

ОБЗОР

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

«Возможны три пути управления метаболизмом. Первый – воздействие на центральные и местные регулирующие системы – от подбугорной области до простагландинов. При современном уровне знаний это еще не путь, а едва намеченная тропинка, время от времени исчезающая в провалах нашего незнания.»

Зильбер А.П. Клиническая физиология в анестезиологии и реаниматологии.

Бережная М.А., Амчславский В.Г.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ТЕРМОМОНИТОРИНГА В ПЕДИАТРИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы
«Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии»
Департамента здравоохранения города Москвы, 119180, г. Москва

Эта статья написана для информирования сотрудников отделений реанимации и интенсивной терапии на базе исследований, отвечающих требованиям доказательной медицины. В процессе работы использованы статьи PubMed. Обзор актуальной литературы ориентирован на практикующих врачей и медицинских сестер. Данные рекомендации отражают текущую научную и клиническую базу знаний на момент публикации. В повседневной практике следует принимать во внимание различия и ограничения термомониторинга и применения терморегуляторных воздействий у каждого отдельного пациента. Эти рекомендации не должны быть истолкованы как обязательный протокол действий, и использование данных рекомендаций не гарантирует конкретного клинического результата. Конфликт интересов отсутствует.

Ключевые слова: обзор; термометрия; термомониторинг; периферическая температура тела; температура ядра; терапевтическая гипотермия; целевое управление температурой.

Для цитирования: Бережная М.А., Амчславский В.Г. Систематический обзор методов термомониторинга в педиатрическом отделении реанимации и интенсивной терапии. *Детская хирургия*. 2020; 24(1): 35-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-1-35-39>

Для корреспонденции: Бережная Мария Александровна, младший научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗМ, 119180, г. Москва. E-mail: Sol_veig@mail.ru

Berezhnaya M.A., Amchslavskiy V.G.

A SYSTEMATIC REVIEW OF THERMAL MONITORING TECHNIQUES IN A PEDIATRIC RESUSCITATION AND INTENSIVE CARE UNIT

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180, Russian Federation

This article includes studies which meet the requirements of evidence-based medicine and is written for resuscitation and intensive care unit staff. Articles from PubMed database were used in it. The review of the relevant literature is aimed at practitioners and nurses. These recommendations reflect the current scientific and clinical knowledge base. In everyday practice, the differences and limitations of thermal monitoring and the application of thermoregulatory effects in each individual patient should be taken into account. These recommendations should not be construed as a mandatory protocol of action, and the use of these recommendations does not guarantee a specific clinical outcome. There is no conflict of interest.

Key words: review; thermometry; thermal monitoring; peripheral body temperature; core temperature; therapeutic hypothermia; targeted temperature control.

For citation: Berezhnaya M.A., Amchslavskiy V.G. A systematic review of thermal monitoring techniques in a pediatric resuscitation and intensive care unit. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)* 2020; 24(1): 35-39. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-1-35-39>

For correspondence: Maria A. Berezhnaya, younger researcher in the pediatric resuscitation and intensive care unit, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180. E-mail: Sol_veig@mail.ru

Information about authors:

Berezhnaya M.A. <https://orcid.org/0000-0003-0590-9988>; Amchslavskiy V.G., <http://orcid.org/0000-0002-6880-8060>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received: December 24, 2019

Accepted: March 02, 2020

Современный арсенал средств термометрии включает цифровые, электронные, инфракрасные, радиоволновые, химические и фазные термометры, позволяющие осуществлять пролонгированный мониторинг температуры любой части тела.

