

# Левшанков А.И.

## Профилактика наведенной гипотермии при нейрохирургических операциях

Гипотермия, возникающая у больных во время общей анестезии, известна с первых лет применения ингаляционных анестетиков. Она считается осложнением и одним из постоянных признаков общей анестезии. Проведение общей анестезии без специальных средств защиты от охлаждения во всех случаях сопровождается снижением температуры тела [8].

Развитие интраоперационной гипотермии обусловлено [12]: исключением мышечного термогенеза при использовании миорелаксантов во время общей анестезии; блокадой моторной иннервации в условиях центральных сегментарных блокад; использованием фармакопрепаратов, обладающих прямыми и опосредованными вазодилатирующими свойствами, которые приводят к повышенным теплотерям с поверхности тела пациента; потерями тепла в условиях анестезии с поверхности дыхательных путей при дыхании холодной, неувлажненной дыхательной смесью, и с поверхности операционной раны; расходом организма тепла на согревание переливаемых растворов. По данным различных авторов [5,7,14] снижение центральной температуры тела оперируемого больного от 0,1 до 0,3°C в час зависит в первую очередь от температуры, влажности и скорости потоков воздуха в операционной.

Гипотермия приводит к выраженному и стойкому спазму периферических сосудов и централизации кровообращения. Снижение периферической температуры на 5°C приводит к подавлению метаболизма, усугублению тканевой гипоксии, ацидозу, активации перекисного окисления липидов с накоплением токсичных продуктов их распада. Нарушения тканевого метаболизма, возникающие, при умеренной периоперационной гипотермии, которая обычна при больших операциях, может способствовать инфицированию операционной раны за счет терморегуляторной вазоконстрикции. Уменьшение уровня кислорода в тканях ухудшает функцию нейтрофилов и снижает интенсивность заживления раны за счет уменьшения отложения коллагена. Гипотермия также непосредственно ухудшает иммунную функцию. По данным A.Kurz [11], гипотермия увеличивает чувствительность к хирургической раневой инфекции и удлиняет период госпитализации.

Причины, вызывающие несоответствие между теплопродукцией и теплоотдачей во время общей анестезии и операции должны рассматриваться с позиций физиологии, операционной патофизиологии и термодинамики.

Наблюдение за состоянием теплового баланса во время общей анестезии не менее важно, чем наблюдение за другими показателями гомеостаза. Охлаждение тела больного – это дополнительная агрессия. Оно вызывает ряд защитных реакций со стороны систем и органов, что проявляется усилением термогенеза, которое требует значительного напряжения обменных процессов [1]. Начало охлаждения сопровождается увеличением концентрации катехоламинов в крови, увеличением венозного и артериального давления и периферического сопротивления сосудов [2]. Клинически охлаждение проявляется ознобом и мышечной дрожью при выведении из анестезии. При этом может наступить несоответствие между возрастающей потребностью кислорода и функциональной возможностью систем, ответственных за его транспорт [6]. При дрожи резко возрастает обмен и сгорает гликогенный запас, наступает дистрофия миокарда, подъем 17-кетостероидов.

Гипотермия оказывает влияние на патофизиологию основного или сопутствующего заболевания, изменяет фармакодинамику вводимых во время анестезии средств. В условиях гипотермии удлиняется время индукции и выведения из анестезии [13]. Снижение температуры на 4<sup>о</sup> удлинит депполяризующий блок в 4 раза [4].

Последствия гипотермии проявляются в большей степени при пробуждении в послеоперационном периоде по сравнению с интраоперационным. В периоде пробуждения пациента, когда компенсаторно включается дрожательный термогенез в виде сильнейшего озноба, теплопродукция в должном объеме не обеспечивается. Послеоперационные дрожь и озноб, вызывая увеличение потребления кислорода тканями от 400 до 800 %, сопряжены с многократно увеличенными метаболическими потребностями и являются мощным стрессом. При этом возникают гипоксемия и компенсаторная перестройка центральной гемодинамики [9, 10, 14]. Это требует продолжение мониторинга состояния пациента в полном объеме, проведение соответствующих мероприятий (ингаляции богатой кислородом дыхательной смеси, и, при необходимости, проведения неотложной интенсивной терапии). Наиболее тяжело этот период протекает у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и органов дыхания.

