

Выводы

Полученные данные сравнительного анализа рентгеновской маммографии, УЗИ и МСКТ-маммографии позволили разработать показания к проведению МСКТ-маммографии с болюсным внутривенным контрастированием. Исследование следует выполнять:

- при сомнительных результатах маммографии и УЗИ;
- наличии множественных очагов РМЖ для решения вопросов тактики хирургического лечения;
- наличии пальпируемого узлового образования при отрицательном или сомнительном результате биопсии;

— подозрении на рецидив опухолевого процесса в зоне послеоперационного рубца и в контралатеральной молочной железе;

— определении локализации опухолевого поражения в случаях инфильтративно-отечной формы РМЖ;

— подозрении на наличие РМЖ, расположенного в ретромаммарном пространстве, с целью определения степени инвазии опухоли в грудную стенку;

— диагностике скрытых форм РМЖ при множественных метастазах из неустановленного первичного очага;

— подозрении на метастазы опухоли в региональные лимфатические узлы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Parkin D., Pisani P., Ferlay J. et al. Global cancer statistics. *CA Cancer*

J Clin 1999;49(1): 33–64.

2. Folkman J. Tumor angiogenesis. *Adv Cancer Res* 1985;43:175–200.

СОВРЕМЕННАЯ МИКРОВОЛНОВАЯ РАДИОТЕРМОМЕТРИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

С.Г. Веснин, М.А. Каплан, Р.С. Авакян
ВНИИРТ, Москва; ГУ МРНЦ РАМН, Обнинск

Введение

Микроволновая радиотермометрия — 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 (РМЖ) информацию о собственном излучении тканей в микроволновом диапазоне предложил американский радиоастроном А. Barrett [1]. В дальнейшем во многих странах были созданы научные школы, занимающиеся неинвазивным измерением внутренней температуры [2–6]. На заре развития этой технологии приборы представляли собой измерители температуры в одной точке, и их называли радиотермометрами. В настоящее время это современные диагностические комплексы, позволяющие визуализировать тепловую активность тканей, как на поверхности, так и внутри. Применительно к обследованию молочных желез все большее распространение получает термин «микроволновая маммография». Эта технология разработана ведущими российскими специалистами, сертифицирована в РФ и в ряде зарубежных стран, включена в стандарт медицинской

помощи онкологическим больным [7–10]. Рентгеномаммография и ультразвуковое исследование (УЗИ) дают врачу информацию о структурных изменениях: размере опухоли, ее локализации, наличии микрокальцинатов и т.д. Микроволновая маммография способствует получению врачом дополнительных «энергетических» данных о тепловой активности тканей, выраженности пролиферативных процессов, риске малигнизации и др. Сегодня микроволновая маммография используется преимущественно в следующих направлениях:

- в алгоритме комплексной диагностики РМЖ;
- при проведении профилактических осмотров женского населения для выделения пациентов группы риска, требующих комплексного обследования;
- при оценке тепловой активности тканей молочной железы и мониторинге эффективности проводимого лечения доброкачественных заболеваний.

За последние 10 лет в России и США проведено 7 клинических испытаний метода с участием 1500 тыс. пациентов. Результаты измерения тепловой активности тканей сопоставлялись с данными гистологии (см. таблицу).

Эти исследования дали большой экспериментальный материал для оценки тепловых изменений внутри молочной железы в процессе злокачественного роста. Кроме того, накопился определенный опыт практического использования тех-

нологии в 150 российских и зарубежных центрах. В настоящей работе мы попытались дать теоретическое объяснение экспериментальным данным, полученным за последние годы.

Температура и темп роста злокачественной опухоли

Французский исследователь М. Gautherie [11, 12] в течение 16 лет изучал тепловые процессы в молочных железах и в своих работах пытался дать ответы на следующие вопросы.

- От чего зависит температура злокачественной опухоли?
- Когда начинаются тепловые изменения при РМЖ?

Температуру внутри молочной железы он измерял инвазивно с помощью термопар, расположенных на конце иглы. Кроме определения внутренней температуры, всем пациенткам делали маммографию и измеряли температуру кожи тепловизором. Всего в его базе данных было 80 тыс. пациентов, у 540 женщин он инвазивно измерил внутреннюю температуру. В процессе исследований он измерял температуру как внутри опухоли, так и в окружающих ее тканях. Кроме этого, он проводил измерения температуры в симметричных точках противоположной молочной железы. После определения температуры с помощью специальных математических моделей Gautherie рассчитывал тепловыделение злокачественной опухоли — количество энергии, выделяемое 1 см³ опухоли. На рис. 1 представлены экспериментальные данные тепловыделения злокачественной опухоли молочной железы в зависимости от ее времени удвоения (ВУ). ВУ согласно модели Шварца характеризует темп роста опухоли и равно интервалу времени, в течение которого опухоль удваивает свой объем. Из рис. 1 следует, что тепловыделение (температура) злокачественной опухоли определяется ее ВУ. Наиболее опасные, быстро растущие опухоли с малым ВУ имеют большое тепловыделение, а индолентные, медленно растущие опухоли с большим ВУ характеризуются низким тепловыделением и, соответственно, низкой температурой.

