

Некоторые аспекты применения термографии при реабилитации пациентов с нарушением функций опорно-двигательной и нервной систем

В.И. Виноградов, И.С. Веретенов, В.Н. Слезко, Г.И. Пугач, В.А. Ланда, Г.И. Большакова¹

Московский центр медицинской реабилитации (Городская больница № 10)

¹ Кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Российского государственного медицинского университета (г. Москва)

Обобщен опыт применения диагностического метода инфракрасной термографии (ИКТГ) у 960 пациентов с различными заболеваниями и повреждениями опорно-двигательной и нервной систем.

Отмечается способность ИКТГ выявлять патологию на ранних стадиях заболевания, когда имеются только функциональные нарушения и еще отсутствуют изменения структуры. Такие качества ИКТГ, как высокая информативность, повторяемость и полная безопасность для больного, делают этот метод, по мнению авторов, незаменимым при динамическом контроле в процессе восстановительного лечения. Полученные данные позволяют рекомендовать широкое использование ИКТГ при медицинской реабилитации данной категории больных.

Функционально-диагностические методы исследования, используемые при восстановительном лечении, нередко направлены не столько на постановку или уточнение диагноза, сколько на динамический контроль эффекта реабилитационных мероприятий, что предполагает возможность многократного применения их у одного и того же больного. Такие диагностические методы помимо достаточной информативности должны обладать также такими качествами, как неинвазивность, простота, наглядность, физиологичность, повторяемость и полная безопасность для больного. Этим требованиям вполне отвечает метод инфракрасной термографии (ИКТГ), который мы более 10 лет широко используем при медицинской реабилитации больных с различными патологическими состояниями.

Известно, что температура поверхности кожных покровов, которую регистрирует термограф, определяется рядом внутренних и внешних факторов, важнейшими из которых (при условии корректного проведения термографического исследования) являются уровень метаболизма, кровообращения, а также теплопроводность тканей, прилежащих к исследуемой зоне. Поскольку первые два из этих факторов непосредственно связаны с функциональным состоянием тканей и органов, претерпевающим изменения при развитии той или иной патологии, это, как правило, нарушает нормальную термотопографию исследуемой области. Накопленный к настоящему времени многолетний клинический опыт применения ИКТГ в различных областях медицины, а также создание и внедрение в клиническую практику нового поколения термографической аппаратуры дают возможность регистрировать и адекватно интерпретировать разнообразные и порой весьма незначительные изменения нормального теплового рисунка поверхности тела исследуемого пациента.

Материал и метод исследования

Обобщен опыт исследования методом ИКТГ 960 больных в возрасте 18–68 лет, проходивших курс восстановительного лечения по поводу:

- остеохондроза различных отделов позвоночника (675 больных); на этом фоне у 243 из них (36%) отмечались явления плече-лопаточного периартирита и у 209 (31%) — лumboscapularis синдром;
- посттравматических повреждений магистральных нервов верхних и нижних конечностей (119 больных); у 63 пациентов с застарелыми посттравматическими дефектами нервов на уровне предплечья и кисти (давность травмы от нескольких месяцев до 2 лет) было про-

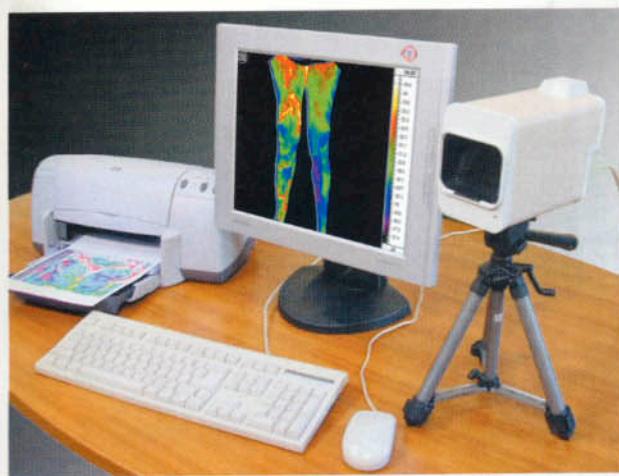


Рис. 1. Компьютерный термограф «ИРТИС»

- ведено оперативное восстановление поврежденных нервных стволов;
- посттравматического нейродистрофического синдрома (ПТНДС) верхних и нижних конечностей во II и III фазах заболевания (61% и 39% больных, соответственно) — всего 56 больных;
 - остеоартроза суставов конечностей — 110 больных, из них 72 пациента (65%) страдали гонартрозом.