Неблагоприятное течение периода пробуждения с дрожью и ознобом вынуждает анестезиологов-реаниматологов пролонгировать пробуждения пациентов на фоне продленной ИВЛ, что увеличивает медикаментозную нагрузку и риск развития дыхательных осложнений [7, 10]. Таким образом, корректное поддержание теплового режима пациента в интра- и в послеоперационном периодах во многом облегчает течение как ближайшего послеоперационного периода, так и последующего периода реабилитации пациента [10].

Методы профилактики наведенной гипотермии условно можно разделить на две основные группы: 1) избежание избыточных интраоперационных теплотерь и 2) согревание пациента в послеоперационном периоде.

Профилактика гипотермических расстройств у больных включает использование комплекса методов защиты от охлаждения [8]:

- а) поддержание температуры воздуха в операционной в пределах 24-25<sup>о</sup>С.
- б) тепловое увлажнение газонаркотической смеси до 40-45 мл/л и абсолютной влажности при температуре 35-36<sup>о</sup>С;
- в) согревание жидкости при инфузионно-трансфузионной терапии до 37<sup>о</sup>С;

С целью купирования послеоперационной дрожи использовали релаксант центрального действия [3]. Минимальные значения температуры комфорта для больного (24-30<sup>о</sup>С) значительно отличается от комфортной температуры окружающей среды для работы хирурга (18-19<sup>о</sup>С) [7]. Температуры в операционной свыше 24<sup>о</sup>С крайне дискомфортна для работы операционной и анестезиологической бригад и, в первую очередь, для хирурга.

Увлажнение и согревание вдыхаемой газовой смеси обеспечивается с помощью согревающего устройства с увлажнителем, встроенного в современных анестезиологических комплексах и аппаратах ИВЛ, или использованием низкоточной вентиляции, требующей дополнительного мониторингового оборудования.

Согревание инфузируемых растворов также используют в клинической практике. Однако предназначенные для этого устройства требуют большой площади контакта нагревателя с поверхностью инфузионной системы и максимальной приближенности его к венозному руслу, что делает конструкцию устройства сложной и громоздкой, создает определенные трудности в работе анестезиологической бригады.

Согревание больного на операционном столе с помощью матрасов и пледов – более эффективный и наиболее часто используемый метод предупреждения наведенной гипотермии у пациента, особенно при малом весе пациента (ребенок) и при значительной площади соприкосновения с поверхностью тела взрослого пациента. Считают, что одним из лучших является матрас с циркулирующей нагретой водой. Однако в связи с высокой теплоемкостью воды затруднена регулировка доставки тепла на поверхность тела пациента, что может вызвать термическую травму. Применение теплоизолирующих материалов позволяет предотвратить теплотери с изолированных поверхностей, но приемлемо лишь в условиях медицины катастроф, и ограничено в операционной, в связи с необходимостью обеспечить широкий доступ к области операции.

Эффективность согревающего устройства, изготовленного из опытных образцов углеродо-волоконной ткани, убедительно была представлена японскими авторами [12].

Таким образом, устройство для интра- и послеоперационного согревания больных должно быть максимально удобным в эксплуатации, безопасным и комфортным для пациента.

Цель настоящего исследования – определить возможность профилактики наведенной гипотермии при нейрохирургических операциях в интра- и послеоперационном периодах, используя новое современное техническое средство – комплект нагревательного устройства хирургического и реанимационного назначения «БиоТерм 5-У».

Задачи исследования:

- определить уровень наведенной гипотермии во время операции в условиях современной общей анестезии и в ближайшем послеоперационном периоде у нейрохирургических больных, у которых гипотермия опасна, особенно в послеоперационном периоде;
- определить основные факторы тепловых потерь во время анестезии и интенсивной терапии;
- оценить возможности комплекта «БиоТерм 5-У» в профилактике гипотермии в интра- и послеоперационном периодах;
- отработать методику профилактики наведенной гипотермии во время нейрохирургических операций в условиях современной общей анестезии и в ближайшем послеоперационном периоде.

