

А.Ю. Новиков, Ю.О. Новиков  
**ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ  
 ПРИ МЫШЕЧНО-СКЕЛЕТНЫХ БОЛЯХ**  
 ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»  
 Минздрава России, г. Уфа

В представленном обзоре литературы приведены данные об использовании метода медицинской инфракрасной термографии при мышечно-скелетных болях. Общепринятыми методами изучения патологии позвоночника являются рентгенография, компьютерная томография (КТ) и магнито-резонансная томография (МРТ) – позвоночного столба. При изучении триггерных точек миофасциального болевого синдрома используется ультразвуковая эластография мышц и электромиография (ЭМГ). Главными недостатками рентгенологического и нейровизуализационных методов исследования являются лучевая нагрузка и высокая стоимость диагностических процедур. Кроме того, не все лечебные учреждения страны снабжены аппаратами для ультразвуковой эластографии мышц, а игольчатая электромиография достаточно болезненная диагностическая манипуляция, которую затруднительно проводить при повторных исследованиях. Внедрение в практику медицинской инфракрасной термографии связано с преимуществами данной методики: безопасность, неинвазивность, дешевизна исследования. Медицинская инфракрасная термография имеет возможность выявлять патологические изменения в опорно-двигательной системе на доклинической стадии заболевания.

В статье приведены данные о диагностических возможностях метода при динамическом контроле терапии скелетно-мышечных заболеваний неврологии, травматологии, ортопедии и спортивной медицине, ревматологии.

**Ключевые слова:** медицинская инфракрасная термография, мышечно-скелетные боли, инструментальные методы диагностики, неинвазивные методы исследования.

A.Yu. Novikov, Yu.O. Novikov  
**THE USE OF MEDICAL INFRARED THERMOGRAPHY  
 IN MUSCULO-SKELETAL PAIN**

The presented review of the literature provides data on the use of the method of medical infrared thermography in musculoskeletal pain. The conventional method to examine the pathology of the spine is X-ray, CT and MRI. To study trigger points in myofascial pain syndrome, ultrasound elastography of muscles and EMG are used. The main disadvantages of X-ray and neuroimaging methods are radiation load, as well as a high cost of diagnostic procedures. In addition, not all medical institutions of the country are equipped with devices for ultrasonic muscle elastography, and needle electromyography is quite painful diagnostic manipulation, which is difficult to carry out with repeated studies. Safety, non-invasiveness, cheapness of the study, as well as the ability to detect pathological changes in the musculoskeletal system at the preclinical stage necessitated the introduction of medical infrared thermography.

The article presents data on the diagnostic possibilities of the method for dynamic control in the treatment of musculoskeletal diseases in various fields of medicine: neurology, traumatology, orthopedics and sports medicine, rheumatology.

**Key words:** medical infrared thermography, musculoskeletal pain, instrumental diagnostics methods, non-invasive research methods.

Медицинская инфракрасная термография (МИТ) позволяет достаточно точно в реальном масштабе времени оценить интенсивность инфракрасного излучения от поверхности тела человека, обнаружить изменения теплопродукции и теплопереноса в различных областях тела и тем самым выявить нарушения кровотока и иннервации, симптомы развивающихся воспалительных, онкологических и других заболеваний. В связи с чрезвычайно развитой сосудистой сетью в коже и подкожной клетчатке показатели поверхностного кровотока являются важным индикатором патологического процесса. Интенсивность кровообращения определяет температуру кожных покровов. Вторым механизмом теплообразования является интенсивность метаболических процессов, с их усилением увеличивается продукция тепла. И, наконец, третьим фактором, обуславливающим тепловой баланс в поверхностных тканях, является их теплопроводность, которая зависит от толщины, структуры и расположения этих тканей. Теплоотдача тела человека определяется состоянием кожи и подкожной

жировой клетчатки: их толщиной, развитостью основных структурных элементов, гидрофильностью [1-4].

Первая работа Рэя Лоусона (Ray Lawson), опубликованная в 1956 г., была посвящена изучению локального повышения интенсивности инфракрасного излучения при раке молочной железы [5] и послужила мощным импульсом к широкому изучению диагностических возможностей МИТ в различных областях медицины.

Начиная с 60-х годов прошлого века, накоплен большой опыт в применении МИТ в различных медицинских специальностях: онкологии, акушерстве и гинекологии, ангиологии, оториноларингологии, хирургии, неврологии и др. [6-10]

В 70-х годах прошлого века интерес к МИТ несколько уменьшился, что в первую очередь связано с активным развитием нейровизуализации, рентгенологических и ультразвуковых методов исследования.

