DOI: 10.24060/2076-3093-2017-7-2-28-33

**ТЕПЛОВИЗОР КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИБОР,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ САМОКОНТРОЛЬ
МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ****Д.Б. Никитюк¹, К.Г. Гуревич², А.Л. Ураков^{3,4}, Н.А. Уракова⁴,
А.А. Гадельшина⁴**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии
и безопасности пищи», Москва, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный медико-стоматологический университет
имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Москва, Россия

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Ижевск, Россия

⁴ Общество с ограниченной ответственностью «Институт термологии», Ижевск, Россия

Никитюк Дмитрий Борисович – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия, тел. +7(495) 698-5346, e-mail: nikitjuk@ion.ru

Гуревич Константин Георгиевич – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни – залог успешного развития» Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия, orcid.org/0000-0002-7603-6064

Ураков Александр Ливиевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», Ижевск, Россия, orcid.org/0000-0002-9829-9463

Уракова Наталья Александровна – кандидат медицинских наук, директор ООО «Институт термологии», Ижевск, Россия, orcid.org/0000-0002-4233-9550

Гадельшина Альбина Азатовна – младший научный сотрудник ООО «Институт термологии», Ижевск, Россия

Наиболее эффективным методом ранней диагностики новообразований молочных желез является самоконтроль. Для разработки практических рекомендаций самоконтроля молочных желез в быту проведен анализ научной и патентной литературы, оригинальных технических решений с оценкой их преимуществ и недостатков. Показано, что для самоконтроля молочных желез в быту наиболее пригоден способ, сущностью которого является мониторинг цветовой гаммы инфракрасного изображения молочных желез с помощью тепловизора во время и после их обдувания воздухом комнатной температуры бытовым феном. Принцип метода основан на том, что новообразования нарушают однородность структуры тканей, их теплопроводность и/или теплопродукцию. В качестве примеров рассмотрены клинические случаи самоконтроля молочных желез пациенток с новообразованием молочной железы и без онкологической патологии. Выявляемая равномерность смены локальной температуры и цветového изображения тканей молочной железы позволяет заключить об отсутствии новообразований, а наличие зоны неравномерности и асимметрии локальной температуры и цветového изображения позволяет диагностировать измененную теплопроводность или теплопродукцию ткани железы и предположить наличие новообразования в области ее проекции. Таким образом, для бытового самоконтроля молочных желез предлагается осуществлять мониторинг цветовой гаммы их инфракрасного изображения на экране тепловизора во время и после обдувания воздухом. При этом исходят из того, что одноцветное изображение железы свидетельствует об однородности ее структуры, а разноцветное изображение железы позволяет предположить о наличии в ней новообразования.

Ключевые слова: тепловизор, инфракрасная маммография, температурное контрастирование, молочные железы, новообразования.

THERMAL IMAGING CAMERA AS A DIAGNOSTIC INSTRUMENT, WHICH PROVIDES SELF-CONTROL MAMMARY GLANDS IN THE DOMESTIC ENVIRONMENT

Dmitriy B. Nikitiuk¹, Konstantin G. Gurevich², Aleksandr L. Urakov^{3,4}, Natalia A. Urakova⁴, Albina A. Gadelshina⁴

¹Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation

²A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

³Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russian Federation

⁴Institute of Thermology, Izhevsk, Russian Federation

Nikitiuk Dmitriy Borisovich – Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation, тел. +7(495) 698-5346, e-mail: nikitjuk@ion.ru.

