

УДК 615.015.16:615.451.3

**ТЕМПЕРАТУРНОЕ КОНТРАСТИРОВАНИЕ ТКАНЕЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
УЛУЧШАЕТ ИХ ИНФРАКРАСНУЮ ВИЗУАЛИЗАЦИЮ**^{1,2}Ураков А.Л., ²Фишер Е.Л.¹ФГБУН «Институт механики» Уральского отделения РАН, Ижевск, e-mail: urakoval@live.ru;²Стоматологическая клиника «РеСто», Ижевск, e-mail: elfischer@mail.ru

Установлено, что изменение локальной температуры органов и тканей тела человека изменяет их лучевые свойства неравномерно. Поэтому регистрация динамики лучевых свойств в выбранной части тела в процессе ее охлаждения или нагревания позволяет изменить качество выявления структуры тканей, четкость и контрастность их изображения на экранах приборов лучевой диагностики. В частности, предложено оригинальное решение проблемы инфракрасной визуализации структуры тканей, которые расположены под кожей тела человека. Для визуализации структуры щеки, молочных желез, кровоподтеков и ушибов мягких тканей при ударах твердыми тупыми предметами, а также для выявления инородных тел в кисти руки предложено регистрировать динамику локальной температуры поверхности в выбранной части тела в условиях различных температурных режимов. Приводится сущность нескольких изобретений, посвященных повышению четкости и контрастности структуры тканей тела человека и находящихся в них новообразований и инородных тел.

Ключевые слова: локальная температура, инфракрасная термография, лучевая диагностика, тепловизор

**TEMPERATURE CONTRASTING OF BODY TISSUE IMPROVES
THEIR INFRARED VISUALIZATION**^{1,2}Urakov A.L., ²Fisher E.L.¹Institute of Mechanic Ural branch of RAS, Izhevsk, e-mail: urakoval@live.ru;²Dental Clinic «ReSto», Izhevsk, e-mail: elfischer@mail.ru

The change in local temperature of the organs and tissues of the human body changes their radiation properties non-uniformly. So check the beam dynamics properties in selected parts of the body in the process of cooling or heating allows you to change the quality of identification of tissue structure, clarity and contrast of their images on the screens of the devices of radiological diagnosis. In particular, proposed an original solution to the problem of near infrared imaging of tissue structure, which are located under the skin of the human body. To visualize the structure of the cheeks, and breast, bruising and soft tissue injuries when striking with hard blunt objects, and to detect foreign bodies in the hand asked to register the dynamics of the local surface temperature in selected body area in different temperature regimes. Is the essence of a number of inventions devoted to increasing the clarity and contrast of the tissue structure of the human body and in their neoplasms and foreign bodies.

Keywords: local temperature, infrared thermography, radiation diagnostics, thermal imaging camera

Официальные стандарты диагностики и лечения болезней до сих пор не содержат рекомендаций по локальному нагреванию или охлаждению «больных» частей тела с целью повышения эффективности лучевой диагностики их структуры и выявления подкожных объектов, «невидимых» общепринятыми методами лучевой визуализации. Тем не менее, изменение температуры тканей неравномерно изменяет их метаболизм и физико-химические характеристики [16], а разная степень изменения физико-химических свойств тканей тела человека при изменении их температуры позволяет дифференцировано изменять агрегатное состояние тканей с помощью локальной гипотермии [1, 2] и улучшать инфракрасную диагностику [8, 11].

Иными словами, искусственная локальная гипотермия выбранного участка тела человека изменяет физико-химические параметры его жидких, мягких и твердых тканей в разной степени [8, 14,

15]. Это лежит в основе неравномерного изменения лучевых свойств разных тканей при изменении их температуры [7, 12]. В свою очередь, неравномерность изменения лучевых свойств тканей при изменении их температуры позволяет использовать локальное нагревание и охлаждение для более четкого изображения внутренних структурных объектов на экране тепловизора подобно различной проницаемости тканей при введении в них контрастных средств в рентгенологии [8].

Впервые о грандиозных перспективах применения локальной гипотермии и гипертермии в медицине было заявлено в России еще в 1984 – 1989 годах [3, 4, 5, 6]. Именно в этот период времени локальная гипотермия была впервые предложена как альтернатива медикаментозного сохранения жизни тканям при их ишемии и гипоксии, а локальная гипертермия была впервые предложена как альтернатива медикаментозного гемостаза при паренхиматозных

кровотечения. Термин «термоконтрастирование» тканей был впервые предложен в 2009 году также в России [8]. Тем не менее, стандарты инфракрасной диагностики в медицине до сих пор не включают использование искусственной локальной гипотермии и локальной гипертермии для температурного контрастирования тканей и повышения четкости изображения структуры тканей на экране тепловизора. Более того, в стандартах медицинской инфракрасной термографии отсутствует и сам термин «температурное контрастирование» тканей.

В связи с этим для исторической справедливости приводим сущность нескольких изобретений, посвященных выявлению невидимых структур тканей и улучшению четкости их изображения на экране тепловизора с помощью локальной гипо- и/или гипертермии.

1. Сущность «Способа инфракрасной визуализации подкожных вен конечности по А.А. Касаткину» заключается в том, что предварительно на выбранный участок конечности оказывают механическое воздействие в виде циркулярного сдавливания вплоть до прекращения оттока крови от исследуемого участка, затем опускают дистальную часть конечности в воду, подогретую до $+42^{\circ}\text{C}$ вплоть до развития стойкой локальной тепловой гиперемии, оголяют исследуемую поверхность, прикладывают к ней пузырь со льдом вплоть до развития стойкой холодовой гиперемии, вынимают конечность из воды, убирают пузырь со льдом, укладывают и фиксируют конечность в положении, обеспечивающем визуальное наблюдение за всей исследуемой поверхностью, в качестве аппарата используют тепловизор, регистрацию усиления кровотока осуществляют в инфракрасном диапазоне спектра излучения при прекращении механического сдавливания и при достижении максимального термоконтрастирования вен [8].