Результаты клинических испытаний микроволновой маммографии

№	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. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия	2001	98	76,2
5	Филиал №1 Московского маммологического диспансера, Москва, Россия	2002	95,2	57,2
6	Медицинский колледж, Арканзас, США	2003	84,8	70,2
7	Центр Рентгенодиагностики, Москва, Россия	2006	96,6	56,7

На рис. 2 представлена кинетика роста опухоли, рассчитанная, согласно модели Шварца, в зависимости от ее тепловыделения (ВУ). Для опухолей молочной железы с умеренным темпом роста ВУ составляет 90—100 дней [13], что соответствует среднему значению тепловыделения 30—34 мВт/см³. При этом доклиническая фаза развития опухоли 7—8 лет.

Для «горячих» опухолей со стремительным ростом (тепловыделение равно 70 мВт/см³, ВУ — 30 дней) доклиническая фаза развития — всего 2 года. Следует отметить, что данные, полученные Gautherie, не противоречат общей концепции повышенного метаболизма злокачественной опухоли. Немецкий ученый О. Warburg [14] еще в 1924 г. обнаружил, что основной биохимической особенностью опухолевых клеток является их способность получать энергию за счет «молочнокислой ферментации» гликолиза и расти за счет энергии этого процесса. Дыхание с использованием кислорода в раковых клетках заменяется на другой тип энергетике — ферментацию глюкозы. За эту работу он был удостоен Нобелевской премии. При интенсивном использовании анаэробного пути гликолиза рассеивается существенно больше энергии, что приводит к повышению температуры опухоли и окружающих тканей.

Второй важный вывод, который можно сделать из анализа данных, представленных на рис. 1, связан с корреляцией между тепловыделением опухоли и наличием метастазов в ЛУ. У 18 из 19 пациентов с высоким тепловыделением имелись метастазы в ЛУ. Вместе с тем при опухолях с низкой тепловой активностью метастазы были выявлены только у 5 из 30 пациентов. Прогностический потенциал тепловых методов был также продемонстрирован Н.П. Напалковым и В.Б. Кондратьевым [15], которые изучали выживаемость пациентов с РМЖ в зависимости от тепловых изменений на проекции опухоли для разных стадий развития опухолевого процесса. Для оценки тепловых изменений была использована следующая классификация.

- «Термопозитивные» опухоли — опухоли, на проекции которых имело место существенное повышение температуры.

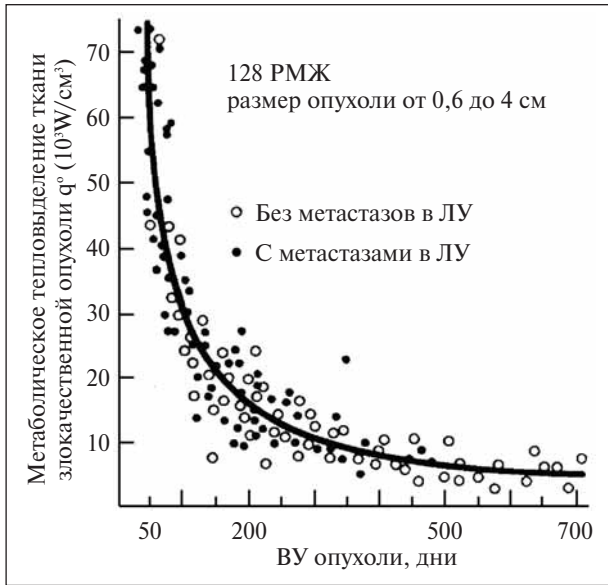


Рис. 1. Зависимость тепловыделения злокачественной опухоли от VУ. ЛУ — лимфатические узлы

- «Термонегативные» опухоли — опухоли, на проекции которых отсутствовало повышение температуры.
- «Пылающие» опухоли — опухоли с очень большим повышением температуры ($> 2^{\circ}\text{C}$).

На рис. 3 представлены данные по выживаемости для пациентов с IIIb стадией РМЖ.