Термографические исследования проводили с помощью современного портативного компьютерного термографа «ИРТИС» (Россия), имеющего спектральный диапазон 3–5 мкм и чувствительность 0,02 °C (рис. 1). Программный пакет «ИРТИС» с компьютерной обработкой позволяет качественно и количественно анализировать результаты измерений, дает возможность построить термопрофили, изотермы и псевдотрехмерное изображение в любой точке интереса. Полученная информация может быть существенно расширена путем применения динамического инфракрасного картирования, что обеспечивает исследование развития термоактивного процесса во времени (в режиме фильма).

При исследовании в обязательном порядке соблюдали следующие условия:

- исследование проводили в кабинете, защищенном от солнечных лучей шторами, при отсутствии в помещении источников тепла и воздушных потоков;
- минимум за сутки до исследования отменяли все физиотерапевтические процедуры, массаж, вазоактивные препараты и лечебные блокады (исключая те случаи, когда целью исследования являлась оценка эффекта лечебного воздействия);
- в термографическом кабинете пациент в течение 10–15 мин с обнаженной областью исследо-

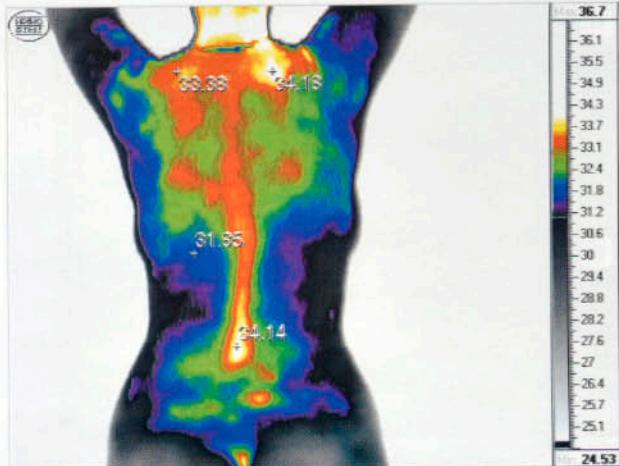


Рис. 2. Распространенный остеохондроз позвоночника

дования адаптировался к температуре окружающего воздуха.

После регистрации изображения проводили качественный и количественный его анализ, ориентируясь на общепринятые правила обработки термограмм [1, 2].

Результаты исследования и их обсуждение

Наиболее типичным термографическим проявлением остеохондроза позвоночника являлось выявление на задней поверхности тела зон с повышенной интенсивностью инфракрасного (ИК) излучения. В зависимости от локализации и выраженности патологического процесса диагностировались различные варианты нарушения нормальной термотопографии задней поверхности тела: термоасимметрия теплового рисунка, зоны повышенной эмиссии ИК-излучения в области кожной проекции остистых отростков позвонков (одного, нескольких или на протяжении всего позвоночного столба), очаги сливной и пятнистой патологической гипертермии в паравертебральных зонах.

При этом температурный градиент (dT) по сравнению с окружающими кожными покровами составлял в большинстве наблюдений 1,0–3,5 °C (рис. 2). Важно отметить, что в ряде наблюдений эти термографические признаки остеохондроза позвоночника выявлялись при отсутствии таковых при рентгенологическом обследовании, что было отмечено и другими авторами [3]. Этот факт указывает на возможность выявления методом ИКТГ функциональных нарушений на ранней стадии заболевания, когда еще отсутствуют структурные изменения.

