, № 4. P. 260–264. doi: 10.1159/000448347
20. Gautherie M., Haehnel P., Walter J.P. Thermobiologic evaluation of benign and malignant breast diseases // Geburtshilfe und Frauenheilkunde.

1985. Vol. 45, № 1. P. 22–28. doi: 10.1055/s-2008-1036200

21. Моисеенко В.М., Семиглазов В.Ф. Кинетические особенности роста рака молочной железы и их значение для раннего выявления опухоли // Маммология. 1997. № 3. С. 3–12.

22. Lawson R.N., Gaston J.P. Temperature measurements of localized pathological processes // Annals of the New York Academy of Sciences. 1964. Vol. 121. P. 90–98. doi: 10.1111/j.1749-6632.1964.tb13688.x

23. Vesnin S., Turnbull A.K., Dixon J.M., et al. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer // MCB Molecular and Cellular Biomechanics. 2017. Vol. 7, № 2. P. 1–6. doi: 10.4172/2155-9937.1000136

REFERENCES

1. Vaninov A. S. Malignant neoplasms as the most priority medical and social issue of the healthcare system. Bulletin of Science and Practice. 2019;5(11):120–30. (In Russ). doi: 10.33619/2414-2948/48/16

2. Kaprin AD, Rozhkova NI, editors. Rak molochnoy zhelezy. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. (In Russ).

3. Kaprin AD, Starinskiy VV, Petrova GV, editors. Sostoyaniye onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2016 godu. Moscow; 2017. (In Russ).

4. Kovalenko MS, Koshulko PA, Korotkova NV. Catepsins as markers of malignant tumors of the mammary glands. Science of the young (Eruditio Juvenium). 2019;7(2):301–6. (In Russ). doi: 10.23888/HMJ201972301-306

5. Burdina LM, Vaysblat AV, Vesnin SG, et al. Primeneniye radiotermometrii dlya diagnostiki raka molochnoy zhelezy. Mammologiya. 1998;(2):3–12. (In Russ).

6. Vesnin SG, Klapan MA, Avasyan RS. Contemporary microwave radiothermometry of mammary glands. Tumors of Female Reproductive System. 2008;(3):28–33. (In Russ). doi: 10.17650/1994-4098-2008-0-3-28-33

7. Sdvizhkov AM, Vesnin SG, Kartasheva AF, et al. O meste radiotermometrii v mammologicheskoy praktike. In: Aktual'nyye problemy mammologii. Moscow; 2000. P. 28–40. (In Russ).

8. Vepkhvadze RYa, Lalashvili KYa, Kapanadze BB. Mashinnaya termodiagnostika opukholevykh protsessov molochnykh zhelez. In: Teplovideniye v meditsine. Leningrad; 1990. (In Russ).

9. Vidyukov VI, Mustafin CK, Kerimov RA, et al. Differential diagnosis of breast tumors on the basis of radiothermometric findings. Tumors of the Female Reproductive System. 2016;12(1):26–31. (In Russ). doi: 10.17650/1994-4098-2016-12-1-26-31

10. Napalkov NP. Osnovnyye napravleniya i perspektivy primeneniya termografii v klinicheskoy onkologii. In: Teplovideniye v meditsine. Leningrad; 1990. (In Russ).

11. Semiglazov VF. Skringing raka molochnoy zhelezy. In: VIII Rossiyskiy onkologicheskii kongress. Moscow; 2004. (In Russ).

12. Sinelnikova OA, Kerimov RA, Sinyukova GT. Microwave radiothermometry in the evaluation of the efficiency of meoadjuvant treatment for breast cancer. Onkologiya. 2014;(2):55–66. (In Russ).

13. Burdina LM, Khaylenko VA, Kizhayev EV, et al. Primeneniye radiotermometra diagnosticheskogo komp'yuterizirovannogo integral'noy

24. Демко А.Н., Куликов Е.П., Буданов А.Н., и др. Термоасимметрические особенности патологии молочной железы. В кн.: Тезисы X Съезда онкологов России, г. Нижний Новгород, 17–19 апреля 2019 года. М.: Медицинское Маркетинговое Агентство; 2019. С. 37–38.

25. Волков А.А., Демко А.Н., Коробова И.М., и др. Эффективность радиотермометрии при различных биологических подтипах рака молочной железы // Евразийский онкологический журнал. Тезисы XI Съезда онкологов и радиологов стран СНГ и Евразии. 2020. Т. 8, № 2 Приложение. С. 391.

glubinnoy temperatury tkani dlya diagnostiki raka molochnoy zhelezy. Moscow; 1999. (In Russ).

