

Clinical Monitoring

О температурном мониторинге

Представленный материал показался нам столь интересным, что мы не поленились перевести практически всю главу о температурном мониторинге из работы «Clinical Monitoring» (International Anesthesiology Clinics. — 1996. — Vol. 34, № 3). Возможно, это обусловлено ежедневным лицезрением дрожащих после операций больных и накопившимися в связи с этим эмоциями. Пока коллеги на Западе решают дилемму: кому же

создавать во время операции комфорт — больному или операционной бригаде, у нас в большинстве клиник (при наличии длинной холодной зимы и проблем с отоплением) нет вообще никакого температурного контроля в операционных. А выражение «согреть больного душевным теплом» появилось, вероятно, из-за отсутствия других средств согревания больных. Хотя в главе вскользь и говорится об опасностях гипотермии, но нам кажется, что наличие сосудистого спазма, увеличение ОПСС, гипертензия, дрожь, гипоксия плюс субъективно ощущаемый дискомфорт — всего этого вполне достаточно для развития приступа стенокардии, нарушений ритма или даже острого инфаркта/инсульта у больных группы риска. Часто эти осложнения в послеоперационном периоде списываются на другие причины или на закономерный процент осложнений у данной категории больных. Остается лишь надеяться, что развитие страховой медицины заставит рано или поздно нас и наше руководство относиться более внимательно как к жалобам больных, так и к тем осложнениям, которых вполне можно избежать.

Необходимо отметить, что за неимением лучшего у нас для согревания больных, перенесших операции под управляемой гипотермией, в послеоперационном периоде успешно используются электроматрасы. К контактному теплу действительно надо подходить с осторожностью, так как при использовании грелок, на ощупь совсем не горячих, на ранних этапах освоения методики мы получили несколько случаев поверхностных ожогов кожи.

Мы не стали приводить здесь таблицы сравнительных характеристик устройств для согревания жидкостей и термоодеял, так как считаем бесполезным рассуждать об аппаратуре, которой нет на нашем рынке.

Введение

Измерение температуры тела является одной из старейших манипуляций в медицине. Еще Гален сообщал, что Гиппократ в 5 веке до н.э. использовал сравнительное измерение температуры при описании болезней. В 1592 г. Галилей изобрел термоскоп, который затем был значительно усовершенствован Фаренгейтом (Fahrenheit) в 1714 г. Первое измерение температуры во время анестезии было выполнено более 100 лет назад (Harvey Cushing, 1895). В настоящее время ртутные термометры не утратили своей популярности, но в распоряжении анестезиолога находится много новых технологий для использования в операционной. Понимание процессов нормальной

терморегуляции, влияния на нее анестезии, использование наилучших методов мониторинга являются важнейшим моментом безопасной повседневной анестезиологической практики. Но анестезиолог должен быть готов не только просто мониторировать температуру тела, но и управлять ей для достижения нужных благоприятных эффектов, а также распознавать и лечить опасные для жизни колебания температуры, которые могут быть связаны как с ее повышением, так и с понижением.

Нормальная терморегуляция

В норме человеческий организм регулирует свою центральную температуру, то есть температуру центральной нервной системы, внутренних органов и крупных сосудов, с отклонением плюс-минус 0,1 °С. Для человека и всех теплокровных существ реальная температура тела является результатом разницы между теплопродукцией и теплопотерей. Это может быть выражено следующим уравнением:

$$dH = M + W \pm R \pm Cn \pm Cv - Ev,$$

где dH — это изменение температуры.

Метаболическая продукция тепла (M) зависит от клеточного метаболизма, что, в свою очередь, зависит от базального метаболизма, симпатического тонуса, гормонального уровня — в среднем 419 кДж в час. Во время анестезии продукция тепла за счет метаболизма снижается до 251–293 кДж.

