

Богданова Т. М.¹, Бакуткин В. В.², Лобанов В. В.³, Большаков А. А.³,
Наливаева А. В.¹, Синкеев М. С.¹

Контактная термометрия в клинической практике

1 - ГБОУ ВПО Саратовский государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского «Минздравсоцразвития РФ», г.Саратов; 2 - ФБУН Саратовский НИИ СГ Роспотребнадзора, г. Саратов; 3 - ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет им. Ю.А.Гагарина, г. Саратов

Bogdanova T.M., Bakutkin V.V. MD, Lobanov V.V., Bolshakov A.A. Nalivaeva A.V, Sinkeev M.S.

Contact thermometry in clinical practice

Резюме

В статье представлены данные о физиологических механизмах терморегуляции в норме и при патологических состояниях. Описываются приборы и устройства для осуществления мониторинга температуры тела. Приведены данные о диагностической и прогностической значимости мониторинга температуры при различных заболеваниях.

Ключевые слова: термометрия, терапия, диагностика, профилактика

Summary

The article presents the data on the physiological mechanisms of thermoregulation in normal and pathological conditions. Describes the instruments and devices for the monitoring of body temperature. Presents data on the diagnostic and prognostic importance of monitoring the temperature of various diseases.

Key words: thermometry, therapy, diagnosis, prevention

1.1. Механизмы терморегуляции тела человека. Нормальная регуляция температуры тела, особенности теплообмена с окружающей средой.

Температура тела человека поддерживается с высокой точностью. Контролируется температура всеми отделами вегетативной нервной системы.

В начале XX века физиологи определили, что главным звеном терморегуляции является гипоталамус.

Все процессы, происходящие в человеческом организме, зависят от температуры. Существуют клетки, которые активируются при воздействии холода и нагревания, в связи с чем они и называются холодовыми и теплорецепторами [1-3]. Эти терморецепторы, находящиеся на поверхности кожи изучены лучше всего [4]. Кожа человека очень чувствительна к изменению температуры, причем эта чувствительность значительно отличается в зависимости от участка кожи. Например, кожа лица в 5 раз чувствительнее других участков тела [5]. Особенно интересен тот факт, что человеческий организм быстрее реагирует на быструю смену температуры, чем, если показатели ее меняются медленно.

Человеческий организм точно определяет величину собственной температуры тела. Однако существует интервал температур, в пределах которого компенсаторные вегетативные реакции не возникают. Этот диапазон определяется физической и умственной нагрузкой, временем суток, даже фазой менструального цикла и т.д. В норме этот интервал от 36,5°C до 37,5°C.

Отклонения температуры тела от этих значений запускают механизмы, которые либо увеличивают отдачу тепла в окружающую среду или увеличивают метаболическую продукцию тепла. Контролирующая система при этом активирует реакции в наиболее выгодном порядке: так, вазоконстрикция предшествует дрожи, тем самым уменьшая потерю тепла. Или же наоборот, увеличивается потоотделение при повышении температуры окружающей среды. У человека существуют и поведенческие терморегуляторные защитные механизмы, которые включаются в тот момент, когда вегетативные реакции недостаточны для поддержания температуры тела на нормальных значениях. Поведенческие механизмы включаются при раздражении терморецепторов поверхности кожи [6,7].

Таким образом, терморегуляторные реакции организма включаются в определенном порядке в зависимости от порогового значения температуры индивидуума и от диапазона ответных механизмов [5].

1.2. Устройства для измерения температуры тела человека.

Одной из старейших манипуляций в медицине является измерение температуры тела. В 1592 г. Галилей изобрел термоскоп, который затем был значительно усовершенствован Фаренгейтом (Fahrenheit) в 1714 г. Первое измерение температуры ртутным термометром было выполнено более 100 лет назад (Harvey Cushing 1895).

Несмотря на то, что ртутные термометры имеют достаточную точность измерений, они не отвечают со-

временным требованиям, в том числе из-за опасности токсического влияния ртути на окружающую среду. В связи с этим в 2007 году производство содержащих ртуть приборов было запрещено на всей территории Европейского союза, а начиная с конца 2013 года и на территории Российской Федерации.

Другими видами термометров являются термисторы и термопары. Термисторы – это полупроводники, которые весьма чувствительны к изменениям окружающей температуры. Суть работы термопар – это регистрация электрического тока между двумя разными соединенными металлами [8]. Клинически используемые термисторы имеют разрешающую способность в $0,2^{\circ}\text{C}$ в промежутке от 5 до 45°C .

