

УДК 618.19-073.75:615.849.114

ИНФРАКРАСНЫЙ САМОКОНТРОЛЬ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ**Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В.***ФГБУН «Институт механики» Уральского отделения РАН, Ижевск, e-mail: urakoval@live.ru*

В России изобретен способ скрининга новообразований молочных желез, который может быть использован не только специалистами в специальных условиях, но и всеми женщинами в бытовых условиях в роли гигиенического способа самоконтроля и диагностика не только злокачественных опухолей и других «горячих» узлов, но и доброкачественных опухолей и других «холодных» узлов. Основой нового способа является мониторинг цветовой гаммы изображения молочных желез на экране тепловизора в инфракрасном спектре излучения тканей во время и после обдувания молочных желез воздухом комнатной температуры с помощью бытового фена. Созданное изобретение обеспечивает выявление неравномерности изменения цветовой гаммы изображения и локальной температуры молочной железы до, во время и после обдувания воздухом. Дело в том, что новообразования изменяют теплопроводность и/или теплопродукцию молочных желез, что при их равномерном охлаждении и нагревании желез проявляется неравномерностью динамики цветовой гаммы их изображения и локальной температуры. При этом форма и размеры зоны цветной и температурной асимметрии соответствуют области проекции новообразования. Приведена формула изобретения «Способ инфракрасной диагностики новообразований молочных желез».

Ключевые слова: инфракрасная термография, локальная температура, молочные железы, рак, новообразования, лекарственное средство температурного контрастирования

INFRARED SELF-CONTROL MAMMARY GLANDS**Urakov A.L., Urakova N.A., Urakova T.V.***Institute of Mechanic Ural branch of RAS, Izhevsk, e-mail: urakoval@live.ru*

In Russia, invented a new method of screening for breast tumors, which can be used not only by specialists in special conditions, but all women in the domestic environment in the role of a hygienic way of self-monitoring and diagnosis of not only malignant tumors and other «hot» nodes, but also benign tumors and other «cold» nodes. The basis of the new method is to monitor the color gamut of images of breasts on the screen of the imager in the infrared spectrum of radiation of fabrics during and after the mammary glands by blowing air at room temperature using a household hairdryer. Created the invention provides the identification of the uneven changes of color scale image and the local temperature of the breast before, during, and after blowing air. The fact is that tumors alter the conductivity and/or heat production of the mammary glands, with a uniform cooling and heating of the glands is manifested by irregularity of the dynamics of the color gamut images, and the local temperature. The shape and size of areas of color, and temperature asymmetry correspond to the projected area of the tumor. Given the formula of the invention «Method for infrared diagnostics of breast tumors».

Keywords: infrared thermography, local temperature, mammary glands, cancer, tumors, medication medication temperature contrast

Рак молочной железы является самым распространенным раковым заболеванием женщин во всех странах мира и второй ведущей причиной смерти от рака у женщин, после рака легких. Современная статистика раковых заболеваний указывает на то, что 1 из 7 женщин заболевает раком молочной железы в течение своей жизни. При этом выживаемость на первой стадии заболевания составляет до 80%, на второй стадии – до 60%, на третьей и четвертой стадиях – от 0 и до 30% и 5% (соответственно). По данным Американского общества рака в 2004 году около 215990 женщин в Соединенных Штатах страдали от рака молочной железы, и около 40110 женщин умерли от этой болезни. Ежегодно примерно 44,5 миллионов женщин в Соединенных Штатах проходят скрининг-исследования на рак молочной железы. При этом на проведение повторного диагностического теста направляются 10% из ранее обследованных женщин или 4,5 миллиона. Поэтому краеугольным кам-

нем в борьбе против рака молочной железы является его раннее выявление в целях улучшения результатов лечения и выживаемости.

