

Doi: 10.52341/20738080\_2024\_131\_4\_77

## ДИСТАНЦИОННАЯ ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА ПОЗВОНОЧНИКЕ



**КУЛИКОВ А. Г.,**

д.м.н., профессор, главный научный сотрудник ГАУЗ г. Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», [ag-kulikov@mail.ru](mailto:ag-kulikov@mail.ru)



**ГАЙДУКОВА Т. Ю.,**

младший научный сотрудник ГАУЗ г. Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», [tanyaphyz@rambler.ru](mailto:tanyaphyz@rambler.ru)



**ЛЬВОВА Н. В.,**

к.м.н., ведущий научный сотрудник ГАУЗ г. Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», [n\\_lvova@bk.ru](mailto:n_lvova@bk.ru)



**БАЙМУРАТОВА Д. В.,**

младший научный сотрудник ГАУЗ г. Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», [diana.nsk@mail.ru](mailto:diana.nsk@mail.ru)

Статья посвящена изучению возможности дистанционной инфракрасной термографии при оценке эффективности медицинской реабилитации пациентов после операций на позвоночнике с применением различных методов физической терапии.

**Ключевые слова:** инфракрасная термография, реабилитация, лечение, операция на позвоночнике, микродискэктомия, физиотерапия, грязелечение.

### USE OF REMOTE INFRARED THERMOGRAPHY FOR ASSESSING EFFICIENCY OF MEDICAL REHABILITATION OF THE PATIENTS AFTER OPERATIONS ON THE SPINE

Kulikov A., Gaidukova T., Lvova N., Baimuratova D.

The paper considers a possibility of using the remote infrared thermography for assessing efficiency of medical rehabilitation of the patients after operations on the spine with the use of various methods of physical therapy.

**Key words:** infrared thermography, rehabilitation, treatment, operation on the spine, microdiscectomy, physical therapy, mud therapy.

#### Введение

Метод дистанционной инфракрасной термографии (ДИКТ) стали применять в медицинской практике со второй половины XX в. после публикации канадского ученого Роберта Лаусона (R.N. Lawson) в 1956 г. результатов его использования в диагностике злокачественных поражений молочной железы. Было подтверждено локальное возрастание температурных характеристик поверхности кожи в области патологического очага вследствие усиления интенсивности инфракрасного излучения (Маевский Е.И. и соавт., 2015). Спустя 10–15 лет термография стала развиваться и в нашей стране, в этот период начали появляться научные

публикации по различным направлениям её клинического применения. Однако несовершенство и громоздкость используемой в тот период аппаратуры одновременно с появлением и распространением новых ультразвуковых и рентгенологических технологий стали причиной того, что интерес к дистанционной термографии постепенно снизился.

Повторно интерес к данному методу на современном этапе обусловлен появлением современной высокоточной компактной аппаратуры, отвечающей всем необходимым требованиям со стороны исследователей и клиницистов, вследствие чего он вновь начал занимать все более активные позиции в диагностике тех или иных заболеваний и в оценке эффективности проводимых лечебных и реабилитационных мероприятий.

Несомненным положительным фактором ДИКТ, радикально отличающим ее от лучевых или инвазивных диагностических методов, является ее абсолютная безопасность. Противопоказаний к термографии не существует, а использование бесконтактной методики воздействия снимает все санитарно-эпидемические требования и ограничения. Одновременно следует отметить простоту выполнения такого исследования и отсутствие какого-либо дискомфорта для пациентов.

В настоящее время для термографии широко применяются портативные медицинские диагностические аппараты, имеющие относительно невысокую стоимость, низкие эксплуатационные расходы и отличающиеся большим удобством и оперативностью применения (Морозов А.М. и соавт., 2018, Ring E., Ammer K., 2012).

Но, пожалуй, самым важным является то, что данное исследование можно выполнять не только однократно, но и необходимое число раз на протяжении всего курса лечения, а также в более отдаленные периоды времени. С помощью термографии удается определить площадь и интенсивность повышенного инфракрасного излучения, оценить функциональное состояние организма, выявить патологические изменения на доклиническом уровне. Изменение температурных характеристик часто является первым (доклиническим) признаком возникновения патологии и, наоборот, может в течение определенного времени сохраняться и после стихания клинических проявлений.