Принцип термопары заключается в том, что электрическая цепь состоит из двух различных металлов. Сила тока в цепи будет прямо пропорциональна температурной разнице между двумя соединениями этих разных металлов. Одно из соединений всегда имеет стандартную известную температуру, а другое помещается на место пробы. Таким образом, измеряемая сила тока будет пропорциональна температуре пробы. Термопара часто используется в устройствах для мониторинга температуры. Все производимые приборы с использованием термопары имеют вполне достаточную для клиники разрешающую способность и надежность [9].

Жидкокристаллический термометр представляет собой липкую полоску, которая крепится к коже больного. Жидкий кристалл, состоящий из эстеров холестерина, меняет цвет при изменении температуры. Эта технология отличается от всех остальных тем, что может быть использована только для измерения кожной температуры.

В настоящее время разработан быстродействующий термометр с беспроводным каналом передачи данных, реализующий способ измерения температуры по интегральным значениям, обладающий повышенным ресурсом продолжительности работы (100 часов) с временем измерения 1-2 с и погрешностью не более $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, который может использоваться в медицинских системах мониторинга параметров человеческого организма [10,11].

При разработке устройств для использования в медицине основными требованиями являются высокая надежность, малые габариты, низкое энергопотребление. Особенно актуальны эти вопросы при создании высокоэффективных аппаратов для систем дистанционного контроля функционального состояния человека. Дистанционный контроль можно провести только при наличии приборов регистрации функционального состояния пациента и канала связи с ним. Технические характеристики этих приборов должны быть приближены к характеристикам стационарных приборов такого же класса. Были определены основные требования для устройств биомониторинга: повышение качества регистрации, обработки полезных сигналов путем уменьшения искажений полезного сигнала; создание универсальных функциональных блоков, имеющих возможность работы в различных режимах регистрации полезного сигнала; компактность; широкий диапазон рабочих температур; высокая надеж-

ность, устойчивость к ударам и вибрациям; возможность работы в условиях перегрузок; экологическая чистота; большой ресурс работы; бесшумность; конструкционная пластичность; минимальные эксплуатационные расходы [11].

Для выполнения этих требований был разработан метод цифро-аналогового и аналого-цифрового температурного преобразования на основе применения двоичной и трюичной логик для обеспечения требуемого потенциала теплового воздействия на конкретном участке кожи пациента с их теоретическим и экспериментальным обоснованием. Была произведена адаптация математических моделей термоэлектрических устройств для исследования локальных температурных полей человеческого организма, позволяющих осуществить разработку высокостабильных медицинских приборов для проведения диагностических и терапевтических процедур, основанных на тепловом воздействии.

Исследования в области средств коммуникации привели к появлению нового вида коммуникационных сетей под названием «Беспроводные сенсорные сети» на основе сетевых датчиков. При этом датчик в составе сети – это сетевой датчик, который имеет радиопередающее устройство, позволяющее передавать информационные сигналы на базовую станцию через беспроводные средства связи [8].

До сих пор точно не установлено, какая степень точности измерения температуры необходима в клинической деятельности. Принято считать допустимой суммарную погрешность измерения не более $0,5^{\circ}\text{C}$. Считается, что именно $0,5^{\circ}\text{C}$ – это то минимально значимое изменение температуры, которое может приводить к изменениям гомеостаза [12].

1.3. Методики контактной кожной термометрии.

Температура тела варьирует в достаточно широких пределах в зависимости от места измерения. Зоны измерения температуры многочисленны и зависят от задач мониторинга.

Температура поверхности кожи ниже, чем значения центральной температуры [13]. Температура кожи определяется соотношением между продукцией тепла, подкожными тканями и потерей тепла в окружающую среду. Отдача тепла с поверхности кожи, происходящая в основном за счет радиации и конвекции, зависит от температуры окружающей среды. Колебания температуры окружающей среды в $1-2^{\circ}\text{C}$, с которыми обычно приходится иметь дело в лечебных учреждениях, мало влияют на лобно-центральный градиент. Даже интенсивная вазодилатация при потоотделении и интенсивная вазоконстрикция при дрожи очень мало влияют на него [14]. Следовательно, температура кожи лба может быть на удивление точным источником измерения центральной температуры.

Подмышечная впадина является традиционной зоной термометрии. Аксилярная температура достаточно точна, однако на результаты измерения влияют положение датчика, руки пациента и других факторов. Разница в технике измерения может объяснять различия в

точности результатов.

Ротовая полость – часто используется для термометрии. Температура ротовой полости может быть неточной у пациентов, которые дышат через рот или недавно принимали внутрь горячие или холодные жидкости.