Gurevich Konstantin Georgievich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chair of UNESCO “Healthy way of life is the key to successful development” Department of “A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry”, Moscow, Russian Federation, orcid.org/0000-0002-7603-6064

Uraikov Aleksandr Livievich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chair of the General and Clinical Pharmacology Department “Izhevsk State Medical Academy”, Izhevsk, Russian Federation, orcid.org/0000-0002-9829-9463

Urakova Natalia Aleksandrovna - Candidate of Medical Sciences, Director «Institute of thermology», Izhevsk, Russian Federation, orcid.org/0000-0002-4233-9550

Gadelshina Albina Azatovna - Jr. Researcher Institute of thermology, Izhevsk, Russian Federation

The most effective method of early diagnosis of tumors of mammary glands is self-control. To develop practical recommendations for self-monitoring of the breast in everyday life the study included the analysis of scientific and patent literature, original technical solutions, with an assessment of their strengths and weaknesses. It is shown that for self-control of the breast in everyday life the most suitable way is to monitor the color range of the infrared image of the breast using a thermal imager during and after air blowing air with a hair dryer in a room temperature. Principle of the method is based on the fact that tumors violate uniformity of structure of tissues, their thermal conductivity and/or heat. For examples the study reviewed clinical cases of self-control of the mammary glands in patients with breast tumor and without cancer. Identified steadiness of change in local temperature and color images of breast tissue allows to confirm the absence of lesions and the presence of a zone of unevenness and asymmetry of the local temperature and color images to diagnose a modified thermal conductivity or heat tissue glands and assume the presence of neoplasm in its projection. Thus, for domestic self-control of mammary glands it is advised to monitor the colour range of infrared thermal images on the screen during and after air blowing. When it is assumed that monocolour gland is indicative of the homogeneity of its structure, and multi-colored image of the gland suggests the presence of tumors.

Keywords: thermal imaging, infrared mammography, temperature contrast, mammary glands, neoplasms.

ВВЕДЕНИЕ

Новообразования молочных желез пугают женщин во всех странах мира, поскольку они боятся появления рака, который поражает одну из 7 женщин планеты. При этом выживаемость женщин на третьей и четвертой стадиях рака молочных желез составляет от 0 и до 30% и 5% соответственно. И только ранняя диагностика новообразований молочных желез позволяет провести своевременное радикальное лечение и спасти жизнь женщин, за-

болевших раком. Поэтому главной задачей в сохранении жизни женщин является как можно раннее выявление новообразований молочных желез [1,2]. Понятно, что такую задачу можно решить только путем многократно повторяющегося самоконтроля молочных желез.

Самыми пригодными для этого сегодня являются методы лучевой диагностики [3]. Однако общепринятые технологии методов лучевой диагностики (рентгенографической флюорографии, маммогра-

фии, компьютерной томографии и ультразвукового сканирования) не пригодны для многократного бытового применения из-за своей низкой безопасности и высокой стоимости, а технология инфракрасной термографии имеет высокую безопасность, но не удобна, поскольку требует от 0,5 до 1,0 часа на одно исследование [4,5].

Целью нашей работы является демонстрация отечественных технологий инфракрасной диагностики новообразований молочных желез и выработка рекомендаций для тепловизионного скрининга молочных желез женщинами в бытовых условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обзор научной и патентной литературы был проведен нами и экспертами Федерального Института промышленной собственности (ФИПС) по отечественным и международным базам данных при выборе прототипа, аналогов, при разработке новых технических решений, а также при экспертизе заявок на изобретения по существу. Дополнительно к этому с помощью тепловизора были проведены клинические наблюдения за динамикой локальной температуры молочных желез у взрослых здоровых женщин - добровольцев и у пациенток онкологического диспансера в возрасте 22 – 47 лет в комнатных условиях при температуре воздуха +22 - +26°C. 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°C [6]. В избранной области тела определялась средняя температура, стандартное отклонение и распределение изотерм на пороги 34, 32, 30, 29 и 25° C. В качестве обдувающего устройства использовали бытовой фен «ROWENTA» (AC MOTOR, elite MODEL LOOK) с функцией создания равномерного потока холодного воздуха.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный нами анализ известных технологий инфракрасной диагностики рака молочных желез и способов экспресс - диагностики новообразований молочных желез позволил выделить в особую группу несколько новых медицинских технологий инфракрасной термографии, которые, на наш взгляд, могут оказаться очень перспективными для будущего самоконтроля структуры различных частей тела в бытовых условиях. Дело в том, что выделенные нами технологии могут обеспечить новые диагностические возможности не только в маммологии и в онкологии, но и в судебной медицине, терапии, стоматологии, анестезиологии и реанимации, а также в акушерстве и гинекологии. Все эти медицинские технологии объединяет оригинальная отечественная технология инфракрасной экспресс-диагностики структуры тканей, основанная на целенаправленном искусственном их температурном контрастировании [7].

