

Первый опыт радиотермографии в диагностике заболеваний щитовидной железы

Профессор П.С. Ветшев, кандидаты мед. наук К.Е. Чилингарида, А.В. Золкин, кандидат технических наук С.Г. Веснин, Д.И. Габаидзе, Д.А. Банный.

Факультетская хирургическая клиника им. Н.Н.Бурденко

(дир.-акад. РАМН Ю.Л.Шевченко) Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова

Растущее число пациентов с различными заболеваниями щитовидной железы, тенденция к росту числа злокачественных новообразований щитовидной железы (Ветшев П.С. и др.1996), трудности диагностики этой категории больных (Е.А.Валдина,1993), недостаточная обеспеченность лечебных учреждений сложной диагностической аппаратурой делают проблему поиска новых методов диагностики достаточно актуальной. В настоящее время для диагностики тиреоидной патологии широко используются такие методики, как УЗИ с цветным доплеровским картированием, сцинтиграфия с использованием талия -201 и йода-123, компьютерная и магниторезонансная томография. Это высокоинформативные методы исследований, к сожалению, доступны только крупным медицинским учреждениям.

Большим подспорьем в первичной диагностике заболеваний щитовидной железы может стать метод радиотермографии (РТМ метод). Он основан на неинвазивном измерении температуры внутренних тканей (6,7,9,11). В отличие от широко известной инфракрасной термографии, которая измеряет температуру кожи, РТМ метод дает информацию об усредненной температуре тканей до глубины нескольких сантиметров.

Известно, что ткани человека излучают электромагнитные волны в широком диапазоне частот. Причем, интенсивность излучения прямо пропорциональна температуре тканей. Таким образом, измеряя интенсивность излучения, можно получить информацию о температуре внутренних тканей. Известно, что тепловыделение злокачественной опухоли прямо пропорционально ее времени удвоения, поэтому температура быстрорастущих опухолей на несколько градусов выше температуры окружающих тканей. На этом эффекте основаны все тепловые методы выявления злокачественных новообразований (8).

Кроме того, недавние научные исследования злокачественных опухолей молочных желез, проведенные в разных странах показали, что их электропроводность в СВЧ диапазоне в 5-7 раз выше электропроводности окружающих тканей (12). Это очень значимый отличительный признак злокачественной опухоли и в настоящее время многие специалисты пытаются использовать это свойство опухоли для ее обнаружения.

Уникальная особенность РТМ метода состоит в том, что интенсивность излучения тканей (измеряемая глубинная температура) пропорциональна не только температуре тканей, но и их электропроводности. В результате, повышенная электропроводность опухоли по сравнению с окружающими тканями усиливает тепловые изменения в области новообразования. Этим можно объяснить высокую эффективность метода при выявлении злокачественных опухолей.

Наибольший опыт клинических испытаний метода накопился в области маммологии, для выявления рака молочной железы. На сегодняшний день проведены клинические испытания в 7 онкологических центрах России и США (2-5). В них участвовало более 1000 пациентов. Результаты РТМ метода сопоставлялись с результатами гистологии. Чувствительность метода практически во всех проведенных испытаниях составляла более 90 процентов. Следует отметить высокую эффективность метода для контроля за ходом лечения доброкачественных заболеваний. Учитывая абсолютную безвредность метода, измерения можно проводить многократно, и, таким



образом, контролировать изменения тепловой активности тканей в процессе лечения.

В восьмидесятых годах прошлого века были попытки использовать тепловые методы для диагностики заболеваний щитовидной железы. В частности, в работах (Ю.Н. Богин, В.Л. Маневич, Н.А. Шапиро и др.1980; Кондратьев В.Б., Валдина Е.А., Гершанович М.Л.,1983) использовались ИК тепловизоры для измерения температуры кожи. Полученные результаты показали не достаточно высокую чувствительность и специфичность ИК термографии для диагностики заболеваний щитовидной железы.