Мониторинг температуры в ОРИТ

Точное измерение температуры тела в ОРИТ необходимо для своевременного выявления и лечения гипер- или гипотермии, а также для оценки эффективности лечения [1]. «Золотым» стандартом термомониторинга в ОРИТ является измерение температуры крови в легочной артерии, так как температура смешанной венозной крови отражает температуру центра терморегуляции в гипоталамусе [2]. Существуют и другие инвазивные методы измерения температуры, к ним относятся измерение температуры в пищеводе, прямой кишке и мочевом пузыре. Ректальная температура приблизительно равна температуре «теплого ядра» [2]. К неинвазивным методам относят измерение температуры полости рта, на поверхности головы по ходу височной артерии (ТА), в подмышечной впадине и на поверхности барабанной перепонки, а также измерение радиоактивной температуры тканей [3]. Каждый из этих видов измерений имеет свои преимущества и ограничения, связанные с точностью и практической целесообразностью для использования в условиях ОРИТ [4–9]. У пациентов с тяжелым повреждением головного мозга в остром периоде мониторинг базальной температуры является обязательным [10], но температура головного мозга выше базальной и может меняться независимо от системной температуры. Кроме того, гипертермия играет одну из ведущих ролей в реализации вторичного повреждения головного мозга. Борьба с гипертермией многими исследователями рассматривается как часть нейропротекторной стратегии [11]. По данным обзора, проведенного Charmaine С. [12], температура головного мозга у больных с тяжелой ЧМТ не может адекватно оцениваться по базальной температуре. В обзор вошли 11 исследований с 1980 по 2012 г., суммарно 272 пациента. Церебральный температурный мониторинг проводился субдуральными, интравентрикулярными и паренхиматозными датчиками. Температура тела измерялась тимпаническим, аксиллярным, ректальным, эзофагальным датчиками, кроме этого измерялась температура височной артерии легочной артерий и мочевого пузыря. В 8 из 11 исследований проводилось сравнение ректальной и церебральной паренхиматозной температуры. В результате анализа данных стандартное отклонение показателей составило от 0,1 °С до 2,7 °С. Такой же разброс показателей наблюдался при сравнении с температурой мочевого пузыря и барабанной перепонки. Несколько меньше была разница между показателями церебральной термометрии и температурой височной артерии – 0,12–0,48 °С. Для остальных методов анализ проведен не был в связи с недостаточным количеством больных.

До сих пор остается нерешенным – какую разницу считать значимой? Большинство авторов склоняется к показателю 0,2 °С, что является погрешностью большинства измерительных приборов.

Точность методов измерения температуры

Все неинвазивные методы измерения температуры тела имеют разную погрешность по сравнению с инвазивными [3]. При оценке достоверности и точности методов измерения температуры важно отметить, что клинически значимая разница между температурой

«ядра», измеренной с помощью инвазивных методов, и данными неинвазивных измерений считается более 0,5 °С [13–14].

Методы измерения температуры

До последнего времени самым популярным способом измерения температуры было использование ртутно-стеклянных термометров. Но на данный момент они практически исчезли из повседневной практики в виду токсичности ртути и требуемой длительной экспозиции, низкой точности, необходимости многократных измерений. На смену им пришли термисторы и термопары – термочувствительная часть современных цифровых термометров. Набирают популярность инфракрасные датчики. Относительно новым способом является измерение температуры с помощью пьезоэлектрических термометров. Эти термометры представляют из себя наклейки из гибкого пластика, на которые нанесены лунки, каждая из которых реагирует при изменении температуры. Заявленная точность данных термометров 0,1 °С, время измерения от 1 до 3 мин.

Измерение температуры крови в легочной артерии.

Преимуществом данного метода является точность, непрерывность мониторинга и минимальный риск дислокации датчика, для измерения используется термисторная технология. Но данный метод инвазивен и используется только при обширных кардиохирургических вмешательствах.

Измерение температуры крови в подвздошной артерии. Этот метод применяют при транспульмональной термодилуции. Измерительным элементом является термистор. Метод сопоставим по точности с измерением температуры крови в легочной артерии, но также инвазивен.

Измерение температуры головного мозга имплантируемыми датчиками. Данная методика является инвазивной и имеет очень ограниченные показания к применению. Измеряемая имплантируемыми термодатчиками температура внутри мозга напрямую зависит от положения датчика и глубины его погружения [15]. В более позднем исследовании того же автора показано, что у нейрохирургических больных температура в эпидуральном пространстве оказывается всегда ниже, чем в боковых желудочках на 0,4–1,0 °С, а температура паренхимы головного мозга постепенно увеличивается с глубиной погружения при максимуме в боковых желудочках и оказывается всегда выше температуры коры. При нейротравме температура паренхимы мозга выше, чем в мочевом пузыре на 0,5–2,5 °С, температура в боковых желудочках мозга выше температуры в легочной артерии на 0,7–2,3 °С [16], а ректальная температура ниже температуры паренхимы мозга на 1,2–2,5 °С. Температура поврежденного мозга всегда оказывается выше температуры тела, из чего следует, что без церебрального термомониторинга эпизоды локальной гипертермии в мозге могут оказаться незамеченными и остаются вне стратегии проводимой терапии [17].