Назофарингеальная зона – расположена близко к внутренней сонной артерии. Однако, имеется опасность носового кровотечения. Носоглоточные датчики для измерения центральной температуры нужно вводить на несколько сантиметров дальше, чем ноздри. Измерение назофарингеальной температуры используется только у пациентов, у которых затруднено или отсутствует носовое дыхание.

Барабанная перепонка – располагается в достаточной близости к гипоталамусу посредством внутренней сонной артерии. Используется редко, поскольку имеется риск перфорации и кровотечения, особенно у беспокойных пациентов [15,16]. У здоровых людей тимпаническая температура больше (до 0,4°C) или равна аксиллярной температуре. На разность указанных температур влияет состояние слизистой оболочки барабанной полости. У пациентов с экссудативным средним отитом уменьшение разности между тимпанической и аксиллярной температурой является критерием благоприятного течения заболевания [16].

При обострении хронического гнойного среднего отита увеличивается разность между тимпанической температурой больного и здорового уха при односторонних процессах и разность между тимпанической и аксиллярной температурой при двусторонних процессах [17,18]. Метод объективной оценки состояния среднего уха по данным тимпанической термометрии может применяться у взрослых и детей, как в стационарных, так и в амбулаторных условиях.

Тимпаническую термометрию, с учетом данных анамнеза следует использовать как скрининг-метод для диагностики отита при массовых профилактических осмотрах, практике семейного врача, а так же для контроля результатов лечения пациентов с этим заболеванием. Измерение температуры в области барабанной перепонки часто упоминается в публикациях как объективно отражающее температуру гипоталамуса. Но из-за существующей опасности перфорации перепонки на практике все же предпочтительнее измерять температуру в глоточной области, пищевода и мочевого пузыря, хотя каждая из этих локализаций имеет свои преимущества и недостатки.

Пищевод расположен близко к сердцу и крупным сосудам. Температурные датчики, встроенные в пищеводные стетоскопы, для большей точности необходимо располагать в зонах наибольшей слышимости сердечных шумов [19-20].

Прямая кишка – традиционное место термометрии, на результаты влияют фекалии, перитонеальный лаваж, цистоскопия. Ректальная температура обычно на 0,5–1,0°C выше аксиллярной.

В норме температура поверхности человеческого тела распределяется симметрично. Разница не превыша-

ет 0,24°C. Наличие значительной разницы в температуре поверхности кожи, соответствующих симметричных областей тела может указывать на повреждение нервов, сосудистого русла. В острой стадии повреждения периферических нервов соответствующая область теплее, при хроническом повреждении – холоднее. Эта разница может достигать 2-3°C [21-23].

Точность измерения средней температуры кожи растет с увеличением количества участков измерения. При исследованиях терморегуляции стараются производить измерения в 15 и больше участках. Так, более чем в 100 исследованиях использовались следующие участки и области: голова – 6%, плечи – 9%, предплечья – 6%, руки – 2,5%, пальцы рук – 2%, спина – 19%, грудь – 9,5%, живот – 9,5%, медиальная сторона бедер – 6%, латеральная сторона бедер – 6%, задняя поверхность бедер – 7%, голени спереди – 7,5%, голени сзади – 4%, стопы – 4%, пальцы ног – 2%. Большое количество областей измерения обеспечивает высокую точность результата даже в условиях регионарных термальных манипуляций (активное согревание или охлаждение) и при различной термозащиты в разных участках [24-26].

Термические потери особенно велики в младенческом и старческом возрасте. У пожилых пациентов уменьшена мышечная масса и остаточный мышечный тонус, снижен вазоконстрикторный ответ на холод и они имеют выраженную патологию сердечно-сосудистой системы. Так было установлено, что у больных старше 60 лет после операций под общей анестезией температура, измеренная в области барабанной перепонки, в среднем на 0,5°C ниже, чем у более молодых. Это различие сохраняется и в послеоперационном периоде [27,28,29].

Нарушения терморегуляции выражены у недоношенных детей и новорожденных с недостаточной массой тела (незначительный вазоконстрикторный ответ, минимальный дрожательный термогенез – все это приводит к большим потерям тепла). [30].

1.5. Мониторинг температуры тела

Мониторинг температуры тела рекомендован при многих заболеваниях внутренних органов различного генеза, в педиатрической, экстренной помощи, анестезиологии и др. [31,32].

Увеличение температуры является первым признаком острой злокачественной гипертермии. Злокачественная гипертермия – это состояние острого гиперметаболизма скелетной мускулатуры, которое возникает при проведении общей анестезии или сразу после нее. Злокачественная гипертермия вызывается летучими ингаляционными анестетиками и стрессом. Проявляется повышением потребления кислорода, накоплением лактата и продукцией большого количества углекислого газа и тепла. Основными клиническими признаками данного патологического процесса является чрезмерная гипертермия, тахикардия, тахипноэ, аритмии, острая почечная недостаточность [33,34].