Материал и методика исследования. Исследование проведено в клинике нейрохирургии ВМедА в двух группах нейрохирургических больных, которым осуществляли операции на головном мозге в условиях общей анестезии: 1-я группа (контрольная, 18 пациентов) без активного согревания, 2-я группа основная (18 пациентов) – с использованием согревающего комплекта «Биотерм 5У» (матрасов для операционной и палаты интенсивной терапии).

Комплект разработан ООО «МБ», зарегистрирован в РФ и внесен в Государственный реестр изделий медицинского назначения и медицинской техники, рег. № ФС 022a2004/0732-04; сертификат соответствия № РОСС ru. ИМО2.В12130 2).

В согревающем комплекте «БИОТЕРМ 5У» использован кондуктивный способ передачи тепла посредством соприкосновения тела пациента и поверхности термоактивных устройств. В качестве нагревательной поверхности термоактивных устройств используется греющая ткань из электропроводящих углеродосодержащих волокон. При подаче на ткань электрического напряжения создается сплошной греющий слой. Для концентрации тепла на теле пациента и создания комфорта греющая ткань помещается на слой высокоэффективного теплоизолятора. Поверх греющей ткани устанавливается термостабилизирующий специальный слой. Вся конструкция закрывается защитным чехлом, изготовленным из водонепроницаемой ткани, обладающей мембранными свойствами, которая препятствует накоплению влаги под ней и сохраняет кожные покровы сухими, предотвращая процесс мацерации кожи. Согласно руководства по эксплуатации, при такой конструкции, из-за отсутствия

теплоносителя, матрас имеет крайне низкую теплоемкость, что позволяет практически безинерционно и, соответственно, быстро, доставлять требуемое количество тепла пациенту. При его выключении практически сразу перестает нагревать, в дальнейшем не влияя на температуру кожных покровов пациента. Во время работы поддержание температуры производится с помощью прецизионного датчика, установленного в матрасе, и измерителя ПИД-регулятора, обеспечивающего режим обратной связи. Электронная часть выполнена на основе микропроцессора, а параметры регулирования устанавливаются программным способом. В состав согревающего комплекта «БИОТЕРМ 5-У» входят: электронный прибор управления, термоактивный матрас операционный или реанимационного назначения.

Всем больным накануне операции проводили традиционную эффективную премедикацию и общую анестезию (диприван, закись азота с кислородом 3:1, фентанил) в условиях миорелаксации, эндотрахеальной интубации и ИВЛ. Во время операции и в ближайшем послеоперационном периоде осуществляли мониторинг следующих показателей: температуру тела пациента в подмышечной впадине и в межпальцевом промежутке ноги (между большим и 2-м пальцем), операционной, палаты реанимации и интенсивной терапии, температуру матраса (группа 2); АД, ЧСС, плетизмограмму, SaO<sub>2</sub>, PetCO<sub>2</sub>. Дополнительно оценивали факторы, способствующие наведенной гипотермии и состояние пациента по клиническим признакам (в том числе, связанных с неблагоприятным действием охлаждения).

Матрас согревался в операционной до 41оС (в палате интенсивной терапии до 38оС) с последующим снижением до 37оС по мере нормализации температурного режима у пациента. Целесообразно предварительно согреть операционный стол, на который укладывается пациент. В операционной после укладки пациента 2-й группы на операционный стол сразу накрывали его сверху предварительно согретым матрасом. При температуре в операционной около 22оС для согревания матраса до 41оС на операционном столе требуется около 15-20 мин.

После укладки пациента на операционный стол, подсоединяли датчики, производили катетеризацию вены для инфузионной терапии и катетеризацию мочевого пузыря. В это время определенные части тела пациента раскрывали, что приводило к частичному охлаждению пациента. После окончания операции пациент с операционной в палату интенсивной терапии (ПИТ) доставлялся на каталке без согревания. В ПИТ после подсоединения к пациенту датчиков для мониторинга показателей (ЭКГ, вентиляции и оксигенации) его накрывали согревающим матрасом, который снимали после установления нормальных величин температур и температурного градиента между подмышечной впадиной и межпальцевым промежутком ноги (T1-T2).