Показано, что аналогично рентгеновскому контрастированию тканей, достигаемому посредством применения рентгеноконтрастных средств, температурное контрастирование (термоконтрастирование), достигаемое применением локального «тепла» и/или «холода», может обеспечить инфракрасную визуализацию невидимой структуры органов и тканей. Причем, как при рентгеновском, так и при температурном контрастировании тканей визуализация их достигается путем дифференциально-лучевого «проявления» тканей.

Обнаружено, что тепловизионное выявление «невидимых» тканей может быть достигнуто путем искусственного изменения их локальной температуры. Установлено, что изменить локальную температуру выбранных структур можно путем их нагревания и/или охлаждения, используя морфофункциональные особенности строения тела человека. В частности, для тепловизионного выявления подкожных кровеносных сосудов было предложено искусственно повышать или понижать температуру текущей внутри них крови для отличия температуры вен от температуры тканей, окружающих эти вены. В свою очередь для инфракрасного выявления «невидимой» однородности структуры молочных желез было предложено обдувать молочные железы потоком воздуха комнатной температуры с помощью бытового фена.

Указываем сущность изобретений, закладываемых основы инфракрасной визуализации (томографии) и самоконтроля структуры тканей тела человека.

1. «Способ инфракрасной томографии поверхности тела при судебно-медицинском освидетельствовании живых лиц (RU 2581718), заключающийся в проведении в комнатных условиях при температуре +25°C освидетельствования потерпевшего немедленно после его прихода не позднее 60 минут после происшествия, оголения избранной части поверхности тела, установки исследуемого этой частью поверхности в сторону исследователя, осмотра и проведения инфракрасной термографии в этой части с использованием тепловизора перпендикулярно к ней на расстоянии 1 м, настроенного на инфракрасное исследование в диапазоне температур +25 – +36°C, получении цветного изображения на экране тепловизора и локальной температуры поверхности с непрерывной регистрацией и оценкой их динамики до, во время и после кратковременного локального охлаждения, осуществляемого путем равномерного обдувания поверхности потоком воздуха комнатной температуры с использованием в качестве обдувающего устройства бытового фена с функцией создания равномерного потока холодного воздуха, при этом обдувание кожи осуществляют с расстояния 5 – 15 см с интенсивностью потока воздуха, обеспечивающего в срок от 10 до 60 секунд понижение температуры кожи на несколько градусов в диапазоне проводимого исследования вплоть до каждого момента появления неравномерности температуры кожи и зоны локальной гипертермии или до понижения температуры кожи

на несколько градусов, не допуская охлаждения ниже $+26^{\circ}\text{C}$ в срок до 60 секунд с производством термограмм поверхности во всех случаях выявления новых зон локальной гипертермии при достижении максимального термоконтрастирования соседних зон в выбранной части поверхности кожи и изучением динамики ее температуры сначала в процессе ее охлаждения, а затем после прекращения обдувания путем выключения бытового фена в процессе повышения температуры вплоть до нормализации температуры кожи или до выявления момента максимальной неравномерности температуры и выявления новых зон локальной гипертермии с последующим сравнением термограмм друг с другом и при равномерной температуре поверхности делают заключение об однородности ее структуры и отсутствии следов ушиба мягких тканей, а при наличии участков с локальной гипертермией конкретизируют их количество, формы, размеры, локализацию на теле пострадавшего, производят анализ полученных данных и делают заключение о наличии ушибов мягких тканей, их количестве, формах, размерах, местах локализации и расположения и о формах следов-отпечатков, оставленных твердыми тупыми предметами, их количестве и количестве ударов, нанесенных каждым из них, проведение аналогичного исследования в других избранных частях поверхности тела пострадавшего при вероятности их повреждения и архивировании отдельных фототермограмм в цифровом варианте в индивидуальном USB-флеш-накопителе» [8,9].

