**Принципы безопасной трансфузии** или как правильно подготовить инфузионно-трансфузионные среды к переливанию

Учебно-методическое пособие

Жибурт Е.Б. — Доктор медицинских наук, профессор, Москва 2005

Координационный Совет служб крови государств — участников СНГ. Российская ассоциация трансфузиологов. Центральный НИИ трансфузионной медицины и медицинской техники. Центр крови Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. Введение. Актуальность проблемы

**1.1. Определение понятия трансфузионной терапии**

Важнейшим компонентом лечебно — профилактических мероприятий, особенно в медицине критических состояний, является инфузионно — трансфузионная терапия. Трансфузионная терапия (ТТ) — метод коррекции нарушений гомеостаза и управления функциями организма направленным изменением свойств, состава и объема циркулирующей крови внутрисосудистым введением трансфузионных средств, а также трансфузиологическими операциями экстракорпоральной гемокоррекции, физиогемотерапии и искусственного кровообращения [2].

**1.2. Физиологические и патофизиологические критерии гомеостаза. Цели трансфузионной терапии**

Важными элементами гомеостаза, которые корригирует ТТ являются реологические, онкотические, кислотно — основные, газотранспортные и защитные свойства крови, количество форменных элементов крови и компонентов плазмы, а также объем циркулирующей крови. Благодаря транскапиллярному обмену, изменения указанных выше составляющих циркулирующей крови вторично влияют на свойства, состав и объем внесосудистых жидких сред (интерстициальной и внутриклеточной жидкости). Интегральным показателем реологических свойств (текучести) крови является ее вязкость, которая зависит от гематокрита (в норме у мужчин — 40-48 %, у женщин — 38-42 %), концентрации крупномолекулярных белков — глобулинов, фибриногена и др., агрегационной способности и деформируемости эритроцитов. В норме относительная (относительно воды) вязкость крови равна 4-5, а плазмы — около 1,5. При ее повышении вследствие увеличения гематокрита, уровня глобулинов или появления парапротеинов (миеломных белков и др.), возрастания агрегационных свойств эритроцитов или снижения их деформируемости (при повышении жесткости мембраны) резко ухудшается микроциркуляция (тканевое кровообращение) и может развиться системная тканевая гипоксия. Данные патофизиологии и клинической практики показали, что в отсутствие больших физических нагрузок (организм находится в покое) более выгодные условия для микроциркуляции и доставки тканям кислорода создаются при гематокрите в пределах 30-35%. Снижение вязкости крови быстро достигается гемодилюцией и дезагрегацией форменных элементов крови путем инфузии гемокорректоров реологического действия (реополиглюкина, неорондекса, полиоксидина и др.) в дозе 10-20 мл/кг массы тела или 5% раствора альбумина или протеина (5-10 мл/кг). Снижают вязкость крови, уменьшая агрегацию и жесткость мембраны эритроцитов, фотогемотерапия и магнитогемотерапия. Осмолярность плазмы крови (285-300 мосм/л) обеспечивает стабильность объема водных сред организма, а при ее изменениях происходит патологическое перемещение воды с возможным развитием внутриклеточной дегидратации (при повышении осмолярности плазмы) или гипергидратации (при снижении осмолярности плазмы).

Осмолярность плазмы корригируется солевыми гиперосмолярными (при гипоосмолярности плазмы) растворами (гипертонический раствор хлорида натрия, мафусол) и гипоосмолярными (при гиперосмолярности плазмы) растворами (ацесоль, дисоль, растворы глюкозы низкой концентрации). Основным регулятором транскапиллярного обмена (перемещения воды с растворенными в ней веществами из капилляров в ткани и обратно, что необходимо для нормального течения всех обменных процессов), являются онкотические свойства крови. Показателем их служит онкотическое (коллоидно-осмотическое) давление (ОД), т. е. часть осмотического давления, создаваемая водосвязывающей способностью плазменных белков. Известно, что 1 г альбумина связывает 16-18 мл воды, 1 г глобулинов — 7 мл, а 1 г плазменных белков (при нормальном А/Г коэффициенте) — 15 мл [8]. При нормальном содержании плазменного белка (75 г/л) ОД равно в среднем 25 мм рт. ст. (1 г/л общего белка создает около 0,3 мм рт. ст. ОД). Это позволяет клиницисту по уровню общего белка представить себе величину ОД. Практически ОД создает в артериальном отделе капилляров давление (силу) фильтрации величиной примерно в 7 мм рт. ст., под действием которого часть воды из них фильтруется в ткани. В венозном же отделе капилляров возникает давление (сила) реабсорбции (около 7 мм рт. ст.), которое возвращает воду в сосудистое русло. Поэтому, несмотря на интенсивное перемещение жидкости из сосудов в ткани и обратно, объем циркулирующей крови (ОЦК) остается неизменным. Однако при гипопротеинемии неизбежно снижается ОД и изменяются величины сил фильтрации и реабсорбции. Уже при уровне общего белка 60 г/л ОД падает до 20 мм рт. ст., давление фильтрации возрастает до 12 мм рт. ст., а давление реабсорбции снижается до 3 мм рт. ст. При этом создаются условия для задержки воды в тканях с повышенной гидрофильностью (при воспалении, травме, гипоксии). При падении уровня общего белка ниже 55 г/л ОД становится менее 18 мм рт. ст., давление фильтрации возрастает до 14 мм рт. ст., а давление реабсорбции падает практически до 0. Вследствие этого вода задерживается во всех тканях, и возникают так называемые безбелковые отеки. При этом снижается ОЦК, повышается вязкость крови, нарушаются микроциркуляция и макрогемодинамика. Не случайно считается, что при снижении уровня общего белка ниже 65 г/л возникают относительные показания к коррекции дефицита белка, а при уровне его ниже 55 г/л — абсолютные показания [15]. В таких ситуациях единственным средством быстро помочь пациенту является введение белковых препаратов крови (альбумина, протеина), а при их отсутствии — плазмы. Для повышения уровня альбумина на 10 г/л требуется введение 20%-го раствора альбумина в дозе 4 мл/кг массы тела (с учетом фильтрации молекул альбумина в ткани), а для повышения уровня общего белка на 10 г/л необходимо переливание плазмы в дозе 12 мл/кг.