Для оценки влияния различных анестетиков на механизмы терморегуляции [35] и оценки средней температуры тела [36] необходимо производить измерение ве-

личин, как центральной температуры тела, так и средней температуры поверхности кожи.

Более распространенной, чем злокачественная гипертермия, является интраоперационная гипертермия другой этиологии, включая чрезмерное согревание, инфекционную лихорадку, попадание крови в IV мозговой желудочек и переливание несовместимой крови. Так как осложнения гипертермии достаточно часто встречаются и могут привести к летальному исходу, поэтому любая периоперационная гипертермия требует превентивной диагностики [5].

Ранняя диагностика заболеваний инфекционной и неинфекционной природы имеет огромное значение для своевременной и адекватной терапии пациентов. Кроме того, от этого зависит и эффективность профилактических мероприятий. Трудности ранней диагностики при любой нозологии обусловлены ограниченным и недостаточным объемом данных, как клинических проявлений заболевания, так и результатов лабораторно-инструментальных методов обследования на начальном этапе заболевания. В этих условиях большую роль в распознавании болезни имеет клиническое мышление врача, а именно умение точно и в полном объеме собрать анамнез, оценить имеющиеся результаты клинических проявлений (выявить ведущий клинический симптом) и первичных данных лабораторных и инструментальных исследований. Все это позволит сформулировать предварительный диагноз, назначить необходимое обследование и в ранние сроки начать лечение больного.

Лихорадка – один из характерных клинических проявлений многих заболеваний. Зачастую определив у пациента повышенную температуру тела, врач в первую очередь предполагает наличие у него инфекционного заболевания. В связи с тем, что лихорадка является одним из самых ранних признаков болезни, когда еще нет других клинических симптомов заболевания, в том числе и параметров самой лихорадки (длительность, характер температурной кривой и др.) это представляет особые трудности в дифференциальной диагностике. Повышение температуры тела не всегда является признаком инфекционного заболевания. В некоторых случаях этот ответ организма на какой-либо другой патологический процесс (онкологические заболевания, ДБСТ и др.). Кроме того, повышенная температура тела может возникнуть в результате: а) нарушенного соотношения между теплопродукцией и теплоотдачей; б) при тепловых заболеваниях (тепловой удар, гипертиреоз и др.); в) физиологических процессах (физическая нагрузка, стресс, циркадные ритмы и др.).

Учитывая широкое распространение лихорадочного синдрома, огромное значение в данной ситуации имеют характеристики лихорадки: начало, выраженность, тип температурной кривой и др.

Начало лихорадки может быть острым и постепенным. Температурная кривая – это графическое изображение динамики температуры тела, фиксирующаяся через определенные промежутки времени. Температурные кривые дают наглядное представление о характере лихорад-

ки, и, как правило, имеют существенное диагностическое и прогностическое значение.

В связи с этим выделяют следующие типы лихорадки.

1. При постоянной лихорадке (*febris continua*) температура тела обычно высокая, в пределах 39° , держится в течение нескольких дней или недель с колебаниями в пределах 1° . Встречается при острых инфекционных заболеваниях: сыпной тиф, крупозная пневмония и др. 2. Послабляющая, или ремиттирующая, лихорадка (*febris remittens*) характеризуется значительными суточными колебаниями температуры тела (до 2° и более), встречается при гнойных заболеваниях. 3. Перебегающая, или интермиттирующая, лихорадка (*febris intermittens*) характеризуется резким подъемом температуры тела до $39-40^{\circ}$ и больше и спадом в короткий срок до нормальных и даже субнормальных цифр; через 1—2—3 дня такой же подъем и спад повторяются. Характерна для малярии. 4. Гектическая, или истощающая, лихорадка (*febris hectica*) характеризуется большими суточными колебаниями температуры тела (свыше 3°) и резким падением ее до нормальных и субнормальных цифр, причем колебания температуры большие, чем при ремиттирующей лихорадке; наблюдается при септических состояниях и тяжелых формах туберкулеза. 5. Возвратная лихорадка (*febris recidivens*). Температура тела повышается сразу до высоких цифр, держится на этих значениях несколько дней, снижается затем до нормы. Через некоторое время лихорадка возвращается и вновь сменяется ремиссией (лихорадочных приступов бывает несколько, до 4—5). Такой тип лихорадки характерен для некоторых спирохетозов. 6. Волнообразная лихорадка (*febris undulans*). Постепенное изо дня в день повышение температуры с аналогичным характером снижения. Может быть несколько волн подъема и снижения температуры, отличается от возвратной лихорадки постепенным нарастанием и спаданием температуры. Встречается при бруцеллезе и некоторых других заболеваниях. 7. Извращенная лихорадка (*febris in versa*). Утренняя температура выше вечерней, встречается при туберкулезе, затяжном сепсисе, прогностически неблагоприятна. 8. Неправильная лихорадка встречается наиболее часто. Суточные колебания температуры тела разнообразны, длительность не определяется. Наблюдается при ревматизме, пневмониях, дизентерии, гриппе.