Продукцию тепла во время работы (W) при анестезии можно не принимать во внимание. Теплообмен с внешней средой за счет радиации (R), конвекции (Cn) и кондукции (Cv) может вести как к потере тепла, так и к согреванию тела. Испарение с поверхности кожи и при дыхании (Ev) ведет только к потерям тепла.

В гипоталамусе находится центр терморегуляции организма, который функционирует как биологический термостат. Холодовые и тепловые рецепторы, расположенные в различных участках тела, доставляют информацию в гипоталамус, где она интегрируется. Гипоталамус настроен на поддержание температуры тела между 36,8 °С (холодовой порог) и 37,2 °С (тепловой порог). Температурный промежуток между 36,8 и 37,2 °С называется пороговым промежутком (рис. 1). Отклонения от порогового промежутка ведут к различным физиологическим и поведенческим изменениям, направленным на восстановление нормальной температуры.

Если температура тела поднимается выше теплового порога, то инициируются вазодилатация, потоотделение и изменение поведения с целью удаления избыточного тепла. На достижение нижнего, холодового порога организм отвечает вазоконстрикцией. Если этого не достаточно, последовательно включаются дрожь и поведенческие изменения. Для новорожденных дополнительным и важным механизмом является альтернативный (недрожательный) термогенез с использованием бурого жира.

Таким образом, температура в центре тела жестко регулируется гипоталамусом. Однако масса этого «центра» составляет лишь примерно половину от массы тела. Периферические ткани являются второй половиной массы, и возможна довольно существенная разница между центральной и периферической температурой. Вазоконстрикция в прохладной среде ведет к значительному градиенту между центральной температурой и температурой кожи. Периферические ткани содержат около 15 % всего тепла организма и регулируют его потерю или сохранение за счет изменения тонуса сосудов.

Анестезия и терморегуляция

Общая анестезия традиционно связывается с потерей нормальных терморегуляторных механизмов. Когда больные находятся в операционных с обычной температурой, как это было до всеобщего внедрения кондиционеров, у них часто отмечается та или иная степень гипотермии. В современных операционных с поддержанием прохладных температур пациенты всегда находятся в состоянии гипертермии. Препараты для анестезии влияют на нормальную терморегуляцию путем снижения уровня основного метаболизма, угнетения вазоконстрикции, исключения дрожи и угнетения гипоталамических регулирующих механизмов (табл. 1).

В клинических дозах все препараты для общей анестезии ведут к расширению порогового промежутка терморегуляции.

Нижний предел опускается примерно до 34,5 °С, а верхний поднимается до 39,5 °С. То есть в достаточно широких пределах за нормальным пороговым промежутком гипоталамус не включает компенсаторные механизмы. Центральная температура изменяется как функция, зависящая от продукции тепла и теплопотерь (см. уравнение). Порог вазоконстрикции уменьшается примерно на 2,5 °С под воздействием галотана, а изофлюран снижает его на 3 °С при каждом увеличении его концентрации на 1 % в конечном выдыхаемом объеме. Вазоконстрикция, если все же она возникает, по интенсивности является такой же в сравнении с группами неанестезируемых в равных условиях. Общее потребление кислорода существенно не увеличивается у взрослых анестезируемых. Это является показателем того, что недрожательный термогенез не играет существенной роли в их терморегуляции. Напротив, у детей с появлением вазоконстрикции увеличивается и потребление кислорода.

Во время регионарной анестезии гипоталамическая регуляция остается интактной. Однако периферический вазоконстрикторный ответ нивелируется за счет симпатической блокады, а мышечная дрожь — за счет моторной блокады. Спинальные терморегуляторные центры могут угнетаться при спинальной или эпидуральной блокадах и наркозе. Периферические терморорецепторы также могут быть заблокированы.

Вывод: гипотермия так же вероятна при регионарной, как и при общей анестезии и, быть может, с нею труднее бороться.

Интраоперационная гипотермия

Интраоперационная гипотермия имеет три различимые стадии.

