

УДК 615.456.1.2

ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ ЩЕК ПРИ ПРИЕМЕ ВОДЫ И ПИЩИ**Решетников А.П., Сойхер М.Г., Копылов М.В.**

*ФГБУН «Институт механики» Уральского отделения РАН, Ижевск, e-mail: areshetnikov@list.ru;
ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, Ижевск,
e-mail: marina-soiher@yandex.ru*

В условиях стоматологической клиники в инфракрасном диапазоне спектра излучения проведено исследование интенсивности излучения тепла щеками в норме, при жевании орехов, при приеме питьевой воды и при вдыхании воздуха. Установлено, что через несколько минут после начала пищевой, водной и/или воздушной нагрузки происходит существенное изменение температуры поверхности щек и цвета их изображения на экране тепловизора. В частности, при жевании грубой пищи в области проекции жевательных мышц временно возникает очаг локальной гипертермии, локализация, форма и размеры которого отражают локализацию, форму и размеры жевательных мышц, участвующих в жевании. При введении в полость рта теплых веществ временно возникает очаг гипертермии, локализация, форма и размеры которого соответствуют локализации, форме и размеру слюнной железы. Показана высокая перспективность безопасной инфракрасной термографии при лучевой диагностике жевательных мышц и слюнных желез.

Ключевые слова: инфракрасная термография, локальная температура, слюнная железа, жевательные мышцы

INFRARED THERMOGRAPHY CHEEKS WHEN TAKING FOOD AND WATER**Reshetnikov A.P., Soykher M.G., Kopylov M.V.**

*Institute of Mechanics UB RAS, Izhevsk, e-mail: areshetnikov@list.ru;
Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, e-mail: marina-soiher@yandex.ru.*

In the conditions of a dental clinic in the infrared range of a spectrum of radiation conducted a study of the intensity of the heat radiation of the skin of the cheeks is normal, when chewing nuts when eating drinking water and inhalation of air. It is established, that after a few minutes of food, water and/or air load there is a significant change in the temperature of the surface of the cheeks and the colors of their image on the screen of the imager. In particular, when chewing rough food in the projection of the masticatory muscles temporarily occurs hearth of local hyperthermia, localization, form and dimensions of which reflect the location, shape and dimensions of the masticatory muscles involved in chewing. With the introduction of the oral cavity warm substances temporarily occurs hearth hyperthermia, localization, form and dimensions of which correspond to the location, shape and size of the salivary glands. Shows a high prospect safe infrared thermography radiodiagnostics of masticatory muscles and salivary glands.

Keywords: infrared thermography, local temperature, gland, chewing muscles

Необходимость ранней и точной диагностики заболеваний органов и тканей челюстно-лицевой области человека при оказании стоматологической помощи, а также при судебно-медицинской экспертизе живых лиц продолжает оправдывать риск применения таких опасных методов лучевой диагностики, как ультразвуковое и рентгеновское исследование [9, 10]. Более того, в последние годы сфера применения методов рентгеновской компьютерной томографии в медицинской практике России расширяется, что позволяет им лидировать по продажам услуг. Однако становится все более очевидным невозможность лишения рентгеновских и ультразвуковых методов лучевой диагностики их агрессивного воздействия на организм.

При этом человек относится к теплокровным животным и чувствует себя комфортно в условиях с температурой воздуха в пределах +24–26 °С, в связи с чем в этих условиях живой человек сам является источником излучения – источником тепла [3, 12, 18, 19, 20]. Это обстоятельство создает уникальную возможность лучевой

диагностики тела человека без его дополнительного облучения какими-либо лучами, поскольку для этого достаточно лишь правильно анализировать исходящие от него тепловые (инфракрасные лучи) [12, 13, 14, 15, 17]. Тем более что уже создан прибор, а именно – тепловизор, обеспечивающий такого рода задачи [5, 7, 8]. Однако особенностью динамика теплоизлучения лица человека в норме и при введении в полость рта различных предметов, а также пищи, воды и воздуха при разной температуре пока окончательно не разработаны [8].

