

# ТЕМПЕРАТУРНАЯ РЕАКЦИЯ ТКАНЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМАХ МЫШЦЕЛКОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

УДК 616.718.5—001.5—08  
Поступила 11.04.2011 г.

**С.В. Блинов**, ассистент кафедры хирургии ФПКВ<sup>1</sup>;  
**Е.Е. Малышев**, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ им. М.В.Колокольцева<sup>1</sup>;  
**С.Н. Колесов**, д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник, руководитель группы теллорадиовидения<sup>2</sup>;  
**Е.С. Малышев**, д.м.н., профессор кафедры хирургии ФПКВ<sup>1</sup>;  
**Д.В. Павлов**, к.м.н., ведущий научный сотрудник, зав. травматолого-ортопедическим отделением<sup>2</sup>;  
**Н.Л. Муравина**, врач функциональной диагностики отделения теллорадиовидения<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород;

<sup>2</sup>Нижегородский НИИ травматологии и ортопедии Минздравсоцразвития, Н. Новгород

**Цель исследования** — изучить динамику температурной реакции тканей коленного сустава после остеосинтеза внутрисуставных переломов мыщелков большеберцовой кости в послеоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено у 34 пациентов в период с 2008 по 2011 г. Все больные были разделены на несколько групп в зависимости от вида перелома. Измерения проводились с 8-й недели после оперативного лечения ежемесячно в сроки до 1 года.

**Заключение.** Метод радиотермометрии дает возможность оценить сосудисто-метаболические изменения в коленном суставе после оперативного лечения, которые соответствуют морфологическим изменениям. Включение его в диагностический комплекс позволяет получить определенную информацию о характере консолидации, перестроенном процессе и тем самым уменьшает количество промежуточных рентгенологических обследований.

**Ключевые слова:** радиотермометрия, термоасимметрия, глубинная температура, большеберцовая кость, перелом, мыщелок.

## English

## Temperature response of knee joint tissues in postoperative period in intraarticular fractures of condyles of tibia

**S.V. Blinov**, Tutor, the Department of Surgery, the Faculty of Doctors' Advanced Training<sup>1</sup>;  
**E.E. Malyshev**, PhD, Associate Professor, the Department of Traumatology, Orthopedics and Field Surgery named after M.V. Kolokoltsev<sup>1</sup>;  
**S.N. Kolesov**, D.Med.Sc., Professor, Leading Research Worker, Head of Thermal Radio Imaging Group<sup>2</sup>;  
**E.S. Malyshev**, D.Med.Sc., Professor, the Department of Surgery, the Faculty of Doctors' Advanced Training<sup>1</sup>;  
**D.V. Pavlov**, PhD, Leading Research Worker, Head of Traumatology and Orthopedics Department<sup>2</sup>;  
**N.L. Muravina**, Physician of Functional Diagnostics, the Thermal Radio Imaging Department<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod;

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health and Social Development, Nizhny Novgorod

**The aim of the investigation** is to study the dynamics of temperature response of knee joint tissues after osteosynthesis of intraarticular fractures of condyle of tibia in postoperative period.

**Materials and Methods.** 34 patients were examined from 2008 till 2011. The patients were divided into several groups according to the type of fracture. Measurements were performed beginning with the 8th week after surgical treatment every month within a year.

**Conclusion.** Radiometry technique enables to assess vascular metabolic changes in knee joint after surgical treatment, the changes corresponding to morphological changes. When included into diagnostic complex, radiometry enables to obtain certain information about the character of consolidation, reforming process and therefore decreases the number of intermediate X-ray examinations.

**Key words:** radio thermometry, thermoasymmetry, deep temperature, tibia, fracture, condyle.

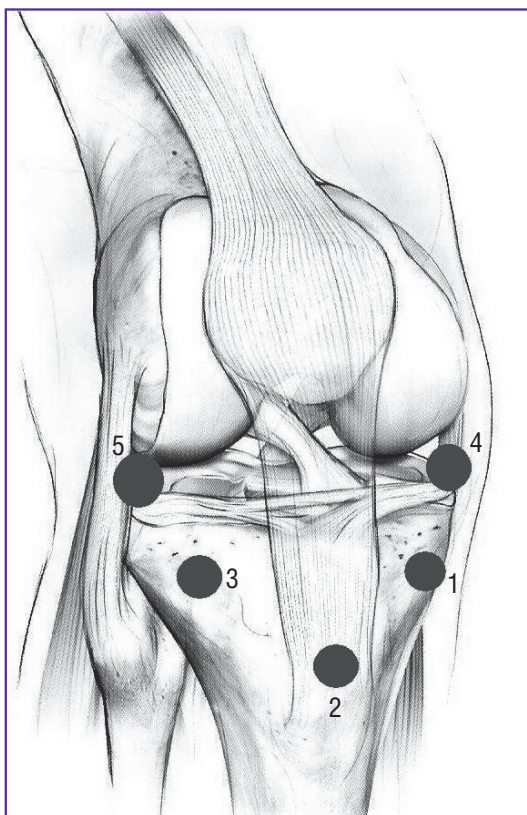
Для контактов: Блинов Сергей Валерьевич, +7 909-290-81-09; e-mail: serg512@bk.ru

