

УДК 616.1-079.4

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ПРИ СОСУДИСТЫХ ПАТОЛОГИЯХ (КРАТКИЙ ОБЗОР)**Кожевникова И.С., Панков М.Н., Старцева Л.Ф., Афанасенкова Н.В.***ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: m.pankov@narfu.ru*

В статье рассмотрены результаты применения инфракрасной термографии при различных сосудистых патологиях и патологиях с вовлечением сосудистого русла. Методика получила новый виток развития в последние годы, в связи с техническим усовершенствованием оборудования для снятия и чтения термограмм. В настоящее время применение термографии позволяет диагностировать патологические изменения на ранней доклинической стадии заболевания, дает возможность проводить мониторинг лечения (как хирургического, так и консервативного) в щадящем для пациента варианте. Однако, для повсеместного внедрения в практику, методика инфракрасной термографии требует дополнительных исследований и создания автоматических программ для обработки термоснимков.

Ключевые слова: инфракрасная термография, функциональная диагностика, мониторинг лечения**APPLICATION OF INFRARED THERMOGRAPHY WITH VASCULAR PATHOLOGY (BRIEF OVERVIEW)****Kozhevnikova I.S., Pankov M.N., Startseva L.F., Afanasenkova N.V.***Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,
e-mail: m.pankov@narfu.ru*

In the article results of application of infrared thermography at various vascular pathologies and pathologies with involvement of a vascular bed are considered. The methodology has received a new spiral of development in recent years, in connection with the technical improvement of equipment for removing and reading thermograms. Currently, the use of thermography allows you to diagnose pathological changes in the early preclinical stage of the disease, makes it possible to monitor treatment (both surgical and conservative) in a patient-friendly option. However, for widespread introduction into practice, the method of infrared thermography requires additional research and the creation of automatic programs for the processing of thermosamples.

Keywords: infrared thermography, functional diagnostics, monitoring of treatment

Инфракрасная термография (ИКТ) основана на регистрации собственного теплового излучения объектов в инфракрасном диапазоне. Метод ИКТ регистрирует только собственное тепловое излучение объектов, поэтому он абсолютно безопасен для человека и может без ограничений использоваться в решении широкого спектра диагностических и клинических задач [1]. В последние годы термография получила новый виток развития в связи с усовершенствованием приборной базы, разработкой программного обеспечения для обработки термоснимков. Параметры инфракрасных камер существенно улучшились: чувствительность современных матричных систем достигает 0,0007–0,01°C, при пространственном разрешении 640×480 и скорости регистрации порядка 50–100 кадров в секунду. Наука о данных внесла вклад в разработку программного обеспечения и автоматической обработки термоснимков.

Одним из основных факторов, влияющих на термографическое изображение, является сосудистый компонент. Поэтому широко изучаются в исследовательской термографии сосудистые заболевания и патологии с максимальным вовлечением со-

судов, близких к поверхности кожи. Так, например, с помощью современных тепловизоров можно создавать температурные карты тела и оценивать их в динамике. Что важно, например, в диабетологии, где необходимо тщательно мониторировать периферическую перфузию и жизнеспособность тканей для планирования тактики дальнейшего ведения пациентов, а также, оценки результатов проведенного лечения [8, 9, 13].

Щитовидная железа, как обширно васкуляризованный орган, также хорошо подходит для термографического изучения. Температурные значения над ее поверхностью быстро реагируют на различные патологические изменения, так как орган, располагает обширным кровоснабжением и активно участвует в обмене веществ. При отсутствии функциональных отклонений на термограммах железы нет четких границ органа, так как поверхность над щитовидной железой имеет изотермический характер. При инволюции щитовидной железы часто на термограммах наблюдается мягкая гипотермия. При гиперплазии же, наоборот, на термограммах щитовидной железы фиксируется гипертермия в проекции органа. При диффузном токсическом зобе гипертермия носит гомогенный

характер и часто повторяет форму органа, при узловой гиперплазии – становится неомогенной. При токсической аденоме и раке щитовидной железы проекция патологического очага дает на термограммах область с очень высоким повышением температуры [5]. В настоящее время разрабатываются компьютерные модели и алгоритмы, которые могли бы использоваться для диагностики различных патологий щитовидной железы [10].

Использование ИКТ для дифференциальной диагностики сосудистых заболеваний и использование метода для оценки эффекта проводимого лечения рассмотрены во многих отечественных и зарубежных публикациях [4, 7, 12]. Результаты клинического исследования показывают, что обследование пациентов с помощью ИКТ в кабинете врача при физикальном обследовании, проводимом как с нагрузочной пробой, так и без нее, крайне информативно и дополняет диагностическую картину о состоянии сосудов нижних конечностей [14]. Результаты ИКТ показывают высокую корреляцию с другими методами исследования сосудов нижних конечностей. В областях с патологическим изменением кровотока нижних конечностей наблюдается повышение температуры на термоснимках. Температурный контраст между пораженными и здоровыми областями составляет 0,7–1,0 °С [11].

Описаны положительные результаты лечения заболеваний сосудов нижних конечностей с использованием перфторана. Так, при термографическом обследовании пациентов с целью оценки эффективности лечения облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей перфтораном было установлено уменьшение перепада температур между пальцами и стопой в случаях успешного проведения терапевтических методов лечения [6].