Для пылающих опухолей 5-летняя выживаемость составила 9%, а у пациентов без повышения температуры на той же стадии развития опухолевого процесса выживаемость была в 6,5 раз выше — 60%.

Отчасти о прогностическом потенциале тепловых методов свидетельствуют исследования, про-

веденные в Центре Рентгенодиагностики в 2006 г. [7]. В рамках этих исследований оценивался уровень тепловых изменений на проекции опухоли в зависимости от степени ее злокачественности. Температура измерялась неинвазивно с помощью микроволнового радиотермометра РТМ-01-РЭС и оценивалась по 6-балльной 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%). Следовательно, тепловые изменения хорошо коррелируют со степенью злокачественности. Вместе с тем степень злокачественности является одним из важных независимых прогностических параметров. По данным R. Blamey и соавт. [16], 90% пациентов с низкой степенью злокачественности живут после операции 30 лет и более, а 90% больных с высокой степенью злокачественности — не более 8 лет. Таким образом, информация о внутренней температуре злокачественной опухоли обладает значительным прогностическим потенциалом.

Кинетика тепловых процессов при РМЖ

Следующий важный вопрос, который интересует специалистов, связан с кинетикой тепловых процессов при РМЖ. Когда наступают тепловые изменения, связанные со злокачественным ростом? Для ответа на этот вопрос Gautherie выделил группу из 1245 пациентов, у которых по данным маммографии не было РМЖ, но уже были тепловые изменения на коже. У 461 женщины отмечены доброкачественные изменения, а у 784 больных — структурные изменения отсутствовали. В дальнейшем все эти пациенты в течение 12 лет проходили

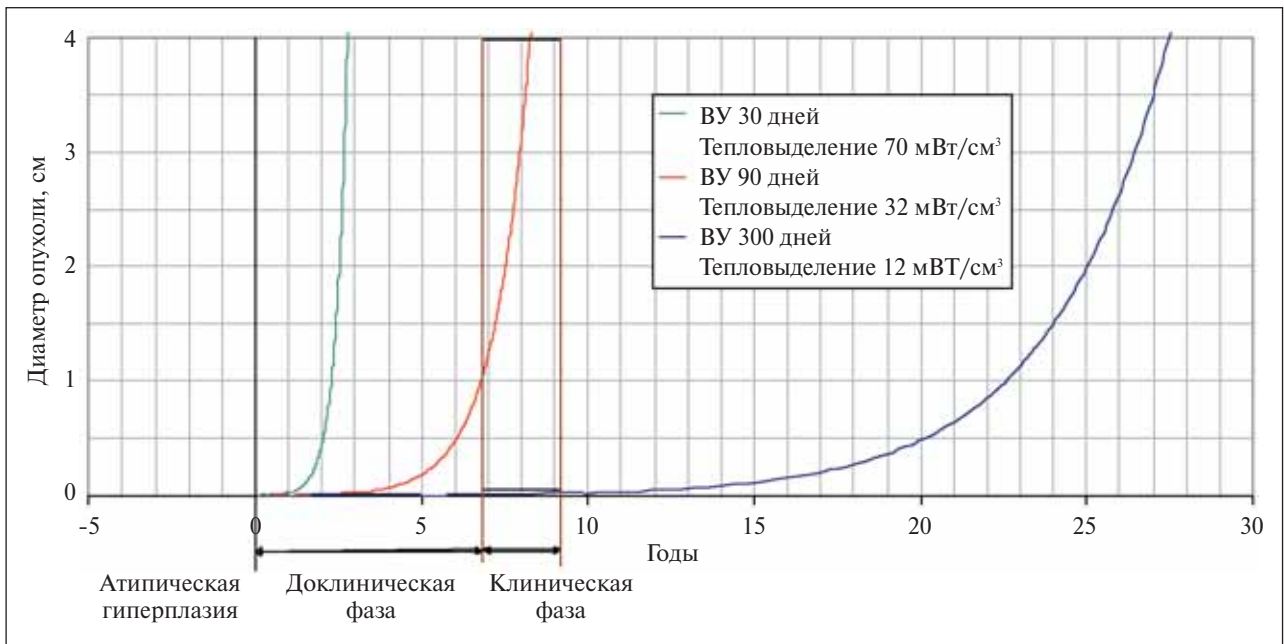


Рис. 2. Кинетика развития опухоли

ежегодное маммографическое обследование. Через 8 лет у 38% пациентов без структурных изменений был выявлен РМЖ. Среди больных, у которых были обнаружены доброкачественные изменения, это число достигло 44% [12]. Следует отметить, что процент выявленных РМЖ на порядок выше по сравнению с данными маммографического скрининга РМЖ у бессимптомных пациентов. В частности, в Англии за 10 лет при маммографическом скрининге 1000 женщин зафиксировано 36 (3,6%) случаев РМЖ [17]. По данным Gautherie, для пациентов, имеющих тепловые изменения, этот процент в течение 8 лет был на порядок выше. Таким образом, исследование, проведенное Gautherie, показало, что тепловые изменения предшествуют структурным, что открывает широкие возможности для проведения профилактических обследований и выявления пациентов группы риска. При этом надо учесть, что микроволновая маммография абсолютно безвредна, безболезненна и может применяться в любой возрастной группе. Важно также отметить, что микроволновая маммография выявляет в первую очередь быстрорастущие опухоли.