Общепринятыми методами скрининга молочных желез являются флюорография, рентгенографическая флюорография, маммография, компьютерная томография и ультразвуковое сканирование. Но все эти методы являются очень дорогим видом скрининга, поэтому они недоступны всем гражданам по стоимости. В последнее время для диагностики рака молочной железы начали применять метод инфракрасной термографии. Однако известные технологии инфракрасного исследования молочных желез позволяют выявлять только поверхностно расположенные очаги злокачественной опухоли (так называемые «горячие» очаги), являются дорогостоящими, требуют от 0,5 до 1,0 часа на одно исследование, проводимое специалистом, прошедшим специальную профессиональную подготовку, что

делает их не пригодными для самоконтроля в бытовых условиях.

Целью нашей работы являлось изобретение новой технологии термоконтрастной инфракрасной экспресс-диагностики новообразований молочных желез, пригодной для индивидуального применения в бытовых условиях каждой женщиной.

Исследования были проведены на самих себе и на взрослых здоровых женщинах-добровольцах в возрасте 22 – 47 лет в комнатных условиях при температуре воздуха + 22 – + 26 °С. Динамика цветовой гаммы изображения молочных желез на экране тепловизора была исследована с помощью тепловизора марки Thermo Tracer TH91XX (NEC, США) с функцией изображения молочной железы на экране тепловизора в цветах от красного до фиолетового в зависимости от ее локальной температуры соответственно в диапазоне + 26 – + 37 °С []. В избранной области тела определялась средняя температура, стандартное отклонение и распределение изотерм на пороги 34, 32, 30, 29 и 25 °С. В качестве обдувающего устройства использовали бытовой фен «ROWENTA» (AC MOTOR, elite MODEL LOOK) с функцией создания равномерного потока холодного воздуха.

В результате проведенных исследований нам удалось первыми решить поставленную задачу и получить патент на созданное изобретение (RU 2561302). Через 6 месяцев вслед за нашим изобретением в ФИПСе была зарегистрирована заявка на выдачу патента на изобретение, созданная медицинскими работниками Пермского Края (RU 2405585).

Независимо от этой разработки нами было создано еще несколько изобретений, сутью которых также является модернизированная инфракрасная термография различных частей тела человека. При этом нам удалось разработать целую группу новых медицинских технологий инфракрасной термографии, которые обеспечивают новые диагностические возможности в судебной медицине, в терапии, в стоматологии, в анестезиологии и реанимации, а также в акушерстве и гинекологии. В частности, в 2009 году нами был впервые предложен термин и метод «термоконтрастирования тканей».

Термоконтрастирование аналогично рентгеноконтрастированию обеспечивает визуализацию структуры органов и тканей путем их дифференциального лучевого «проявления». Для этого при инфракрасной термографии нами было предложено искусственно изменять локальную температуру тканей путем их нагревания и/или охлаж-

дения. С этой целью можно изменять температуру крови, текущей по кровеносным сосудам, и/или температуру окружающих тканей. Позже для более информативного инфракрасного тестирования структуры глубоких тканей нами было предложено сквозное тепловое «просвечивание». Такой подход позволил нам изобрести способ инфракрасной диагностики структуры щеки и способ выявления инородных тел в кистях рук.

В 2014 году нами была обнаружена возможность термоконтрастирования тканей молочных желез для инфракрасного скрининга новообразований молочных желез с помощью их обдувания потоком комнатного воздуха бытовым феном.

Приводим формулу созданного нами изобретения:

«Способ скрининга новообразований молочных желез, включающий проведение инфракрасной термографии, отличающийся тем, что пациентку устанавливают к исследователю полубоком, выбирают для исследования молочную железу с другой стороны, осуществляют определение температуры до, во время и после обдувания молочной железы потоком воздуха при температуре ниже температуры ее поверхности, при этом в качестве аппарата лучевой диагностики используют тепловизор с функцией изображения молочной железы на экране в цветах от красного до фиолетового в зависимости от ее локальной температуры соответственно в диапазоне + 26 – + 37 °С, в качестве обдувающего устройства используют бытовой фен с функцией создания равномерного потока холодного воздуха, обдувают железу с расстояния 5 – 15 см с интенсивностью потока воздуха, обеспечивающего в срок от 10 до 60 секунд понижение температуры кожи железы на несколько градусов, и при наличии участка с локальной гипо- или гипертермией производят термографический снимок железы, конкретизируют его форму, размер и локализацию, устанавливая наличие новообразования, а при равномерности температуры поверхности молочной железы устанавливают однородность структуры железы, после чего проводят по той же методике исследование второй молочной железы».