Измерение температуры в пищеводе. Идеальным местом для измерения температуры является нижняя треть пищевода, за левым предсердием. Контроль правильного положения датчика осуществляется с помощью рентгенографии. Правильная позиция датчика при использовании данного метода принципиальна – градиент температур на протяжении пищевода может достигать 6 °С. Для расчета глубины введения сенсора применяют формулу Mekjavic–Rempel для взрослых: расстояние от ноздрей (см) = 0,228 × рост (см). Для расчета глубины введения сенсора в педиатрической

практике используют адаптированную формулу Mekjavic–Rempel:

расстояние от ноздрей (см) = $10 + (2 \times \text{возраст в годах})/3$.

Недостатками данного метода являются: высокий риск миграции датчика при проведении назальных, оральных, ларингеальных и пищеводных манипуляций, контакт сенсора с агрессивной средой желудочного сока, опасность повреждения слизистых пищевода, особенно при одновременном нахождении с назогастральным зондом и влияние вводимых через зонд питательных сред на получаемые температурные данные [18].

Измерение температуры мочевого пузыря. Данный метод осуществим при использовании специальных уретральных катетеров с термистором. Преимуществом данного метода является сильная корреляция показателей с данными термометрии крови в легочной артерии, низкий риск дислокации датчика. Недостатками метода являются его инвазивность, а также то, что после установки датчика и введения раствора в манжету катетера данные термометрии будут адекватны только при достижении теплового равновесия, что может потребовать несколько мин. Данные температуры могут снижаться при снижении темпа диуреза.

Измерение температуры в ротовой полости. Орофарингеальная температура обычно несколько ниже, чем базальная, однако относительно других неинвазивных методов (аксиллярной и тимпанической температуры) она ближе к температуре «ядра». Этот метод ограничен в применении у детей до 5 лет. В исследовании Lawson [9] обнаружено, что орофарингеальная температура отличается от базальной (в легочной артерии) на $0,09 \pm 0,43$ °С. В исследованиях Giuliano [19] были получены статистически значимые отличия при сравнении орофарингеальной температуры с базальной температурой (в лёгочной артерии и в нижней трети пищевода), но они не превышали 0,5 °С, что авторы сочли незначимым для клинической практики.

Измерение температуры «ядра» подкожной системой 3MSpotOn. Перспективным направлением термометрии является подкожная термометрия системой 3MSpotOn, которая по точности сопоставима с инвазивными методами и не обладает их недостатками, но эта методика требует дальнейших исследований [20]. В исследованиях [21–23] была показана адекватность данного метода для оценки температуры «ядра», при этом стандартное отклонение не превышало 0,5 °С.

Измерение температуры височной артерии (ТВА). Измеряя ТВА в педиатрическом ОРИТ электронным инфракрасным термометром у детей с нормотермией [18], выявили её корреляцию с ректальной и пищеводной температурой. При этом коэффициент корреляции между ТВА и температурой в пищеводе составил 0,91, а между ТВА и ректальной температурой – 0,95. В другом исследовании у детей в ОРИТ авторы не выявили отличий между ТВА ($37,4 \pm 0,9$ °С) и ректальной температурой ($37,6 \pm 1,1$ °С) в течение 1 сут [24]. При исследовании [25] у детей в ОРИТ, ТВА (измеренная термометрами Veuger и Thermofocus®) значительно отличалась от ректальной по средним значениям – $37,56$ °С, $36,79$ °С и $37,3$ °С, соответственно. В исследовании [26] у детей старше 1 года в ОРИТ при сравнении ТВА ($37,6 \pm 0,9$ °С) и тимпанической температуры (ТТ) ($37,1 \pm 0,9$ °С) со значениями ректальной температуры $37,9 \pm 1$ °С авторы не выявили значимых различий, обратив внимание, что величины ТВА ближе по значению к ректальной температуре, чем к ТТ. У взрослых же пациентов были отмечены статистически достоверные различия при сравнении величин

ТВА и ректальной температуры, но данные различались менее чем на 0,5 °С [27]. В исследовании [28] не было обнаружено значимых различий между ТВА и температурой крови в легочной артерии, отличие составило в среднем $0,14 \pm 0,51$ °С. Авторы другого исследования [29] сделали вывод, что измерение ТВА у детей инфракрасным термометром TAT 5000, ExergenCorp сопоставимо по точности с измерением ректальной температуры и температуры мочевого пузыря и может вытеснить их из рутинной практики, так как оно неинвазивно и комфортно для пациента. Gosmani E. и соавт. [30] использовали модель 2000С термометра той же фирмы ExergenCorp у доношенных новорожденных с гипертермией и нормальной температурой тела и показали сопоставимость результатов с данными ректальной и аксиллярной термометрии у детей. Похожие данные получены в исследовании Allegert K. и соавт [31].