Цель исследования – разработка инфракрасной диагностики жевательных мышц и слюнных желез.

Материалы и методы исследования

В условиях стоматологической клиники «РеСто» города Ижевска в инфракрасном диапазоне спектра излучения определена динамика теплоизлучения щек у 25 здоровых взрослых добровольцев в норме, во время и после приема внутрь питьевой воды, жевания орехов и вдыхания воздуха открытым ртом. Исследования проведены с помощью тепловизора NEC TN91XX (США) в диапазоне температуры +25–36 °С в помещении с температурой воздуха +24–25 °С.

Обработка данных, полученных с помощью тепловизора, произведена с использованием программ Thermography Explorer и Image Processor.

Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы BIOSTAT по общепринятой методике [4, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты наших исследований доказывают высокую безопасность и достаточную информативность инфракрасной термографии при проведении диагностики оголенной поверхности лица у взрослых людей. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что инфракрасный метод лучевой диагностики лишен агрессивного влияния на пациентов и медицинских работников, участвующих в инфракрасной термографии. Такая высокая безопасность метода обусловлена исключением дополнительного воздействия на людей электромагнитных колебаний [9, 10]. Дело в том, что инфракрасная термография основана на анализе естественного теплового излучения, исходящего от организма.

Полученный нами опыт свидетельствует о том, что значительным преимуществом инфракрасной термографии щек является возможность получения точной и срочной информации об особенностях теплового излучения лица без физического контакта с человеком. Более того, применение тепловизора обеспечивает получение достоверной и точной информации с расстояния в несколько метров от объекта без специальных мер защиты пациентов и медицинских работников. Особенно важным является также то, что инфракрасное тепловидение является абсолютно безопасным для пациентов и медицинского персонала не только при однократном и кратковременном применении метода, но и при непрерывном многочасовом мониторинге лица.

Показано, что методу инфракрасной термографии щек в норме, при жевании пищи, либо при введении в полость рта пищи, воды и/или воздуха присущи следующие преимущества: независимость от внешних условий, бесконтактность, бесшумность, скрытность получения информации для исследуемого объекта и его соседей, портативность, возможность многочасового непрерывного мониторинга и «бесконечного» наблюдения за несколькими пациентами одновременно, независимость от освещенности объекта, высокая скорость получения информации, длительность ее хранения в «цифровом» варианте, возможность ее моментального анализа с помощью компьютерной обработки и возможность транс-

портировки и передачи данных на большое расстояние по электронной почте.

Полученные нами результаты позволили установить следующее. Во-первых, у всех здоровых людей в области лица выявляется 3 зоны локальной гипотермии: одна – в области носа, две – с обеих сторон от нее. Боковые зоны гипотермии расположены в области щек. После введения в полость рта пищи, воды и вдыхания открытым ртом воздуха при комнатной температуре (+24–25°C), температура кожи носа и щек снижается по всей их площади относительно равномерно. Так, при активном вдыхании воздуха открытым ртом 5 мин температура кожи носа и щек уменьшается соответственно на $0,7 \pm 0,07$ и $0,4 \pm 0,09$ °C ($P \leq 0,05$, $n = 25$). После введения в полость рта пищи и воды при комнатной температуре без актов жевания локальная температура кожи щек и носа в наших исследованиях изменялась разнонаправлено в разные отрезки времени. При жевании грубой пищи температура кожи в области носа повышается равномерно по всей площади носа на $1,7 \pm 0,1$ °C ($P \leq 0,05$, $n = 25$), а температура кожи в области щек меняет свою равномерность на мозаичность симметрично с правой и левой стороны (рис. 1).

Сравнение инфракрасных термограмм правых и левых щек, выполненных в группе здоровых добровольцев в норме (до введения в полость рта пищи, воды или воздуха), а также до жевания не выявило достоверных различий.