14. Barrett A, Myers PC, Sadowsky NL. Detection of breast cancer by microwave radiometre. Radio Science. 1977;12(6S):167–71. doi: 10.1029/RS012106SP00167

15. Cockburn W. Breast Thermal Imaging, the Paradigm Shift. Dynamic Chiropractic. 1995;13(01).

16. Kerimov RA, Kochoyan TM. Ultrahighfrequency radiothermometry (UHF-RTM) in oncomammology (concise literature review). Onkologiya. 2017;(1):19–26. (In Russ).

17. Gautherie M, Gros CM. Breast Thermography and Cancer Risk Prediction. Cancer. 1980;45:51–6.

18. Gautherie M, Gros C. Contribution of infrared thermography to early diagnosis, pretherapeutic prognosis, and post-irradiation follow-up of breast carcinomas. Medicamundi. 2006;21:135.

19. Omranipour R, Kazemian A, Alipour S, et al. Comparison of the accuracy of thermography and mammography in the detection of breast cancer. Breast Care. 2016;11(4):260–4. doi: 10.1159/000448347

20. Gautherie M, Haehnel P, Walter JP. Thermobiologic evaluation of benign and malignant breast diseases. Geburtshilfe und Frauenheilkunde. 1985;45(1):22–8. doi: 10.1055/s-2008-1036200

21. Moiseyenko VM, Semiglazov VF. Kineticheskiye osobennosti rosta raka molochnoy zhelezy i ikh znacheniy dlya rannego vyyavleniya opukholi. Mammologiya. 1997;(3):3–12. (In Russ).

22. Lawson RN, Gaston JP. Temperature measurements of localized pathological processes. Annals of the New York Academy of Sciences. 1964;121:90–8. doi: 10.1111/j.1749-6632.1964.tb13688.x

23. Vesnin S, Turnbull AK, Dixon JM, et al. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer. MCB Molecular and Cellular Biomechanics. 2017;7(2):1–6. (In Russ). doi: 10.4172/2155-9937.1000136

24. Demko AN, Kulikov EP, Budanov AN, et al. Termoassimetricheskiye osobennosti patologii molochnoy zhelezy. In: Tezisy X S'yezda onkologov Rossii, Nizhniy Novgorod, 17–19 April 2019. Moscow: Meditsinskoye Marketingovoye Agentstvo; 2019. P. 37–38. (In Russ).

25. Volkov AA, Demko AN, Korobova IM, et al. Effektivnost' radiotermometrii pri razlichnykh biologicheskikh podtipakh raka molochnoy zhelezy. Evraziyskiy onkologicheskii zhurnal. Tezisy XI S'yezda onkologov i radiologov stran SNG i Evrazii. 2020;8(2S):391. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

Куликов Евгений Петрович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4926-6646>;
eLibrary SPIN: S-1851-2016; e-mail: e.kulikov@rzgmu.ru

Демко Анна Николаевна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7941-5158>;
eLibrary SPIN: 2512-4630; e-mail: naetochka@yandex.ru

AUTHOR'S INFO

Evgeniy P. Kulikov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4926-6646>;
eLibrary SPIN: S-1851-2016; e-mail: e.kulikov@rzgmu.ru

***Anna N. Demko**, MD, Cand. Sci. (Med.),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7941-5158>;
eLibrary SPIN: 2512-4630; e-mail: naetochka@yandex.ru

Волков Александр Александрович,ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0244-4951>;

eLibrary SPIN: 3668-6377; e-mail: aavolkov58rus@yandex.ru

Буданов Андрей Николаевич,ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8706-2655>;

eLibrary SPIN: 1917-0546; e-mail: andrewbudanof@yandex.ru

Орлова Нина Сергеевна,ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9934-9242>;

e-mail: nina.orlova.6161@mail.ru

Aleksandr A. Volkov,ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0244-4951>;

eLibrary SPIN: 3668-6377; e-mail: aavolkov58rus@yandex.ru

Andrey N. Budanov,ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8706-2655>;

eLibrary SPIN: 1917-0546; e-mail: andrewbudanof@yandex.ru

Nina S. Orlova,ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9934-9242>;

e-mail: nina.orlova.6161@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author