2. «Способ скрининга новообразований молочных желез (RU 2561302), 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 $+26 - +37^{\circ}\text{C}$, 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» [10].

Указанные в данных изобретениях технические решения позволяют выявлять степень равномерности смены локальной температуры тканей (вклю-

чая молочную железу) и цветовой гаммы их изображения на экране тепловизора до, во время и/или после кратковременного обдувания воздухом выбранной поверхности тела человека. Выявляемая равномерность смены локальной температуры и цветового изображения тканей в выбранном участке тела 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. В частности, способ скрининга новообразований молочных желез осуществляют в комнатных условиях. Для самоконтроля структуры желез 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 женщине следует раздеться до пояса, оценить ее 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 и величины площади молочных желез женщины. После этого выбирают для исследования сначала молочную железу, наиболее удаленную от рабочей руки исследователя и начинают производить непрерывное определение динамики температуры поверхности этой железы по изменению ее цвета на экране тепловизора в инфракрасном диапазоне спектра излучения тканей. При необходимости выбирают оптимальный ракурс и делают первый инфракрасный снимок железы. Затем 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 или 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 кожи. В том и другом случае производят третий цветной снимок железы с экрана тепловизора.

Наличие термограмм позволяет сравнивать их друг с другом. Это дает возможность оценивать равномерность изменения цвета и температуры поверхности молочной железы. При этом при равномерности цвета (а точнее при одноцветности инфракрасного изображения железы на экране тепловизора) делают вывод об однородности структуры железы. При наличии участка с относительной ги-

пертермией или гипотермией и/или многоцветности изображения молочной железы на экране тепловизора делают вывод о возможности наличия новообразования в молочной железе. Это является основанием для своевременного обращения к маммологу для более углубленного обследования и уточнения диагноза.

Приводим пример применения указанного способа инфракрасного скрининга молочных желез у пациентки П. в возрасте 45 лет, поступившей с жалобами на боль в правой молочной железе.

После разъяснения безопасности данного способа и получения информированного добровольного согласия женщины на термотепловизиорную диагностику молочных желез попросили ее оголить грудь, установили пациентку левым полубоком грудью в сторону исследователя, выбрали для исследования правую молочную железу, поскольку она оказалась более удаленной от исследователя, чем левая молочная железа. С помощью тепловизора с функцией изображения молочной железы на экране тепловизора в цветах от красного до фиолетового в зависимости от ее локальной температуры соответственно в диапазоне $+26 - +37^{\circ}\text{C}$ начали определение температуры и свойств внутренней структуры правой молочной железы методом инфракрасной термографии в инфракрасном диапазоне спектра излучения в диапазоне температур $+26 - +37^{\circ}\text{C}$ и сделали первый снимок. В качестве обдувающего устройства использовали бытовой фен «ROWENTA» (AC MOTOR, elite MODEL LOOK) с функцией создания равномерного потока холодного воздуха. Оценили размеры молочных желез (объем грудной клетки 80 см и размер чашки бюстгалтера 2-й) как средний вариант, потом включили бытовой фен в электрическую сеть, включатель вентилятора фена, регулятор температуры воздуха в положении, исключающем нагревание воздуха, и регулятор интенсивности его работы, выбрав 2-е положение. При этом начали проводить непрерывное определение динамики температуры поверхности правой молочной железы по изменению ее цвета на экране тепловизора в инфракрасном диапазоне спектра излучения тканей.