ДИКТ, являясь по своей природе методом лучевой диагностики, в отличие от рентгенографии и компьютерной томографии не несёт лучевой нагрузки, так как представляет собой способ регистрации естественного

теплового излучения тела человека в недоступном для человеческого глаза длинноволновом (8–14 мкм) инфракрасном спектре электромагнитного излучения. Следует подчеркнуть, что во время выполнения процедуры имеется возможность оценить особенности температурных характеристик пациента не только в зоне патологического очага, но и в других областях, что представляется важным, в том числе с учетом наличия сопутствующей патологии.

В настоящее время исследованиями ряда авторов (Дехтярев Ю.П. и соавт., 2013; Камзолова О.А., 2013, Тожиев Т.Р. и соавт., 2019) показана эффективность ДИКТ в диагностике заболеваний и травматических поражений суставов и позвоночника (в том числе на этапе реабилитации), а также при патологии нервной системы (Neves E.B. et al., 2015; Сергеев А.Н. и соавт., 2022), нарушениях гемодинамики и микроциркуляции (Кожевникова И.С. и соавт., 2017).

Известно, что значения температурных показателей кожной поверхности различных участков тела пациентов определяются несколькими факторами: величиной кровотока, общей метаболической активностью, теплопроводностью кожи и прилегающих к ней глубоких тканей. В случаях локального воспалительного процесса, травматического повреждения тканей, усиления локальной гемодинамики и микроциркуляции и ряда других причин, как правило, наблюдается появление локальной гипертермии различной степени выраженности. При ухудшении кровоснабжения, в т. ч. вследствие нарушения иннервации, значительном снижении мышечного тонуса, симпатической гиперактивности обычно выявляются характерные признаки локальной гипотермии (Морозов А.М. и соавт., 2022).

Между тем главным фактором, определяющим температуру, особенно в ранние сроки после разнообразных воздействий и при острейшем течении заболеваний, является сосудистый (Даценко А.В., Казьмин В.И., 2016). Следовательно, метод термографии позволяет оценивать возникающие у пациентов расстройства гемодинамики в виде венозного стаза, ухудшения артериального притока, патологических изменений на уровне микроциркуляторного русла, меняющих температуру тканей, так как в основном через кожу происходит процесс отведения тепла, а кровеносная система выполняет роль основного теплоносителя.

### Цель исследования

Изучение возможности применения ДИКТ при оценке эффективности медицин-

ской реабилитации пациентов после операций на позвоночнике с применением различных методов физической терапии.

### Материалы и методы

В течение 2022–2023 гг. на базе филиала № 2 ГАУЗ г. Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы» было проведено обследование и лечение 77 пациентов (33 мужчины и 44 женщины) после выполненной микродискэктомии на уровне поясничного отдела позвоночника, оформивших письменное информированное согласие. Возраст больных составил от 21 до 64 лет (средний возраст –  $45,8 \pm 6,3$  лет), срок после операции – 1–2 мес. В подавляющем числе случаев нарушения были выявлены на уровне  $L_4-L_5$  или  $L_5-S_1$  (40,3% и 42,9% пациентов соответственно).

Всем обследованным до начала реабилитации и после ее окончания выполнили клиническое обследование, определили интенсивность болей с помощью визуальной-аналоговой шкалы (ВАШ). Характер и степень нарушений ходьбы и мобильности пациентов определили, используя тест «Встань и иди» (время прохождения 6 м). Методом ДИКТ (аппарат «ИРГИС 2000-МЕ», Россия) осуществили измерение кожной температуры в зоне перенесенного оперативного вмешательства и в близко расположенных областях. Определили наличие и степень выраженности термоасимметрии в зоне компремированного корешка и на симметричном участке нижней конечности с противоположной стороны.

Все пациенты методом простой рандомизации были разделены на 3 группы. Лица *контрольной группы* (24 пациента) получили базисный реабилитационный комплекс, включавший ЛФК и процедуры магнитотерапии.