Следует отметить, что РТМ метод в отличие от ИК термографии дает информацию о температуре тканей на глубине нескольких сантиметров, поэтому можно ожидать от него более высокой информативности. Кроме этого внутренняя температура более стабильна и не так сильно меняется при изменении температуры окружающей среды.

В настоящей работе представлены первые результаты использования РТМ метода для диагностики заболеваний щитовидной железы, проведенные с 2002 по 2004 гг. на базе клиники факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко, ММА им. И.М. Сеченова (Руководитель профессор П.С. Ветшев). Для измерений тепловой активности тканей использовался диагностический комплекс РТМ-01- РЭС (рег. удостоверение № 29/05030698/0165-00 от 14.04.2000 года).

Прибор имел два датчика температуры. Первый датчик позволяет измерять интенсивность излучения тканей в диапазоне 3.5 ГГц. Прием электромагнитного излучения проводился с помощью контактной антенны аппликатора. В стандартную комплектацию прибора входит антенна аппликатор диаметром 38 мм. Для щитовидной железы желательно использовать антенну меньшего размера, поэтому в проведенных исследованиях применялась миниатюрная антенна диаметром 22 мм. Эта антенна в диапазоне 3.5 ГГц принимает излучение с глубины 1-2 см. Второй датчик принимает излучение в ИК диапазоне и позволяет измерять температуру кожи.

Сначала измерялась температура в верхнем сегменте правой щитовидной железы, затем в симметричной точке левой железы, после этого в центральном сегменте правой железы, потом в левой и т.д. После измерения температуры симметричных точек правой и левой долей щитовидной железы измерялась температура перешейка. Во время измерений пациент сидел в кресле, запрокинув голову назад. Сначала производилась регистрация глубинной температуры щитовидной железы, затем температуры кожи. После нажатия кнопки на датчике температуры результаты измерения автоматически поступали в персональный компьютер, где производилась их визуализация в виде полей температур и графиков.

При визуализации результатов измерений в виде температурных полей вначале производится двумерная интерполяция результатов измерений, а затем каждому значению температуры ставится в соответствие определенный цвет. Более горячие области закрашиваются в красный цвет, холодные области - в синий. Использование полей температур весьма наглядно отражает область температурных аномалий. Наряду с полями температур для визуализации результатов использовались графики, на которых отображалась температура в симметричных точках правой и левой доли щитовидной железы. На графиках удобно оценивать очаговую термоасиметрию – разницу температур в симметричных точках правой и левой доли щитовидной железы.

На рис.1 представлены типичное поле внутренних температур пациентки с раком щитовидной железы Пациентки П., 33 года УЗИ- В левой доле узел 21,4x17мм с выраженным кальцинозом, по периферии васкуляризация узла повышена.