В 1989 году после выхода в России фундаментальной работы J.G. Travell и D.G.

Simons «Миофасциальные боли» внимание исследователей было привлечено к миофасциальному болевому синдрому (МФБС), который в нашей стране чаще рассматривался как «мышечный ревматизм». Широкое распространение у клиницистов получил термин «миофасциальный триггерный пункт» (МФТП), который характеризовался не только функциональными нарушениями, но и соответствующими морфологическими изменениями. Ультразвуковая эластография мышц и ЭМГ, являются наиболее перспективными методиками для использования в качестве диагностического теста для оценки МФТП [11-16]. Однако не все лечебные учреждения страны снабжены аппаратами для ультразвуковой эластографии мышц, а игольчатая электромиография достаточно болезненная диагностическая процедура, которую затруднительно проводить при повторных исследованиях. К тому же стоимость таких диагностических процедур пока еще высока.

Внимание исследователей с конца 90-х годов прошлого века вновь было привлечено к МИТ для диагностики миофасциальных болевых синдромов (МФБС), характеризующихся формированием локальных болезненных уплотнений в пораженных мышцах, которые называются миофасциальными триггерными точками (МФТТ), а также состоянию позвоночника и периферических суставов.

Медицинская инфракрасная термография (МИТ) является неинвазивным и бесконтактным методом, который позволяет количественно измерять и визуализировать инфракрасное излучение, а также косвенно судить об функциональных микроциркуляторных нарушениях. Несмотря на определенные ограничения, МИТ может найти свое место в клинической практике, а с внедрением небольших, недорогих инфракрасных камер, возможно, станет частью скрининговой оценки нарушений при миофасциальном болевом синдроме, способствующей идентификации активных и латентных триггерных точек. По мнению исследователей МИТ может использоваться как дополнительное исследование при болях в спине, дополняя традиционные методы диагностики выявляя функциональные нарушения до клинической манифестиации заболевания [17-21].

При использовании МИТ позвоночника установлено, что наиболее выраженные изменения температуры кожных покровов наступают при вегетативно-ирритативных синдромах и сосудистых процессах. При

изучении термограмм спины и нижних конечностей в двух проекциях термографическая картина спины может быть разделена на 3 зоны: 1) шейная, 2) грудная, 3) поясничная. В норме перепады температуры по всей поверхности спины не превышают 0,2 °С. При патологиях наблюдается градиент температур в проблемных областях 0,8-3 °С в зависимости от индивидуальных особенностей организма и вида патологии [32,33]. Несмотря на неспецифичность МИТ, этот метод может с успехом использоваться для динамического контроля болевого синдрома и эффективности проводимого лечения [22-26]. Метод анализа инфракрасных изображений миофасциальных триггерных точек в верхней трапециевидной мышце и позвоночнике подходит для клинической и исследовательской практики и широко используется в спортивной медицине [27-31].

В 60-70-х годах для проведения медицинской инфракрасной термографии необходим был кабинет площадью не менее 25 м<sup>2</sup>, где поддерживалась постоянная температура (18-20 °С) и влажность (50-60%). Пациенту в обнаженном состоянии требовалась 20-25-минутная адаптация, что затягивало время исследования. До проведения многим пациентам МИТ отменяли лекарственные препараты, влияющие на кровообращение и метаболические процессы. В последние годы качество инфракрасных камер значительно улучшилось, чувствительность их достигла 0,0007-0,01 °С при пространственном разрешении 640×480 и скорости регистрации порядка 50-100 кадров в секунду, что существенно повысило возможности метода и не требует длительной адаптации пациента. Высокая точность восприятия температурного портрета объекта значительно расширяет возможности применения МИТ в различных областях медицины как для диагностики, так и для оценки эффективности проводимого лечения. Информация при проведении тепловизионного обследования как до, так и после лечения поступает в реальном времени и сохраняется на электронном носителе.

Таким образом, медицинская инфракрасная термография как компонент персонифицированной динамической диагностики скелетно-мышечных болей нуждается во внедрении в клиническую практику вследствие своей безопасности, неинвазивности и относительной дешевизны. Методика МИТ позволяет проводить экспертную оценку эффективности лечения.