Характерным термографическим проявлением остеохондроза шейного отдела позвоноч-

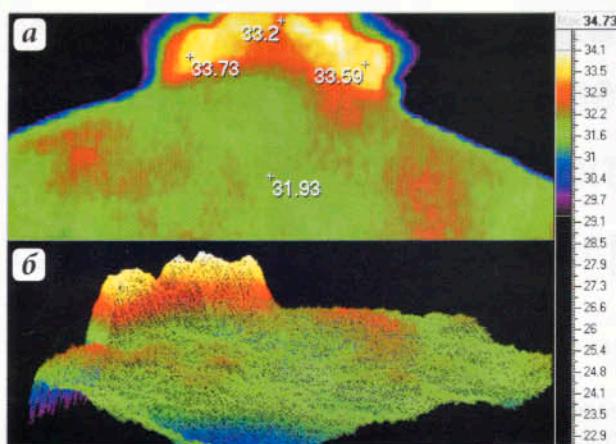


Рис. 3. Патологическая гипертермия задней поверхности шеи при остеохондрозе шейного отдела позвоночника. Термограмма (а) и псевдотрехмерное изображение (б) задней поверхности шеи

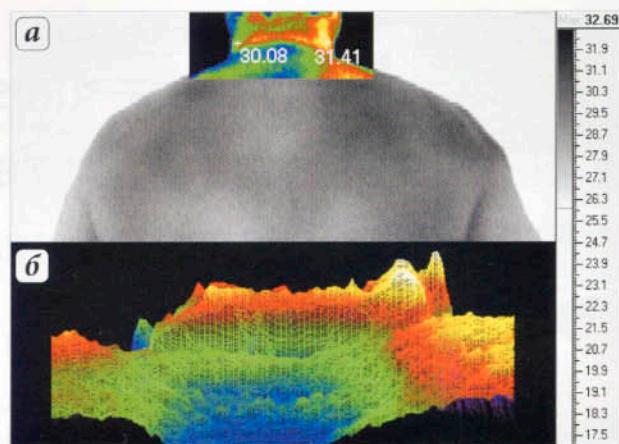


Рис. 4. Синдром правой позвоночной артерии. Термограмма (а) и псевдотрехмерное изображение (б) задней поверхности шеи

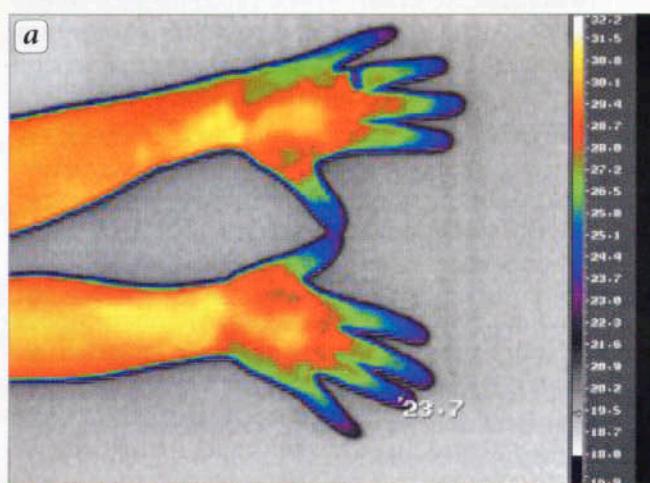


Рис. 5. Нейроциркуляторная вегето-сосудистая дистония верхних конечностей: а — фоновая термограмма; б — термограмма через 5 мин после приема нитроглицерина.

ника (у 93% больных помимо гипертермии в области кожной проекции шейных позвонков было повышение эмиссии ИК-излучения на всей задней поверхности шеи, как проявление венозной дисфункции (рис. 3)). Другим нейро-сосудистым расстройством, весьма часто выявляемым при термографии у таких больных (в 12% случаев), являлся синдром позвоночной артерии, характеризовавшийся локальной зоной выраженной патологической гипертермии, расположенной паравертебрально на уровне СII–СIV и имеющей, как правило, овальную форму (рис. 4). Характерными были также термографические признаки нейроциркуляторной вегето-сосудистой дистонии верхних конечностей (41% больных) — патологическая гипотермия пальцев, в ряде наблюдений доходящая до степени термоампутации (т. е. когда темпе-

ратура патологической зоны понижена до температуры окружающего воздуха и эта зона не визуализируется на термограмме). Для оценки стойкости ангиоспазма и исключения болезни Рейно в таких случаях проводили функциональную нитроглицериновую (или тепловую) пробу, под термографическим контролем наблюдала степень и скорость нормализации термотопографии дистальных отделов верхних конечностей (рис. 5). Снижение интенсивности ИК-излучения верхних конечностей наблюдалось и у больных с брахиалгиями, при этом выявлялась термоасимметрия ($dT \Rightarrow 1^{\circ}\text{C}$) здоровой и страдающей конечностей, а патологическая гипотермия распространялась и на проксиимальные отделы (рис. 6).