Через 5 секунд в процессе термографии выбрали оптимальный ракурс и сделали первый снимок. Затем продолжили непрерывную инфракрасную термографию правой молочной железы при обдувании ее потоком воздуха комнатной температуры. Для этого установили сопло фена на расстоянии 10 см от правой молочной железы с потоком воздуха в ее сторону и начали равномерное ее обдувание. Через 60 секунд от начала обдувания воздухом температура кожи железы снизилась до $+27^{\circ}\text{C}$ и до этого момента температура кожи железы оставалась равномерной по всей ее площади. Произвели второй термографический снимок. После этого прекратили обдувание железы потоком воздуха и продолжили изучение динамики температуры этой железы. Через 10 секунд в верхне-внутреннем квадранте (в районе 2-х часов) начал выявляться очаг с относительной гипотермией размерами 1,5 x 2,0

см (температура в нем была на $0,7^{\circ}\text{C}$ ниже температуры других областей кожи молочной железы). Через 15 секунд была установлена максимальная контрастность температур кожи в этих областях и поэтому в этот момент был произведен третий снимок железы.

После этого сравнили термограммы друг с другом, окончательно установили наличие в правой молочной железе участка с относительной гипотермией, конкретизировали его форму, размер и локализацию, проанализировали данные и выдали заключение о наличии в правой молочной железе доброкачественного новообразования размером 1,5 x 2,0 см в районе 2-х часов (по виртуальному циферблату) с низкой теплопроводностью и теплопродукцией.

После этого провели аналогичное исследование второй молочной железы и выдали заключение о равномерности ее структуры и об отсутствии в ней новообразования.

При этом тепловизиорное исследование молочных желез было проведено менее, чем за 7 минут.

Затем был проведен углубленный анамнез, в результате которого установили, что в июле пациентка была на сенокосе, во время которого получила укус насекомого в верхне-внутренний квадрант правой молочной железы. На основании полученных результатов и устного сообщения был выставлен окончательный диагноз: последствия укуса насекомого в правой молочной железе. Проведенное в последующем наблюдение за данной пациенткой в течение месяца подтвердило правильность диагноза. Локальная болезненность и уплотнение в правой молочной железе исчезли.

Таким образом, тепловизор в комбинации с бытовым феном обеспечивает экспресс-диагностику новообразований молочных желез за счет выявления неравномерности цветного инфракрасного изображения желез на экране тепловизора. При этом фен позволяет равномерно охлаждать железы за счет их обдувания воздухом комнатной температуры, а тепловизор позволяет получать информацию о термоасимметрии кожи в области проекции объекта с иной теплопроводностью или теплопродукцией. Оба прибора вполне пригодны для многократного самостоятельного применения в бытовых условиях, а получаемая при этом информация о цветном изображении молочных желез на экране тепловизора может стать вполне понятной уже после знакомства с несколькими снимками. Поэтому тепловизиорный самоконтроль молочных желез может исключить позднюю диагностику рака молочной железы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что для самоконтроля молочных желез в быту наиболее пригодным может оказаться способ инфракрасной экспресс-диагностики новообразований молочных желез, сущностью которого является мониторинг цветовой гаммы инфракрасного изображения молочных желез на экране тепловизора во время и после их обдувания воздухом