Одним из основных параметров гомеостаза является кислотно — основное состояние крови (КОС), т. к. активность ферментов, участвующих в обменных процессах, сохраняется в узких границах рН (водородного показателя, отражающего концентрацию ионов водорода): 7,35 — 7,45 — для артериальной крови и 7,32 — 7,42 — для венозной крови. Это обеспечивается буферными системами крови (бикарбонатной, гемоглобиновой, белковой, фосфатной), функциями легких и почек. Следует иметь в виду, что эритроциты обеспечивают около 80% буферной емкости крови, поэтому при анемии она снижается и создаются условия для ацидоза или алкалоза (реже). КОС можно быстро и эффективно корригировать буферными растворами (при ацидозе — раствором натрия бикарбоната, препаратами — дисоль, хлосоль, трисоль, квартасоль, лактасоль), а при анемии, прежде всего, переливанием эритроцитосодержащих трансфузионных сред. При метаболическом алкалозе вводят растворы калия хлорида, а при гипохлоремическом алкалозе — раствор натрия хлорида [9].

Нарушения КОС следует корригировать уже на этапе компенсированного ацидоза или алкалоза, когда рН еще не изменен, но имеется дефицит или избыток буферных оснований (норма + 2,3 ммоль/л) [5].

Газотранспортную функцию крови в основном обеспечивают эритроциты, т. к. гемоглобин является переносчиком кислорода (1 г его транспортирует 1,34 мл кислорода), а эритроциты участвуют в транспорте углекислоты за счет фермента карбоангидразы. Он осуществляет превращение углекислоты, поступающей из тканей, в угольную кислоту, диссоциирующую на бикарбонатный анион (часть его поступает в плазму и участвует в бикарбонатной буферной ситеме) и ион водорода. На уровне легких этот фермент образующуюся в эритроцитах угольную кислоту диссоциирует на углекислый газ и воду, которые удаляются с выдыхаемым воздухом. В условиях основного обмена все ткани организма потребляют 300-400 мл кислорода в минуту. Гемоглобин отдает тканям 25-30 % кислорода, поэтому в ткани ежеминутно кровь должна доставить не менее 1 л кислорода — показатель эффективного транспорта кислорода, кислородного потока (КП). КП зависит не только от содержания гемоглобина, но и его кислород-связывающей способности и минутного объема крови (МОК). При анемии КП может оставаться в пределах нормальной величины при условии увеличения МОК: при уровне гемоглобина до 100 г/л — в 1,5 раза, менее 100 г/л — в 3 раза, менее 80 г/л — на еще большую величину [1]. Эти данные следует иметь в виду при коррекции анемии, если содержание гемоглобина у больного менее 70-100 г/л, компенсаторные возможности сердца могут не обеспечить должного прироста МОК, и требуется гемотрансфузия. У пациентов пожилого возраста при заболеваниях сердечно-сосудистой системы возможности увеличения МОК существенно ограничены, поэтому коррекция анемии может потребоваться при уровне гемоглобина менее 110 г/л [14]. Однако при определении показаний к коррекции анемии гемотрансфузией в большей степени рекомендуется ориентироваться на состояние больного — имеются или нет признаки гипоксии [6]. Морфологический и биохимический состав циркулирующей крови можно корригировать в двух направлениях: устранение дефицита или удаление избытка тех или иных компонентов крови. Дефицит эритроцитов, тромбоцитов и гранулоцитов восполняется соответствующими гемокомпонентами: плазменных белков — белковыми препаратами крови; плазменных прокоагулянтов и первичных физиологических антикоагулянтов (антитромбина III, протеинов С и S) — соответствующими препаратами этих факторов или свежезамороженной плазмой. ТТ дает большие возможности для коррекции состава циркулирующей крови и за счет удаления клеток крови (цитаферез), белков, токсинов, антител, иммунных комплексов, метаболитов, электролитов и других веществ, которые оказывают патогенное действие. Только ТТ позволяет быстро и эффективно корригировать ОЦК при гипо- и гиперволемии. Знание всех приведенных данных позволяет клиницисту прогнозировать волемический эффект ТТ, правильно составлять программу ТТ в зависимости от конкретной ситуации и обеспечить ее безопасность, а также предъявлять повышенные требования к трансфузионным средам, обеспечивающим их эффективность.