В исследованиях, проведенных Н.И. Рожковой и соавт. [7], было показано, что тепловые изменения наступают не тогда, когда опухоль достигает определенных размеров, а на стадии, предшествующей злокачественному росту. У 80% пациентов, у которых по данным гистологии не было выявлено клеток рака, но были 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.

Температура и плотность микроваскулярной сети

Оригинальное объяснение этому явлению дают исследования японских ученых [18], которые, наряду с инвазивным измерением температуры злокачественной опухоли и окружающих тканей, измеряли плотность микроваскулярной сети — основной параметр, характеризующий ангиогенез опухоли. На рис. 4 по вертикальной оси отложено повышение температуры тканей, окружающих опухоль (dT_s), по сравнению с температурой в симметричных точках противоположной молочной железы. По горизонтальной оси плотность микроваскулярной сети — число микрососудов в 1 см³ тканей, окружающих опухоль. Измерения проводились с помощью электронного микроскопа.

Видно, что dT_s хорошо коррелирует с MVDs. Таким образом, внутренняя температура может служить показателем ангиогенеза. Это очень важный

вывод, подчеркивающий, что dT_s происходит при повышении MVDs. С другой стороны, в последние годы проведено большое число исследований MVDs при РМЖ и имеется большой экспериментальный материал, опираясь на который можно судить о характере тепловых изменений внутренних тканей. В многочисленных исследованиях было показано, что рост опухоли зависит от ее способности формировать вокруг себя сосудистую сеть [19]. По мере роста опухоли клетки внутри нее отдаляются от источника питательных субстратов, необходимых для выживания и деления. В результате опухоль перестает расти, достигая стационарного объема (как правило, порядка 2—3 мм³), при котором увеличение клеточной массы компенсируется гибелью клеток из-за нехватки основных питательных веществ. В таком состоянии карцинома *in situ* может оставаться в течение многих лет [20]. Дальнейший ее рост возможен только после индукции ангиогенеза, и скорость роста опухоли определяется плотностью микроваскулярной сети. Исследование, проведенное N. Weidner и соавт. [21], показало, что MVDs прямо коррелирует с частотой развития метастазов у ряда солидных опухолей. N. Weidner и соавт. [22] выявили, что MVDs в области наиболее активной васкуляризации является независимым и высокодостоверным прогностическим индикатором общей и безрецидивной выживаемости у пациентов с ранним РМЖ. С другой стороны, в исследовании MVDs для неинвазивных патологий было продемонстрировано, что MVDs может служить клинически важным признаком для прогнозирования перехода от рака *in situ* к инвазивной карциноме [23]. Аналогичный вывод был сделан Y. Cao и соавт. [24], где изучалась связь MVDs в зависимости от гистологических характери-

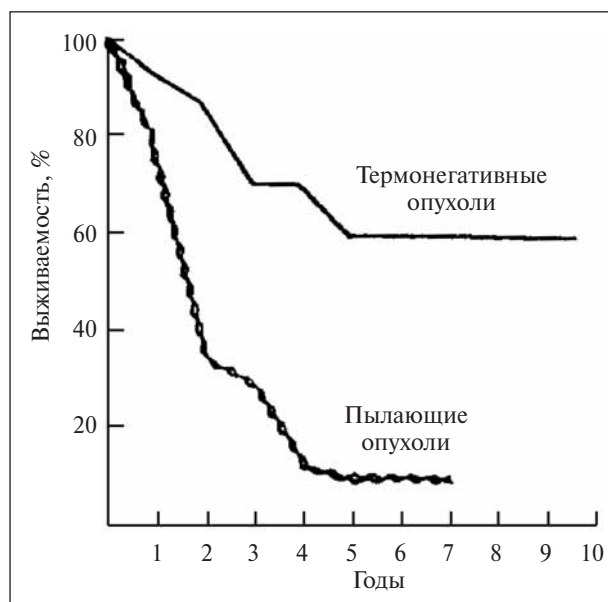


Рис. 3. Выживаемость пациентов с РМЖ IIIb стадии при пылающих и термонегативных опухолях