Первая стадия возникает рано и протекает быстро. В течение первых 40 минут от начала анестезии центральная температура снижается примерно на 1 °С. В течение последующих 2–3 часов происходит более мягкое последовательное снижение температуры примерно на 0,5–1 °С в час. В конце концов центральная температура стабилизируется через несколько часов, если потери тепла остаются минимальными.

Во время индукции сразу же отмечается быстрое снижение температуры.

Моррис и соавт. [9] заключили, что это является следствием быстрых потерь тепла из-за градиента между температурой тела и окружающей среды. Однако Сесслер и соавт. [10] показали, что это не столько потеря тепла во внешнюю среду, сколько перераспределение между периферией и центром со снижением центральной температуры. Практически все препараты для общей анестезии вызывают вазодилатацию, способствующую перемещению тепла от периферии к центру. Гипотермия за счет перераспределения более выражена, когда перед операцией больной находится в прохладной среде и его кожа охлаждается. Согревание кожи перед операцией может явиться мерой профилактики.

Следующая стадия интраоперационного снижения температуры является следствием наружных потерь. Потеря тепла ведет к увеличению теплопродукции и в конце концов к чистым потерям в окружающее пространство (табл. 2).

Радиационные потери происходят за счет инфракрасного излучения и пропорциональны четвертой степени разницы температур между двумя поверхностями, разделенными воздухом. Потери тепла (или согревание) зависят от разницы температуры кожи и ближайших поверхностей (например, стены операционной). Радиационные потери зависят от объема кровотока в коже и экспонируемой поверхности (в норме 85 % поверхности тела). Новорожденные имеют большую поверхность тела относительно его массы. Это увеличивает потери тепла относительно его продукции всеми путями, преимущественно за счет радиации. Радиация является основным путем теплопотерь в операционной (более 60 % всех потерь!).

При испарении происходит переход молекул с высокой энергией из жидкости в газ, при этом энергия молекул, оставшихся в жидком состоянии, становится меньше, и жидкость охлаждается. Потери увеличиваются с повышением температуры жидкости, увеличением движения газа над поверхностью жидкости и снижением влажности этого газа. Этот механизм является вторым по его вкладу в интраоперационные потери тепла. В отличие от других механизмов за счет него тепло может только теряться. Потери тепла за счет потоотделения во время наркоза нельзя назвать существенными, но вот применение холодных растворов для обработки кожи с последующим их испарением — это существенный фактор. Во время наркоза потоотделение часто интерпретируется как показатель недостаточного уровня анестезии. Но при искусственном кровообращении, в частности во время согревания больного, это не является показателем неадекватности анестезии. Это просто гипоталамический ответ на перфузию охлажденного организма согретой кровью (рецепторы реагируют на градиент температур). Испарение с поверхности брюшины или плевры при открытых полостях является огромным источником теплопотерь и усиливается применением холодных растворов для ирригации.

Невидимые потери через легкие и дыхательные пути редко составляют более 10–15 % общих потерь, но могут увеличиваться у лихорадящих больных или при использовании больших потоков холодной сухой дыхательной смеси. Один литр холодного сухого газа требует 63 кДж для своего увлажнения и согревания от 20 до 37 °С.

Кондуктивные потери тепла пропорциональны разнице температур между прилегающими поверхностями. При этом нет перемещения молекул из поверхности в поверхность. Степень потерь также зависит от кровотока в прилегающей поверхности тела. Потери за счет этого механизма в операционной не существенны.

Конвекционные потери пропорциональны градиенту температуры между кожей и окружающим воздухом, который обычно составляет до 15 °С, и квадратному корню скорости воздуха («охлаждение ветром»). Те же законы касаются и движения водной среды, которая используется для теплообмена в экстракорпоральных конвекторах. Потери за счет конвекции сокращаются путем создания слоя неподвижного воздуха над кожей путем изоляции (укрывание).

Конечная стадия интраоперационной гипотермии характеризуется сглаживанием кривой снижения температуры в результате вновь возникшей вазоконстрикции.