Измерение температуры барабанной перепонки (ТТ). Температура барабанной перепонки так же измеряется с помощью регистрации излучения в инфракрасном диапазоне. По данным мета-анализа [4–5], сравнение ТТ и ректальной температуры у детей в ОРИТ, показало различие в 0,29 °С (крайние значения от 0,74 до + 1,32 °С). В другом исследовании у взрослых пациентов в ОРИТ было обнаружено, что ТТ обладает меньшей точностью относительно ТЛА, чем орофарингеальная и аксиллярная температура [9]. В исследовании Paes [25] было обнаружено, что ТТ имеет статистически достоверные отличия от средней ректальной температуры у детей (ректальная температура $37,56$ °С, а ТТ – $37,29$ °С), чувствительность метода составила 0,8.

Измерение ректальной температуры. Этот метод относят к условно инвазивным методикам, он мало подвержен разнонаправленным влияниям и не ограничен по возрасту, но у пациентов и персонала он вызывает дискомфорт. Чаще всего он применяется у детей до 5 лет. Данный способ термомониторинга противопоказан пациентам с нейтропенией [32], с оперативным вмешательством в ано-ректальной зоне и у пациентов с диареей. В обзоре Craig J. [4] анализ 40 исследований у более чем 5000 пациентов обнаружил, что ректальная температура в среднем на 0,85 °С выше, чем аксиллярная. По данным Wilshaw [33] ректальная термометрия, в сравнении с аксиллярной, точнее. С.А. Stine и соавт. [34] у 86 младенцев показали статистически значимое превышение ректальной температуры над аксиллярной у больных с нормотермией на 0,5 °С и у больных с гипертермией – на 0,83 °С.

Измерение температуры в подмышечной впадине (аксиллярная температура (ТА)). В исследовании Hebbar [24] термометр располагали строго в проекции подмышечной артерии. Средние значения ТА сравнивали с ТЛА и ректальной температурой у детей в ОРИТ. Полученные значения: ТА $37,2 \pm 0,9$ °С), ректальная температура $37,6 \pm 1,1$ °С, при среднем отклонении $0,51 \pm 0,41$ °С достоверных отличий не выявили. У взрослых пациентов ТА достоверно ($p < 0,001$) отличались от ТЛА [28]. При сравнении измерений ТА у взрослых больных галлиевыми термометрами, химическими наклейками и электронными термометрами с полученными величинами ТЛА более точным оказались измерения галлиевым термометром [35].

Измерение радиояркостной температуры. Метод микроволновой радиотермометрии (РТМ-метод) основан на измерении интенсивности собственного электромагнитного излучения внутренних тканей пациента в диапазоне сверхвысоких частот [36].

Интенсивность этого излучения прямо пропорционально температуре тканей. Поэтому можно говорить, что микроволновая радиотермометрия позволяет измерять

внутреннюю температуру тканей [37]. Данная методика термометрии неинвазивна и реализована с помощью радиотермометров Вкускер (ФРГ) и РТМ-01-РЭС, (Россия).