стик неинвазивного рака. Установлено, что комедокарцинома DCIS с высокой степенью злокачественности, для которой характерна большая вероятность трансформации в инвазивный РМЖ, достоверно ассоциируется ($p < 0,001$) с высокой плотностью микрососудов. С учетом того, что температура тканей, окружающих опухоль, коррелирует с MVDs, можно полагать, что неинвазивные раки, обладающие высоким потенциалом к инвазивной трансформации, будут иметь высокую температуру. В связи с этим необходимо обратить внимание на тот факт, что в рамках проведенных Н.И. Рожковой и соавт. [7] неинвазивных измерений внутренней температуры у 50% раков *in situ* имелись очень сильные изменения на проекции опухоли (Th4, Th5), несмотря на незначительные размеры новообразования.

Весьма интересна работа французского исследователя J.-M. Guinebretiere [25], который оценивал риск развития РМЖ у пациентов с доброкачественными патологиями в зависимости от MVDs. Известно, что фиброзно-кистозная мастопатия характеризуется сравнительно низкой вероятностью малигнизации. Согласно данным R. Page [26], относительный риск малигнизации (RR) у пациентов с фиброзно-кистозной мастопатией составляет 1,9. При наличии атипичных изменений эта величина увеличивается до 5,3. На основании данных J.-M. Guinebretiere [25], у пациентов с фиброзно-кистозной мастопатией и высокой MVDs RR находится в пределах от 7 до 11 ед. Это даже выше, чем при атипичных изменениях. К сожалению, это пока единственное подобное исследование, но оно показывает, что MVDs (а следовательно, и температура) может повышаться на стадии, предшествующей злокачественному росту. Таким образом, открываются широкие возможности для проведения профилактических осмотров с использованием микроволновой маммографии. Данные Gautherie по динамическому наблюдению за пациентами с тепловыми изменени-

ями и современные исследования [7—10] демонстрируют большой потенциал микроволновой маммографии для выявления пациентов группы риска в целях дальнейшего комплексного дообследования.

Совместное использование микроволновой и рентгеномаммографии

Известно, что доля РМЖ, выявленных между раундами скрининга (так называемые интервальные раки) является одним из важных показателей его эффективности. В Англии маммографический скрининг проводится уже около 30 лет и в нем участвуют более 75% приглашенных женщин. По данным Наблюдательного совета по скринингу, из 36 раков, диагностированных в течение 10 лет наблюдения за 1000 женщин, во время скрининговых осмотров выявляется 20 и 16 — между раундами скрининга. В соответствии с этим доля интервальных раков в Англии составляет 33% от всех выявленных раков [17]. Сопоставимые данные были получены в других странах. В рамках рандомизированных испытаний в НР-проекте в Нью-Йорке доля интервальных раков колебалась от 19 до 36% [27]. В Стокгольмских испытаниях число интервальных раков изменялось от 25 до 46% в зависимости от возрастной группы [28, 29]. Особенно высок уровень интервальных раков в возрастной группе 40—49 лет. По данным Шведских испытаний, уровень интервальных раков в этой возрастной группе составляет 65,7% [30], а по результатам Стокгольмских испытаний — 46% [28, 29]. Известно, что совместное использование рентгено- и микроволновой маммографии снижает уровень ложноотрицательных результатов в 3—4 раза и доводит чувствительность диагностики до 98% [9]. Это закономерный результат, поскольку с помощью микроволновой маммографии легко определяется наличие быстрорастущих опухолей и уменьшается число ложноотрицательных заключений в возрастной группе 40—49 лет. Рентгеномаммография, в свою очередь, выявляет раки, «пропущенные» микроволновой маммографией (опухоли с низкой степенью злокачественности).

Мониторинг эффективности лечения мастопатии — одна из наиболее интересных областей использования микроволновой маммографии

Огромный потенциал микроволновой маммографии заключается в оценке состояния молочных желез и контроле за ходом лечения доброкачественных заболеваний. Малейшие изменения состояния молочных желез отражаются на тепловой активности тканей. Важно отметить, что тепловые изменения, в отличие от структурных, могут проявляться уже через 10—15 дней после начала лечения. Кроме того, метод позволяет оценить, происходит ли повышение тепловой активности тканей (воспалительный процесс, пролиферация, злокачественный