В качестве примера приводим инфракрасные термограммы правой стороны лицевой части головы здоровой девушки, демонстрирующие наличие зоны локальной гипотермии в области щеки и носа до и после приема пищи. Кроме этого видно, что прием пищи, осуществленный в условиях комнатной температуры, повышает температуру кожи лица. Причем, температура в области щеки повышается неравномерно. Температура щеки в области проекции жевательных мышц, участвующих в жевании принятой пищи, повышается более значительно, чем в соседних областях щеки. В частности, температура кожи щек повышается после приема пищи в области проекции жевательных мышц на $1,4 \pm 0,2$ °C, а за их пределами – на $0,3 \pm 0,05$ °C ($P \leq 0,05$, $n = 25$).

Помимо этого, нами получены результаты, свидетельствующие о том, что локальная температура кожи носа и щек зависит от температуры воздуха, пищи и воды, вводимых в ротовую полость. Показано, что введение их в рот холодными понижает, а введение их теплыми повышает температуру кожи лица в области щек.

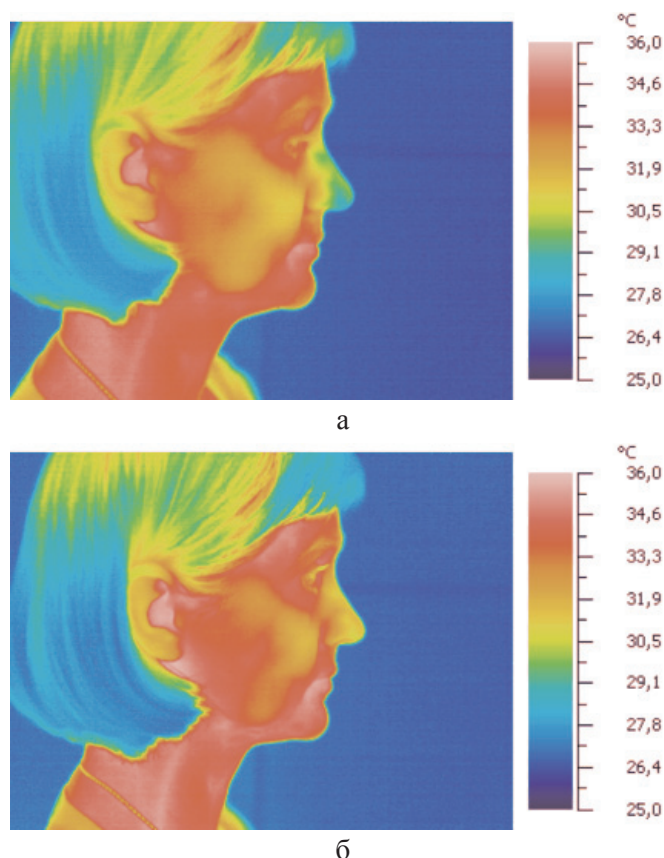


Рис. 1. Инфракрасные термограммы правой стороны головы здоровой девушки О., выполненные до (а) и через 10 минут после жевания (б) грубой пищи при температуре $+24\text{--}+25^\circ\text{C}$

Имеющийся у нас опыт убеждает, что наиболее вероятное прикладное медицинское значение может иметь инфракрасная термография щек, осуществляемая при введении в полость рта теплой воды, пищи и/или воздуха, так как введение их холодными угрожает здоровью людей из-за вероятности развития простудных заболеваний.

В качестве примера приводим инфракрасные термограммы лицевой части головы здоровой девушки, выполненный до и через 5 минут после введения в полость рта 50 мл питьевой воды при температуре $+40^\circ\text{C}$ (рис. 2).

Как следует из приведенных инфракрасных термограмм, введение в ротовую полость взрослой здоровой девушки 20 мл воды при температуре $+40^\circ\text{C}$ способствует повышению температуры кожи ее щеки без осуществления актов жевания. При этом температура повышается неравномерно по поверхности щеки. Причем, первой формируется зона локальной гипертермии в области проекции слюнной железы.