Больным *1-й группы* (27 чел.) дополнительно на область поясничного отдела позвоночника назначили тонкослойные аппликации торфяной грязи комнатной температуры. Продолжительность процедур составила 30 мин., № 10 на курс лечения.

Пациенты *2-й группы* (26 чел.) в дополнение к базисному комплексу получили курс электрофореза раствора торфяной грязи с помощью флюктуирующих токов. Во время проведения процедур электроды расположили паравертебрально в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Использовался однополярный ток. Катод по-

местили в зону наибольшей болезненности. Курс лечения включал 10 процедур длительностью до 15 мин., проводимых с частотой 5–6 в неделю.

### Результаты и обсуждение

У всех пациентов после микродискэктомии отмечались боли различной интенсивности в пояснично-крестцовой области, усиливающиеся при длительном нахождении в вертикальном положении или движении. Характерной особенностью стала иррадиация болей в область нижней конечности (в 61,0% случаев) на стороне заинтересованного корешка, в ягодичную область (20,8%), а также нарушения чувствительности в зоне иннервации компремированного корешка спинного мозга. При этом у 31 больного (40,3%) данные нарушения носили постоянный характер.

До начала реабилитации среднее значение показателя боли по ВАШ (100-балльная шкала) среди обследованных пациентов составляло  $45,6 \pm 6,2$  балла. Одновременно с болевым синдромом у большинства обследованных лиц были выявлены ограничения подвижности в пояснично-крестцовой области. Двигательные нарушения наблюдались у 39,0% больных, выраженный парез нижней конечности отмечен в 7,8% случаев. Положительный симптом Ласега выявлен у 81,8% пациентов, наиболее часто – в слабо выраженной форме. При этом среднее значение данного показателя среди всех пациентов по шкале 0–3 балла составило  $1,24 \pm 0,11$ .

Наименьшая выраженность двигательных и чувствительных проявлений корешкового синдрома отмечалась у пациентов моложе 40 лет с меньшей длительностью болевого синдрома, что соотносится с результатами других исследователей (Тожиев Т.Р. и соавт., 2019). Почти у 2/3 обследованных наблюдались проявления, характерные для астенического синдрома, а также невротические нарушения в виде снижения настроения, нарушений сна из-за болей в спине, чувства тревожности.

В процессе послеоперационной реабилитации больные хорошо переносили процедуры тонкослойных грязевых аппликаций и флюктуофореза раствора торфяной грязи. Каких-либо значимых нежелательных побочных реакций, приводящих к приостановке или отмене лечения, во время исследования выявлено не было.

Повторное обследование после окончания реабилитации позволило установить, что снижение болевого синдрома по шкале

ВАШ (см. табл.) наблюдалось в группах 1 и 2, получавших аппликации лечебной грязи или флюктуофорез грязевого раствора. Достигнутый положительный результат, по мнению авторов, мог быть обусловлен высокой противоболевой эффективностью процедур электротерапии, среди которых флюктуирующие токи занимают одно из ведущих мест, а также противоболевым и трофостимулирующим действиями торфяной лечебной грязи.

Среди пациентов группы контроля динамика показателя ВАШ была менее значимой и не носила достоверного характера.

Уменьшение болевого синдрома в группах 1 и 2 положительным образом отразилось на функциональном состоянии поясничного отдела позвоночника и способствовало возрастанию мобильности пациентов. Подтверждением этому служит сокращение времени выполнения теста «Встань и иди». При этом достоверные позитивные изменения выявлялись у пациентов 2-й группы. Позитивную динамику показателей теста «Встань и иди», а также купирование или уменьшение выраженности болевого синдрома следует отметить как важнейшие результаты для данной категории пациентов, в конечном итоге определившие эффективность всего комплекса реабилитационных мероприятий.

Для достижения цели, поставленной в настоящей работе, всем пациентам до и после окончания реабилитации была выполнена ДИКТ. Также были проведены анализ и сопоставление полученных результатов с изменениями основных клинико-функциональных показателей. Необходимо обратить внимание на то, что вследствие некоторых колебаний температуры воздуха в помещении, где осуществлялись исследования, при оценке полученных результатов важны не абсолютные значения температурных характеристик в той или иной области, а сравнение их с близко лежащими областями и другими отделами позвоночника.