При плече-лопаточном периартрите, развившемся на фоне остеохондроза шейно-грудного

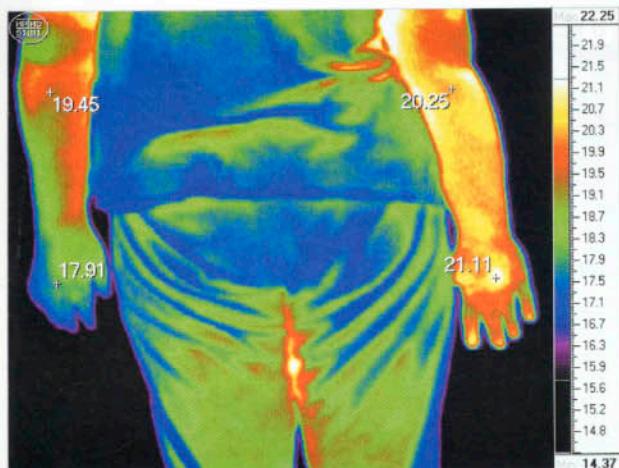


Рис. 6. Левосторонняя брахиалгия

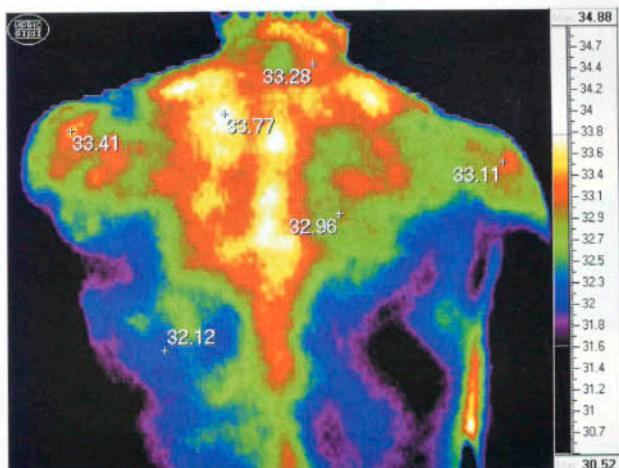


Рис. 7. Двусторонний плече-лопаточный периартрит с преимущественным поражением левого плечевого сустава

отдела позвоночника (рис. 7), регистрировались термографические признаки:

1. Остеохондроза позвоночника:

- повышение интенсивности ИК-излучения в области кожной проекции шейного отдела позвоночника (преимущественно на уровне Cl–CV), а также гипертермия всей задней поверхности шеи (у 100% больных);
- повышение интенсивности ИК-излучения в области кожной проекции грудного отдела позвоночника (преимущественно на уровне ThI–ThVI) — у 89% больных.

2. Мишечно-тонических синдромов, преимущественно трапециевидных, надостных и подостных мышц:

- патологическая гипертермия в области кожной проекции соответствующих мышц (у 100% больных).

3. Асептического воспалительного процесса в области плечевых суставов, выражавшегося патологической гипертермией в области кожной проекции задней и (или) передней поверхности суставов (у 84% больных), причем в 32% наблюдений признаки воспаления были выявлены в области только одного плечевого сустава.

Поскольку комплексное восстановительное лечение таких больных включало и локальную лекарственную терапию, ее характер определялся на основании результатов ИКТГ: при отсутствии термографических признаков воспалительного процесса в области плечевых суставов ограничивались периартикулярным введением 0,5% раствора новокаина (или 2% раствора лидокаина), а в тех случаях, когда при ИКТГ было выявлено наличие такого воспаления, локальную терапию дополняли внутрисуставным введением кенолога, дипроспана.