комнатной температуры с помощью бытового фена. При наличии новообразования в молочной железе она имеет неравномерную локальную температуру и поэтому изображение железы на экране тепловизора не выглядит монохромным. Более того, изображение железы свидетельствует о наличии в нем зоны с иным цветом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Гадельшина АА, Герасимова НН. Мониторинг тепловизорного изображения подмышечной области в норме и после кратковременного охлаждения или нагревания. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016;11(5):891-95. [Gadelshina A.A., Gerasimova N.N. Monitoring thermal imaging image the axillary region in norm and after a brief cooling or heating. International Journal Applied and Fundamental Research. 2016;11(5): 891-95 (in Russ.)].
2. Гадельшина АА. Инфракрасная термография в условиях температурного контрастирования молочных желез как способ повышения скорости и эффективности диагностики новообразований. Электронный научно-образовательный вестник здоровье и образование в XXI веке. 2016;18(7):1-5. [Gadelshina AA. Infrared thermography in the conditions of temperature contrasting of mammary glands as the way of rising of rate and efficiency of diagnostics of neoplasms. Electronic scientific-educational journal. Health and education in the twenty-first century. 2016;18(7):1-5 (in Russ.)].
3. Ураков АЛ. Инфракрасная термография и тепловая томография в медицинской диагностике: преимущества и ограничения. Электронный научно-образовательный вестник здоровье и образование в XXI веке. 2013;15(11):45-51. [Urakov AL. Infrared thermography and thermal tomography in medical diagnostics: advantages and limitations. Electronic scientific-educational journal. Health and education in the twenty-first century. 2013;15(11):45-51 (in Russ.)].
4. Ураков АЛ, Гадельшина АА, Герасимова НН, Уракова ТВ. Экспресс-метод инфракрасной диагностики состояния молочных желез в бытовых условиях. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016;7(6):996-98. [Urakov AL, Gadelshina AA, Gerasimova NN, Urakova TV. Express-method for infrared diagnostics of lacteal glands in the domestic environment. International Journal Applied and Fundamental Research. 2016;7(6):996-98 (in Russ.)].
5. Ураков АЛ, Уракова НА, Уракова ТВ. Инфракрасный самоконтроль молочных желез. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016;7(2):217-20. [Urakov AL, Urakova NA, Urakova TV. Infrared self-control mammary glands. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2016;7(2):217-20 (in Russ.)].
6. Гуревич КГ, Анищенко АП, Ураков АЛ, Архангельская АН, Уракова НА, Касаткин АА и др. Способ инфракрасной оценки устойчивости пояснично-крестцового мышечного и суставного комплекса пациента к сгибательно-разгибательной нагрузке. Патент РФ RU 2604957. 2016. [Gurevich KG, Anishchenko AP, Urakov AL, Arkhangel'skaja AN, Urakova NA, Kasatkin AA et al. Method for infrared estimation of lumbosacral muscle and joint complex stability in flexion-extension movements. Russian Federation patent RU 2604957 C1. 2016 (in Russ.)].
7. Urakov AL, Kasatkin AA, Urakova NA. Changes the local temperature of venous blood and venous vessel walls as the basis for visualization of superficial veins in the infrared venography, using temperature-induced tissue contrast. In: Ng Eddie YK, Etehad Tavarol M, editors. Application of Infrared to Biomedical Sciences. Series in BioEngineering. Singapore: Springer Nature; 2017:429-36.
8. Ураков АЛ, Фишер ЕЛ. Температурное контрастирование тканей тела человека улучшает их инфракрасную визуализацию. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016;6(5):884-86. [Urakov AL, Fisher EL. Temperature contrasting of body tissue improves their infrared visualization. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2016;6(5):884-86 (in Russ.)].
9. Ураков АЛ, Уракова НА, Никитюк ДБ, Насыров МР, Фишер ЕЛ, Чернова ЛВ. Способ инфракрасной томографии поверхности тела при судебно-медицинском освидетельствовании живых лиц. Патент РФ RU 2581718. 2016. [Urakov AL, Urakova NA, Nikitiuk DB, Nasyrov MR, Fisher EL, Chernova LV. Method of infrared tomography of the body surface for the forensic medical examination of living persons. Russian Federation patent RU 2581718 C1. 2016 (in Russ.)].
10. Ураков АЛ, Уракова ТВ, Уракова НА, Соколов АН, Чернова ЛВ, Фишер ЕЛ, Девицкая ЕВ. Способ инфракрасного скрининга новообразований молочных желез. Патент РФ RU 2561302. 2015. [Urakov AL, Urakova TV, Urakova NA, Sokolov AN, Chernova LV, Fisher EL, Devitskaya EV. Method of infrared screening for breast tumors. Russian Federation Patent RU 2561302 C1. 2015 (in Russ.)].