Удалось установить, что в подавляющем большинстве случаев до начала лечения отмечались существенное превышение температуры кожи в зоне перенесенного оператив-

ного вмешательства по сравнению с шейным и грудным отделами позвоночника, а также термоасимметрия в пояснично-крестцовом отделе на стороне преимущественного поражения (по сравнению с контрлатеральной стороной).

После курса реабилитации, включавшего локальное применение методов физиотерапии (аппликаций торфяной лечебной грязи или электрофореза грязевого раствора с помощью флюктуирующих токов), происходила нормализация соотношения температурных характеристик в области операции по сравнению с вышележащими отделами позвоночника, а также уменьшение выраженности локальной термоасимметрии. Полученный результат, по-видимому, обусловлен уменьшением локального воспалительного процесса, восстановлением нарушенных локальной гемодинамики и микроциркуляции, улучшением трофических процессов в области оперативного вмешательства и в зоне иннервации компремированного корешка. Сравнение температурных характеристик (рис. 1 на с. 81) показывает, что температурный градиент поясничного отдела, по сравнению с грудным, сократился с  $2,72^{\circ}\text{C}$  до  $0,93^{\circ}\text{C}$ .

В группе пациентов, которым в процессе реабилитации назначили тонкослойные аппликации лечебной торфяной грязи, также наблюдались: положительная динамика клинической симптоматики в виде снижения средних значений показателя боли по шкале ВАШ и возрастание двигательной активности (хотя и менее значимая, по сравнению со 2-й группой). В качестве примера (рис. 2 на с. 81) можно представить результаты ДИКТ пациентки 2-й группы.

Если до начала лечения величина температурного градиента поясничной области в зоне оперативного вмешательства по сравнению с верхне- и среднегрудным отделами позвоночника составляла, соответственно,  $1,68^{\circ}\text{C}$  и  $1,37^{\circ}\text{C}$ , то после его окончания она существенно сократилась – до  $0,58^{\circ}\text{C}$  и  $0,46^{\circ}\text{C}$ , что практически соответствовало показателям здоровых лиц.

Наряду с указанными выше положительными изменениями в области поясничного отдела в виде улучшения гемодинамики и микроциркуляции, нормализации нарушен-

**Динамика показателей шкалы ВАШ и теста «Встань и иди» под влиянием курса реабилитации, M±m**

Группы пациентов	Шкала ВАШ, баллы		Тест «Встань и иди» (6 м), сек.	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
1-я, n=27	48,4±5,3	34,5±4,5*	15,0±2,1	12,9±2,2
2-я, n=26	45,1±4,2	29,2±2,7*	14,4±1,9	10,1±1,8*
Контрольная, n=24	46,4±5,2	37,4±5,6	15,2±1,8	13,8±2,0

Примечание: \* – достоверные различия соответствующих показателей до и после лечения в группе (p<0,05).

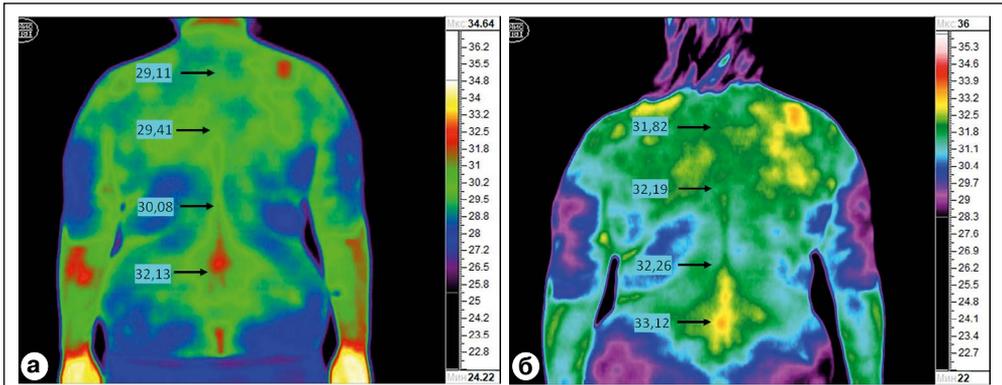


Рис. 1. Сравнение значений показателей термографии различных отделов позвоночника до начала (а) и после окончания (б) курса реабилитации с применением флюктофореза грязевого раствора.