Изучен термографический профиль поверхности голени больных с венозной болезнью нижних конечностей (ВБНК) с помощью ИКТ и радиотермографии (РТ) для определения диагностической ценности различных термографических методов в диагностике ВБНК. В качестве референтного метода, подтверждающего наличие или отсутствие патологии вен, использовали ультразвуковое ангиосканирование (УЗАС). Специфичность и чувствительность комбинированной термографии составили 86,7 и 87,9% соответственно. Венозная болезнь (ВБ) выявлена при УЗАС в 35 случаях, посттромботическая болезнь в стадии реканализации – в 32 случаях, острый венозный тромбоз – в 16 случаях, патологии вен не обнаружено в 31 наблюдении. По мнению авторов, изменения поверхностных и глубоких температур у больных

с ВБ нижних конечностей имеют определенное диагностическое значение, но не достигают возможностей УЗАС. Особенно явно недостаточная эффективность термографии проявляется при начальных стадиях ВБ, когда практически отсутствуют признаки венозного застоя, поэтому термографические методы будут иметь большее клиническое значение, не в диагностике, а в контроле эффективности лечения данного заболевания [3].

Имеется опыт оценки возможностей инфракрасной цветной жидкокристаллической термографии и ИКТ в комплексном лечении больных циррозом печени, осложнённом портальной гипертензией. Полученные с помощью тепловизора результаты дают объективную информацию о степени кровоснабжения передней брюшной стенки у больных циррозом печени, осложнённым портальной гипертензией. Метод позволяет объективно оценить выраженность окольного кровотока по сосудистым коллатералям передней брюшной стенки. Термографические показатели соответствуют ультразвуковым и эндоскопическим данным, что позволяет хирургам определять целесообразность оперативного лечения и проводить неинвазивный мониторинг состояния пациента в послеоперационном периоде [2, 7].

Заключение

Методика инфракрасной термографии, несомненно, занимает всё большее значение в наборе диагностических манипуляций, так как обладает целым рядом достоинств, к которым, в первую очередь, относятся безопасность и неинвазивность, как для обследуемого, так и для исследователя. Термография позволяет диагностировать патологические изменения на ранней доклинической стадии заболевания, что дает возможность проводить регулярный мониторинг лечения (как хирургического, так и консервативного), повторять при необходимости исследование в динамике, и также дает дополнительную диагностическую информацию по ряду различных патологий. Однако, для повсеместного внедрения в практику, методика ИКТ требует дополнительных исследований, разработок в области информационных технологий и создания автоматических программ для обработки термоснимков. За последние несколько лет достигнуты заметные результаты в автоматизации постановки диагноза на основе анализа термограмм. Эти результаты обусловлены улучшением эксплуатационных характеристик тепловизоров, а также успехами в разработке алгоритмов обработки изображений и анализа данных.

Список литературы

1. Анализ теплового рельефа на теле человека / Г.Р. Иваницкий, А.А. Деев, Е.П. Хижняк, Л.Н. Хижняк // Технологии живых систем. – 2007. – Т. 4, № 5–6. – С. 43–50.
2. Возможности термографии в диагностике и лечении больных циррозом печени, осложненным портальной гипертензией / А.Ф. Якупов, А.Ю. Анисимов, А.Ф. Галимзянов [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2008. – Т. 89, № 6. – С. 842–846.
3. Замечник Т.В., Ларин С.И. Возможности термографии в диагностике варикозной болезни нижних конечностей // Флебология. – 2009. – № 3. – С. 10–14.
4. Иваницкий Г.Р. Тепловидение в медицине // Вестник Российской академии наук. – 2006. – Т. 76, № 1. – С. 48–58.
5. Ткаченко Ю.А., Голованова М.В., Овечкин А.М. Клиническая термография (обзор основных возможностей). – Нижний Новгород: Закрытое акционерное общество «Союз восточной и западной медицины», 1998. – 96 с.
6. Хижняк Л.Н. Диагностика и контроль эффективности лечения заболеваний сосудов нижних конечностей с использованием матричных термовизионных систем: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пушкино, 2006. – 23 с.
7. Шушарин А.Г., Морозов В.В., Половинка М.П. Медицинское тепловидение – современные возможности метода // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. – С. 1–18.
8. Alteration of foot temperature in diabetic neuropathy: is it another piece of puzzle? / A.S. Naicker, S.A. Roohi, C.S. Lee et al. // Med. J. Malaysia. 2006, N 61, Suppl. A. P. 10–13.
9. Assotiation between Foot temperature and SudomotorDisfunction in Type 2 Diabetes / N. Papanas, K. Papatheodorou, D. Papazoglou et al. // J. Journal of Diabetes Science and Technology. 2010, N 4 (4). P. 803–807.
10. Computer Simulation/Practical Models for Human Thyroid Thermographic Imaging / J. Rizkalla, W. Tilbury, A. Helmy et al. // J. Biomedical Science and Engineering. – 2015. – N 8. P. 246–256.
11. Infrared thermal imaging for detection of peripheral vascular disorders / S. Bagavathiappan, T. Saravanan, J. Philip et al. // J. Med Phys. 2009. N. 34. P. 43–47.
12. Low fingertip temperature rebound measured by digital thermal monitoring strongly correlates with the presence and extent of coronary artery disease diagnosed by 64–slice multi-detector computed tomography / N. Ahmadi, V. Nabavi, V. Nuguri et al. // Int. J. Cardiovasc. Imaging. 2009. Vol. 25. P. 725–738.
13. Ring E. F. Thermal Imaging Today and Its Relevance to diabetes / Journal of Diabetes Science and Technology. 2010, N 4 (4), P. 857–862.
14. Sowa M.G., Friesen J.R., Hain M. Evaluating the Potential of Infrared Thermography in the Study of Peripheral Arterial Occlusive Disease // MEASUREMENT 2009 : Proceedings of the 7th International Conference. Smolenice, Slovakia, 2009. P. 427–430.