Если не производится вливания охлажденных жидкостей или гипотермия не проводится намеренно, то вазоконстрикция сводит к минимуму дальнейшие потери тепла. Хотя центральная температура на этой стадии может стабилизироваться, восстанавливается градиент между центром и периферией, но реальные потери тепла продолжают (снижение температуры кожи). Эти потери тепла в третьей стадии могут остаться невидимыми, если производится измерение только центральной температуры.

Технология мониторинга температуры

Необходимо иметь в наличии средства для постоянного мониторинга температуры пациента. Во всех случаях, когда изменения температуры тела подразумеваются, ожидаются или подозреваются, они должны мониторироваться.

Американская ассоциация анестезиологов

Температурные зонды и датчики, используемые в операционных, представляют собой термисторы, термопары или основаны на жидкокристаллической технологии. Термисторы — это полупроводники на основе окислов металлов (медь, никель, марганец, железо или цинк), которые помещаются в место измерения. Сопротивление полупроводника варьирует в зависимости от температуры. При повышении температуры происходит значительное уменьшение сопротивления, и наоборот. Чувствительность (быстрота реакции на изменения) довольно высока, так как поверхность контакта полупроводника с исследуемой поверхностью достаточно мала (меньше 1 мм в диаметре). Клинически используемые термисторы, например в эзофагеальном стетоскопе-термометре, имеют разрешающую способность в 0,2 °С в промежутке от 5 до 45 °С. Термисторы могут поддерживать такую разрешающую способность в течение многих лет, хотя сопротивление может несколько увеличиваться, что требует перекалибровки.

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 коммерческие приборы с использованием термопары имеют вполне достаточную для клиники разрешающую способность и надежность.

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. Необходимо с аккуратностью подходить к выбору места измерения температуры, так как кожная температура не всегда прямо связана с центральной. Жидкокристаллическая технология является недорогой, неинвазивной и может объективно отражать тенденции изменения температуры. Однако опыты на животных показали, что даже при развитии злокачественной гипертермии кожная температура не всегда объективно отражает центральную за счет имеющейся вазоконстрикции. Таким образом, у больных с подозрением на нарушение центральной терморегуляции, особенно на развитие злокачественной гипертермии, золотым стандартом должно являться измерение центральной температуры.

Место измерения температуры. Температура тела варьирует в достаточно широких пределах в зависимости от места измерения. Ректальная температура обычно на 0,5–1,0 °C выше оральной, оральная же, в свою очередь, на 0,5–1,0 °C выше аксиллярной. Во время наркоза измерения центральной температуры в назофарингеальной области, пищеводе, области слухового прохода и в легочной артерии обычно соответствуют друг другу. Более периферически расположенные прямая кишка и мочевого пузыря демонстрируют несколько большую вариабельность.

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 глоточной области, пищевода и мочевого пузыря, хотя каждая из этих локализаций имеет свои преимущества и недостатки (табл. 3).

Во время управляемой гипотермии (при использовании аппарата искусственного кровообращения) измерение температуры в двух местах — центральном и периферическом — дает достаточно информации, так как отражает температурный градиент внутри организма. Большой градиент отражает неравномерное распределение (или перераспределение) тепла или плохое состояние гемодинамики.

Мониторинг температуры во время анестезии не обязателен у всех пациентов. Так, например, больные, переносящие относительно короткие операции под регионарной анестезией, имеют очень малую вероятность развития гипотермии или гипертермии. Однако частое измерение температуры тела рекомендуется у больных, подвергающихся процедурам длительностью более 30 мин, или когда имеются другие факторы риска развития нарушений температурного статуса. Эти факторы риска включают определенные заболевания, прием некоторых медикаментов или детский/старческий возраст.