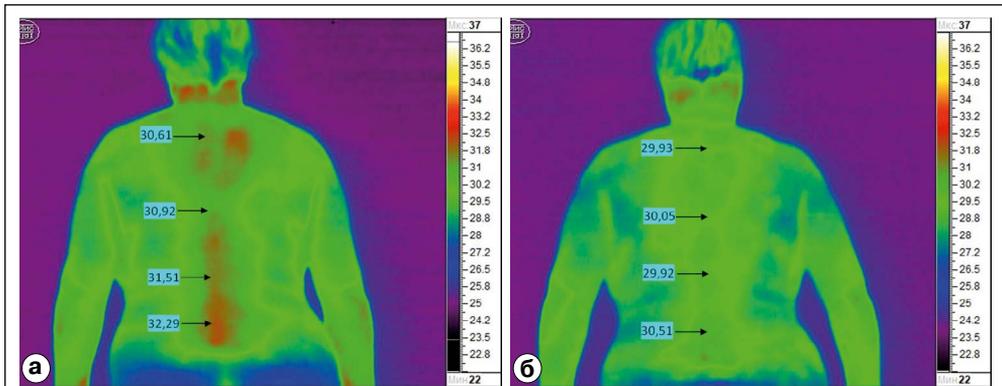


Рис. 2. Сравнение значений показателей термографии различных отделов позвоночника до начала (а) и после окончания (б) курса реабилитации с применением тонкослойных грязевых аппликаций.

ных трофических процессов, у значительной части пациентов удалось определить возрастание исходно сниженных вследствие расстройств иннервации значений температурных показателей в области нижней конечности на стороне поражения. Если до лечения величина температурного градиен-

та составляла от  $0,5^{\circ}\text{C}$  до  $1,4^{\circ}\text{C}$ , то к концу курса лечения почти в половине случаев она сокращалась до  $0,3-0,6^{\circ}\text{C}$ .

В качестве примера можно привести результат ДИКТ больной до и после курса реабилитации с применением методов физиотерапии (рис. 3). Следует обратить внимание

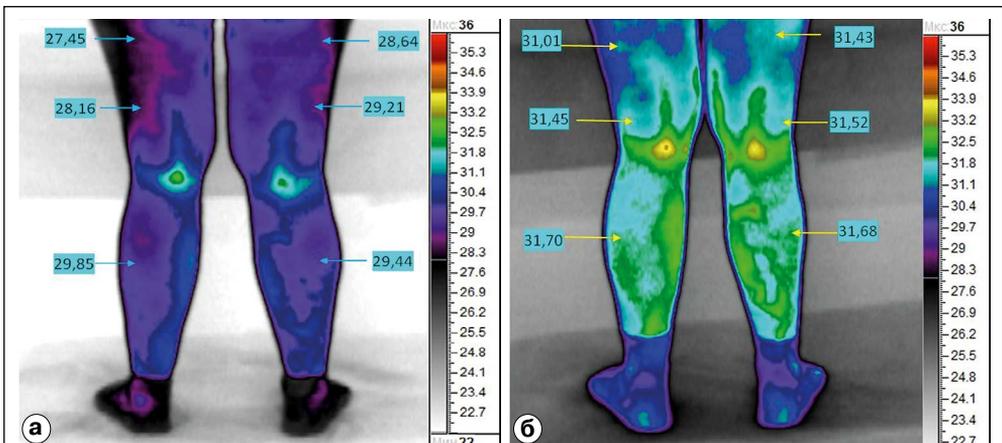


Рис. 3. Термографические показатели кожных покровов в области нижних конечностей пациентки до начала (а) и после окончания (б) курса реабилитации.

на достаточно значимую разницу (более 1<sup>0</sup>С) температуры кожи наружной поверхности бедра на стороне поражения в сравнении с контрлатеральной при отсутствии термоасимметрии в области голени и наличии обратного температурного градиента (температура в области голени выше температуры в области бедра). После окончания лечения существенных различий величины термографических показателей на обеих конечностях не наблюдалось, что свидетельствует об эффективности проводимой терапии.