2. Сущность «Способа инфракрасной диагностики структуры щеки» заключается в том, что в качестве жидкости используют питьевую воду при температуре $+42^{\circ}\text{C}$, доза ее определяется путем полного заполнения полости рта, вода вводится на срок до 3-х минут, в качестве аппарата лучевой диагностики используют тепловизор с функцией цветного инфракрасного изображения щеки на экране в зависимости от ее локальной температуры в диапазоне $+26 - +37^{\circ}\text{C}$, регистрацию температуры проводят методом инфракрасной термографии, осуществляемой до введения воды и после развития гипертермии щеки при достижении максимальной разницы температуры

в выбранной ее части, сравнивают термограммы друг с другом и при равномерной температуре щеки выдают заключение об однородности структуры щеки, а при наличии участка с локальной гипо- или гипертермией конкретизируют его форму, размер и локализацию, анализируют данные и выдают заключение о форме, размере и месте локализации в щеке участка соответственно с низкой или высокой теплопроводностью [13].

3. Сущность «Способа скрининга новообразований молочных желез» заключается в том, 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 [9].

4. Сущность «Способа инфракрасной визуализации инородных тел в кисти» заключается в том, что выбранную кисть оголяют, осуществляют циркулярное сдавливание руки выше кисти вплоть до исчезновения артериального пульса на периферии, опускают кисть в воду при температуре $+25 - +26^{\circ}\text{C}$ на срок 3 – 10 секунд, извлекают кисть из воды и тут же укладывают ее выбранной плоскостью на плоский источник постоянного теплового излучения при температуре $+42^{\circ}\text{C}$, выполненный из материала с высокой теплопроводностью, фиксируют конечность в положении, обеспечивающем инфракрасную визуализацию поверхности противоположной плоскости кисти с помощью тепловизора, после чего регистрируют динамику

локальной температуры этой поверхности в условиях ее ишемии, тепловизор используют с функцией изображения исследуемой поверхности на экране прибора в цветах от красного до фиолетового в зависимости от ее локальной температуры соответственно в диапазоне $+26 - +37^{\circ}\text{C}$, при выявлении в кисти зоны аномальной локальной гипо- или гипертермии конкретизируют ее форму, размер и локализацию, анализируют данные и выдают заключение о форме, размере, месте локализации объекта в кисти и о, соответственно, низкой или высокой его теплопроводности и теплопродукции, после чего прекращают циркулярное сдавливание руки, а при отсутствии зоны аномальной гипо- или гипертермии способ применяют повторно не ранее, чем через 5 минут, изменяя последовательность использования плоскостей кисти [10].

Список литературы

1. Сойхер М.Г., Решетников А.П., Уракова Т.В., Копылов М.В., Фишер Е.Л. Способ инфракрасной диагностики структуры щек // Проблемы экспертизы в медицине. – 2013. – № 4. С. 14-16.
2. Ураков А.Л. Инфракрасное тепловидение и термолочия как основа безопасной лучевой диагностики в медицине // Фундаментальные исследования – 2013. – № 9. – С. 43-45.
3. Ураков А.Л. Использование гипотермии для изыскания принципиальных путей фармакологической защиты миокарда от повреждения в ранний период острой ишемии // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1984. – № 4. – С. 512.
4. Ураков А.Л. Холод в защиту сердца // Наука в СССР. – 1987. – № 2. – С. 63 – 65.
5. Ураков А.Л. Рецепт на температуру. Ижевск: Удмуртия. – 1988. – 80 с.
6. Ураков А.Л. Рецепт на температуру // Наука и жизнь. – 1989. – № 9. – С. 38 – 42.
7. Уракова Н.А., Ураков А.Л. Теплоизлучение поверхности головы плода как показатель обеспеченности коры головного мозга кислородом в родах // Проблемы экспертизы в медицине. – 2012. – № 3-4. – С. 32-36.
8. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., Дементьев В.Б., Мальчиков А.Я., Решетников А.П., Соколова Н.В., Забокрицкий 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.
9. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Уракова Н.А., Соколов А.Н., Чернова Л.В., Фишер Е.Л., Девичкая Е.В. Способ инфракрасного скрининга новообразований молочных желез // RUS Патент № 2561302. 2015. Бюл. № 24.
10. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Решетников А.П., Чернова Л.В., Чернов А.В., Е.В. Девичкая. Способ инфракрасной визуализации инородных тел в кисти // RUS Патент № 2557687. 2015. Бюл. № 21.
11. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Никитюк Д.Б., Насыров М.Р., Фишер Е.Л., Чернова Л.В. Способ инфракрасной томографии поверхности тела при судебно-медицинском освидетельствовании живых лиц // RUS Патент № 2581718. 2016. Бюл. № 11.
12. 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.
13. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Уракова Н.А., Решетников А.П., Сойхер М.Г., Агарвал Р.К., Копылов М.В., Бортник Д.В., Волков Е.Л. Способ инфракрасной диагностики структуры щеки // RUS Патент № 2544291. 2015. Бюл. № 8.
14. 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. 4. – P.209-215.
15. Urakov A.L., Urakova N.A., Chernova L.V., Fischer E.L., Nasyrov M.R. Infrared thermography forearm skin in places intradermal injections of blood or solutions of drugs before and after the appearance of the bruise // Thermology International. – 2015. – V. 2 – P.66 – 67.
16. Urakov A.L. Development of new materials and structures based on managed physical-chemical factors of local interaction. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2016. V. 123. 012008.