Основными преимуществами метода радиотермометрии являются информативность, простота использования, неинвазивность, безвредность, дешевизна исследования. Специфические диэлектрические свойства тканей позволяют измерять температурные распределения на глубине под поверхностью кожи человека [1].

Накопленные с момента зарождения радиотермометрии как метода диагностики данные доказали ее высокую ценность при различной патологии в онкологии [2], хирургии [3], неврологии и нейрохирургии [4, 5], травматологии и ортопедии [6–9].

**Цель исследования** — изучить динамику температурной реакции тканей коленного сустава в послеоперационном периоде после остеосинтеза внутрисуставных переломов мыщелков большеберцовой кости.

**Материалы и методы.** Радиотермометрия коленных суставов проводилась в отделении теплорадиовидения Нижегородского НИИ травматологии и ортопедии в период с 2008 по 2011 г. у 34 пациентов в послеоперационном периоде при переломах мыщелков большеберцовой кости. Мужчин было 15, женщин — 19. Возраст до 25 лет имели 3 пациента; от 26 до 40 лет — 7; от 41 до 60 лет — 21; от 61 года и старше — 3. С учетом тяжести повреждения по классификации AO-ASIF было сформировано две группы: 22 человека (64,7%) с переломами наружного мыщелка (тип В3.1) и 12 (35,3%) — с переломами обоих мыщелков (тип С). Все пациенты лечились оперативно — выполнен остеосинтез переломов проксимальной большеберцовой пластиной с угловой стабильностью винтов (LCP-PTP).



Точки измерения глубинной температуры: 1 — наружного мыщелка; 2 — бугристой большеберцовой кости; 3 — внутреннего мыщелка; 4 — суставной щели снаружи; 5 — суставной щели изнутри

Послеоперационный период протекал без осложнений — у всех пациентов раны зажили первичным натяжением.

Исследования проводились начиная с 8 нед после оперативного лечения каждые 4 нед в сроки до 6 мес. В отдаленном периоде контрольное измерение температуры выполнялось через 1 год.

Измерения интегральной глубинной температуры тела человека выполнялись с помощью медицинского радиотермометра РТ-17 (НППИ «Кварц», Н. Новгород, одобрен к использованию Комитетом по новой технике Минздрава России). Радиотермометр, воспринимая излучение в полосе 1,5–2 ГГц (средняя длина волны  $\approx 17,5$  см) с участков площадью около 3 см<sup>2</sup>, позволяет получать информацию об интегральной радиояркой температуре с глубины до 2–4 см в зонах с преобладанием мышечной ткани и до 7–8 см — жировой ткани [10].

С помощью антенны-апликатора выносного блока определялась интегральная глубинная температура в пяти точках поврежденного и здорового суставов (две — в проекции суставной щели по наружной и внутренней поверхности, три — в проекции метаэпифиза большеберцовой кости): наружном мыщелке, бугристости большеберцовой кости, внутреннем мыщелке, суставной щели с медиальной и латеральной сторон (см. рисунок). Абсолютные значения глубинной температуры, индуцирующиеся на табло прибора, регистрировали в стандартном бланке (патент №2394475 от 20 июля 2010 г.).

В дополнение к статическому измерению глубинной температуры проводились повторные измерения после функциональной пробы. Пациент выполнял сгибательно-разгибательные движения в коленном суставе в течение 3 мин в положении сидя на кушетке. При этом нижние конечности двигались так, что стопы не касались пола, а бедро лежало на кушетке. Температура измерялась в тех же точках поврежденной конечности. Аналогично выполняли пробу и последующие измерения на другой конечности в тех же точках.

Оценивались следующие показатели:

$\Delta T$  — термоасимметрия между участками поврежденного и неповрежденного коленных суставов до функциональной пробы:  $\Delta T_1$  — между наружными мыщелками,  $\Delta T_2$  — бугристостью большеберцовой кости,  $\Delta T_3$  — внутренними мыщелками,  $\Delta T_4$  — суставной щелью снаружи,  $\Delta T_5$  — суставной щелью изнутри;

$\Delta T'$  — термоасимметрия между участками поврежденного и неповрежденного коленных суставов после функциональной пробы, соответственно  $\Delta T'_1$ ,  $\Delta T'_2$ ,  $\Delta T'_3$ ,  $\Delta T'_4$  и  $\Delta T'_5$ .