Не менее важным представлялось оценить непосредственное влияние проводимых физиотерапевтических процедур на локальную гемодинамику и микроциркуляцию, трофические процессы в области выполненного оперативного вмешательства. С этой целью были выполнены термографические исследования через 60, 120 мин. после окончания процедуры, а затем еще раз через 24 часа. Было установлено, что после проведения процедур электротерапии в виде электрофореза раствора торфяной лечебной грязи с помощью флюктуирующих токов локальное повышение температуры (рис. 4) в области размещения электродов в ряде случаев сохранялось на протяжении суток и более.

### Заключение

Результаты проведенного исследования показывают, что включение различных физиотерапевтических методов в состав реабилитационных комплексов пациентов после перенесенных операций на позвоночнике по поводу грыж межпозвоночных дисков способствует существенному улучшению клинико-функционального состояния, оказывает противовоспалительное, трофическое действие, устраняет расстройства локальной гемодинамики.

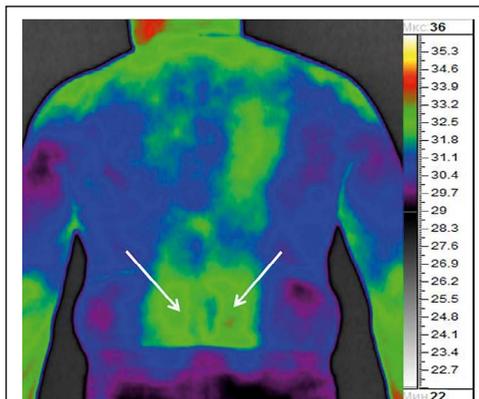


Рис. 4. Термограмма пациента через сутки после физиотерапевтической процедуры. Стрелками отмечено усиление локальной температуры в области наложения электродов.

Метод дистанционной инфракрасной термографии, будучи полностью безопасным и достаточно простым в исполнении, позволяет определять характер и степень имеющихся у пациентов нарушений и объективно оценивать эффективность проводимых лечения и реабилитации.

Метод дистанционной инфракрасной термографии, будучи полностью безопасным и достаточно простым в исполнении, позволяет определять характер и степень имеющихся у пациентов нарушений и объективно оценивать эффективность проводимых лечения и реабилитации.

### Литература

1. Маевский Е.И., Хижняк Л.Н., Смуров С.В., Хижняк Е.П. Настоящее и будущее инфракрасной термографии // Известия Института инженерной физики. – 2015. – №1 (35). – С. 2–12.
2. Морозов А.М., Мохов Е.М., Кадыков В.А., Панова А.В. Медицинская термография: возможности и перспективы // Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99. – № 2. – С. 264–270.
3. Дехтярев Ю.П., Мироненко С.А., Дунаевский В.И. и др. Термографическая диагностика заболеваний позвоночника у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 8. – С. 16–20.
4. Neves E., Vilaça-Alves J., Rosa C., Reis V. Thermography in Neurologic Practice // Open Neurol. J. – 2015. – № 9. – P. 24–27.
5. Сергеев А.Н., Морозов А.М., Чарьев Ю.О., Беляк М.А. О возможности применения медицинской термографии в клинической практике // Профилактическая медицина. – 2022. – № 4 (25). – С. 82–88.
6. Ring E., Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine // Physiological measurement. – 2012. – Vol. 33. – P. 33–46.
7. Кожевникова И.С., Панков М.Н., Грибанов А.В., Старцева Л.Ф., Ермошина Н.А. Применение инфракрасной термографии в современной медицине (обзор литературы) // Экология человека. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 39–46.
8. Морозов А.М., Жуков С.В., Сороковикова Т.В. и др. Медицинское тепловидение: возможности и перспективы метода // Медицинский совет. – 2022. – № 6. – С. 256–263.
9. Тожиев Т.Р., Маджидова Е.Н., Мухаммадсолих Ш.Б. Неврологические проявления остеохондроза позвоночника после микродискэктомии // Новый день в медицине. – 2019. – № 3 (27). – С. 253–255. ■