У больных, страдавших остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника, поми-

мо зон патологической гипертермии в пояснично-крестцовой области при наличии корешковых синдромов и люмбошиалигии выявлялись термографические признаки нейрососудистых (нейродистрофических) расстройств нижних конечностей: уменьшение эмиссии ИК-излучения в зонах, иннервируемых страдающими нервыми стволами. Если поражение было односторонним, отчетливо выявлялась термоасимметрия конечностей (рис. 8), при этом величина dT в зависимости от выраженности болевого синдрома и степени поражения корешка обычно составляла 0,8–2,0 °C, в отдельных наблюдениях значительно увеличиваясь, вплоть до появления симптома термоампутации в дистальных отделах конечностей. Возможность методом ИКТГ визуализировать боль в значительной степени позволяла объективизировать наличие и выраженность болевого синдрома при люмбошиалигии, т. к. при купировании боли термотопография конечности нормализовалась. При корешковых синдромах патологическая гипотер-

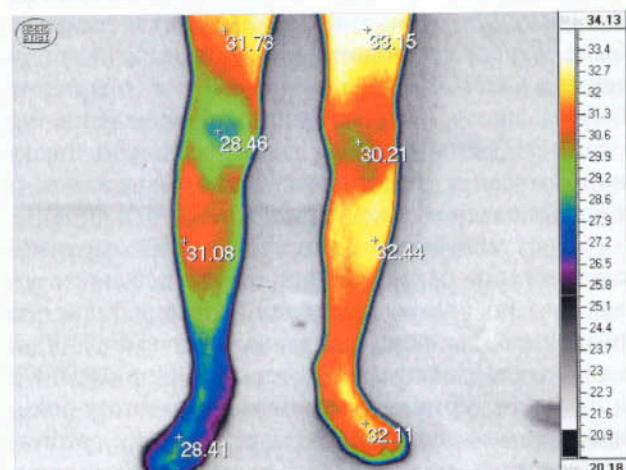


Рис. 8. Правосторонняя люмбошиалигия

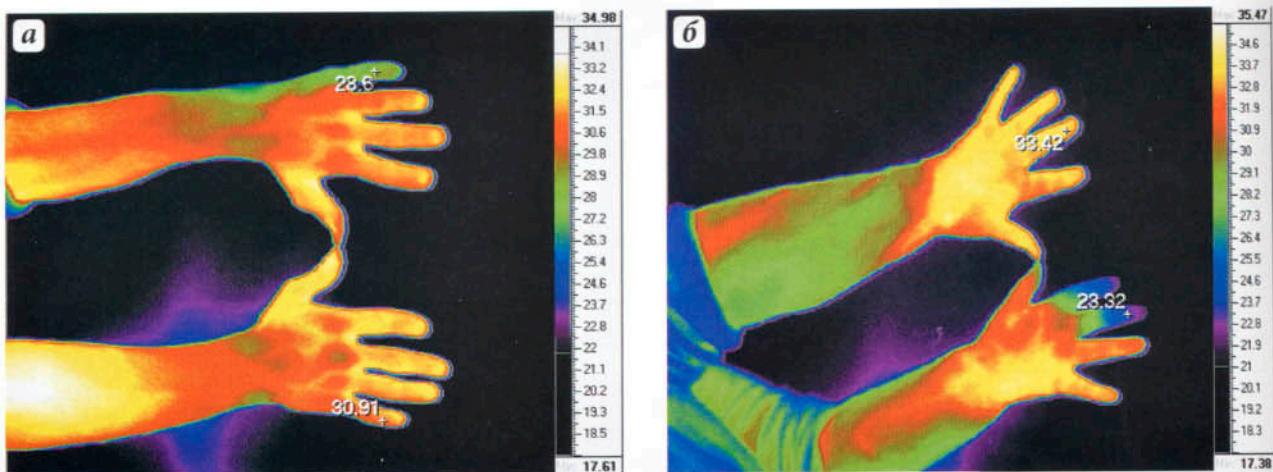


Рис. 9. Травматическое повреждение локтевого (а) и срединного (б) нервов

мия конечности была значительно более стойкая, что отмечено и другими исследователями [4].

Таким образом, результаты проведенных исследований убедительно показали, что информативная ценность применения метода ИКТГ в вертеброневрологии значительно возрастает при сравнительной оценке термограмм, полученных с различных областей. Термографическое исследование помимо позвоночного столба, передней и задней поверхности тела, верхних и нижних конечностей позволяет выявить различные нейро-сосудистые нарушения нередко еще до появления клинической картины.

Аналогичная термографическая картина (снижение интенсивности ИК-излучения) в подавляющем большинстве случаев была характерна и для больных, проходивших курс восстановительного лечения посттравматических невропатий магистральных нервов конечностей, что выражалось в наличии гипотермии в зоне автономной иннервации страдающего нервного ствола (рис. 9).