Некоторые сопутствующие заболевания предрасполагают к более интенсивным потерям тепла во время оперативного вмешательства. Так, например, у пациентов с обширными ожогами и эксфолиативным дерматитом, во-первых, нарушается афферентный поток импульсов от терморцепторов за счет потери их в коже и, во-вторых, увеличены потери жидкости и тепла. Нарушение ауторегуляции ведет к нарушению вазоконстрикторной реакции на холод у больных с диабетом, уремией, параплегией и, как следствие, к увеличению потерь тепла. У больных с микседемой и адреналопатиями нарушена теплопродукция.

Острая алкогольная интоксикация нарушает терморегуляцию и способствует охлаждению.

Применение антихолинергических препаратов, наоборот, может способствовать перегреванию за счет угнетения потоотделения.

Термопотери во время анестезии особенно велики в младенческом и старческом возрасте. У гериатрических пациентов уменьшена мышечная масса и остаточный мышечный тонус, уменьшен вазоконстрикторный ответ на холод, и они имеют ограниченные резервы сердечно-сосудистой системы. Vaughan и соавт. [8] обнаружили, 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.

Нарушения терморегуляции общеизвестны у недоношенных детей и новорожденных с малой массой. Увеличенное соотношение «поверхность тела/масса тела», ограниченный вазоконстрикторный ответ, минимальный дрожательный термогенез — все это ведет к усиленным потерям тепла. Недрожательный термогенез является первичным ответом на охлаждение у новорожденных. Доношенные новорожденные могут увеличивать термопродукцию вдвое при холодовом стрессе за счет недрожательного термогенеза, но это все же полностью не компенсирует отсутствие дрожи и несовершенный вазоконстрикторный ответ. Увеличенные термопотери вместе с несовершенными компенсаторными механизмами увеличивают риск гипотермии для новорожденных, особенно недоношенных.

Преимущества и опасности гипотермии

Основным преимуществом гипотермии является снижение тканевого метаболизма. Потребление кислорода снижается примерно на 7 % на каждый градус уменьшения температуры. Умеренная гипотермия (33–36 °C) способствует защите центральной нервной системы от гипоксии во время ишемического или геморрагического инсульта, что используется в нейрохирургии, хирургии сонной артерии и дуги аорты. Охлаждение организма во время искусственного кровообращения и использование холодных кардиоплегических растворов ведет к охлаждению миокарда до 5–10 °C с целью его защиты во время пережатия аорты и к глубокой гипотермии (16–20 °C), что снижает поглощение кислорода в ЦНС примерно до 15 % от нормального. Немедленное охлаждение, кроме прочего, используется и с целью сохранения органов для трансплантации. Гипотермия также может препятствовать запуску механизмов злокачественной гипертермии или, если они уже запущены, способствует снижению тяжести развивающихся синдромов.

Опасности гипотермии. Тяжелая гипотермия ведет к нарушению работы различных органов и систем (табл. 4).

Гипотермия ниже 33 °C может значительно нарушать все физиологические процессы с развитием таких осложнений, как ишемия миокарда, пролонгирование действия медикаментов, коагулопатия, дрожь.

Frank и соавт. [28] выяснили, что непреднамеренная гипотермия у группы больных, подвергавшихся реваскуляризации нижних конечностей, явилась независимым фактором риска для последующего развития ишемии миокарда, стенокардии и артериальной гипоксемии в раннем послеоперационном периоде. Точный механизм увеличения сердечно-сосудистых осложнений неизвестен. В той же группе

обнаружен более высокий уровень периферической вазоконстрикции, более высокая концентрация адреналина в крови и больший уровень артериальной гипертензии у больных старшего возраста с гипотермией в раннем послеоперационном периоде по сравнению с нормотермическими больными.