Цитология- цистоаденома слева
 Плановая гистология -папиллярный рак

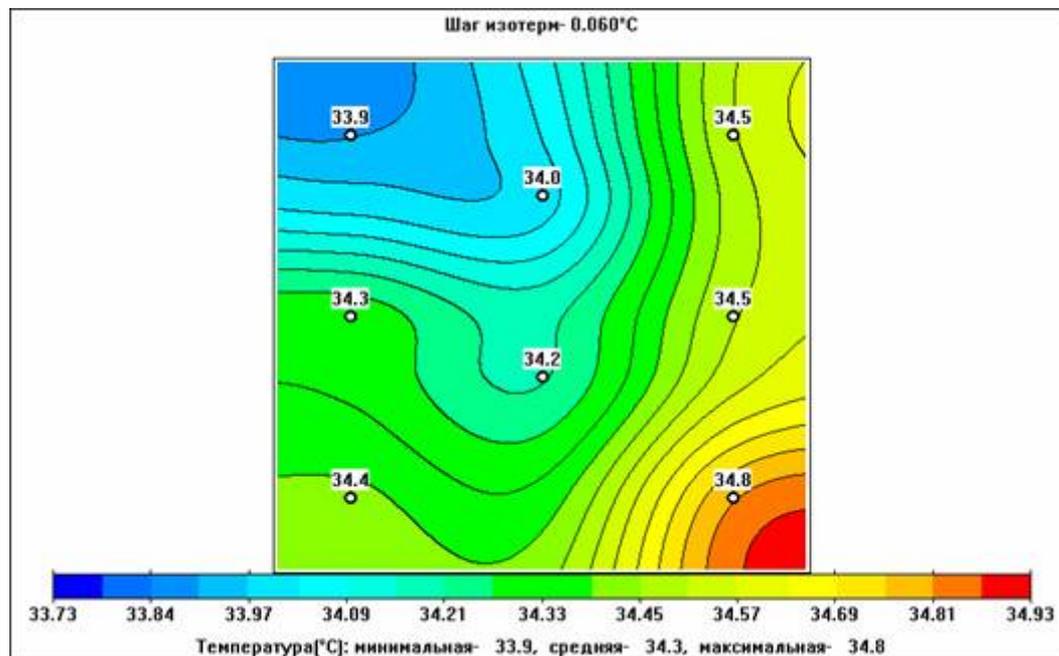


рис.1

Всего было исследовано обследовано 177 пациентов с различными заболеваниями щитовидной железы. Среди них 50 пациентов с фолликулярными аденомами, 48 пациентов с многоузловым коллоидным зобом, 18 больных с диффузно-токсическим зобом, 9 больных с токсическим узловым зобом, 7-с цистоаденомой, 7 –с токсической аденомой, 4 –с аутоиммунным тиреоидитом, 13 -с папиллярным раком щитовидной железы и фолликулярной неоплазией, прочие -5. Кроме этого было проведено измерение глубинной температуры и температуры кожи щитовидной железы у здоровых людей. Контрольная группа составляла 17 человек.

В таблице №1 представлены данные по возрасту и полу обследуемых больных.

Таблица №1

Пол	17-35лет	30-50лет	50-70лет	Старше 70 лет
Мужчины	11	24	7	0
Женщины	29	52	32	22
Итого	40	76	39	22

Помимо РТМ диагностики пациентам проводился клинический осмотр, ультразвуковые обследования, исследование гормонального фона, и при наличие образований, тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ). Для пациентов, которым проводилось хирургическое лечение результаты РТМ метода сопоставлялись с результатами гистологии. В противном случае, верификация результатов проводилась путем сопоставления РТМ метода с результатами УЗИ и аспирационной биопсии.

Следует отметить, что абсолютные значения, как внутренней температуры, так и температуры кожи, могут меняться в достаточно широких пределах в зависимости от возраста пациента, комплекции, гормонального фона и т.д. В тоже время, разница температур между симметричными точками правой и левой долей щитовидной железы ($\Delta T_{\text{макс}}$) является более

стабильным и весьма информативным параметром. У 87 % здоровых людей контрольной группы максимальная глубинная термоассиметрия ($\Delta T_{\text{макс}}$) была меньше 0.4 С. Только у 13% она находилась в пределах 0.4-0.6 С.

На рис. 2 представлено гистограмма глубинной термоассиметрии для контрольной группы и для пациентов с раком щитовидной железы. По горизонтальной оси отложено значение максимальной глубинной термоассиметрии, а по вертикальной оси доля пациентов, у которых имеет место соответствующая термоассиметрия.