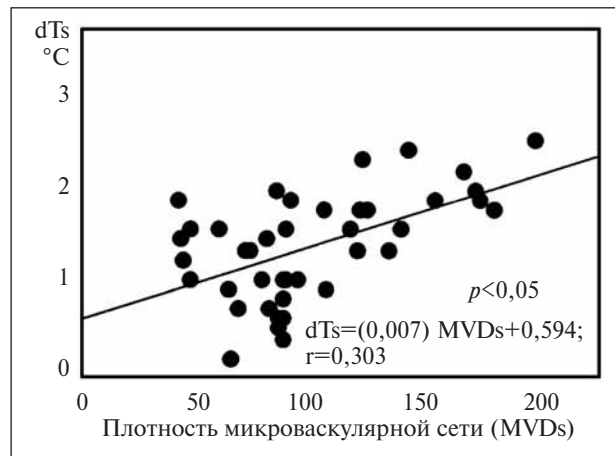


Рис. 4. Взаимосвязь между температурой тканей, окружающих опухоль, и плотностью микроваскулярной сети

рост) или имеют место процессы, сопровождающиеся понижением температуры (например, фиброзные изменения). У пациентов с фиброзно-кистозной мастопатией при отсутствии выраженной пролиферации тепловые изменения незначительны и практически не отличаются от возрастной нормы. При воспалительных или пролиферативных процессах тепловая активность тканей повышается. У 80% пациентов с атипичными изменениями имеют место сильные тепловые изменения тканей (Th3—Th5) [7]. Таким образом, наблюдая за пациентами с доброкачественными патологиями, врач может выбирать тактику проводимого лечения. Сказанное в полной мере относится и к оценке влияния гормональной терапии на состояние молочных желез. Также необходимо учитывать абсолютную безвредность метода, безболезненность и наглядность в представлении результатов, возможность использовать метод многократно, в любой возрастной группе, при беременности и лактации.

Заключение

В конце прошлого века инфракрасная термография была признана недостаточно эффективной

для практического использования в маммологии. Этот факт, безусловно, сказывается на отношении специалистов к микроволновой маммографии. Но очевидно, что микроволновая маммография сделала огромный шаг вперед по сравнению с тепловидением, поскольку она позволила заглянуть вглубь молочной железы. Микроволновая маммография позволяет оценивать тепловые изменения как внутри молочной железы, так и на ее поверхности. Очевидно, что она не может заменить рентгеномаммографию или УЗИ, поскольку не дает информации о структурных изменениях молочной железы, которые крайне необходимы врачу. Вместе с тем она может предоставить дополнительную «энергетическую» информацию о выраженности пролиферативных процессов, о тепловой активности ткани в «подозрительной» области. Эта информация во многих случаях может быть решающей при выработке тактики лечения. Несомненно, что для понимания кинетики развития опухоли данные о ее энергетике имеют огромное значение, и микроволновая маммография позволяет именно с этой стороны взглянуть на процесс злокачественного роста.