**1.3. Показания к трансфузионной терапии**

В настоящее время на смену нозологическому подходу к формированию показаний к ТТ пришел патогенетический. Под показанием к ТТ следует понимать те конкретные патофизиологические сдвиги (изменения показателей гомеостаза и функций организма), которые можно устранить или уменьшить направленным изменением свойств, состава или объема циркулирующей крови.

Патофизиологически обоснованными показаниями к ТТ являются:

Гиповолемия (при кровопотере, плазмопотере, дегидратации); Гиперволемия (полицитемическая — с преимущественным увеличением глобулярной массы; олигоцитемическая, гидремическая — с преимущественным увеличением объема плазмы при гиперпротеинемии или гипергидратации); Дефицит форменных элементов крови (анемия, тромбоцитопении, лейкопении); Нарушения гемостаза (дефицит тромбоцитов, плазменных прокоагулянтов, первичных физиологических антикоагулянтов, появление ингибиторов прокоагулянтов); Нарушения иммунитета (недостаточность гуморального иммунитета, аутоиммунные, иммунокомплексные, аллергические заболевания); Нарушения обменных процессов (водного, белкового, электролитного, липидного, углеводного обменов); Нарушения КОС (компенсированные и декомпенсированные ацидоз или алкалоз); Недостаточность или невозможность энтерального питания; Нарушения реологических свойств крови и микроциркуляции; Эндо- и экзотоксикозы; Нарушения регенерации и трофики тканей, обусловленные анемией, гипопротеинемией; Обеспечение искусственного кровообращения (общей или региональной перфузии).

**1.4. Компоненты донорской крови в программе трансфузионной терапии**

В настоящее время в результате изучения влияния аллогемотрансфузий на организм больного, оценки их реальных иммунологических и инфекционных опасностей достаточно четко определено место гемотрансфузий в программе ТТ. Компоненты и препараты донорской крови показаны только для заместительной терапии при дефиците форменных элементов крови и плазменных белков, в том числе прокоагулянтов, первичных физиологических антикоагулянтов и иммуноглобулинов. Переливание донорской крови оправдано лишь при массивной кровопотере (в объеме более 30-40% ОЦК), заменной гемотрансфузии при отсутствии необходимых компонентов и препаратов крови. Уже разработаны мероприятия, позволяющие еще более максимально ограничить применение аллогемотрансфузии или обойтись без нее: — система сбережения крови, включающая применение аутогемотрансфузий и реинфузий, стимуляторов эритропоэза, мер по уменьшению операционной кровопотери. Все это возможно только при наличии высококачественного оборудования для сбора, хранения, транспортировки и подготовки компонентов крови к трансфузии, чтобы полезное не превращать во вредное.

Характеристика гемотрансфузионных сред.

В официальных документах ВОЗ и Совета Европы предусмотрено более 20 наименований компонентов и препаратов крови. Приготовление компонентов крови является сложной организационной и технологической задачей, решение которой обеспечивает высокое (гарантированное) качество и безопасность.

2.1. Гемотрансфузионные средства, наиболее часто используемые в лечебной практике

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Основные функции | Компоненты и препараты |
| Газотранспортная | Эритроциты (масса, взвесь) - с удаленным лейкотромбослоем (ЛТС) - обедненные лейкоцитами Отмытые эритроциты Замороженные эритроциты |
| Коррекция нарушений гемостаза | Свежезамороженная плазма Криопреципитат Криосупернатантная плазма Тромбоциты Аферезные тромбоциты Замороженные тромбоциты |
| Иммунокоррекция | Плазма, содержащая антимикробные антитела в лечебных титрах Иммуноглобулины Концентрат гранулоцитов |
| Поддержание онкотического давления, транспорт фармакологически активных веществ | Альбумин (5, 10, 20%) Протеин Плазма |