Созданное изобретение позволяет выявлять степень равномерности смены локальной температуры поверхности молочной железы и цветовой гаммы ее изображения на экране тепловизора до, во время и/или после кратковременного ее обдувания воздухом. Выявляемая равномерность смены локальной температуры и цветового изобраа-

жения железы позволяет заключать об отсутствии новообразований, а наличие зоны неравномерности и асимметрии локальной температуры и цветового изображения позволяет диагностировать измененную теплопроводность или теплопродукцию ткани железы и предполагать о наличии новообразования в области ее проекции.

Способ осуществляют в помещении с температурой воздуха ниже температуры поверхности молочных желез исследуемой женщины. Для диагностики в качестве аппарата лучевой диагностики используют тепловизор с функцией изображения молочной железы на экране в цветах от красного до фиолетового в зависимости от ее локальной температуры соответственно в диапазоне $+26 - +37^{\circ}\text{C}$. Перед исследованием следует раздеться до пояса, оценить возраст, массу тела и размеры площади желез, включить бытовой фен в электрическую сеть, включить включатель вентилятора фена и включатель интенсивности его работы, выбрав нужную интенсивность потока воздуха, исходя из возраста, массы, размеров пациента и величины площади его молочных желез. После этого выбирают для исследования молочную железу, наиболее удаленную от рабочей руки исследователя. После этого начинают производить непрерывное определение динамики температуры поверхности этой железы по изменению ее цвета на экране тепловизора в инфракрасном диапазоне спектра излучения тканей, выбирают оптимальный ракурс и делают первый снимок. Затем продолжают начинают обдувать эту железу потоком воздуха комнатной температуры и продолжают наблюдение за динамикой локальной температуры и цвета в цветном изображении железы на экране тепловизора в интервале времени не менее 10 секунд вплоть до момента появления неравномерности температуры кожи железы либо до понижения температуры кожи на несколько градусов, не допуская охлаждения ниже $+26^{\circ}\text{C}$, в срок до 60 минут. В том или ином случае производят второй термографический снимок. После этого выключают фен, прекращают обдувание железы потоком воздуха, но продолжают изучать динамику температуры этой железы вплоть до нормализации температуры ее кожи или до выявления момента максимальной неравномерности температуры ее кожи. В том и другом случаях производят третий цветной снимок железы с экрана тепловизора. Затем сравнивают термограммы друг с другом и при равномерности изменения цвета и температуры поверхности молочной железы выдают заключение

об однородности структуры железы, а при наличии участка с относительной гипертермией или гипотермией и иного цвета конкретизируют его форму, размер и локализацию, анализируют данные и выдают заключение о наличии новообразования, о его форме, размере, месте локализации в молочной железе и о низкой или высокой его теплопроводности и теплопродукции соответственно, после чего проводят исследование второй молочной железы.

Изобретение обеспечивает расширение сферы применения, повышение точности, безопасности и эффективности методики за счет точного выявления неравномерности изменения температуры кожи каждой молочной железы до, во время и после кратковременного ее обдувания воздухом и получения дополнительной информации о термоасимметрии кожи в области проекции объекта, имеющего измененную теплопроводность или теплопродукцию. заявленный способ расширяет сферу применения, поскольку обеспечивает безопасную лучевую диагностику у женщин во время менструальных кровотечений, у беременных женщин, у детей и мужчин, а также при необходимости непрерывного мониторинга и многократной повторной лучевой диагностики.