**Результаты.** Анализ показателей температуры в различных областях позволил выявить общие тенденции и определенные закономерности по каждому отделу сустава.

Через 8 нед после оперативного вмешательства термоасимметрия ( $\Delta T > 1^\circ\text{C}$ ) диагностировалась у большинства пациентов в зависимости от отдела сустава и вида перелома. При переломах типа В наибольшая частота термоасимметрии отмечалась в проекции наружного мыщелка ( $T_1$  — 77,3%,  $T_4$  — 86,4%), что соответствовало локализации наибольшего повреждения, в то время как по другим отделам сустава термоасимметрия  $> 1^\circ\text{C}$  наблюдалась реже ( $T_2$  — 63,7%,  $T_3$  — 72,8%,  $T_5$  — 72,7%). При переломах типа С также прослеживалась тенденция к локали-

зации участков повышенной температуры соответственно повреждению (Т1 — 75%, Т2 — 83,3%, Т3 — 72,8%). Однако особенностью температурной реакции при переломах типа С является бóльшая вовлеченность в процесс мягких тканей сустава (Т4 — 91,7%, Т5 — 91,7%).

Проведение пробы приводит к изменению функционального состояния тканей коленного сустава. Косвенно об этом позволяет судить изменение глубинной температуры тканей до и после проведения пробы.

Проведение пробы в раннем периоде после операции приводит к увеличению количества пациентов, у которых диапазон термоасимметрии ( $\Delta T$ ) выходит за пределы  $>1^\circ\text{C}$ . При этом также прослеживается зависимость от вида перелома. Так, при переломах типа В после пробы показатель Т'1 возрос до 86,4%, что связано с локализацией перелома. Значительного увеличения частоты термоасимметрии по другим суставам не отмечалось (Т'2 — 67,7%, Т'3 — 71,8%, Т'4 — 72,8%, Т'5 — 77,3%). При переломах типа С, напротив, наблюдается более существенное увеличение частоты термоасимметрии по всем отделам сустава (Т'1 — 100%, Т'2 — 91,7%, Т'3 — 91,7%, Т'4 — 91,7%, Т'5 — 91,7%), что подтверждает более тяжелый характер травмы, особенно в области наружного мыщелка.

В дальнейшем наблюдается постепенное восстановление температурных параметров, однако при переломах типа В восстановление происходит объективно быстрее, чем при переломах типа С. Однако, несмотря на выравнивание температуры суставов, в динамике у 14,7% пациентов через год после оперативного лечения может сохраняться термоасимметрия более  $1^\circ\text{C}$  по всем отделам сустава.

**Обсуждение.** Особенностью температурной реакции тканей является увеличение температуры в раннем периоде после оперативного лечения во всех отделах поврежденного сустава независимо от типа перелома (В или С). При этом нужно учесть, что при переломе типа В повреждался только наружный мыщелок, как правило, с импресией костной ткани и образованием мелких фрагментов. Для восстановления суставной поверхности применялась пластика посттравматического костного дефекта трансплантатом, который в дальнейшем подвергся перестроенному процессу. Увеличение температуры во внутреннем (неповрежденном) отделе сустава в раннем периоде после остеосинтеза встречалось у 72,8% пациентов, что можно объяснить влиянием техники и оперативного вмешательства: устанавливается пластина и вводятся винты на весь поперечник метаэпифиза большеберцовой кости, в том числе и в неповрежденный внутренний мыщелок. Для переломов типа С (перелом обоих мыщелков) такое увеличение температуры является закономерным. Следует отметить, что количество пациентов, у которых повышение температуры поврежденного коленного сустава лежит в диапазоне  $>1^\circ\text{C}$ , больше в группе с переломами типа С, т.е. первичное повреждение обоих мыщелков обуславливает более выраженные изменения температуры, чем оперативная травма, и эта тенденция сохраняется в течение всего периода наблюдения. В пользу этого свидетельствует тот факт, что в группе с переломами типа В в поздние сроки отмечается тенденция к локализации максимальных значений температуры в наружном (поврежденном) отделе сустава у большинства пациентов.

При нормальном течении процессов остеорепарации в

#### Распределение пациентов по вариантам динамики термоасимметрии в зависимости от вида перелома, абс. число/%

Вариант течения	Тип В (n=22)	Тип С (n=12)
Первый	5/22,7	1/8,3
Второй	13/59,1	10/83,3
Третий	4/18,1	1/8,4

сроки до 20–24 нед происходит выравнивание повышенной температуры по всем отделам поврежденного сустава (относительно неповрежденного), при этом восстановление термоасимметрии начинается с точек в проекции суставной щели. В дальнейшем отмечается тенденция к локализации участков повышенной температуры в зоне наибольшего повреждения костной ткани.