2.2. Требования к качеству компонентов крови. Таблица 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование компонента | Контролируемые показатели | Величины показателей |
| Эритроцитная масса | Объем Гематокрит Гемоглобин Гемолиз в конце хранения  | 280 ± 50 мл от 0,65 до 0,75 Не менее 45 г/доза Не более 0,8 % эритроцитов |
| Эритроцитная масса с удаленным ЛТС | Объем Гематокрит Гемоглобин Количество лейкоцитов в дозе Гемолиз в конце хранения  | 250 ± 50 млот 0,65 до 0,75Не менее 43 г/доза Не более 1,2 × 109 Не более 0,8 % эритроцитов |
| Эритроцитная взвесь | Объем Гематокрит Гемоглобин Гемолиз в конце хранения  | Опр-ся используемой системойот 0,50 до 0,70Не менее 45 г/дозаНе более 0,8 % эритроцитов |
| Эритроцитная взвесь с удаленным ЛТС | Объем Гематокрит Гемоглобин Количество лейкоцитов в дозе Гемолиз в конце хранения  | Опр-ся используемой системойот 0,50 до 0,70Не менее 43 г/дозаНе более 1,2 × 109Не более 0,8 % эритроцитов |
| Отмытые эритроциты | Объем Гематокрит Гемоглобин Гемолиз в конце хранения Количество белка в конечной надосадочной жидкости  | Опр-ся используемой системойот 0,65 до 0,75Не менее 40 г/дозаНе более 0,8% эритроцитовНе более 0,5 г/доза |
| Эритроциты, обедненные лейкоцитами | Остаточные лейкоциты Гемоглобин Гемолиз в конце хранения  | Не более 1 × 106Не менее 40 г/дозаНе более 0,8 % эритроцитов |
| Размороженные эритроциты | Объем Гематокрит Свободный гемоглобин Гемоглобин Осмолярность Лейкоциты\*\* Стерильность  | Не менее 185 млот 0,65 до 0,75Менее 0,2 г/дозаНе менее 36 г/дозаНе менее 340 мосм/лНе более 0,1 × 109 клеток Стерильно |
| Тромбоциты | HLA или HPA – фенотип (когда требуется) Объем Тромбоциты Лейкоциты (до удаления лейкоцитов): а. КТ из обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП) б. КТ из ЛТС Лейкоциты (после удаления лейкоцитов) рН (при +22 °С) в конце рекомендованного срока хранения  | ТипированиеНе менее 40 млНе менее 60 × 109/эквивалент одной дозы кровиНе более 0,2 × 109/эквивалент одной дозы крови Не более 0,05 × 109 /эквивалент одной дозы кровиНе более 0,2 × 106 /эквивалент одной дозы кровиот 6,8 до 7,4 |
| Аферезные тромбоциты | Объем Тромбоциты Лейкоциты (после удаления лейкоцитов) рН (при +22 °С) в конце рекомендованного срока хранения  | Не менее 40 мл на 60 × 109 тромбоцитовНе менее 200 × 109 / доза Не более 1,0 × 106 / доза от 6,8 до 7,4 |
| Свежезамороженная плазма | Объем Фактор VIII:С Остаточные клетки: Целость контейнера Визуальные изменения  | Заявленный объем ± 10% объема без антикоагулянтаНе менее 70% исходного уровняЭритр - не более 6 × 109/л;Лейкоцит - не более 0,1× 109 /л; Тромбоцит - не более 50 × 109/л. Не должно быть протекания в любой части контейнера (визуальный контроль после давления плазмоэкстрактора) до замораживания и после оттаиванияНе должно быть аномального цвета или видимых сгустков |
| Криопреципитат | ОбъемФактор VIIIc Фибриноген  | От 10 до 20 млНе менее 70 МЕ/дозаНе менее 140 мг/доза |
| Криосупернатантная плазма (помимо контроля СЗП) | Объем  | Отклонение от исходного объема не более 10%. |
| Размороженные тромбоциты | Объем Количество тромбоцитов Остаточные лейкоциты  | От 50 до 200 млНе менее 40% от содержания до замораживанияНе более 0,2 × 106 на 60 × 109 тромбоцитов |
| Гранулоциты | Объем Количество гранулоцитов  | Не более 500 млБолее 10 × 109 в дозе |

 Для повышения эффективности клинической практики в группе эритроцитсодержащих компонентов средством выбора является эритроцитная взвесь — компонент донорской крови, из которого удалена плазма, а эритроциты содержатся в специальном питательном растворе, например, SAGM (содержит хлорид натрия, аденин, глюкозу и маннитол, растворенные в воде). Гематокрит эритроцитной взвеси не превышает 0,70, что обеспечивает сохранность эритроцитов и хорошие реологические свойства компонента. Эритроцитную взвесь переливают без предварительного разведения физиологическим раствором. Весь гемоглобин донорской крови полностью содержится в эритроцитной взвеси. Уникальный биохимический состав взвешивающего раствора обеспечивает сохранность функциональных свойств эритроцитов. Срок хранения эритроцитной взвеси — 42 суток. Дополнительные преимущества имеет эритроцитная взвесь с удаленным лейкотромбослоем и обедненная лейкоцитами методом фильтрации. В группе неэритроцитсодержащих компонентов средством выбора является свежезамороженная плазма, т. к. она является единственным препаратом для коррекции нарушений гемостаза и лечения геморрагического синдрома, обусловленного пониженным содержанием плазменных факторов свертывания крови, лежащего в основе патогенеза большинства известных критических состояний. Поэтому плазмотрансфузия в программе трансфузионной терапии в отделениях интенсивной терапии и реанимации стоит на первом месте, определяя течение и прогноз болезни.