Проведенный нами анализ инфракрасных термограмм показал, что введение в ротовую полость теплой воды способствует развитию зоны локальной гипертермии овальной формы, в которой уровень темпе-

ратуры превышает температуру соседних областей щеки в среднем на $0,9 \pm 0,15^\circ\text{C}$ ($P \leq 0,05$, $n = 25$).

Таким образом, жевание грубой пищи, имеющей комнатную температуру, повышает температуру кожи щек преимущественно и наиболее существенно в области проекции жевательных мышц, принимавших участие в процессе жевания. С другой стороны, введение в полость рта воды, пищи и/или воздуха теплыми (при температуре выше температуры тела человека) способно повысить температуру кожи лица в области проекции слюнных желез.

Следовательно, инфракрасная термография и тепловизорный мониторинг теплового излучения кожи щек в норме, при жевании пищи, а также при введении в полость рта твердых, жидких и газообразных веществ с различной температурой дает надежду на разработку технологий безопасной лучевой диагностики жевательных мышц и слюнных желез у здоровых людей. Предполагается, что инфракрасная термография щек может оптимизировать диагностику и лечение гипертонуса жевательных мышц при миогенных болевых феноменах лица в стоматологической практике [1, 2].

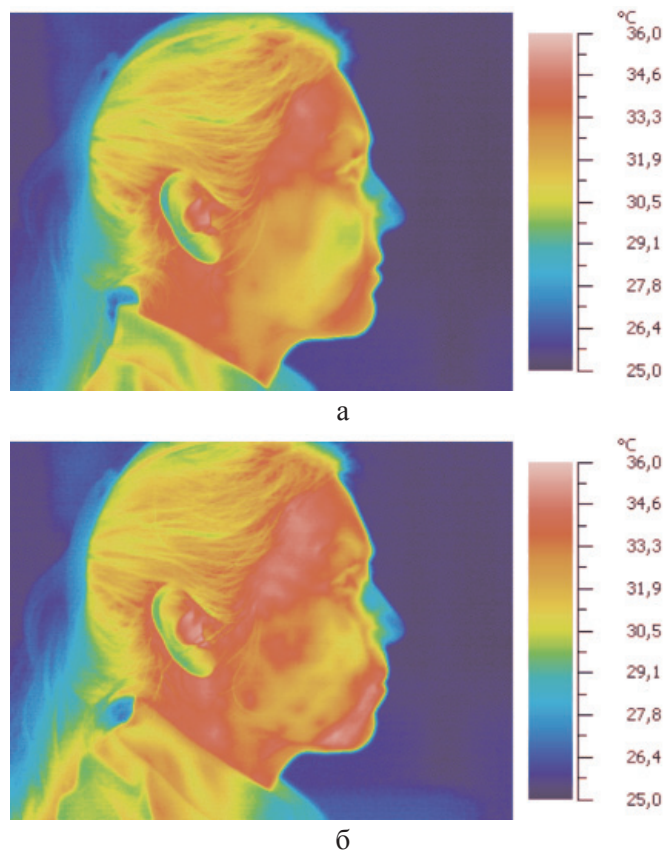


Рис. 2. Инфракрасные термограммы правой стороны головы здоровой девушки С., выполненные до (а) и через 3 минуты после введения в рот (б) 20 мл питьевой воды при температуре +40°C