У всех пациентов исследуемые показатели регистрировали в разработанной нами карте на следующих этапах:

- 1 – в палате (не у всех больных);
- 2 – исходные данные в операционной;
- 3 – перед интубацией;
- 4 – 15 мин после интубации трахеи;
- 5, 6, 7, 8, 9, 10 – через 1, 2, 3, 4, 5, 6 часов после интубации;
- 11 – в конце операции;
- 12 – после пробуждения в операционной;
- 13 – сразу после поступления пациента в палату интенсивной терапии;
- 14 – 15 мин после поступления;
- 15 – 30 минут после поступления;

16, 17, 18, 19, 20 – 1, 2, 3, 4, 5 часов после поступления в палату.

Группы исследованных были не идентичны (табл. 1): по массе тела в первой (контрольной) группе было больше пациентов с избыточной массой тела (в среднем на 20 кг), а продолжительность операции во второй группе была больше в среднем на 143 мин.

Таблица 1

Общая характеристика обследуемых пациентов

Показатели Средние величины ( $x \pm m$ ) показателей

1-я контрольная группа 2-я основная группа

Возраст, лет 43,4 $\pm$ 3,46 46,35 $\pm$ 3,4

Масса тела, кг 91,3 $\pm$ 6,95 70,9 $\pm$ 3,01\*

Рост, см 173,6 $\pm$ 2,98 169,7 $\pm$ 2,23

Температура атмосферного воздуха, оС -6,5 $\pm$ 2,98 -3,7 $\pm$ 2,26

Температура в операционной, оС 21,3 $\pm$ 0,39 21,3 $\pm$ 0,39

Температура в палате ИТ, оС 20,1 $\pm$ 0,24 20,9 $\pm$ 0,29

Температура матраса, оС 39,6 $\pm$ 0,36

Продолжительность операции, мин 235,3 $\pm$ 22,42 378,2 $\pm$ 42,08\*

Результаты исследования показали, что температура в подмышечной области при поступлении в операционную в обеих группах была несколько снижена (34,8°С и 35,7°С), что обусловлено охлаждением пациента при перекладывании его с постели на операционный стол и наложением датчиков ЭКГ, катетеризацией вен и мочевого пузыря, когда тело пациента было частично оголено. В 1-й группе пациентов температура оставалась пониженной на всех этапах анестезии и операции с некоторой тенденцией даже к снижению после 4 часов анестезии. При транспортировке в палату интенсивной терапии (ПИТ) температура продолжала снижаться до 35,1°С с последующим постепенным повышением через 1 час до 36°С, а через 4 часа – до 36,6°С. Во 2-й группе с согреванием через 15 мин после введения в анестезию наметилась тенденция к постепенному повышению температуры, через час после введения в анестезию она достигла 35,9°С, а к 6 ч анестезии – до 37,0°С. После транспортировки в ПИТ отмечалась тенденция к снижению температуры (температура снизилась до 35,5°С), так как пациента раскрывали при перекладывании с операционного стола на кровать, и во время транспортировки не было согревающего матраса. В дальнейшем, через 15 мин нахождения в ПИТ, температура постепенно повышалась и ко 2-му часу она достигла 36,6°С. Более выраженные изменения были температуры в межпальцевом промежутке ноги (Т2). При поступлении пациента в операционную в обеих группах Т2 была резко снижена (27,3°С и 29,1°С соответственно в 1-й и во 2-й группах).

Изменение средних величин температуры в межпальцевом промежутке ноги

В 1-й группе через 1 ч после введения в анестезию Т2 существенно возросла до 31,7°С с последующим снижением к 6-му часу анестезии до 28,8°С, а через 1 час после поступления в ПИТ она достигла 27,6°С, с последующим незначительным повышением до 31°С к 5-му часу нахождения в ПИТ.

Во 2-й группе пациентов Т2 через 15 мин после введения в анестезию существенно возросла и достигла 33,6°С. Через 2 ч анестезии она была 36,0°С, а через 6 ч. – 36,8°С, в ПИТ она снизилась до 35,2°С с последующим постепенным повышением до 36,6°С к 5 ч нахождения в ПИТ.

Существенно различался градиент температуры между подмышечной областью и межпальцевым промежутком ноги (Т1-Т2). При поступлении в операционную он был увеличен (7,5 и 6,7 соответственно в 1-й и во 2-й группах).