В инфракрасном диапазоне ($\lambda = 0,3-10$ мкм, частота 10^{14} Гц) регистрируется только поверхностное тепловое излучение тканей при глубине всего около 100 мкм. Однако в СВЧ-диапазоне ($\lambda = 3-60$ см, частота 10^9-10^{10} Гц) удается зарегистрировать электромагнитное излучение тканей, достигающее поверхности кожи с глубины 1,5–8 см, что зависит от настройки на определенную длину волны антенны регистрирующих устройств. Температура, измеряемая с помощью радиотермометра, называется радиояркостью температурой и представляет собой усредненное значение температуры в объеме (цилиндре) непосредственно под антенной. Термин «радиоярковая температура» используют преимущественно в технической литературе по микроволновой радиотермометрии, в медицинской литературе наибольшее распространение получил термин «внутренняя температура». Область, в которой антенна принимает электромагнитное излучение, зависит от длины волны принимаемого сигнала. При длине волны 30 см глубина измерения составляет 4–7 см в зависимости от влагосодержания тканей, а при длине волны 10 см глубина измерения составляет 2–5 см. Ткани с низким влагосодержанием (кости, жир, молочная железа) имеют большую глубину измерения. Мышцы и кожа имеют высокое влагосодержание и меньшую глубину измерения. Глубина измерения в инфракрасном диапазоне составляет микроны, поэтому независимо от влагосодержания тканей мощность излучения в ИК-диапазоне пропорциональна температуре кожных покровов [38]. В иностранной литературе описано применение данной методики для диагностики онкологических заболеваний молочных желез [39]. В России метод церебрального радиокартирования применяется для диагностики церебральных температурных аномалий в ряде клиник. Хотя процедура измерения радиоярковой температуры мозга требует специального оборудования и одно измерение занимает около 15 мин, её преимуществом является неинвазивность, возможность измерения температуры поверхностных слоёв головного мозга. В исследовании у взрослых добровольцев показано среднее значение радиоярковой температуры в обоих полушариях $36,6 \pm 0,3$ °С, в то время как у больных с ишемическим инсультом в 85% случаев были обнаружены температурные аномалии головного мозга с разницей температур до 2–4,5 °С от базальной температуры. Температурная гетерогенность коры головного мозга была более выражена у больных с инсультом в первые 7–10 сут [40]. У детей применение данной методики представляется более перспективным, так как толщина скальпа и черепа меньше, что может обеспечить более высокую точность измерений температуры головного мозга, в сравнении со взрослыми. Следует также учитывать неинвазивность и информативность данного метода исследования.

Заключение

Выраженные нарушения температурного гомеостаза могут неблагоприятно влиять на состояние больного. Эффективное применение методов температурной коррекции невозможно без адекватного термомониторинга. Каждый из методов температурного мониторинга имеет свои преимущества и недостатки, но для применения в ОРИТ наиболее адекватна пищеводная и пузырьная термометрия, обеспечивающие достаточную точность измерения температуры ядра, наименее инвазивные и непрерывные. Для целей церебральной термометрии наиболее адекватны термометрия пищеводным датчиком и

радиотермометрия, наряду с инвазивным измерением при совмещении с мониторингом ВЧД. Достоинством метода термометрии с помощью оценки радиоярковой температуры мозга является неинвазивность, отсутствие влияния «мешающих» факторов, имеющих место при измерении температуры в пищеводе и максимальная приближенность к объекту измерения – головному мозгу.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

(пп. 1 –35 см. в REFERENCES)

36. Бутров, А.В. и соавт. АТГ-01 (аппарат терапевтической гипотермии-01) у больных в критических состояниях: учебное пособие, под общ. ред. Бутрова А.В. ГБОУ ДПО РМАПО. М.: б.и.; 2014.
37. Бутров А.В., Шевелев О.А., Чебоксаров Д.В. Краниocereбральная гипотермия: теория и практика. Методические рекомендации. М: КривоТехноМед; 2017.
38. Бутров А.В. и соавт. Методические рекомендации по применению аппаратной терапевтической гипотермии у больных в раннем периоде острог ош ишемического инсульта. ГБОУ РУДН. М.: б.и.; 2013.
39. Седанкин М.К. Антенны-аппликаторы для радиотермометрического исследования полей внутренних тканей биологического объекта: дисс. ... канд.тех. наук: 05.11.17. М.: 2013.
40. Чебоксаров Д.В. Радиотермометрия головного мозга при краниocereбральной гипотермии в остром периоде ишемического инсульта. М.; 2015.