Список литературы

1. Орлова О., Сойхер М.И., Сойхер М.Г. Гипертонус жевательных мышц и ботулинический токсин типа А (лантокс) в стоматологической практике // Врач. – 2009. – № 9. – С. 13–17.
2. Сойхер М.И., Орлова О.Р., Сойхер М.Г. Гипертонус жевательных мышц и его коррекция БТА при эстетических проблемах нижней половины лица // Вестник эстетической медицины. – 2011. – Т. 10, № 1. – С. 58–64.
3. Ураков А.Л. Рецепт на температуру // Наука и жизнь. – 1989. – № 9. – С. 38–42.
4. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В. и др. Использование тепловизора для оценки постинъекционной и постинфузионной локальной токсичности растворов лекарственных средств // Проблемы экспертизы в медицине. – 2009. – Т. 9, № 33–1. – С. 27–29.
5. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В. и др. Мониторинг инфракрасного излучения в области инъекции как способ оценки степени локальной агрессивности лекарств и инъекторов // Медицинский альманах. – 2009. – № 3. – С. 133–136.
6. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В. и др. Многоцветность изображения рук на экране тепловизора как показатель эффективности реанимационных мероприятий при клинической смерти // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2010. – № 1 (28). – С. 57–59.
7. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В. и др. Влияние кратковременной гипоксии и ишемии на температуру кистей рук и цветовую гамму их изображения на экране тепловизора // Медицинский альманах. – 2010. – № 2. – С. 299–301.
8. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Решетников А.П. и др. Способ изготовления и установки стоматологической конструкции // Патент России 2469640. 2012. Бюл. № 35.
9. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Сойхер М.Г. и др. Цифровая инфракрасная термография как метод лучевой диагностики будущего. Фундаментальные и прикладные науки сегодня. Материалы международной научно-практической конференции. (25–26 июля 2013 г., Москва). – М., 2013. – С. 31–33.
10. Ураков А.Л. Инфракрасное тепловидение и термолгия как основа безопасной лучевой диагностики в медицине // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9, Ч. 4. – С. 43–45.
11. 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.
12. Ammer K. Temperature gradients in Raynaud's phenomenon. Comparison by gender, age class and finger involvement // Thermology international. – 2010. – Vol. 20(3). – P. 100–109.
13. Kalicki B., Jung A., Ring F.J., Saracyn M., Niemczy S. Monitoring Renal Dialysis Patients By Hand Thermography // Thermology international. – 2011. – Vol. 21, № 4. – P. 116–118.
14. Nowakowski A. Active dynamic thermography and thermal tomography in medical diagnostics. Advantages and limitations. Lecture notes of the ICB seminar «Advances of infra-red thermal imaging in medicine» (Warsaw, 30 June – 3 July 2013). Edited by A. Nowakowski, J. Mercer. Warsaw, 2013. – P. 25–29.
15. Pors-Nielsen S., Mercer J.B. Dynamic thermography in vascular finger disease – a methodological study of arteriovenous

anastomoses // *Thermology International*. – 2010. – Vol. 20(3). – P. 89–94.

16. Urakov A., Urakova N., Kasatkin A. Temperature of newborns as a sign of life in Russia – time to change in World? *J. Perinat. Med.* – 2013. – Vol. 41. – P. 473.

17. Urakov A.L., Urakova N.A. Thermography of the skin as a method of increasing local injection safety // *Thermology International*. – 2013. – Vol. 23, № 2. – P. 70–72.

18. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A. Dynamics of temperature and color in the infrared image fingertips hand as indicator of the life and death of a person. Lecture notes of the ICB seminar «Advances of infra-red thermal imaging in medicine» (Warsaw, 30 June – 3 July 2013). Edited by A. Nowakowski, J. Mercer. Warsaw. – 2013. – P. 99–101.

19. Urakova N.A. Decrease of the temperature of the head of the fetus during birth as a symptom of hypoxia // *Thermology International*. – 2013. – Vol. 23, № 2. – P. 74–75.

References

1. Orlova O., Soykher M.I., Soykher M.G. e.al., Gipertonus masticatory muscles and botulinum toxin type A (лантокс) in dental practice. *The Doctor*, 2009, no. 9, pp. 13–17.

2. Soykher M.I., Orlova O.R., Soykher M.G., Gipertonus masticatory muscles and its correction in BTA, with aesthetic problems of the lower half of the face. *Vestnik of aesthetic medicine*, 2011, 10, no. 1, pp. 58–64.

3. Urakov A.L., Recipe on the temperature. *Science and life*, 1989, no. 9, pp. 38–42.

4. Urakov A.L., Urakova N.A., Urakova T.V. e.al., Using a thermal imager to assess постинъекционной and постинфузионной local toxicity of the solutions of medicines. *Examination problem in medicine*, 2009, no. 1, pp. 27–29.