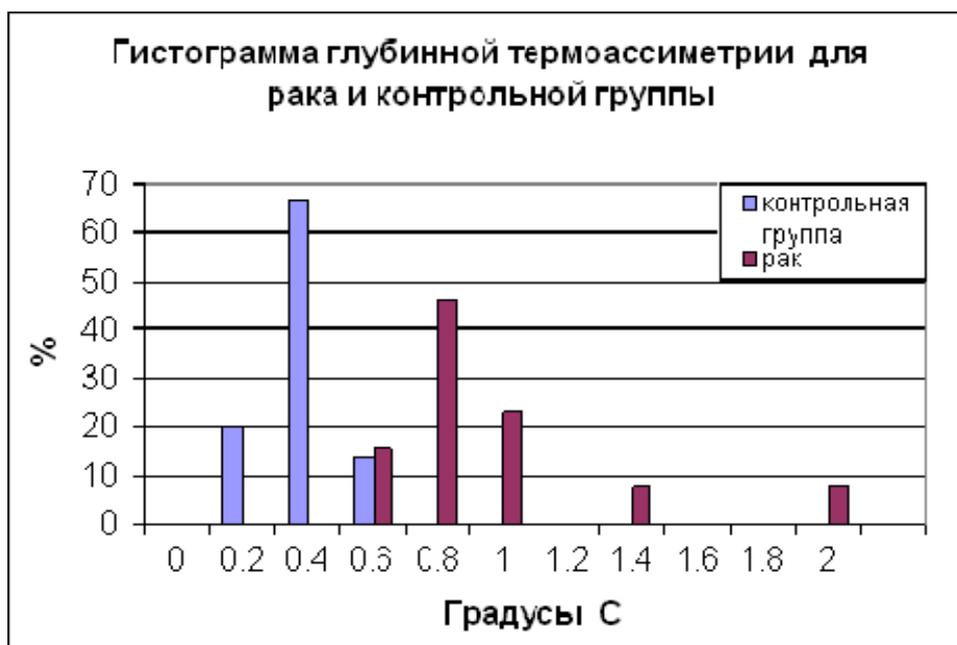


рис.2

В группу пациентов с раком щитовидной железы были включены 13 пациентов, у которых гистологически подтвержден папиллярный рак и фолликулярная неоплазия щитовидной железы. В 70 % случаев выявленный рак щитовидной железы являлся послеоперационной находкой, обнаруженной при плановой гистологии. Только у четырёх больных клетки рака были выявлены с помощью биопсии.

У всех 13 пациентов была зафиксирована повышенная термоэмиссия на проекции новообразования. Из гистограммы видно, что в отличие от контрольной группы, в которой термоассиметрия составляет менее 0.4 град, у 86 % пациентов с раком щитовидной железы термоассиметрия превышает 0.6 град. Таким образом, глубинная термоассиметрия у здоровых пациентов и пациентов с раком щитовидной железы существенно различаются. Для пациентов контрольной группы она составляет $\Delta T_{\text{макс}} = 0,26 \pm 0,06 \text{ С}$ ($p > 0.95$), для пациентов с раком максимальная термоассиметрия составляет $\Delta T_{\text{макс}} = 0,79 \pm 0,22$ ($p > 0.95$)

Важно отметить, что если глубинная температура на проекции новообразования для пациентов с раком молочной железы была повышена у всех пациентов, то повышение температуры кожи зафиксированы только у 50 % пациентов со злокачественными новообразованиями. Это показывает, что глубинная температура при выявлении рака щитовидной железы более информативна чем кожная.