Степень повышения температуры тела зависит от организма самого больного. Например, у молодых людей реакция на инфекционного агента может протекать с температурой 39°C и выше, а у лиц пожилого возраста – с нормальной или субфебрильной [37].

То, степень повышения температуры не всегда соответствует тяжести заболевания, а связано с индивидуальными особенностями реагирования организма. Температурная кривая отражает течение заболевания, тяжесть состояния, помогает оценить эффективность проводимой терапии и тем самым спрогнозировать сроки выздоровления пациента.

Таким образом, практически каждое инфекционное заболевание имеет варианты температурных кривых,

среди которых есть наиболее частые, т.е. типичные для той или иной нозологической формы, которые позволяют достаточно точно поставить диагноз. Для диагностики большое значение имеет изменение температурной кривой под влиянием лекарственных препаратов.

Подводя итог, необходимо отметить, что, несмотря на то, что лихорадка развивается при многих патологических процессах в организме человека, существует ряд особенностей в ее протекании, которые могут использоваться для дифференциальной диагностики.

Лихорадка является типовым патологическим процессом, составной частью воспаления, она универсальна, вне зависимости от причины [38].

Воспаление – это защитная реакция организма на воздействие чужеродного агента инфекционного и/или неинфекционного характера. Основными признаками воспаления является боль, отек, покраснение, жар. Самое выраженное проявление воспаления – это лихорадка. При этом лихорадочный синдром надо расценивать как защитную, ответную реакцию иммунной системы на эндо – или экзогенное влияние на организм. При повышении температуры тела резко снижается способность бактерий и вирусов к размножению, и они погибают [39].

Исходя из сказанного, гипертермия не является патологическим процессом. Однако, несмотря на положительный эффект при лихорадочном состоянии, необходимо контролировать степень и скорость повышения температуры тела, скорость ее снижения для оказания своевременной помощи пациенту в тот или иной период лихорадки. Это еще раз доказывает необходимость быстрого, точного, безопасного и надежного метода измерения температуры тела человека.

Особенностью отечественных литературных источников, является деление лихорадки на "бледную" и "розовую". Предложена балльная оценка клинических симптомов лихорадки и критерии стартовой антипиретической терапии. Антипиретическую терапию у ребенка с "бледной" лихорадкой необходимо начинать при повышении температуры тела от 38,5 °C. Снижение температуры тела у ребенка с "розовой" лихорадкой необходимо начинать при достижении 39 °C (у ребенка от 3 месяцев до 6 лет) и при достижении 39,5 °C (у ребенка старше 6 лет) [40].

В педиатрической практике термометрия является одним из важных показателей здоровья ребенка, особенно у детей в возрасте до 36 месяцев (до того момента, пока не сможет рассказать о своих ощущениях). Большинство специалистов склонны к ректальному измерению температуры у таких пациентов, поскольку считают, что это наиболее эффективный и точный метод. У детей температура тела часто связана с функциональным несовершенством терморегуляции, которая выражена тем больше, чем меньше возраст ребенка. Например, повышенная температура тела у новорожденных может быть вследствие приема пищи, двигательного возбуждения, перегревания ребенка. Кроме того, у детей первых 3-х лет жизни повышенная температура возникает при гнойно-септических процессах, после перенесенных инфекционных заболеваний, наличии очагов хронической инфекции

и т.д. [41,42]. В связи с этим педиатры должны в первую очередь выяснить причину лихорадки, а затем устранить ее. Для этого целесообразно сочетание нескольких методов обследования, начиная от сбора жалоб и анамнеза и заканчивая лабораторно-инструментальными методами, включая суточную термометрию с последующим построением температурных графиков и их интерпретацией [43].