**Сведения об авторах статьи:**

**Новиков Артемий Юрьевич** – ассистент кафедры нейрохирургии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

**Новиков Юрий Олегович** – профессор, д.м.н., профессор кафедры нейрохирургии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: profnovikov@yandex.ru.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ring E.F. Infrared thermal imaging in medicine / E.F. Ring, J.K. Ammer //Physiological measurement. – 2012. – Т. 33. – № 3. – С. R33-R46.
2. Fernández-Cuevas I. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review / Fernández-Cuevas I. [et all.] //Infrared Physics & Technology. – 2015. – V. 71. – P. 28-55.
3. Дурново, Е.А. Возможности инфракрасной термографии в комплексной диагностике заболеваний челюстно-лицевой области / Е.А. Дурново [и др.]//Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 30-30.
4. Морозов, А.М. Медицинская термография: возможности и перспективы/А.М. Морозов [и др.] //Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99, № 2. – С. 264-270.
5. Lawson R. Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer/ R. Lawson //Canadian Medical Association Journal. – 1956. – V. 75. – № 4. – P. 309-310.
6. Лихтерман, Л.Б. Ультразвуковая томография и тепловидение в нейрохирургии/ Л.Б. Лихтерман. – М.: Медицина, 1983. – 144 с.
7. Заяц, Г.А. Медицинское тепловидение – современный метод функциональной диагностики/ Г.А. Заяц, В.Т. Коваль // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 43, № 3. – С. 27-33.
8. Woodrough R.E. Medical infra-red thermography: principles and practice. – Cambridge University Press, 1982. – 251 p.
9. Balbinot L.F. Repeatability of infrared plantar thermography in diabetes patients: a pilot study/ L.F. Balbinot [et all.]// Journal of diabetes science and technology - September 2013.- 7(5). P:1130-1137.
10. Neves, E. B. Thermography in neurologic practice / E. B. Neves [et all.] //The open neurology journal. – 2015. – V. 9. – P: 24.
11. Янышева, Г.Г. Применение нейрофизиологических тестов в комплексной диагностике миофасциального болевого синдрома у спортсменов/ Г.Г. Янышева, С.В. Матвеев, Р.А. Якупов //Дневник казанской медицинской школы. – 2017. – № 1. – С. 11-15.
12. Шевцов, А.В. Коррекция мышечно-тонической асимметрии при миофасциальном болевом синдроме средствами физической реабилитации/А.В. Шевцов, В.И. Ивлев. – СПб.: Изд-во:Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 2017. – 206 с.
13. Рожков, Д.О. Состояние скелетных мышц при хронической неспецифической боли в нижней части спины и подходы к терапии / Д.О. Рожков [и др.]//Эффективная фармакотерапия. – 2018. – № 11. – С. 24-35.
14. Исаикин, А.И. Роль мышечного фактора в развитии поясничной боли/ А.И. Исаикин [и др.] //Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 95-101
15. Dommerholt J. A critical overview of the current myofascial pain literature–January 2017/ J.Dommerholt //Journal of bodywork and movement therapies. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 141-147.
16. Baraja-Vegas L. Electromyographic Activity Evolution of Local Twitch Responses During Dry Needling of Latent Trigger Points in the Gastrocnemius Muscle: A Cross-Sectional Study / Baraja-Vegas L.[et all.] //Pain Medicine. – 2019.-32 P.
17. Dibai-Filho A.V. Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle / A. V. Dibai-Filho [et all.] //Brazilian journal of physical therapy. – 2015. – V. 19. – № 2. – P. 122-128
18. Do T.P. Myofascial trigger points in migraine and tension-type headache / T. P. Do [et all.] //The journal of headache and pain. – 2018. – Т. 19. – № 1. – С. 84.
19. Kwok G. Postural screening for adolescent idiopathic scoliosis with infrared thermography/G. Kwok [et al.] //Scientific reports. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С. 14431.
20. Diakow P.R. Thermographic imaging of myofascial trigger points / P.R. Diakow //Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. – 1988. – V. 11. – № 2. – P. 114-117.
21. Kobrossi T. Clinical use of thermography in the diagnosis of soft tissue lesions/ T. Kobrossi [et all.] //The Journal of the Canadian Chiropractic Association. – 1984. – V. 28. – № 3. – P. 319-322.
22. Hildebrandt C. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria / C. Hildebrandt, C. Raschner, K. Ammer //Sensors. – 2010. – V. 10. – № 5. – P. 4700-4715.
23. Lee Y.S. The effectiveness of infrared thermography in patients with whiplash injury/ Y.S. Lee [et al.] //Journal of Korean Neurosurgical Society. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 283-288.
24. Girasol C.E. Correlation between skin temperature over myofascial trigger points in the upper trapezius muscle and range of motion, electromyographic activity, and pain in chronic neck pain patients / C.E. Girasol //Journal of manipulative and physiological therapeutics. – 2018. – V. 41. – № 4. – P. 350-357.
25. Новиков, Ю.О. Обследование больных дорсалгиями (Обзор) / Ю.О. Новиков //Мануальная терапия. – 2001. – № 3. – С. 64-67.
26. Ураков, А.Л. Инфракрасная термография и тепловая томография в медицинской диагностике: преимущества и ограничения / А. Л. Ураков //Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке». – 2013. – Т. 15, № 11. – С. 45-51.
27. Новиков, Ю.О. Организация амбулаторного восстановительного лечения дорсалгий /Ю.О. Новиков, А.Ф. Галлямова, Л.П. Заничуковская//Неврологический журнал. – 2001. – Т. 6, № 5. – С. 51-53.
28. Шушарин, А.Г. Медицинское тепловидение-современные возможности метода /А.Г. Шушарин, В.В. Морозов, М.П. Половинка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. – С. 1-10.
29. Цысялик, Е.С. Определение патологии позвоночника с помощью термографии / Е.С. Цысялик, Т.К. Верхозина, Н.И. Арсентьева // Acta Biomedica Scientifica. – 2011. – № 4. – С. 203-205.
30. Дехтярев, Ю.П. Термографическая диагностика заболеваний позвоночника у спортсменов/ Ю.П. Дехтярев [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 8. – С. 16-20.
31. Камзолова, О.А. Тепловидение в оценке эффективности восстановительных мероприятий в ревматологии (обзор литературы) / О.А. Камзолова //Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 235.
32. Новиков, Ю.О. Дорсалгии /Ю.О. Новиков. – М.: Медицина, 2001. – 160 с.: ил. — ISBN 5-225-04716-5.
33. Кожевникова, И.С. Применение инфракрасной термографии в современной медицине (обзор литературы)/ И.С. Кожевникова [и др.] //Экология человека. – 2017. – № 2. – С. 39-46.