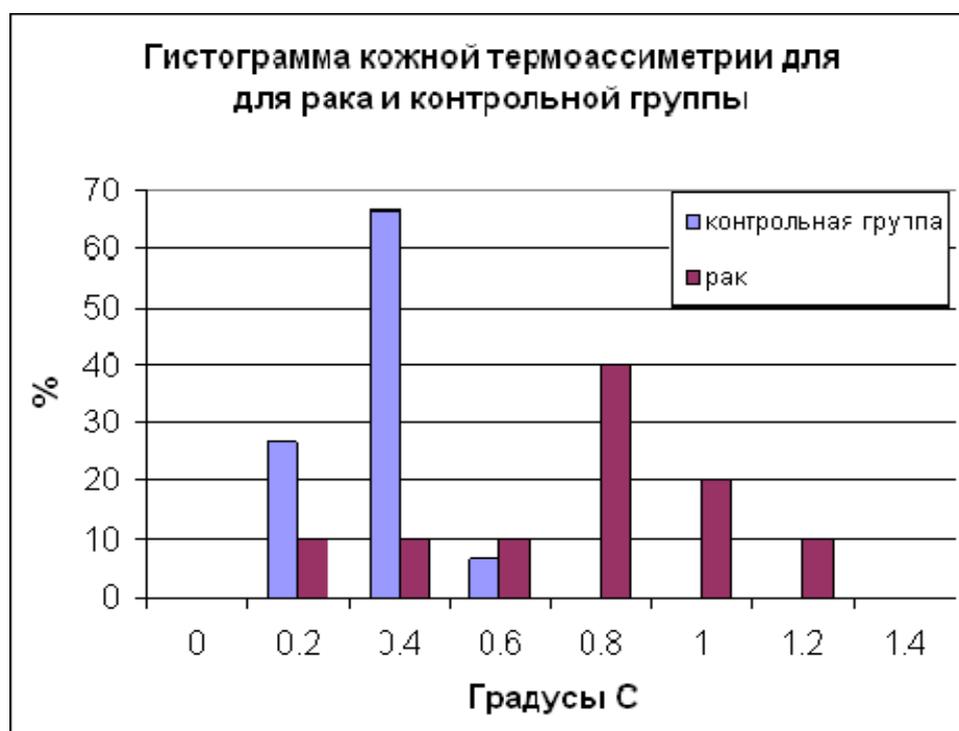


Рис.3

Гистограмма кожной термоасиметрии представлена на рис. 3. Из гистограммы следует, что у 30% процентов пациентов с раком кожная термоасиметрия не превышает 0.6 С.

В ряде случаев повышение внутренней температуры, имеет место и при доброкачественных образованиях щитовидной железы. На рис.4 представлена гистограмма для пациентов с солидными узловыми образованиями. Как правило, это были пациенты с макро или микрофолликулярными аденомами, с эутиреозом.

Для сравнения на том же рисунке представлено распределение для контрольной группы и пациентов с раком щитовидной железы.

Гистограмма глубинной термоасиметрии для пациентов с узловым зобом, раком и контрольной группы