Термометрия является одним из старейших методов диагностики и в гинекологической практике. Так, примером служит тест на измерение базальной температуры, который основан на гипертермическом эффекте прогестерона, непосредственно воздействующего на центр терморегуляции. Т.о. во вторую фазу менструального цикла при повышении секреции прогестерона отмечается повышение базальной температуры на 0,4-0,8 °C, что сигнализирует врачу о произошедшей овуляции и наличии функционирующего желтого тела. Для установления характера температурной кривой при измерении базальной температуры необходимо измерять температуру в течение 3-х менструальных циклов. Например, если во вторую фазу цикла базальная температура повысилась на 0,2-0,3 °C, это свидетельствует о недостаточности функции желтого тела. Быстрый подъем температуры за 2-3 дня до начала менструации связан с недостаточностью прогестерона и эстрогенов. Монофазная температура в пределах 36,5-36,9 °C с незначительными колебаниями свидетельствует об ановуляторном цикле. Стойкое повышение температуры в пределах 37,2-37,4 °C в течение 18 дней и более или спустя 7 дней после задержки менструации (при регулярном цикле) говорит о наступившей беременности [44].

Таким образом, на основе полученных графиков, помимо сроков овуляции можно выявить нарушения продолжительности цикла, его ритма, что в свою очередь свидетельствует о наличии функциональных или органических поражений детородных органов, несвоевременная диагностика и лечение которых приведут к бесплодию [45].

Достаточно часто встречаемая проблема в клинической практике это субфебрильная температура. Субфебрилитет – повышение температуры тела в пределах 37-37,9 °C, выявляемое постоянно или в какое-либо время суток на протяжении нескольких дней, месяцев и т.д. Сам по себе субфебрилитет имеет самостоятельное диагностическое значение, что особенно важно, когда он является единственным симптомом начавшегося патологического процесса, в то время как другие объективные признаки еще отсутствуют. У таких больных исключают заболевания из следующих групп: а) хронические болезни инфекционной природы (инфекционный эндокардит, твс, бруцеллез, хронический тонзиллит, пиелонефрит, сальпингоофорит и др.) б) иммуно-аллергические заболевания (ревматизм, ревматоидный артрит, ДБСТ и др.) в) заболевания крови и другие злокачественные новообразования. г) заболевания эндокринной системы (гипертиреоз, климактерический синдром, феохромоцитома) д) органические заболевания центральной нервной системы и т.д. [32,39].

При субфебрилитете проводят 2-х часовую термометрию, динамическое измерение температуры тела в определенное время суток. По данным проведенной термометрии оценивают суточные колебания температуры тела с указанием повышения ее в зависимости от времени суток, связью с приемом пищи, физическими и психоэмоциональными нагрузками.

В свете этого на первый план выходят методы диагностики гипертермии. Одним из основополагающих является мониторинг температуры тела человека.

Динамическая термометрия имеет большое значение при ожогах и отморожениях. Топографическая термометрия позволяет оценить состояние кровообращения в пораженном сегменте конечности, степень коллатеральной компенсации кровотока, установить предполагаемую границу некроза. Была разработана и анатомически обоснована методика проведения топографической термометрии для диагностики нарушения кровообращения при отморожениях конечностей в ранние периоды травмы [46-48].

Динамическая термометрия может оказаться ценной в диагностике хронических болевых синдромов. Совет по Научным Исследованиям Американской Медицинской Ассоциации (American Medical Association Council on Scientific Affairs) отметил, что термометрия может дать дополнительную информацию в клинике хронической боли, хотя ее применение и требует дополнительных исследований [49,50].

Мониторинг температуры необходим при использовании криохирургической аппаратуры, применяемой во многих областях медицины, а также различных устройств для осуществления и исследования гипо- и гипертермического воздействия на организм.

Таким образом, использование быстродействующих цифровых датчиков температуры с беспроводным каналом передачи данных в системах мониторинга физиологических параметров человеческого организма позволит расширить возможности таких систем и применить их для определения функционального состояния внутренних органов и систем, а также позволит разработать профилактические мероприятия во всех сферах практической медицины.■

Богданова Т.М., ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития РФ, ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней, кандидат медицинских наук, г.Саратов; **Бакуткин В.В.,** д.м.н., профессор, ведущий специалист ФБУН Саратовский НИИ СГ Роспотребнадзора, Заслуженный изобретатель РФ, г.Саратов; **Лобанов В.В.,** к.т.н., доцент кафедры искусственного интеллекта Саратовского государственного технического университета им. Ю.А.Гагарина, г.Саратов; **Большаков А.А.,** д.т.н., профессор кафедры искусственного интеллекта Саратовского государственного технического университета им. Ю.А.Гагарина, г.Саратов; **Наливаева А.В.,** ординатор кафедры пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития РФ, г.Саратов; **Синкеев М.С.,** ординатор кафедры пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития РФ, г.Саратов; **Автор, ответственный за переписку - Богданова Татьяна Михайловна, 410018, г.Саратов, ул.Федоровская д.4, кв. 70 тел. 89272260751, 8(8452)488794, bogtanmih@mail.ru**