**REFERENCES**

1. Ring E.F. Infrared thermal imaging in medicine / E.F. Ring, J.K. Ammer //Physiological measurement. – 2012. – Т. 33. – № 3. – С. R33-R46.
2. Fernández-Cuevas I. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review / Fernández-Cuevas I. [et all.] //Infrared Physics & Technology. – 2015. – V. 71. – P. 28-55.
3. Durnovo E.A. Vozmozhnosti infrakrasnoj termografii v kompleksnoj diagnostike zabolevanij chelyustno-licevoj oblasti /E.A. Durnovo [i dr.]//Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2012. – № 4. – S. 30-30 (In Russ.).

4. Morozov A.M. Medicinskaya termografiya: vozmozhnosti i perspektivy/A.M. Morozov [i dr.] //Kazanskij medicinskij zhurnal. – 2018. – Т. 99. – №. 2. – С. 264-270(In Russ.).
5. Lawson R. Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer //Canadian Medical Association Journal. – 1956. – V. 75. – №. 4. – P. 309-310.
6. Lihterman L.B. Ul'trazvukovaya tomografiya i teplovidenie v nejrohirurgii/ L.B. Lihterman //Medicina. – 1983. – 144 s. (In Russ.).
7. Zayac G.A. Medicinskoе teplovidenie-sovremennyj metod funkcional'noj diagnostiki/ G.A. Zayac, V.T. Koval' //Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka. – 2010. – Т. 43. – №. 3(In Russ.).
8. Woodrough R. E. Medical infra-red thermography: principles and practice. – Cambridge University Press, 1982. – 251 p.
9. Balbinot L.F. [et al.]. Repeatability of infrared plantar thermography in diabetes patients: a pilot study. – 2013.
10. Neves E.B. [et al.]. Thermography in neurologic practice //The open neurology journal. – 2015. – Т. 9. – С. 24
11. Yanyshcheva G. G. Primenenie nejrofiziologicheskikh testov v kompleksnoj diagnostike miofascial'nogo bolevogo sindroma u sportsmenov/ G.G. Yanyshcheva, S.V. Matveev, R.A. YAkupov //Dnevnik kazanskoy medicinskoy shkoly. – 2017. – № 1. – С. 11-15(In Russ.).
12. Shevcov A.V. Korrekcija myshechno-tonicheskoy asimmetrii pri miofascial'nom bolevom sindrome sredstvami fizicheskoy reabilitacii/A. V. SHevcov, V. I. Ivlev //Nacional'nyj gosudarstvennyj universitet fizicheskoy kul'tury, sporta i zdorov'ya imeni P.F. Lesgafta, Sankt-Peterburg. – 2017. – S. 206(In Russ.).
13. Rozhkov D.O. Sostoyanie skeletnyh myshech pri hronicheskoy nespecificeskoy boli v nizhnej chasti spiny i podhody k terapii / D.O. Rozhkov [i dr.]/Eff Farm Nevro. – 2018. – №. 11. – С. 24(In Russ.).
14. Isajkin A.I. Rol' myshechnogo faktora v razvitiu moyasnichnoj boli/ A.I. Isajkin [i dr.] //Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika. – 2017. – Т. 9. – №. 2(In Russ.).
15. Dommerholt J.A critical overview of the current myofascial pain literature–January 2017 //Journal of bodywork and movement therapies. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 141-147.
16. Baraja-Vegas L. [et al.]. Electromyographic Activity Evolution of Local Twitch Responses During Dry Needling of Latent Trigger Points in the Gastrocnemius Muscle: A Cross-Sectional Study //Pain Medicine. – 2019.
17. Dibai-Filho A.V. [et al.]. Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle //Brazilian journal of physical therapy. – 2015. – V. 19. – № 2. – P. 122-128.