Гипотермия нарушает функцию печени и почек и поэтому любые медикаменты, подвергающиеся метаболизму в этих органах, могут накапливаться. Ингаляционные анестетики в большей мере растворимы в холодной крови, что пролонгирует скорость подъема альвеолярной концентрации. Существует баланс: снижение минимальной альвеолярной концентрации на 5 % при снижении температуры на 1 %. Курарепоподобные миорелаксанты пролонгируют свое действие, вероятно, за счет нарушения печеночной функции. Продолжительность действия векурониума выше в 2 раза при температуре 34 °С по сравнению с 37 °С, что можно объяснить замедленным метаболизмом или фармакодинамическим эффектом холода [29], то же можно сказать и об атракуриуме [34].

Дрожь сопровождается резким увеличением продукции CO₂, что ведет к развитию респираторного ацидоза, если объем минутной вентиляции при этом не увеличивается. Потребление кислорода также повышается. Если не происходит соответствующего увеличения сердечного выброса, то при увеличении экстракции кислорода из крови снижается сатурация, нарастает гипоксемия, метаболический ацидоз, и на этом фоне возможна ишемия миокарда. Интенсивная дрожь может привести к нарушению целостности ран, увеличению кровопотери, увеличению внутричерепного и внутриглазного давления и даже механическим ушибам. У больных в сознании холод и дрожь вызывают значительный дискомфорт. Часто больные вспоминают послеоперационный озноб как наименее приятную часть перенесенной операции.

Гипотермия может осложнять и течение некоторых заболеваний. Наиболее значимым из них, пожалуй, является серповидно-клеточная анемия, так как гипотермия может спровоцировать анемический криз. В данной популяции необходимо предпринимать все усилия для предотвращения охлаждения пациентов во время операций. Охлаждение нежелательно для пациентов с болезнью Рейно и подвергающихся наложению микрохирургических сосудистых анастомозов.

Профилактика гипотермии

Было предложено значительное количество методов предотвращения нежелательного охлаждения пациентов в операционных, но лишь их сочетание может дать желаемый результат. Необходимо помнить, что в некоторых ситуациях, чаще у маленьких детей, значительные усилия по предотвращению потерь тепла или по согреванию могут вести к перегреву больных.

Примерно 90 % тепла теряется через поверхность кожи. Охлаждения больных не происходит, если температура окружающего воздуха в операционных выше 21 °С. Но температура часто поддерживается ниже этого уровня для обеспечения комфорта хирургической бригады во время работы и контроля над микробной средой. Целесообразным является поддержание комнатной температуры над операционным полем до того момента, как обработка кожи будет закончена, что может предотвратить начальное снижение температуры тела за счет перераспределения. Пассивная изоляция кожи хлопковыми простынями, специальными пластиковыми или пластик-металлическими одеялами уменьшает потери тепла до 30 % за счет создания над кожей зоны неподвижного воздуха. При этом имеет значение не столько то, чем укрыт больной, сколько закрытие максимально возможной поверхности тела.

В аппаратах для ИВЛ обычно используются пассивные влаготеплообменники или устройства для активного согревания и увлажнения дыхательной смеси. Пассивные служат просто для предотвращения потерь больным влаги/тепла. В активных возможно дополнительное согревание дыхательной смеси в зависимости от снижения температуры в нижнем отделе пищевода. Однако повышение температуры дыхательной смеси не всегда ведет к повышению центральной температуры тела: поскольку потери тепла через трахеобронхиальное дерево обычно незначительны, то и согревание таким путем малоэффективно. Пассивные влаготеплообменники вообще не эффективны для согревания больного. Подобные устройства служат в основном для поддержания влажности дыхательной смеси и предупреждения высыхания трахеобронхиального дерева. У детей активное согревание дыхательной смеси может быть более эффективно, так как у них выше соотношение «минутная вентиляция/масса тела».

Дополнительные простые меры включают в себя согревание всех растворов для обработки кожи, инсуффляции и внутривенных растворов. Один литр кристаллоидных растворов комнатной температуры или одна единица охлажденной крови снижают среднюю температуру тела примерно на 0,25 °C. Промышленные устройства для согревания жидкостей обычно предусматривают циркуляцию раствора по спирали напротив теплообменника. Производительность используемых теплообменников обычно снижается при высоких или низких скоростях инфузии.