Во время анестезии через 1 час он существенно уменьшился до 3,6 и 0,5 соответственно в 1-й и во 2-й

группах. Во 2-й группе градиент снижался быстрее и в большей степени по сравнению с 1-й группой. При этом после 4-х часов анестезии и операции в 1-й группе он начинал повышаться, а во 2-й – оставался на прежнем уровне.

В конце операции и в ПИТ в 1-й группе он существенно возрастал, и только через 4 часа нахождения в ПИТ, начинал снижаться. Во 2-й группе отмечена лишь незначительная тенденция к увеличению до 0,9 в течение первых 30 мин нахождения в ПИТ, а в дальнейшем снижался почти до 0. Лишь при снятии матраса он вновь начинал возрастать. Во второй группе, начиная с 15 мин анестезии в течение всего интра- и послеоперационного периода, было существенное различие градиента температур между группами.

При этом следует отметить, что в первой группе было больше пациентов с ожирением и операции были менее продолжительны, а следовательно, и теплотери во время анестезии должны быть меньшие, снижение температуры между пальцами ноги то же должно быть менее выраженным.

Поэтому при равноценности групп различие температур и их градиента было бы еще более значительным.

Аналогичные, но в менее выраженной степени по достоверности различия между группами, изменения получены по данным плетизмограммы, величине ее подъема.

Отсутствие существенных различий между группами во время анестезии и менее выраженные различия в ПИТ обусловлены нахождением пульсоксиметрического датчика на пальце руки, а не ноги. На пальце руки температура выше, чем на пальце ноги.

АД систолическое и диастолическое, частота сердечных сокращений изменялись незначительно и однотипно, при этом в первой группе были более выраженные колебания во время анестезии и еще больше – в ПИТ

Если матрас укладывать на операционный стол со стороны спины при положении пациента на спине, согревание менее эффективно. Об этом иллюстрирует следующее наблюдение (табл. 2) – градиент температуры во время анестезии уменьшился незначительно, а в конце операции и при пробуждении он стал больше, чем в исходном состоянии. В палате интенсивной терапии он даже имел тенденцию к увеличению. С этапа № 16, когда сменили нижний матрас на верхний реанимационный, температурный градиент снизился постепенно с 12 до 0,1, а плетизмограмма возросла с 10 до 20 мм.

Таблица 2

Изменение температуры и плетизмограммы у пациента в интра- и послеоперационном периодах при использовании нижнего матраса

Этап исследования T1

о С T2

о С T1 – T2

о С Плетизмограмма

мм

2 35,4 25,2 10,2 8,0

3 35,5 25,3 10,2 10,0

4 35,5 29,1 6,4 12,0

5 34,5 26,7 7,8 14,0

6 34,1 27,3 6,8 11,0

7 34,1 25,1 9,0 11,0

8 34,2 23,6 10,6 12,0

9 34,5 23,2 11,3 7,0

10	34,6	23,1	11,5	6,0
11	34,8	23,4	11,4	6,0
12	34,9	23,5	11,4	6,0
13	35,2	23,7	11,5	5,0
14	35,4	23,8	11,6	5,0
15	36,6	24,6	12,0	10,0
16	36,8	28,4	8,4	15,0
17	37,0	35,2	1,8	18,0
18	37,0	37,5	-0,5	20,0
19	37,2	37,3	-0,1	20,0
20	37,2	37,1	0,1	20,0

Таким образом, клинические исследования, проведенные нами в 2006-2008 гг. показали, что согревающий комплект «Биотерм 5У» с матрасами для операционной и палаты интенсивной терапии, предусмотренные для накрывания сверху, представляет собой удобное и надежное устройство для обеспечения быстрого согревания и поддержания постоянного теплового режима больных, подвергающихся оперативным вмешательствам различной продолжительности и находящихся в отделении реанимации в послеоперационном периоде.

В процессе исследований выявлены высокие эксплуатационные качества «Биотерм 5У» — быстрота нагрева (около 15-20 мин) рабочей поверхности до заданной температуры, стабильность рабочих показателей. Во время эксплуатации комплекта не возникало помех, отражающихся на функционировании контрольно-диагностической аппаратуры, находящейся в операционной.

Комплект прост в эксплуатации и выбор режима не представляет сложности для врачей анестезиологов и медсестер-анестезистов. Режим работы, продолжительный, без ограничения времени непрерывной работы.