Список литературы

1. Герасимова Е.И., Арнеодо А., Аргул Ф., Гилева О.С., Баяндин Ю.В., Наймарк О.Б. Способ диагностики рака молочной железы // RUS Патент № 2405585. 2015. Бюл. № 29.
2. Радзинский В.Е., Ураков А.Л., Уракова Н.А. Способ акушерского пособия при потугах // RUS Патент № 2502485. 2013. Бюл. № 36.
3. Радзинский В.Е., Ураков А.Л., Уракова Н.А. Способ защиты плода от гипоксического повреждения в родах // RUS Патент № 2503414. 2014. Бюл. № 1.
4. Ураков А.Л., Руднов В.А., Касаткин А.А., Забкрицкий Н.А., Соколова Н.В., Козлова Т.С., Борзунов В.М., Кузнецов П.Л. Способ определения стадии гипоксического повреждения и вероятности оживления по А.Л.Уракову // RUS Патент № 2422090. 2011. Бюл. № 18.
5. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., Дементьев В.Б., Мальчиков А.Я., Решетников А.П., Соколова Н.В., Забкрицкий Н.А., Касаткин А.А., Шахов В.И., Сюткина Ю.С. Способ визуализации подкожных вен в инфракрасном диапазоне спектра излучения по А.А.Касаткину // RUS Патент № 2389429. 2010. Бюл. № 14.
6. Ураков А.Л., Халимов А.Э., Таджиев Р.И. Способ обрезания крайней плоти // RUS Патент № 2394502. 2010. Бюл. № 20.
7. Ураков А.Л., Руднов В.А., Витер В.И., Касаткин А.А., Соколова Н.В., Тихомирова М.Ю., Козлова Т.С. Способ оценки раздражающего действия внутрисосудистых катетеров // RUS Патент № 2405585. 2010. Бюл. № 34.
8. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Уракова Н.А., Соколов А.Н., Чернова Л.В., Фишер Е.Л., Девицкая Е.В. Способ инфракрасного скрининга новообразований молочных желез // RUS Патент № 2561302. 2015. Бюл. № 24.
9. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Уракова Н.А., Решетников А.П., Сойхер М.Г., Агарвал Р.К., Копылов М.В., Бор-

тник Д.В., Волков Е.Л. Способ инфракрасной диагностики структуры щеки // RUS Патент № 2544291. 2015. Бюл. № 8.

10. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Сойхер М.Г., Сойхер Е.М., Сойхер М.И., Решетников А.П., Копылов М.В., Бортник Д.В. Способ диагностики дисфункции височно-нижнечелюстного мышечного и суставного комплекса // RUS Патент № 2549499. 2015. Бюл. № 12.

11. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Решетников А.П., Чернова Л.В., Чернов А.В., Е.В. Девицкая. Способ инфракрасной визуализации инородных тел в кисти // RUS Патент № 2557687. 2015. Бюл. № 21.

12. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Насыров М.Р., Фишер Е.Л. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Насыров М.Р., Фишер Е.Л. Способ инфракрасной дифференциальной экспресс-диагностики кровоподтека и ушиба мягких тканей // RUS Патент № 2577510. 2016. Бюл. № 6.

13. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Насыров М.Р., Фишер Е.Л. Способ инфракрасной дифференциальной экспресс-диагностики кровоподтека и ушиба мягких тканей // RUS Патент № 2577510. 2016. Бюл. № 8.

14. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Ловцова Л.В., Занзина О.В. Термодинамические основы диагностики воспаления мягких тканей в области постинъекционных кровоподтеков // Медицинский альманах. – 2015. – № 4. – С. 228–232.

15. Urakov A. L. The change of physical-chemical factors of the local interaction with the human body as the basis for the creation of materials with new properties // *Építőanyag – Journal of Silicate Based and Composite Materials.* – 2015. – V. 67. – No. 1. – P. 2–6.

16. Urakov A.L., Ammer K., Urakova N.A., Chernova L.V., Fisher E.L. Infrared thermography can discriminate the cause of skin discolourations // *Thermology international.* – 2015. – V. 25. – N. 4. – P. 209 – 215.

17. Urakov A.L., Urakova N.A. Thermography provides information on the oxygenation of the fetal brain in the final stage of childbirth. *Thermology International.* – 2015. – V. 25. – No 3. – P. 106.

18. Urakova N.A., Urakov A.L. Diagnosis of intrauterine newborn brain hypoxia using thermal imaging video. *Biomedical Engineering.* – 2014. – V. 48. – N 3. – P. 111 – 115.