 **2.3. Характеристика свежезамороженной плазмы**

Под плазмой свежезамороженной понимается плазма в течение 6 часов после эксфузии крови отделенная от эритроцитов методами центрифугирования или афереза (разделения) и помещенная в систему, которая позволяет осуществить полное замораживание до температуры ниже -30° С в течение 1 часа. Такой режим заготовки плазмы обеспечивает ее длительное (до двух лет) хранение. В плазме свежезамороженной в оптимальном соотношении сохраняются лабильные (V, VIII) и стабильные (I, II, VII, IX) факторы свертывания [6]. Плазма является жидким компонентом крови и представляет собой сложный по составу раствор электролитов и белков. Сыворотка является жидкостью, получаемой из образца крови, после того как в ней образовался сгусток. Состав сыворотки идентичен составу плазмы за исключением того, что первая не содержит фибриногена и других белков, участвующих в процессе свертывания крови. Среди основных неорганических электролитов плазмы (неорганические ионы, такие как натрий, калий, хлор и бикарбонат) ионы натрия и хлора значительно преобладают и, таким образом, в первую очередь обеспечивают нормальную осмолярность плазмы, составляющую около 300 мосм/л. В настоящее время идентифицировано более 100 различных белков плазмы, каждый из которых выполняет преимущественно свою специфическую функцию. Значительное количество плазменных белков участвует в процессе свертывания крови или в иммунных (защитных) реакциях организма. Многие другие белки выполняют важные транспортные функции по отношению к разнообразным веществам, таким как жирные кислоты, железо, медь, витамин D и определенные гормоны. Белки не могут легко преодолевать стенку капилляров и обычно их концентрация в плазме существенно выше, чем в интерстициальной жидкости. Белки плазмы играют важную осмотическую роль при транскапиллярном обмене жидкости и, таким образом, в распределении внеклеточной жидкости между кровью и интерстициальным пространством. Альбумин выполняет особо важную роль в данном отношении просто по той причине, что его концентрация в плазме, по сравнению с другими белками, наиболее велика. Плазма выполняет также транспортную роль при переносе питательных веществ и продуктов обмена, подлежащих экскреции. Таким образом, в плазме содержится множество мелких органических молекул, таких как глюкоза, аминокислоты, мочевина, креатинин и мочевая кислота, определение концентрации которых имеет большое значение при клинической диагностике [11]. Свежезамороженная плазма (СЗП) характеризуется нормальным содержанием стабильных факторов свертывания и иммуноглобулинов. Оптимальная температура для хранения плазмы крови минус 30°С и ниже. В интересах повышения эффективности трансфузионной терапии наряду с 2-х кратным ручным плазмаферезом внедрен высокопроизводительный аппаратный плазмаферез, позволяющий получить увеличенную дозу свежезамороженной плазмы улучшенного качества. В России зарегистрированы и применяются лучшие в мире аппараты для плазмафереза. Процедура выполняется с использованием одноразовых комплектов для сепарации, что обеспечивает стерильность всего процесса и безопасность для донора. Благодаря сенсорному контролю плазма практически не содержит клеточные элементы. Кроме того, специальная методика замораживания (не позднее 1 часа после эксфузии) позволяет стабилизировать содержание лабильных факторов свертывания крови. За один сеанс плазмафереза получают стандартно 600 мл плазмы. Данный факт имеет особое значение при трансфузиях больших объемов, так как при этом реализуется принцип: «один донор — один реципиент», что позволяет резко снизить антигенную нагрузку. Существенное преимущество аферезной плазмы: более высокая концентрация — отношение плазма/антикоагулянт в два-четыре раза выше, чем у плазмы из дозы цельной крови. При этом используется специальный антикоагулянт, не содержащий фосфатов и аденина. Лечебные учреждения могут приобрести аферезную плазму (1 доза — 600,0 мл) в современном центре крови в любом количестве.

**2.4. Показания к плазмотрансфузии.**

Показаниями для переливания СЗП являются: Острый синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС), осложняющий течение шоков различного генеза (септического, геморрагического, гемолитического) или вызванный другими причинами (эмболия околоплодными водами, краш-синдром, тяжелые травмы, обширные хирургические операции); Синдром массивных трансфузий; Острая массивная кровопотеря (более 30% объема циркулирующей крови) с развитием геморрагического шока и ДВС-синдрома; Болезни печени, сопровождающиеся снижением продукции плазменных факторов свертывания и соответственно их дефицитом в циркуляции; Передозировка антикоагулянтов непрямого действия; Коагулопатии, обусловленные дефицитом плазменных физиологических антикоагулянтов; лечение острого промиелоцитарного лейкоза; При выполнении терапевтического плазмафереза у больных с тромботической тромбоцитопенической пурпурой (болезнь Мошковиц), тяжелых отравлениях, сепсисе.