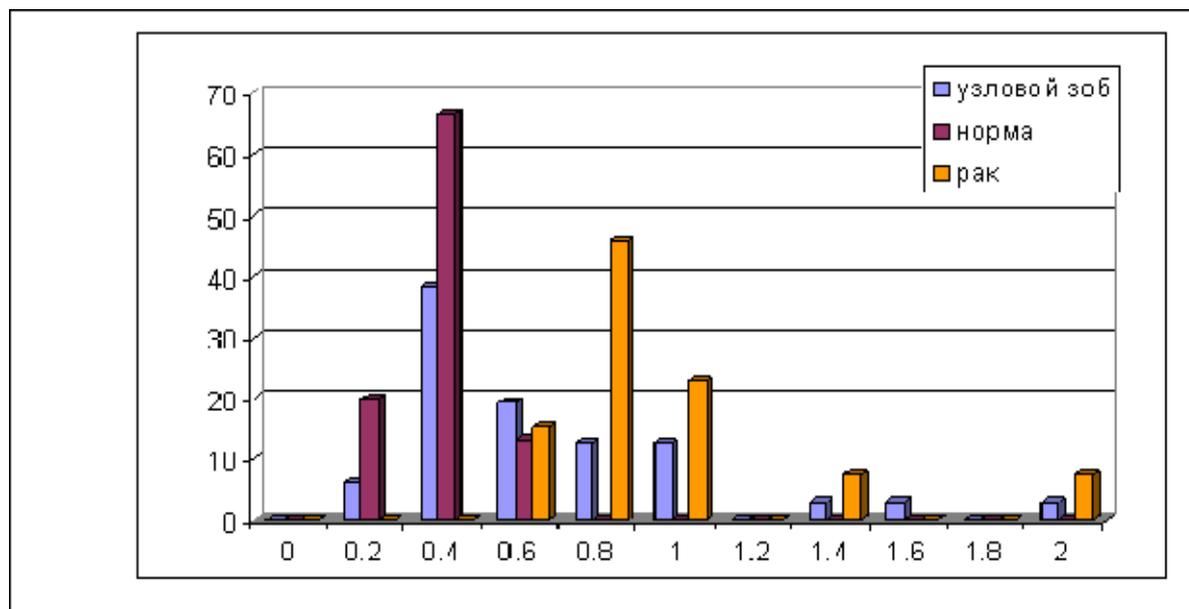


рис.4

Из гистограммы видно, что в большинстве случаев (64.5%) узловой зоб не сопровождается повышением температуры. $\Delta T_{max} < 0.6$. Вместе с тем в 35.5% случаев термоасиметрия превышает 0.6 С. В 21% термоасиметрия обусловлена понижением температуры на проекции узлового зоба. В 14.5% имеет место повышение глубинной температуры на проекции узлового зоба. В настоящее время сложно объяснить, с чем связано повышение глубинной температуры на проекции узлового зоба. Возможно, это связано с увеличением кровотока в области зоба, или с повышенной пролиферацией эпителия.

В таблице 2 представлены результаты измерения глубинной температуры для различных нозологий.

Таблица 2

Нозология	Число пациентов	T_{max} $p > 0.95$	T_{min} $p > 0.95$	T_{cp} $p > 0.95$	ΔT_{max} $p > 0.95$
Норма	17	34,07±0,38	33,62,±0,38	33,85±0,37	0,26±0,06
Рак щитовидной железы	13	35,05±0,4	34,03±0,41	34,5±0,4	0,79±0,22
Токсическая аденома	16	34,83±0,51	33,79±0,51	34,32±0,52	0,7±0,16
Узловой зоб (солидный)	31	34,71±0,23	33,75±0,27	34,23±0,25	0,54±0,19
Многоузловой зоб	31	33,99±0,32	32,91±0,35	33,44±0,33	0,53±0,12
Диффузно-токсический зоб	19	35,13±0,3	34,25±0,3	34,7±0,25	0,6±0,13
Цистаденома	7	34,74±0,73	34,04±0,83	34,44±0,78	0,47±0,11

В таблице использовались следующие обозначения :

T_{max} - максимальная температура по всем точкам щитовидной железы.

T_{min} -минимальная температура по всем точкам щитовидной железы.

T_{cp} - средняя температура щитовидной железы.

ΔT_{max} максимальная термоасиметрия по все точкам щитовидной железы



У больных с диффузно-токсическим зобом (ДТЗ) выявились весьма характерные для данной нозологии показатели. Температура по всем зонам щитовидной железы весьма высока. ($T_{cp} = 34,7 \pm 0,25$ $p > 0,95$). Выраженной термоасимметрии в при данной нозологии не отмечено - $\Delta T_{max} = 0,6 \pm 0,13$ С. Поэтому, если у пациента регистрируется высокая температура по всем зонам щитовидной железы без выраженной термоасимметрии, надо думать о диффузно-токсическом поражении щитовидной железы. Таким пациентам показано в первую очередь исследование крови на гормоны щитовидной железы.

При токсическом зобе с узловыми образованиями температура по всем зонам железы также обычно повышена, иногда доходит до 35,5 С, но при этом имеются очаги термоасимметрии от 0,6 до 1,2 С - средняя термоасимметрия составляет 0,88 С. Наиболее выраженная термоасимметрия ($\Delta T_{max} = 0,7 \pm 0,16$ С.) отмечается у больных с токсическими аденомами (узловыми образованиями с функциональной автономией), что по видимому, связано с усилением кровотока в узлах.

У больных с выявленной цистоаденомой (обычно это аденоматозное образование с кистой внутри) термоасимметрия (ΔT_{max}) составила в среднем 0,58 С. При этом в случаях токсических состояний в интактных зонах железы регистрировалась температура выше 35,0 С.

Подводя итог проведенным исследованиям можно отметить высокую чувствительность РТМ метода при выявлении рака щитовидной железы. В нашей практике не было ни одного пациента с раком щитовидной железы, у которого отсутствовали существенные (более 0,6 С) тепловые изменения на проекции опухоли. Это открывает широкие возможности использования РТМ метода для проведения профилактических осмотров и выявления пациентов, нуждающихся во всестороннем обследовании. Вопросы дифференциальной диагностики с использованием РТМ метода являются предметом дальнейшей работы.