К несомненным достоинствам термокомплекта следует отнести широкий диапазон программируемого теплового режима – до 38-41°C, позволяющий осуществлять эффективную профилактику наведенной гипотермии. Нагревательное устройство БИОТЕРМ 5-У, не содержит теплоносителя и, следовательно, имеет низкую тепловую инерционность. В выключенном состоянии БИОТЕРМ 5-У не понижает температуру тела пациента, его использование возможно только тогда, когда требуется тепло для пациента.

Длительная (более 6 часов) непрерывная работа термокомплекта в интра- и послеоперационном периоде у нейрохирургических больных показала высокую надежность, эффективность и безотказность системы согревания пациентов.

Наши исследования также показали, что для уменьшения охлаждения пациента при раскрывании (при наложении датчиков ЭКГ, катетеризации сосудов и мочевого пузыря, придании пациенту операционного положения), а также при транспортировке пациента в операционную или в палату интенсивной терапии, комплект может быть оснащен рукавами для верхних и муфтами для нижних конечностей, специальными манжетами, аппликаторами, поясами. Такая комплектация позволит в ряде случаев увеличивать площадь контакта согревающих элементов с телом пациента. Использование рукавов или муфт для конечностей обеспечит согревание крови в поверхностном венозном русле, что восполнит дефицит тепла в организме. Согревая поверхностные ткани на большой площади тела, эти периферийные устройства комплекса будут способствовать увеличению кожного кровотока вследствие теплового расширения сосудистого русла и открытия артериоло-веноулярных шунтов. Возникает «тепловая десимпатизация», В этих условиях снимаются сосудосуживающие механизмы нервного и

гуморального звена системы регуляции сосудистого тонуса, которые и преобладают в синдроме послеоперационной дрожи и озноба [7]. Наличие такой комплектации позволит их использовать для различных типов операционных столов, локализации зоны операции, положениях пациента на столе, так и в палатах интенсивной терапии и реанимации.

Чтобы не было понижение температуры во время транспортировки и в начальном периоде нахождения пациента в палате интенсивной терапии, необходимо не прекращать согревание пациента во время транспортировки. Для этого целесообразно сделать электронный блок управления более портативным, чтобы его можно повесить на кровать, не отключая от матраса.

Выводы и предложения

1. Согревающий комплект «Биотерм 5У» для операционной и палаты интенсивной терапии, разработанный фирмой ООО «МБ» (Медицинская биотехника), рег. № ФС 022a2004/0732-04; сертификат соответствия № РОСС ru. ИМО2.В121300, представляет собой удобное и надежное устройство для обеспечения быстрого согревания и поддержания постоянного теплового режима больных, подвергающихся оперативным вмешательствам на головном мозге, в интра- и послеоперационном периодах.
2. Использование согревающего комплекта позволяет предупредить развития наведенной гипотермии при оперативных вмешательствах на головном мозге в интра- и послеоперационном периодах.
3. Высокие эксплуатационные качества согревающего комплекта «Биотерм 5У» (быстрота нагрева рабочей поверхности до заданной температуры, стабильность рабочих показателей, отсутствие помех, отражающихся на функционировании контрольно-диагностической аппаратуры, находящейся в операционной, широкий диапазон программируемого теплового режима, простота в эксплуатации) не представляет сложности для врачей анестезиологов и медсестер-анестезистов и обеспечивает высокую надежность, эффективность и безотказность системы согревания пациентов, их комфортность и безопасность.
4. При оперативных вмешательствах на головном мозге целесообразно до поступления пациента в операционную повысить температуру матраса до 41°C, согреть операционный стол, на который укладывается пациент, а затем сверху укрыть матрасом пациента. Целесообразно продолжать согревание во время транспортировки пациента в палату интенсивной терапии.
5. Для уменьшения теплоотдачи за счет частичного раскрывания и во время транспортировки пациента комплект может быть оснащен рукавами для верхних и муфтами для нижних конечностей, специальными манжетами, аппликаторами, поясами и более портативным электронным блоком управления.
6. Согревающий комплект «Биотерм 5У» для операционной и палаты интенсивной терапии с матрасом для накрывания сверху предлагается как компонент современного анестезиологического обеспечения интра- и послеоперационного периода при операциях на головном мозге для широкого использования