ЛИТЕРАТУРА

- Barrett A.H., Myers Ph.C. Subcutaneous temperature. A method of non-invasive sensing. *Science* 1975;190:669—671.
- Leroy Y., Bocquet B., Mammouni A. Non-invasive microwave radiometry thermometry. *Physiol Means* 1998;19:127—48.
- Carr K.L. Microwave Radiometry: It's Importance to the detection of cancer. *IEEE MTT* 1989;37(12).
- Годик Э.Э., Гуляев Ю.В. Человек глазами радиопизики. *Радиотехника* 1991;(8):51.
- Троицкий В.С. К теории контактных радиотермометрических измерений внутренней температуры тел. *Изв вузов Сер Радиопизики* 1981;24(9):1054.
- 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, Нижегородская ярмарка; 1996. с. 9—35.
- Рожкова Н.И., Смирнова Н.А., Назаров А.А. Радиотермометрия молочной железы и факторы, влияющие на ее эффективность. *Опух жен репрод сист* 2007;(3):21—5.
- Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А. и др. Радиотермометрия в алгоритме комплексного обследования молочных желез. *Совр онкол* 2004;6(1):8—10.
- Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А. и др. Сравнительный анализ результатов обследования больных РМЖ по данным рентгено-маммографического и радиотермометрического обследований. *Совр онкол* 2004;6(1):17—8.
- Мустафин Ч.К. Радиотермометрические основы исследования молочных желез. *Мед визуал* 2006;(3):32—8.
- Gautherie M. Temperature and blood flow patterns in breast cancer during natural evolution and following radiotherapy. *Biomed Therm* 1982; p. 21—64.
- Gautherie M., Gros C. M. Breast thermography and cancer risk prediction. *Cancer* 1980;45:51—6.
- Моисеенко В.М., Семиглазов В.Ф. Кинетические особенности роста рака молочной железы и их значение для раннего выявления опухоли. *Маммология* 1997;(3):3—12.
- Warburg O. Oxygen, the creator of differentiation, biochemical energetics. N Y, Academic Press; 1966.
- Напалков Н.П., Кондратьев В.Б. Термографический метод в оценке прогноза злокачественных новообразований. В кн.: *Тепловидение в медицине. Труды Всесоюзной конференции ТеМП-82*. Л., ГОИ; 1984. с. 45—7.
- Blamey R., Elston C., Pinder S., Ellis I. When is a patient cured of breast cancer? *J Pathol* 2000;190:44.
- Screening for Breast Cancer in England: Past and Future. NHSBSP Publication 61;2006. www.cancerscreening.nhs.uk
- Yahara T., Koga T., Yoshida S. et al. Relationship between microvessel density and thermographic hot areas in breast cancer. *Surg Today* 2003;33:243—8.
- Schneider B.P., Miller K.D. Angiogenesis of breast cancer. *J Clin Oncol* 2005;23(8):1782—90.
- Соляник Г.И. Противоопухолевая антиангиогенная терапия: принципы, проблемы, перспективы. *Онкология* 2006;8(2):206—8.
- Weidner N., Semple J.P., Welch W.R. et al. Tumor angiogenesis and metastasis - correlation in invasive breast carcinoma. *N Engl J Med* 1991;324(1):1—8.
- Weidner N., Folkman J., Pozza F. et al. Tumor angiogenesis: a new significant and independent prognostic indicator in early-stage carcinoma. *J Natl Cancer Inst* 1992;84(24):1875—87.
- Heffelfinger S.C., Yassin R., Miller M.A., Lower E. Vascularity of proliferative breast disease and carcinoma in situ correlates with histological features. *Clin Cancer Res* 1996;2(11):1873—8.
- Cao Y., Paner G. P., Kahn L.B., Rajan P.B. Noninvasive carcinoma of the breast angiogenesis and cell proliferation. *Arch Pathol Lab Med* 2004;128:893—6.
- Guinebretiere J.-M. Angiogenesis and risk of breast cancer in women with fibrocystic disease. *J Natl Cancer Inst* 1994;86(8):635—6.
- Page D.L., Jensen R.A., Simpson J., Dupont W.D. Historical and epidemiologic background of human premalignant breast disease. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2000;5(4):341—9.
- Shapiro S. Evidence on screening for breast cancer from a randomized trial. *Cancer* 1977;39:2772—82.
- Frisell J., Glas U., Hellstrom L. et al. Randomized mammographic screening for breast cancer in Stockholm. *Breast Cancer Res Treat* 1986;8:45—54.
- Frisell J., Eklund G., Hellstrom L. et al. Analysis of interval breast carcinomas in a randomized screening trial in Stockholm. *Breast Cancer Res Treat* 1987;9:219—25.
- Tabar L., Fagerberg G., Duffy S.W. et al. Update of the Swedish two-county program of mammographic screening for breast cancer. *Radiol Clin North Am* 1992;30:187—210.



Микроволновая маммография

в вопросах и ответах

Каков принцип действия микроволнового маммографа?

Диагностический компьютеризированный радиотермометр РТМ-01-РЭС (микроволновый маммограф) является высокочувствительной системой, позволяющей получать информацию о тепловых процессах во внутренних тканях. Метод глубинной радиотермометрии основан на измерении собственного электромагнитного излучения тканей человека в микроволновом диапазоне длин волн, что позволяет неинвазивно выявлять температурные аномалии на глубине нескольких сантиметров.

В России метод известен под наименованием **Радиотермометрия молочных желез (РТМ-диагностика)**, а в англоязычной литературе – **Microwave Breast Scan (микроволновая маммография)**.

Что дает врачу микроволновая маммография?

Применение в маммологии технологии микроволновой радиотермометрии позволяет устанавливать начальные стадии проявления термоасимметрии внутренних тканей, обусловленные усиленным метаболизмом, гипертансуляризацией, наличием воспалительных процессов. Тепловые аномалии выявляются на стадии атипичных изменений и повышенной пролиферации клеток, как следствие, имеется возможность достоверно выделять пациентов, имеющих высокий риск малигнизации.

Микроволновая маммография позволяет:

- проводить профилактические осмотры с целью выделения пациентов группы риска по раку молочной железы;
- снизить процент ложноотрицательных заключений при маммографическом скрининге и уменьшить число интервальных раков, проявляющихся между раундами скрининга, за счет эффективного выявления на РТМ быстрорастущих, но рентгенонегативных раков;
- организовать безвредное и безболезненное обследование молодых, беременных, кормящих женщин, которым проведение рентгеновской маммографии противопоказано или оно у них малоинформативно;
- повысить точность диагностики при пограничных состояниях молочных желез. Получение дополнительной «энергетической» информации о выраженности пролиферативных процессов позволяет врачу принять верное решение;
- наблюдать за состоянием молочных желез в процессе лечения мастопатии и оценивать эффективность проведенного лечения.