Литература:

1. Ветшев П.С., Мельниченко Г.А., Кузнецов Н.С., Чилингарида К.Е., Ванушко В.Э. "Заболевания щитовидной железы". М., АО "Медицинская газета" 1996, с19., с96-97.
2. Бурдина Л.М., Вайсблат А.В., Веснин С.Г., Конкин М.А., Лашенков А.В., Наумкина Н.Г., Тихомирова Н.Н. Применение радиотермометрии для диагностики рака молочной железы - Маммология 1998г. №2 стр. 3-12
3. Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А., Бурдина И.И., Веснин С.Г., Тихомирова Н.Н., "Радиотермометрия в алгоритме комплексного обследования молочных желез", Современная онкология, 2005, т.6 №1, стр. 8-9
4. Бурдина Л.М., Пинхосевич Е.Г., Хайленко В.А., Бурдина И.И., Веснин С.Г., Тихомирова Н.Н., "Сравнительный анализ результатов обследования больных раком молочной железы по данным рентгеномаммографического и радиотермометрического обследований", Современная онкология, 2005, т.6 №1, стр. 17-18.
5. Бурдина Л.М., Хайленко В.А., Кижаяев Е.В., Легков А.А., Пинхосевич Е.Г., Мустафин Ч.К., Вайсблат А.В., Веснин С.Г., Тихомирова Н.Н. Применение радиотермометра диагностического компьютеризированного интегральной глубинной температуры ткани для диагностики рака молочной железы, Пособие для врачей, РМАПО, 1999
6. Вайсблат А.В. "Медицинский радиотермометр" Биомедицинские технологии и радиоэлектроника 2001 №8
7. A.H.Barrett, Ph. C. Myers, "Subcutaneous Temperature: A method of Noninvasive Sensing", Science, Nov.14, 1975, vol.190, pp.669-671
8. Gautherie Temperature and Blood Flow Patterns in Breast Cancer During Natural Evolution and Following Radiotherapy -Biomedical Thermology, 1982, p. 21 – 64
9. Yves Leroy, Bertrand Bocquet and Mammouni, "Non-invasive microwave radiometry thermometry" Physiol. Means. 19 (1998) 127-148
10. J. W. Hand, G.M. J. Van Leeuwen, S. Mizushina, J.B. Van de Kamer, K. Maruyama, T. Sugiura, D.V. Azzopardi, A.D. Edwards, "Monitoring of deep brain temperature in infants using multi-frequency microwave radiometry and thermal modelling, Phys Med. Biol.(2001) 1885-1900



11. Carr K.L. Microwave Radiometry: its Importance to the Detection of Cancer. IEEE MTT, vol. 37 № 12 Dec. 1989
12. Elise C. Fear, Paul M. Meaney and Maria A. Stuchly, "Microwaves for breast cancer detection?", IEEE Potentials, pp. 12-18, 2003
13. Богин Ю.Н., Попов Е.А. "Термография в дифференциальной диагностике опухолей молочных желёз". ж. Хирургия им. М.И.Пирогова №7, Медицина-Москва, 1974г. с20-23
14. Кондратьев В.Б., Валдина Е.А., Гершанович М.Л. "Термографическая диагностика опухолей щитовидной железы". Тезисы Всесоюзной конференции "Тепловизионная аппаратура практика и применение. Темп-82., Ленинград, 26-30 октября, 1982г
15. Гамбург Ю.Л., Гогелиани Г.К. "Термография злокачественных опухолей гайморовых пазух" Тбилиси. Тезисы Всесоюзной конференции "Тепловизионная аппаратура практика и применение. Темп-82., Ленинград, 26-30 октября, 1982г
16. Богин Ю.Н., Маневич В.Л., Шапиро Н.А., Погосян М.А., Финникова –Моторина Т.А., Тер-Гевондян Н.М., В.В. Щепинова В.В. Комплексная диагностика узловых форм заболевания щитовидной железы. ж. Клиническая медицина 1980, №4. Москва. Медицина. с70-73