5. Urakov A.L., Urakova N.A., Urakova T.V. e.al., Monitoring of radiation in the area of injection as a method of assessing the degree of local aggressiveness drugs and injectors. *Medical almanac*, 2009, no. 3, pp. 133–136.

6. Urakov A.L., Urakova N.A., Urakova T.V. e.al., Multi-color images hands on the screen imager as an indicator of the effectiveness of reanimation measures in clinical death. *Bulletin of Ural Academy of medical Sciences*, 2010, no. 1 (28), pp. 57–59.

7. Urakov A.L., Urakova N.A., Urakova T.V. e.al., The impact of short-term hypoxia and ischemia, with the temperature of your hands and color gamma of the image on the screen of the imager. *Medical almanac*, 2010, no. 2, pp. 299–301.

8. Urakov A.L., Urakova N.A., Reshetnikov A.P. e. al. Means of production and installation of dental design. Patent RU 2469640. *Bull.*, 2012, no. 35.

9. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A., Dementev V.B., Soyher M.G., Soyher E.M. Digital infrared thermography as a method of beam diagnostics of the future. Basic and applied science today. Proceedings of the international scientific-practical conference. (25–26 July 2013, Moscow). Moscow, 2013, pp. 31–33.

10. Urakova N.A., Urakov A.L., Heat radiation surface of the fetal head as the rate of provision of the cortex of the brain with oxygen at birth. *Examination problem in medicine*, 2012, no. 3–4, pp. 32–36.

11. Urakova N.A., Urakov A.L. Heat radiation of the surface of the head of the fetus as a measure of security of the cerebral cortex oxygen delivery // *Problems of expertise in medicine*. 2012. no. 3–4. pp. 32–36.

12. Ammer K., Temperature gradients in Raynaud's phenomenon. Comparison by gender, age class and finger involvement. *Thermology international*, 2010. Vol. 20(3), pp. 100–109.

13. Kalicki B., Jung A., Ring F.J. e.al., Monitoring Renal Dialysis Patients By Hand Thermography. *Thermology international*, 2011. Vol. 21, no. 4, pp. 116–118.

14. Nowakowski A. Active dynamic thermography and thermal tomography in medical diagnostics/ Advantages and limitations. Lecture notes of the ICB seminar «Advances of infra-red thermal imaging in medicine». (Warsaw, 30 June – 3 July 2013). [Edited by A.Nowakowski, J.Mercer]. Warsaw, 2013, pp. 25–29.

15. Pors-Nielsen S., Mercer J.B. Dynamic thermography in vascular finger disease – a methodological study of arteriovenous anastomoses. *Thermology International*, 2010. Vol. 20(3), pp. 89–94.

16. Urakov A., Urakova N., Kasatkin A., Temperature of newborns as a sign of life in Russia – time to change in World? *J. Perinat. Med.*, 2013. Vol. 41, p. 473.

17. Urakov A.L., Urakova N.A., Thermography of the skin as a method of increasing local injection safety. *Thermology International*, 2013. Vol. 23, no. 2, pp. 70–72.

18. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A. Dynamics of temperature and color in the infrared image fingertips hand as indicator of the life and death of a person/ Lecture notes of the ICB seminar «Advances of infra-red thermal imaging in medicine» (Warsaw, 30 June – 3 July 2013). [Edited by A. Nowakowski, J. Mercer]. Warsaw, 2013, pp. 99–101.

19. Urakova N.A., Decrease of the temperature of the head of the fetus during birth as a symptom of Hypoxia. *Thermology International*, 2013. Vol. 23, no. 2, pp. 74–75.

Рецензенты:

Ураков А.Л., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Ижевск;

Вавилов А.Ю., д.м.н., доцент кафедры судебной медицины ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Ижевск.

Работа поступила в редакцию 17.10.2013.