**2.5. Требования к качеству плазмы**

Свойство белкового раствора в течение гарантийного срока сохранять неизменным показатель прозрачности и цветности характеризует один из его качественных показателей — стабильность. Проявлению визуальных признаков нестабильности свойственно постепенное нарастание показателя опалесценции, появление мелкодисперсной взвеси, помутнение растворов, выпадение в них мелкокристаллических или хлопьевидных осадков [10].

Денатурационным изменениям подвержены наиболее лабильные компоненты плазмы, в частности липопротеиды, остающиеся во фракциях плазмы из-за недостаточно полной их элиминации на этапах производства. Необходимо особо подчеркнуть, что признаки нестабильности могут проявляться не сразу, а спустя 30-60 дней или в более поздние сроки, в зависимости от условий хранения или размораживания плазмы. Выдерживание образцов плазмы в термостате при +37° С позволяет ускорить проявление признаков нестабильности [10]. Проведенные сравнительные биохимические исследования серий стабильной плазмы и серий, проявивших признаки нестабильности, позволили установить, что последние отличаются повышенным содержанием общих липидов, β-липопротеидов, лецитина. Установлена прямая, сильная, достоверная корреляционная зависимость между показателями содержания общих липидов, малонового диальдегида (маркер перекисного окисления липидов) и показателями опалесценции плазмы [10] В течение месяца хранения при комнатной температуре показатель опалесценции нестабильных растворов плазмы увеличивается на 40-160%. Частично расшифрован механизм этого явления: лабильные, слабосвязанные фракции плазмы (липопротеиды, гемопротеиды) в ходе процесса спонтанной свободнорадикальной переоксидации преобразуются в слаборастворимые и нерастворимые комплексы. Окисленные дериваты липидов входят составной частью в нерастворимые липопротеидные комплексы [10]. Таким образом, между процессами перекисного окисления липидов в плазме и образованием гидрофобных комплексов существует достоверная зависимость. Изменение рН плазмы крови при хранении является одной из причин ее нестабильности при размораживании и появлению визуальных признаков этого. Поэтому хранение СЗП — часть лицензируемой медицинской деятельности центра крови. Только наличие и правильная эксплуатация современного специального холодильного оборудования подготовленным квалифицированным персоналом, управление запасами и система мер контроля качества СЗП (см. табл. 2) гарантируют качество трансфузионной терапии.

**2.6. Подготовка свежезамороженной плазмы к трансфузии**

Согласно Инструкции по применению компонентов крови (от 25 ноября 2002 г.), СЗП размораживают методом теплообмена (на водяной бане) при температуре +37°С [6]. Переливание СЗП осуществляется через стандартную систему для переливания крови с фильтром, в зависимости от показаний — струйно или капельно [6]. В размороженной плазме возможно появление хлопьев фибрина, что не препятствует ее использованию с помощью стандартных устройств для внутривенного переливания с фильтром. Если в размороженной плазме обнаруживают значительную мутность, массивные сгустки, что свидетельствует о ее некачественности, то такую плазму переливать запрещено. Оттаявшая плазма может сохраняться до переливания не более 1 часа [13]. Столь малый срок хранения связан, в первую очередь с нестандартностью архаичной процедуры «размораживания на водяной бане». В Великобритании время хранения размороженной по стандартной процедуре СЗП в холодильнике, одобренном для хранения крови, до инфузии пациенту при +4 оС продлено до 24 часов. В недавнем прошлом этот период составлял 4 часа. В течение последних 5 лет использование СЗП в Великобритании увеличилось на 20 %. Тем не менее, значительная часть СЗП списывалась в госпитале, во многом из-за небольшого срока хранения после размораживания до переливания. Исследовали изменение содержания факторов свертывания в размороженной СЗП, хранящейся при +4 оС. Активность фактора VIII снижается на 35,2 % и 17 % в плазме Национальной службы крови и Octapharma FFP, соответственно, после 24 часов хранения при +4 оС и на 56 % в обоих видах плазмы после 5 суток хранения при +4 оС. Остальные показатели (АЧТВ, содержание фибриногена, активности факторов II, V, VII, IX) существенно не изменились в течение 5 дней хранения. Тем самым подтверждено действующее в настоящее время правило «СЗП может храниться в холодильнике, одобренном для хранения крови, до инфузии пациенту при +4 оС в течение 24 часов». Вероятно, этот период хранения может быть увеличен [16].

**2.7. Практика размораживания методом теплообмена на водяной бане**

Данные сравнительного анализа, основанные на многолетнем клиническом опыте традиционного размораживания компонентов крови и плазмы, позволили усомниться в его совершенстве. Применение этого метода не отвечало требованиям неотложной медицины: быстрота, качество, надежность. Клиницисты не находили ответы на вопросы: Почему трансфузионные среды с разной массой должны разморозиться в течение 20 минут ? Как сделать так, чтобы подогреть кровь и разморозить плазму в минимально короткое время? Почему не хватает «водяных бань» и опять приходится использовать горячую водопроводную воду? Почему опять нет горячей воды? Почему вода остывает так быстро, а контейнер с плазмой не размораживается? Почему температура в реанимационном зале опять + 16°? И за каждым этим «почему» cтоит не один десяток человеческих жизней!