REFERENCES

1. Crawford D., Hicks B., Thompson M. Which thermometer? factors influencing best choice for intermittent clinical temperature assessment. *Journal of Medical Engineering & Technology*. 2006; 30(4): 199-211.
2. Fulbrook P. Core temperature measurement in adults: A literature review. *Journal of Advanced Nursing*. 1993; 18(9): 1451-1460.
3. Bridges E., Thomas K. Ask the experts. noninvasive measurement of body temperature in critically ill patients. *Critical Care Nurse*. 2009; 29(3): 94-7.
4. Craig J.V. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: Systematic review. *BMJ: British Medical Journal (International Edition)*. 2000; 320(7243): 1174-8.
5. Craig J.V., Lancaster G.A., Taylor S., Williamson P.R., Smyth R. Infrared ear thermometry compared with rectal thermometry in children: A systematic review. *Lancet*. 2002; 360(9333): 603.
6. Fadzil F.M., Choon D., Arumugam K.A comparative study on the accuracy of noninvasive thermometers. *Australian Family Physician*. 2010; 39(4): 237-9.
7. Farnell S., Maxwell L., Tan S., Rhodes A., Philips B. Temperature measurement: Comparison of non-invasive methods used in adult critical care. *Journal of Clinical Nursing*. 2005; 14(5): 632-9.
8. Hooper V.D., Andrews J.O. Accuracy of noninvasive core temperature measurement in acutely ill adults: The state of the science. *Biological Research for Nursing*. 2006; 8(1): 24-34.
9. Lawson L., Bridges E.J., Ballou I., Eraker R., Greco S., Shively J., Sochulak V. Accuracy and precision of noninvasive temperature measurement in adult intensive care patients. *American Journal of Critical Care*. 2007; 16(5): 485-96.
10. Daniel I., Sessler D.I. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology*. 2008; 109: 318-38.
11. Atsushi Sakurai, Coleen M. Atkins, Ofelia F. Alonso, Helen M. Bramlett, and W. Dalton Dietrich. Mild Hyperthermia Worsens the Neuropathological Damage Associated with Mild Traumatic Brain Injury in Rats. *J Neurotrauma*. 2012, Jan 20; 29(2): 313–21.
12. Charmaine Childs and Kueh Wern Lunn. Clinical review: Brain-body temperature differences in adults with severe traumatic brain injury. *Critical Care*. 2013; 17:222.
13. Sessler D.I., Lee K.A., McGuire J. Isoflurane anesthesia and circadian temperature cycles in humans. *Anesthesiology*. 1991; 75(6): 985-9.
14. Tayefeh F., Plattner O., Sessler D.I., Ikeda T., Marder, D. Circadian changes in the sweating-to-vasoconstriction interthreshold range. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*. 1998; 435(3): 402-6.
15. Mellergard P. Intracerebral temperature in neurosurgical patients: Intracerebral temperature gradients and relationships to consciousness level. P. Mellergard. *Surgical Neurology*. 1995; 43: 91-5.