Однако уменьшение эмиссии ИК-излучения было диагностировано не во всех наблюдениях. Так, у 2 больных с травмой срединного нерва была зарегистрирована патологическая гипотермия в области его иннервации, а на операции было выявлено лишь частичное повреждение нерва (на 1/3 диаметра) с невромой, плотно спаянной с кожей в области рубца, что вызывало постоянное раздражение нерва.

Сопоставление термографической картины с характером повреждения нерва, диагностированного во время оперативного вмешательства, позволило выявить ряд закономерностей. Так, наиболее выраженная гипотермия (dT до $10,0^{\circ}\text{C}$) и симптом термоампутации имели место у больных (34 наблюдения) с повреждением срединного, локтевого или лучевого нервов на различных уровнях предплечья. В то же время у 18 па-

циентов с повреждением ветвей этих нервов на уровне кисти снижение интенсивности ИК-излучения было менее значительно и не превышало 6°C . Таким образом, наблюдалась прямая зависимость между выраженностью гипотермии и уровнем повреждения нерва. Аналогичная взаимосвязь отмечалась также между степенью снижения температуры на поверхности кожных покровов в зоне травмированного нерва и давностью его повреждения.

Как показали наши исследования, термографическая картина не всегда может соответствовать степени травматического повреждения нерва. Так, у 6 больных при клинической симптоматике полного повреждения нервов, подтвержденного на операции (1 случай — лучевой нерв, 2 — локтевой нерв и 3 — срединный нерв), не было выявлено значимых нарушений нормальной термотопографии больной конечности, что нашло свое объяснение во время оперативных вмешательств, — во всех случаях было обнаружено отхождение дополнительной ветви выше уровня повреждения нервного ствола.

Динамические исследования пациентов с ПТНДС (синдром Зудека) в процессе 45-дневного курса восстановительного лечения показали, что термографическая картина во II и III фазах заболевания выходила за рамки нормальной термотопографии верхних и нижних конечностей и характеризовалась (при односторонней патологии) их термоасимметрией. При этом направленность температурных изменений зависела от фазы патологического процесса. Так, при клинической картине II фазы отмечалась выраженная гипотермия дистальных отделов пострадавшей конечности. При ПТНДС верхних конечностей термоасимметрия наиболее была выражена на уровне кисти и достигала $3,0^{\circ}\text{C}$, а при ПТНДС нижних конечностей — на уровне стопы и нижней

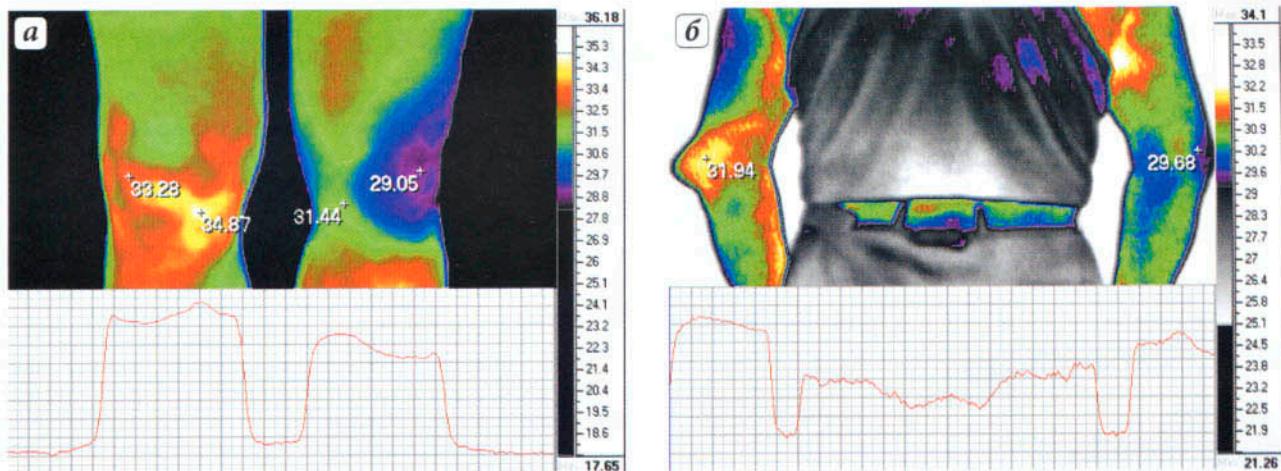


Рис. 10. а — гонартроз. Реактивный синовит правого коленного сустава; б — острый приступ подагрического артрита левого локтевого сустава