Литература:

1. Poulos D.A. Central processing of cutaneous temperature information. FedProc 1981; 40:2825-9
2. Brauchi S., Orta G., Salazar M., Rosenmann E., Latorre R. A hot-sensing cold receptor: C-terminal domain determines thermosensation in transient receptor potential channels. J Neurosci 2006; 26:4835-40
3. Moqrich A., Hwang S.W., Earley T.J. et al. Impaired thermosensation in mice lacking TRPV3, a heat and camphor sensor in the skin. Science 2005; 307:1468-72
4. Hensel H. Thermoreception and Temperature Regulation. London, Academic Press, 1981
5. Daniel I. Sessler, M.D. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. Anesthesiology 2008; 109:318-38
6. Cheng C., Matsukawa T., Sessler D.I. et al. Increasing mean skin temperature linearly reduces the core-temperature thresholds for vasoconstriction and shivering in humans. Anaesthesiology 1995; 82:1160-8
7. Lenhardt R., Greif R. Sessler D.I., Laciny S., Rajek A., Bastanmehr H. Relative contribution of skin and core temperatures to vasoconstriction and shivering thresholds during isoflurane anesthesia. Anesthesiology 1999; 91:422-9
8. Гаджиев Х.М., Гусейнов А.Б. Термоэлектрическое устройство для точного измерения температуры. Приборостроение. Применение термоэлектрических полупроводниковых устройств. 2000; 5:36-9.
9. Долгова, И.А., Шахов Э.К. Об одном алгоритме измерения температуры. Мехатроника, автоматизация, управление. М: Новые технологии 2007;8:20-4.
10. Nakamura K, Morrison SF. A thermosensory pathway that controls body temperature. Nat Neurosci 2008; 11:62-71.
11. Зубенко В.Г., Морозов А.А., Шукин С.И. Результаты проектирования аппаратно-программного комплекса для дистанционного мониторинга параметров центральной термодинамики. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника 2002; 9:53-7.
12. Winkler M., Akca O., Birkenberg B., et al. Aggressive warming reduces blood loss during hip arthroplasty. Anesth Analg 2000; 91:978-84.
13. Burgess G.E. III, Cooper J.R., Marino R.J., Peuler M.J. Continuous monitoring of skin temperature using a liquid-crystal thermometer during anesthesia. South Med J 1978; 71:516-8.
14. Moqrich A., Hwang SW, Earley TJ, et al. Impaired thermosensation in mice lacking TRPV3, a heat and camphor sensor in the skin. Science 2005; 307:1468-72.
15. Amoateng-Adjepong Y., Del Mundo J., Manthous C.A. Accuracy of an infrared tympanic thermometer. Chest 1999; 115(4):1002-5.