Каковы отличительные особенности РТМ-метода ?

- ✍ Определение патологии на самой ранней стадии, высокая чувствительность метода при выявлении рака молочной железы.
- ✍ Выявление в первую очередь наиболее агрессивных и быстрорастущих опухолей.
- ✍ Компактность и мобильность аппаратуры, возможность проведения обследования в отдаленных регионах.
- ✍ Простота и наглядность представления результатов.
- ✍ Не требуется специальной подготовки помещения для проведения обследований.
- ✍ Отсутствие лучевой нагрузки обеспечивает безопасность проведения многократных динамических сопоставлений.
- ✍ Полностью компьютеризированная цифровая технология, позволяющая создавать единую базу данных, в реальном масштабе времени проводить on-line консультации и оперативно получать информацию о проведенных обследованиях.

Можно ли использовать метод микроволновой радиотермометрии для проведения профилактических осмотров?

Медицинская технология «Применение компьютеризированного радиотермометра РТМ-01-РЭС для выявления пациентов группы риска и оценки эффективности лечения заболеваний молочных желез» зарегистрирована в Росздравнадзоре.

Авторы технологии: акад. РАМН, зав. кафедрой радиологии РМАПО А.С. Павлов; профессор, докт.мед.наук Л.М. Бурдина; профессор, докт.мед.наук К.Ф. Вартамян; доцент, канд.мед.наук Е.Г. Пинхосевич; доцент, канд.мед.наук Ч.К. Мустафин; канд.техн.наук С.Г. Веснин; Н.Н. Тихомирова.

Рецензенты: зам. директора РНЦРР по интервенционной радиологии, профессор, докт.мед.наук Н.И. Рожкова; руководитель 4-го хирургического отделения МНИОИ им. П.А. Герцена, профессор, докт.мед.наук Д.Д. Пак.

Разработчик: ООО «Фирма РЭС».

Учреждение - соисполнитель:

Российская медицинская академия последиplomного образования, кафедра радиологии.

Технология предназначена для рентгенологов, онкологов, акушеров-гинекологов, врачей ультразвуковой и функциональной диагностики.

Материально-техническое обеспечение технологии: радиотермометр диагностический компьютеризированный интегральной глубинной температуры РТМ-01-РЭС.



**Диагностический
микроволновый радиотермометр
РТМ-01-РЭС**

Есть ли опыт применения радиотермометрии в скрининговых программах?

На сайте www.radiometry.ru размещен автореферат диссертации маммолога Воронежского областного онкологического диспансера Попова А.Н. : «**Управление скринингом патологии молочных желез на основе компьютерной радиотермометрии**».

В работе систематизирован подход к формированию групп женщин с предраковыми состояниями на основе анализа тепловой активности внутренних тканей молочных желез.

Показано, что при проведении профилактических осмотров женщин на предприятиях Воронежа активная выявляемость рака молочной железы РТМ-методом составила 0,45 %, дисгормональных гиперплазий с пролиферацией – 3,42 %.

В каких странах сертифицирована технология радиотермометрии ?

В России Приказом Минздравсоцразвития № 744 от 01.12.2005 г. радиотермометрия включена в стандарт медицинской помощи больным со злокачественными новообразованиями молочных желез.

Диагностический радиотермометр РТМ-01-РЭС имеет сертификацию, а технология разрешена к применению в медицинской практике в Словакии (Formular na registraciu 732/EC-05/05 от 04.09.2005 г.), в Австралии (Certificate for inclusion of a medical device TGA 141979 от 11.07.2007 г.), в Республике Казахстан (Регистрационное удостоверение РК-МТ-5-004699 от 09.01.2008 г.). Версия прибора РТМ-02-RES прошла испытания по стандарту FDA 510 К и разрешена к использованию на территории США.

Дополнительную информацию по РТМ-диагностике и особенностям применения РТМ-01-РЭС можно получить по тел. +7 (495) 229-41-83, 8-916-575-71-55, e.mail: res@resltd.ru или в интернете: www.radiometry.ru

ООО «Фирма РЭС»

105082, Россия, г. Москва, ул. Большая Почтовая, 22

Разработчик и поставщик микроволнового маммографа РТМ-01-РЭС

Лицензия на производство медицинской техники № 99-03-000428-310106