При низких скоростях согретая жидкость успевает вновь охладиться на пути к больному. Обычно это является проблемой у детей, когда масса тела и ОЦК малы. При переливании больших количеств жидкости с высокими скоростями они просто не успевают согреться в теплообменнике. Некоторые аппараты последних моделей уже не обладают этими недостатками. Необходимо помнить, что использование теплообменников для подогревания инфузионных средств может предотвратить потери тепла, но не может согреть уже охлажденного больного.

Матрасы с циркулирующей теплой жидкостью, помещаемые на операционный стол, неэффективны как для согревания больного, так и для профилактики его охлаждения. Поверхность контакта с телом у них невелика, и теплообмен здесь неэффективен вследствие спазма капилляров. Это же сочетание факторов увеличивает риск ожога.

Наиболее эффективным способом поддержания температуры тела в периоперативный период является согревание поверхности кожи. Используется два типа устройств — радиаторы и одеяла с теплообдувом.

Инфракрасные радиаторы используются в педиатрии и менее эффективны у взрослых. Согреваемая поверхность обычно мала, а оборудование громоздко и может мешать операционной бригаде. Напротив, одеяла с теплообдувом являются одним из самых эффективных устройств для согревания из имеющихся в наличии. Единственным из противопоказаний для их использования является нарушение циркуляции крови в согреваемой области. Например, при пережатии аорты во время аортобедренного шунтирования согревание нижних конечностей приведет к усилению обмена в них и дисбалансу между возросшей потребностью в кислороде и его доставкой.

Дополнительные устройства для измерения температуры во время операции*

Другой аспект температурного контроля во время анестезии — это диагностика нарушений симпатического тонуса. Во время симпатической блокады соответствующая конечность или дерматом

теплее противоположных. Изменения кожной температуры могут быть зафиксированы с помощью термограммы. Термометрия отражает интенсивность инфракрасного излучения кожи и представлена в виде карты распределения накожной температуры. Эта техника была признана пригодной для определения уровня блокады во время регионарной анестезии. Она также может быть использована для оценки адекватности лечения симпатически индуцированного болевого синдрома.

В норме температура поверхности человеческого тела распределяется симметрично. Разница не превышает 0,24 °С. Наличие значительной разницы в температуре поверхности кожи соответствующих симметричных областей тела может указывать на повреждение нервов. В острой стадии повреждения периферических нервов соответствующая область теплее, при хроническом повреждении — холоднее. Эта разница в принципе улавливается и при ощупывании рукой, так как составляет 2–3 °С, но термометрия может быть использована для ее документирования.

Термометрия может оказаться ценной в диагностике хронических болевых синдромов. Хотя ее применение в данном случае несколько дискуссионно, но, тем не менее, 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 [48].

Выводы

В человеческом организме центральная температура обычно находится под жестким контролем. Анестезия нарушает нормальную терморегуляцию. Во время операций умеренная гипотермия может стать ценной для защиты мозга от гипоксии. Однако риск развития физиологических нарушений и дрожи при значительной гипотермии обязывает анестезиолога быть готовым к их предупреждению и лечению. Поддержание соответствующей температуры в операционных и использование специальных одеял может предупреждать как интраоперационную гипотермию, так и послеоперационную дрожь. Контроль за температурой тела не должен ограничиваться только операционной и ранним послеоперационным периодом. Анестезиологи, интенсивисты и специалисты по хронической боли мониторят температуру в различных клинических условиях.

Перевод М.В. Лесных, отделение
интенсивной терапии Республиканской больницы,
г. Петрозаводск, Россия

*От переводчика. В первой части главы рассматривается измерение параметров гемодинамики методом термодилуции. Позволим себе это пропустить, так как краткое изложение метода не говорит о нем ничего, а подробное можно найти в более солидных руководствах.