трети голени (dT до $3,5^{\circ}\text{C}$). В процессе комплексного лечения гипертермия постепенно сменялась мезо-, а затем и гипотермией, что клинически соответствовало переходу патологического процесса в III фазу. Снижение интенсивности ИК-излучения отмечалось не только в дистальных, но, как правило, и в проксимальных отделах конечности, при этом наиболее значительно эмиссия ИК-излучения уменьшалась на уровне верхней и средней трети предплечья (dT достигал $2,5^{\circ}\text{C}$), средней трети голени (dT достигал $4,2^{\circ}\text{C}$). Затем термотопография большой конечности нормализовалась, обычно при остаточных клинических проявлениях III фазы ПТНДС.

Крайне важным представляется то обстоятельство, что появление зон мезотермии на фоне уменьшающейся интенсивности патологической гипертермии не следует рассматривать как признак окончания патологического процесса [5] со всеми вытекающими отсюда рекомендациями, поскольку это закономерный этап перехода к холодной фазе заболевания. Причем такой переход происходит в большинстве случаев крайне неравномерно, т.е. при термографическом обследовании одновременно могут выявляться зоны с повышенной, нормальной и пониженной интенсивностью ИК-излучения. Такая пятнистость термотопографической картины является весьма надежным критерием перехода ПТНДС в III фазу, что позволяет оценить эффективность проводимого лечения и своевременно произвести коррекцию комплекса реабилитационных мероприятий, поскольку они различны во II и в III фазах ПТНДС.

Целью термографического исследования больных, страдавших остеоартрозами суставов конечностей, была диагностика возможного сопутствующего воспалительного процесса (артрита, синовита и т.д.) и контроль его регрессии в

процессе восстановительного лечения. Наиболее отчетливо эта патология выявлялась при исследовании коленных и локтевых суставов, являющихся наиболее крупными суставами конечностей, расположенными поверхностью. При наличии воспалительного процесса коленного сустава выявлялись очаговые зоны патологической гипертермии в области кожной проекции передней, переднемедиальной и (или) переднелатеральной поверхности сустава ($dT = 1,0\text{--}2,5^{\circ}\text{C}$), а при выраженному воспалении (и, как правило, при наличии внутрисуставного выпота) отмечалась слившая зона гипертермии на всей передней и переднебоковых поверхностях сустава (dT достигала $6,0^{\circ}\text{C}$). Такая гипертермия в большинстве наблюдений сочеталась со снижением интенсивности ИК-излучения в области кожной проекции сосудистого пучка в подколенной области вследствие отека мягких тканей. При воспалительных процессах локтевого сустава зоны патологической гипертермии выявлялись в его задней и боковой проекциях (рис. 10).

Аналогичные изменения термотопографии (гипертермия) были характерны при данной патологии и в других суставах, при этом прослеживалась зависимость между величиной суставного сочленения и величиной dT . Так, при воспалительных процессах в межфаланговых сочленениях степень повышения интенсивности ИК-излучения не превышала (а в большинстве случаев не достигала) $1,0^{\circ}\text{C}$. По мнению ряда авторов [6], форма и расположение термопатологических зон, выявляемых над коленным суставом, позволяют судить о характере воспалительного процесса синовиальной оболочки (острый, хронический, рецидивирующий). Анализ нашего материала не выявил такой зависимости, и, по нашему мнению, наиболее информативными в этом

плане являются температурный градиент dT и степень распространенности зоны патологического ИК-излучения.

Термографический контроль таких больных в процессе восстановительного лечения показал, что в большинстве случаев субъективно нормализация наступает раньше, чем показатели ИКТГ возвращаются к норме. Это позволяет весьма надежно диагностировать остаточные явления воспалительного процесса в суставе и при необходимости продолжать реабилитационные мероприятия.

Заключение

По мнению многих исследователей, диагностические возможности инфракрасной термографии в вертеброневрологии, травматологии и ортопедии, достоверность распознавания заболеваний и повреждений мышц, связок, суставов и нервов весьма велики [7–14].