16. Chamberlain J., Terndrup T., Alexander D. Determination of normal ear temperature with an infrared emission detection thermometer. *Ann. Emerg. Med* 1995; 25: 15-20.
17. Johansson T., Lisander B., Ivarsson I. Mild hypothermia does not increase blood loss during total hip arthroplasty. *Acta Anesthesiol Scand* 1999; 43: 1005-10.
18. Belani K., Sessler D.I., Sessler A.M. et al. Leg heat content continues to decrease during the core temperature plateau in humans. *Anesthesiology* 1993; 78:856-63.
19. Kaufman R.D. Relationship between esophageal temperature gradient and heart and lung sounds heard by esophageal stethoscope. *Anesth Analg* 1987; 66:1046-8.
20. Matsukawa T., Sessler D.I., Ozaki M., Kumazawa T. Comparison of distal oesophageal temperature with "deep" and tracheal temperatures. *Can J Anaesth* 1997; 44:433-8.
21. Лютая Е. Д., Подчайнов В. С., Поройский С. В., Воробьев А. А., Белобородова Е. В. Тепловизионный метод в диагностике болевых форм спаечной болезни брюшной полости. *Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН* 2010; 3.
22. Виноградов В.И., Веретенков И.С., Слезко В.Н. Некоторые аспекты применения термографии при реабилитации пациентов с нарушением функции опорно-двигательной и нервной систем. *Функциональная диагностика* 2005; 3:72-8.
23. Тихонова И.В., Танканар А.В., Косякова Н.И. и др. Оценка возрастных изменений периферического кровотока у человека. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова* 2005; 91(11):1305-11.
24. Кощев, В.С., Кузнец Е.И. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур. М: Медицина; 1986.
25. Bhatnagar A., Sarker B.B., Sawroop K. et al. Diagnosis, characterization and evaluation of treatment response of frostbite using pertechnetate scintigraphy: a prospective study. *Text. Eur. J. of Nuclear Med* 2002; 29(2): 170-5.
26. Manthous C.A., Hall J.B., Olson D. et al. Effect of cooling on oxygen consumption in febrile critically ill patients. *Am J Resp Crit Care Med* 1995; 151:10-4.
27. Khawar M., Naser A., Zhiying W. et al. Digital thermal monitoring of vascular functions novel tool to improve cardiovascular risk assessment. *Vascular Medicine* 2009; 14:143-8.
28. Pauling J.D., Shipley J.A., Harris N.D. Use of infrared thermography as an endpoint in therapeutic trials of Raynaud's phenomenon and systemic sclerosis. *Clin Exp Rheumatol* 2012; 30(71):103-15.
29. Morgan, Soh M., Efron N. Corneal surface temperature decreases with age. *Contact Lens and Anterior Eye* 1999; 22(1):11-3.
30. Баранова А.А., Володина Н.Н., Самсыгиной Г.А. и др. Рациональная фармакотерапия детских заболеваний: руководство для практикующих врачей. М: Литера 2007.
31. Лазарев В.В., Михельсон В.А. Нарушения терморегуляции. Интенсивная терапия в педиатрии. М: ГЭОТАР-МЕД 2003.
32. Окорочков А.Н. Диагностика болезней внутренних органов. М: Медицинская литература 2007.
33. Lopez M., Ozaki M., Sessler D.I., Valdes M. Mild core hyperthermia does not alter electroencephalographic responses during epidural. *J Clin Anesth* 1993; 5:425-30.
34. Matsukawa T., Kurz A., Sessler D.I., Bjorksten A.R., Merrifield B., Cheng C. Propofol linearly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1995; 82:1169-80.
35. Wadhwa A., Sengupta P., Durrani J. et al. Magnesium sulphate only slightly reduces the shivering threshold in humans. *Br J Anaesth* 2005; 94:756-62.
36. Lenhardt R., Sessler D.I. Estimation of mean body temperature from mean skin and core temperature. *Anesthesiology* 2006; 105:1117-21.
37. Верткин А.Л., Таточенко В.К. Лихорадочный синдром у детей и взрослых: алгоритм диагностики и тактика ведения на догоспитальном этапе. *Неотложная терапия* 2002; (1):32-6.
38. Бачериков А.Н., Кузьминов В.Н., Ткаченко Т.В. и др. Современные представления о системе терморегуляции. *Вестник психиатрии и психотерапии* 2006; 1:78-82.
39. Адо А.Д., Свердлов Ю.С. Патологическая физиология. М: Триада-X 2000.
40. Геппе Н.А., Зайцева О.В. Представления о механизмах лихорадки у детей, и принципах жаропонижающей терапии. *РМЖ* 2003; 11(1):31-7.
41. Котлуков В.К. Амбулаторная практика лечения острой лихорадки у детей. *Педиатрия* 2005; 2: 51-3.
42. Шабалов Н.П. Детские болезни. СПб: Питер; 2006.
43. El-Radhi A.S., Barry W. Thermometry in pediatric practice. *Arch. Dis. Child* 2006; 91: 351-6.
44. Hessemer V., Bruck K. Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night. *J Appl Physiol* 1985; 59:1911-7.
45. Краснополянская К.В., Горская О.С., Кабанова Д.И., Крстич Е.В. Роль гестагенов в лечении бесплодия и невынашивания беременности. *Акушерство и гинекология* 2012; 2:21-3.
46. Stikbakke E., Mercer B.J. An Infrared thermographic and Doppler flowmetric investigation of skin perfusion in the forearm and finger tip flowing a short period of vascular stasis. *Thermology international* 2008; 18(3):107-11.
47. Stoner H.B., Barker P., Riding G.S., et al. Relationships between skin temperature and perfusion in the arm and leg. *Clin. Physiology* 1991; 11(1): 27-40.
48. Hassan M., Togawa T. Observation of skin thermal inertia distribution during reactive hyperemia using a single-hood measurement system. *Physiol. Meas* 2001; 22(1):187-200.
49. Khawar M., Naser A., Zhiying W. et al. Digital thermal monitoring of vascular functions novel tool to improve cardiovascular risk assessment. *Vascular Medicine* 2009; 14:143-8.
50. Усанов Д. А., Сагайдачный А. А., Скрипаль А.В. Взаимосвязь колебаний температуры и кровотока пальцев рук «Регионарное кровообращение и микроциркуляция» 2012; 2(42):37-42.