16. Rossi S., Zanier E.R., Mauri I., Columbo A., Stocchetti N. Brain temperature, body core temperature, and intracranial pressure in acute cerebral damage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001 Oct; 71(4): 448-54.
17. Rumana C.S., Gopinath S.P., Uzura M., Valadka A.B., Robertson C.S. Brain temperature exceeds systemic temperature in head-injured patients. *Crit Care Med*. 1998 Mar; 26(3): 562-7.
18. Al-Mukhaizeem F., Allen U., Komar L., Naser B., Roy L., Stephens D., Schuh S. Comparison of temporal artery, rectal and esophageal core temperatures in children: Results of a pilot study. *Paediatrics & Child Health*. 2004; 9(7): 461-5.
19. Giuliano K.K., Giuliano A.J., Scott S.S., MacLachlan E., Pysznik E., Elliot S., Woytowicz D. Temperature measurement in critically ill adults: A comparison of tympanic and oral methods. CE online. *American Journal of Critical Care*. 2000; 9(4): 254-61.
20. Boisson M., Alaux A., Kerforme T., Mimos O., Debaene B., Dahyot-Fize-lie C., Frasca D. Intra-operative cutaneous temperature monitoring with zero-heat-flux technique (3M SpotOn) in comparison with oesophageal and arterial temperature: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2018 Nov; 35(11).
21. Hildy M. Schell-Chaple, Kathleen D. Liu, Michael A. Matthey, Kathleen A. Puntilo. Rectal and bladder temperature vs forehead core temperatures measured with spotOn monitoring system. *Critical care techniques*. 2018; 27(1): 43-50.
22. Makinen M.T., Pesonen A., Jousela I., et al. Novel zero-heat-flux deep body temperature measurement in lower extremity vascular and cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2016; 30(4): 973-8.
23. Iden T., Horn E.P., Bein B., Bohm R., Beese J., Hocker J. Intraoperative temperature monitoring with zero heat flux technology (3M SpotOn sensor) in comparison with sublingual and nasopharyngeal temperature: an observational study [published correction appears in *Eur J Anaesthesiol*. 2015; 32(10):747]. *Eur J Anaesthesiol*. 2015; 32(6): 387-91.
24. Hebbar K., Fortenberry J. D., Rogers K., Merritt R., Easley K. Comparison of temporal artery thermometer to standard temperature measurements in pediatric intensive care unit patients. *Pediatric Critical Care Medicine: A Journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*. 2005; 6(5): 557-61.
25. Paes B.F., Vermeulen K., Brohet R.M., T. & de Winter J. Accuracy of tympanic and infrared skin thermometers in children. *Archives of Disease in Childhood*. 2010; 95(12): 974-8. DOI: 10.1136/adc.2010.185801
26. Greenes D.S., Fleisher, G.R. Accuracy of a noninvasive temporal artery thermometer for use in infants. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2001; 155(3): 376-81.
27. Calonder E.M., Sendelbach S., Hodges J.S., Gustafson C., Machemer C., Johnson D., Reiland L. Temperature measurement in patients undergoing colorectal surgery and gynecology surgery: A comparison of esophageal core, temporal artery, and oral methods. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. 2010; 25(2): 71-8. DOI: 10.1016/j.jopan.2010.01.006
28. Myny D., De Waele J., Defloor T., Blot S., Colardyn F. Temporal scanner thermometry: A new method of core temperature estimation in ICU patients. *Scottish Medical Journal*. 2005; 50(1): 15-8.
29. Reynolds M., Bonham L., Gueck M., Hammand K., Lowery J., Rodriguez C., Smith S., Stanton A. Are temporal artery temperatures accurate enough to replace rectal temperature measurement in pediatric ED patients? *Journal of emergency nursing*. 2014; 40 (1): 46-50.
30. Goswami E., Batra P., Khurama R., Dewan P. Comparison of temporal artery thermometry with axillary and rectal thermometry in full term neonates. *Indian Journal of Pediatrics*. 2016; 84 (3): 195-9.
31. Allegert K., Casteels K., van Corp I., Bogaert G. Tympanic, infrared skin, and temporal artery scan thermometers compared with rectal measurement in children: a real-life assessment. *Current Therapeutic research*. 2014; 76: 34-8.
32. Segal B.H., Freifeld A.G., Baden L.R., Brown A.E., Casper C., Dubberke E., The A.S. Prevention and treatment of cancer-related infections. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2008; 6(2): 122-74.
33. Wilshaw R., Beckstrand R., Waid D., Schaalje G.B. A comparison of the use of tympanic, axillary, and rectal thermometers in infants. *J Pediatr Nurs*. 1999 Apr; 14(2): 88-93.
34. Chris A. Stine, Donna M. Flook, Durae L. Vincze. Rectal versus axillary temperatures: is there a significant difference in infants less than 1 year of age? *Juornal of pediatric nursing*. 2012; (27), 265-70.
35. Rubia-Rubia J., Arias A., Sierra A., Aguirre-Jaime A. Measurement of body temperature in adult patients: Comparative study of accuracy, reliability and validity of different devices. *International Journal of Nursing Studies*. 2011; 48(7): 872-80.
36. Butrov A.V. et al. «ATG-01 (apparaterapevticheskoygipotermii-01)» ubo l'nyhvkriticheskikh sostojanijah: uchebnoe posobie, pod obshh. red. Butrova A.V. GBOU DORMAPO. Moscow: b.i.; 2014. (in Russian)
37. Butrov A.V., Shevelev O.A., Cheboksarov D.V. *Kranicerebral'naya gipotermiya: teorija i praktika. Metodicheskie rekomendacii*. Moscow: KrioTehnoMed, 2017. (in Russian)
38. Butrov A.V. et al. *Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu apparatnoy terapevticheskoy gipotermii u bol'nyh v rannem periode ostrogo ishemicheskogo insulta*. GBOU RUDN. Moscow: b.i.; 2013. (in Russian)
39. Sedankin M.K. *Antenny-applikatory dlja radiotermometricheskogo issledovanija polej vnutrennih tkanej biologicheskogo ob'ekta: diss. ... kand. teh. nauk: 05.11.17*. Sedankin Mihail Konstantinovich. Moscow: 2013. (in Russian)
40. Cheboksarov D.V. *Radiotermometrija golovnogogo mozga pri kraniocerebral'noj gipotermii v ostrom periode ishemicheskogo insulta*. Moscow: 2015. (in Russian)

Поступила 24 декабря 2019

Принята в печать 02 марта 2020