18. Do T.P. [et al.]. Myofascial trigger points in migraine and tension-type headache //The journal of headache and pain. – 2018. – Т. 19. – № 1. – С. 84.
19. Kwok G. [et al.]. Postural screening for adolescent idiopathic scoliosis with infrared thermography //Scientific reports. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С. 14431.
20. Diakow P.R. Thermographic imaging of myofascial trigger points //Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. – 1988. – V. 11. – № 2. – P. 114-117.
21. Kobrossi T. Clinical use of thermography in the diagnosis of soft tissue lesions //The Journal of the Canadian Chiropractic Association. – 1984. – V. 28. – № 3. – С. 319-322.
22. Hildebrandt C., Raschner C., Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria //Sensors. – 2010. – V. 10. – № 5. – P. 4700-4715.
23. Lee Y. S. et al. The effectiveness of infrared thermography in patients with whiplash injury //Journal of Korean Neurosurgical Society. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 283-288.
24. Girasol C.E. [et al.]. Correlation between skin temperature over myofascial trigger points in the upper trapezius muscle and range of motion, electromyographic activity, and pain in chronic neck pain patients //Journal of manipulative and physiological therapeutics. – 2018. – V. 41. – № 4. – P. 350-357.
25. Novikov YU. O. Obsledovanie bol'nyh dorsalgijami (Obzor) / YU.O. Novikov //Manual'naya terapiya. – 2001. – № 3. – С. 64-67(In Russ.).
26. Urakov A.L. Infrakrasnaya termografiya i teplovaya tomografiya v medicinskoy diagnostike: preimushchestva i ograniceniya / A.L. Urakov //Elektronnyj nauchno-obrazovatel'nyj vestnik «Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke». – 2013. – Т. 15. – № 11(In Russ.).
27. Novikov YU.O., Gallyamova A.F., Zainchukovskaya L.P. Organizaciya ambulatornogo vosstanovitel'nogo lecheniya dorsalgij /YU.O. Novikov, A.F. Gallyamova, L.P. Zainchukovskaya//Nevrologicheskij zhurnal. – 2001. – Т. 6. – № 5. – С. 51-53(In Russ.).
28. Shusharin A.G., Morozov V.V., Polovinka M.P. Medicinskoe teplovidenie-sovremennye vozmozhnosti metoda /A.G. SHusharin, V.V. Morozov, M.P. Polovinka //Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2011. – № 4. – С. 1-10(In Russ.).
29. Cyslyak E.S., Verhözina T.K., Arsent'eva N.I. Opredelenie patologii pozvonochnika s pomoshch'yu termografii / E.S. Cyslyak, T.K.Verhözina, N.I. Arsent'eva //Acta Biomedica Scientifica. – 2011. – № 4(In Russ.).
30. Dekhtyarev YU.P. Termograficheskaya diagnostika zabolevanij pozvonochnika u sportsmenov/ YU.P. Dekhtyarev[i dr.] //Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. – 2013. – № 8. – С. 16-20(In Russ.).
31. Kamzolova O.A. Teplovidenie v ocenke effektivnosti vosstanovitel'nyh meropriyatiy v revmatologii (nauchnyj obzor literatury) / O.A. Kamzolova //Vestnik novyh medicinskikh tekhnologij. Elektronnoe izdanie. – 2013. – № 1.
32. Novikov YU. O. Dorsalgii /YU.O. Novikov. M.: Medicina, 2001. – 160 s.: il. – ISBN 5-225-04716-5. (In Russ.).
33. Kozhevnikova I.S. Primenenie infrakrasnoj termografii v sovremennoj medicine (obzor literatury)/ I.S. Kozhevnikova [i dr.] //Ekologiya cheloveka. – 2017. – № 2. (In Russ.).