Практический опыт применения ИКТГ при реабилитации больных с патологией опорно-двигательной и нервной систем, накопленный нами к настоящему времени, позволяет отнести этот метод к высоконформативным способам оценки в первую очередь функциональных нарушений, развивающихся при заболеваниях позвоночника, суставов, при травматических повреждениях периферических нервных стволов и посттравматической нейродистрофии конечностей.

Возможность многократного, полностью безопасного обследования больного в процессе медицинской реабилитации дает метод ИКТГ — по нашему мнению, незаменимый для объективизации клинических данных (например, при болевом синдроме), при формировании комплекса медицинских мероприятий, оценке эффективности как отдельных лечебных воздействий, так и всего курса восстановительного лечения. Возможность динамического контроля с помощью ИКТГ является особенно ценной при фазно протекающих патологических процессах (ПТНДС), предполагающих своевременное изменение характера лечения в различных фазах.

Не менее значимой представляется и способность ИКТГ выявлять тепловую патологию исследуемой области на ранних стадиях развития заболевания, когда еще отсутствуют структурные изменения, определяемые рентгенологическими и ультразвуковыми методами диагностики. Это дает возможность при выявлении тепловой аномалии предположить наличие субклинических форм патологического процесса, что, безусловно, позволяет повысить эффективность медицинской реабилитации.

Таким образом, ИКТГ является уникальным, физиологическим, неинвазивным диагностическим методом, дающим возможность получения информации не только непосредственно в области патологии, но и в сопряженных с ней рефлекторных зонах.

Это позволяет нам рекомендовать его широкое использование при медицинской реабилитации больных с патологией опорно-двигательной и нервной систем. ■

Список литературы

1. Зарецкий В.В., Выховская А.Г. Клиническая термография. — М.: Медицина, 1976. — 168 с.
2. Розенфельд Л.Г., Колотилов Н.Н. Методология термографического исследования // Врачебное дело. — 1991. — № 10. — С. 74–77.
3. Кушнир Т.С., Модзгвишивили Р.А. Клинико-термографические и реографические корреляции у больных с пояснично-крестцовыми остеохондрозом // Тез. докл. Всесоюзн. конф. «Темп-88». — Л., 1988. — Т. 2. — С. 49–60.
4. Гольштейн А.Б., Выховская А.Г. Термографические исследования при распознавании некоторых повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1970. — № 2. — С. 4–49.
5. Giordano N., Battisti E., Franci F., et al. La teletermografia nella diagnosi precoce e nel monitoraggio clinico-terapeutico della malattia di Sudeck // La Clinica Terapeutica — 1991. — V. 138. — P. 91–96.
6. Губкин С.В., Сорока Н.Ф. Атлас термограмм в ревматологии. — Минск, 2002. — 115 с.
7. Colognese., Cugola L. La thermographia. Une nouvelle méthode pour le choix de la voie d'au chirurgicale dans les complications des fractures ouvertes de la jambe // Acta Orthop. Belg. — 1978. — V. 44. 6. — P. 837–840.
8. Vaden M.F., Purohit R.C., McCoy M.D. Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis // Am. J. Res. — 1980. — V. 41. — P. 1175–1178.
9. Покровская А.М., Мельникова А., Кокон Г.С. и др. Динамика данных термографии при повреждении нервных стволов // Тепловидение в медицине: III. Всесоюзн. конф. «Темп-82». — Л.: ГОИ, 1984. — С. 363–368.
10. Воронов В.Г., Суханова В.Ф. Тепловидение в диагностике заболеваний спинного мозга и позвоночника // Метод. рекоменд. — Л.: Ленингр. мединститут, 1988. — 20 с.
11. Розенфельд Л.Г. Основы клинической дистанционной термодиагностики. — Киев: Здоровье, 1988. — 222 с.
12. Зеновко Г.И. Термография в хирургии. — М.: Медицина, 1998. — 167 с.
13. Крупяткин А.И. Клиническая нейроангиофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофики). — М.: Научный мир, 2003. — 327 с.
14. Лакуста В.Н., Морару А.Т. Термография и криотерапия в вертеброневрологии. — Кишинев, 2005. — 190 с.