Анализ данных, полученных при ежемесячном измерении градиента температуры между поврежденным и неповрежденным коленными суставами, позволил выделить несколько вариантов динамики глубинной температуры в послеоперационном периоде при внутрисуставных переломах проксимального отдела большеберцовой кости. Для I варианта характерно выравнивание термоасимметрии коленных суставов по всем отделам до значений не более  $1^\circ\text{C}$  в период первых 8–12 нед после оперативного лечения и сохранение такого соотношения в течение всего срока последующего наблюдения, в том числе при контрольном измерении через год. В другом варианте сохраняется термоасимметрия  $>1^\circ\text{C}$  в течение 4 мес и более (до 24 нед), однако при контрольном измерении через год отмечается выравнивание ее в пределах  $1^\circ\text{C}$ . В третьем случае термоасимметрия  $>1^\circ\text{C}$  по всем отделам сустава сохраняется в течение всего периода наблюдения, в том числе и через год после оперативного лечения. Распределение наших больных в зависимости от характера термоасимметрии (см. таблицу) показало, что у 67,6% пациентов с переломами типа В и С изменение температурной реакции тканей протекает по второму варианту.

В настоящее время рентгенологический метод служит «золотым стандартом» контроля процессов консолидации костной ткани после переломов. Он широко используется как метод визуализации и позволяет определить структурные изменения костной ткани. Радиотермометрия является неспецифическим методом, который основан на прямой регистрации температурных изменений в тканях сустава. Включение метода радиотермометрии в диагностический комплекс дает возможность получить информацию о динамике температурной реакции, косвенно судить о перестроенном процессе, тем самым позволяет сократить количество промежуточных рентгенологических обследований, уменьшить лучевую нагрузку на пациента. Данные, полученные этими методами, гармонично дополняют друг друга при совместном использовании. Кроме того, метод радиотермометрии является безопасным, неинвазивным, дешевым и обладает высокой точностью измерений.

**Заключение.** Применение радиотермометрии в комплексе с другими методами исследования (рентгенография, КТ, МРТ, УЗИ) дает дополнительный объективный критерий функционального состояния тканей коленного сустава после остеосинтеза, позволяет косвенно оценить и прогнозировать процесс восстановления функциональ-

ных возможностей организма, снизить количество рентгенологических снимков.

### Литература

1. *Канаков В.А., Кисляков А.Г., Пелюшенко С.А.* Контактная радиотермометрия миллиметрового диапазона длин волн. В кн.: Материалы конференции «Прикладная оптика». СПб; 1996; с. 26–28.
2. *Barrett A.H., Myers P.C., Sadowsky N.L.* Detection of breast cancer by microwave radiometry. *Radio Sci* 1977; 12: 167–171.
3. *Кукош М.В., Богданов С.Н., Троицкий В.С.* Радиометрия в диагностике острых хирургических заболеваний брюшной полости. В кн.: Сборник трудов Всесоюз. конф. «Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами». М; 1985; с. 155–157.
4. *Колесов С.Н., Морозов И.Н., Орлов М.Е.* Применение СВЧ-радиотермометрии на этапах реабилитации больных после оперативного удаления грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. В кн.: Материалы конференции «Прикладная оптика». СПб; 1996; с. 71–73.
5. *Федосеенко Т.С.* Функциональное тепловидение и радиотермометрия в диагностике радикуллопатий у больных с остеохондрозом позвоночника. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 1993.
6. *Богосьян А.Б. и др.* Способ контроля темпа distraction при удлинении конечности. В кн.: Материалы науч.-практ. конф. «Новые технологии в медицине». Курган; 2000; с. 170.
7. *Введенский П.С. и др.* Комплексный контроль за процессом удлинения конечностей. В кн.: Человек и травма. Материалы конференции «Актуальные проблемы травматологии и ортопедии». Н. Новгород; 2001; с. 315–316.
8. *Дмитриева Г.М.* Диагностические возможности СВЧ-термометрии при травме опорно-двигательного аппарата. В кн.: Сборник научных трудов «Тепло радиовидение в травматологии и ортопедии». Горький; 1988; с. 137–149.
9. *Сафронов В.В., Масленникова И.Р.* Возможности применения дециметровой радиотермометрии для диагностики заболеваний суставов у детей. В кн.: Сборник трудов Всесоюз. конф. «Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами». М; 1984; с. 35.
10. *Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А.* Медицинское тепловидение: современный методологический подход. Н. Новгород: ФГУ «НИИТО Росмедтехнологий»; 2008; 184 с.