**2.8. Влияние методов замораживания/размораживания плазмы на ее качественный состав**

В РНИИ гематологии и трансфузиологии были проведены исследования, касающиеся влияния методов замораживания и размораживания плазмы крови на активность прокоагулянтов и антитромбина III. Было изучено влияние комбинаций методов размораживания плазмы крови на активность факторов VIII, V, антитромбина III, протромбиновый индекс и показатели активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ). Оценку влияния двух режимов размораживания (теплобмен — + 37× С / 20 мин; оборудование: водяная баня или опосредованный нагрев методом кондукции) проводили на основании среднего отклонения параметров гемостаза в плазме после размораживания по сравнению с плазмой до замораживания. Установлено, что размораживание плазмы крови методом опосредованного нагрева не изменяет коагуляционной активности факторов VIII, V, протромбинового комплекса и антитромбина III, что указывает на отсутствие их активации или потребления [12]. Размораживание плазмы методом теплообмена (+37×С/20 мин) приводит к снижению активности фактора VIII и других исследуемых параметров гемостаза, что может быть расценено как результат потребления факторов свертывания в ответ на их активацию, вызванную данным режимом [12]. Поэтому несовершенные методы подготовки инфузионно- трансфузионых сред могут причиной осложнений трансфузионной терапии.

**Осложнения трансфузионной терапии**

Можно выделить две группы осложнений.

1. Независимые от методов сбора, хранения, транспортировки и подготовки трансфузионных сред к переливанию

2. Зависимые от методов сбора, хранения, транспортировки и подготовки трансфузионных сред к переливанию

Первая группа включает иммунные и неиммунные пострансфузионные осложнения и пострансфузионные реакции. Иммунные: острый иммунный гемолиз (внутрисосудистый и внесосудистый); фебрильная негемолитическая реакция; аллергические реакции (в том числе анафилактический шок); острое поражение легких. Неиммунные: бактериальные (микробная контаминация) и вирусные; циркуляторная перегрузка; цитратная интоксикация; эмболии (воздушная, эмболия кровяными сгустками, тромбоэмболия; эмболия материалами медико-технических устройств); неблагоприятные эффекты массивной трансфузии (эффекты разведения, эффекты антикоагулянтов и консервантов, эффект продуктов повреждения хранящейся крови). Первая группа независимых осложнений от сбора, хранения, транспортировки и подготовки трансфузионных сред является проблемой клинической трансфузиологии и подробно рассматривается в соответствующей литературе. К осложнениям второй группы относятся: бактериальные (микробная контаминация); гемолиз физический и химический; цитратная интоксикация; эмболия кровяными сгустками; неблагоприятные эффекты массивной трансфузии (эффекты быстрой трансфузии холодной крови). Из вышеперечисленных осложнений видно, что ряд из них относятся к той и другой группе (бактериальные, цитратная интоксикация, эмболия кровяными сгустками, неблагоприятные эффекты массивной трансфузии), что доказывает клиническую значимость методов заготовки, хранения, транспортировки и подготовки трансфузионных сред к переливанию и определяет их роль в проведении качественной, эффективной и безопасной трансфузиологии.

**3.1. Микробная контаминация**

Бактерии могут попасть в гемоконтейнер в процессе донации (сбора), приготовления и подготовки трансфузионной среды к переливанию. В настоящее время этапы донации, хранения и транспортировки гемокомпонентов регламентированы соответствующими нормативными документами для всех организаций и подразделений службы крови. Для строгого соблюдения правил последние имеют материально-техническую базу достаточно высокого уровня (пластиковые контейнеры для забора крови, центрифуги и аппаратуру для разделения цельной крови, аппараты для плазмоцитафереза, холодильное оборудование, позволяющее длительно хранить компоненты крови и плазмы при оптимальных температурах и т. д.). Значительно хуже обстоит дело с этапом непосредственной подготовки трансфузионной среды к переливанию в палате, операционной, реанимационном зале. До сих пор клиницисты для размораживания плазмы, криопреципитата и согревания гемокомпонентов используют рутинные методы: водяную баню, горячую водопроводную воду, сухие контактные подогреватели. Все они являют собой потенциальную возможность повреждения контейнера с гемокомпонентом и микробную контаминацию последнего. В США, Великобритании и Квебеке бактериальный сепсис — наиболее частое посттрансфузионное осложнение с летальным исходом. Возможные механизмы контаминации: бактериемия у донора, процедура заготовки, гемоконтейнер, процедура переработки крови. Грам-положительные микроорганизмы, составляющие часть нормальной микрофлоры кожи вовлечены в 65 % нелетальных и в 23 % летальных осложнений после трансфузии концентрата тромбоцитов. Клинически микробная контаминация проявляется картиной тяжелого инфекционного коллапса, возникающего через 20-60 мин. или через 2-3 часа после трансфузии, с выраженным ознобом, резким повышением температуры тела, покраснением и сухостью кожи, головной болью, быстрой потерей сознания. Могут присоединяться боли в конечностях, мышцах, животе, рвота, диарея. *Лечебные мероприятия:* Немедленно прекратить трансфузию; Начать инфузионную терапию, в программу которой должны быть включены: кристаллоиды, коллоиды, вазопрессоры, низкомолекулярные гепарины, антиагреганты; Патогенетическим лечением является внутривенное введение антибиотиков широкого спектра действия; Для верификации осложнения необходимо провести микробиологическое исследование гемокомпонентов и инфузионных растворов с целью поиска аэробов и анаэробов.

**3.2. Гемолиз физический и химический**

Нарушение правил хранения, транспортировки и непосредственной подготовки гемокомпонентов и плазмы к переливанию (перегревание, замораживание и механические нагрузки) приводит к разрушению эритроцитов. При гемолизе небольшой доли эритроцитов (до 5 %) гемоглобинурия может быть изолированным симптомом. Отсутствие гипотензии, озноба и острой почечной недостаточности позволяют исключить острый иммунный гемолиз. Профилактикой физического и химического гемолиза является строгое соблюдение правил производства, хранения, транспортировки и подготовки к переливанию гемокомпонентов и плазмы. При нарушении правил температурного режима при размораживании и согревании, гемокомпонент к трансфузии не допускается.

**3.3. Цитратная интоксикация**

Развивается при быстром введении и переливании больших доз консервированной крови, а также трансфузии холодной крови из-за замедления в ней метаболизма цитрата. При соблюдении правил трансфузии (медленное, капельное введение; согревание до +37°С — 38°С) цитрат быстро разрушается и выводится из организма. В противном случае проявляется цитратная интоксикация. В основе патогенеза лежит прямое токсическое действие консерванта — цитрата натрия, а также изменения содержания ионов калия и кальция. Клинически цитратная интоксикация проявляется во время или к концу трансфузии покалыванием вокруг рта, парестезией. Возможны коллаптоидные реакции, обусловленные ослаблением сократительной способности миокарда, нарушением проводимости, вплоть до остановки сердца. Эти нарушения связаны в первую очередь с дисбалансом электролитов (гиперкалиемией, гипокальциемией) в крови реципиента. *Лечебные мероприятия:* При возникновении цитратной интоксикации необходимо внутривенно струйно ввести 10 мл 10% раствора глюконата кальция. *Меры профилактики:* Соблюдение скорости и температурного режима гемотрансфузии.

**3.4. Эмболия кровяными сгустками**

Связана с попаданием в кровяное русло кровяных свертков различной величины вследствие переливания без фильтра крови неправильной заготовки (плохой стабилизации) или нарушения режимов согревания холодной крови (температура согревающей среды свыше +37° С, в прохладном помещении, при необходимости экстренной гемотрансфузии), длительных сроков хранения, когда образование таких сгустков неизбежно. Клинически при возникновении эмболии во время гемотрансфузии состояние больного внезапно ухудшается: беспокоен, жалуется на затрудненное дыхание, хватается за грудину. Одновременно появляется цианоз лица, шеи, верхней половины туловища. Критически снижается артериальное давление, имеющаяся тахикардия быстро сменяется брадикардией. *Лечебные мероприятия:* При остановке кровообращения — сердечно-легочная реанимация; оксигенотерапия; адекватное обезболивание, в том числе наркотическими препаратами, эуфиллин 2,4% — 10,0 в/в струйно, при стабильном АД; при снижении АД — реополиглюкин 400 мл, допмин в/в капельно (доза зависит от уровня АД).

**3.5. Эффекты быстрой трансфузии холодной крови**

Среди четырех категорий негативных последствий массивной трансфузии особое место занимают эффекты быстрой трансфузии холодной крови [4]. Патогенетическим фактором массивной трансфузии холодной крови является ятрогенная («искусственная») гипотермия. Стабильность температуры тела — один из элементов гомеостаза. Находящиеся в подбугорной области две отдельные группы термочувствительных нейронов регулируют теплообмен: одна группа (в заднем отделе подбугорной области) — метаболическую теплопродукцию, другая (в переднем отделе) — физические механизмы теплоотдачи. Обе группы нейронов реагируют на импульсы терморецепторов, располагающихся в коже, глубоких тканях и собственно в гипоталамических центрах. В условиях здоровья регуляция теплообмена очень мощная: еще в 1775 г. С. Blagden опубликовал данные классических экспериментов, показав, что в комнате, где раскаленным очагом воздух был нагрет до 100°С, жарился бифштекс, но исследуемый человек оставался здоровым. Основные источники теплопродукции — повышение метаболических реакций (немышечный термогенез) и мышечная дрожь. Немышечный термогенез осуществляется в митохондриях так называемого коричневого жира, а возможно, в печени, легких и других органах путем усиления окислительного фосфорилирирования под действием адреностимуляции. Метаболизм во время дрожания в мышцах носит анаэробный характер, т. е. энергии продуцируется мало. Поскольку в других органах метаболические процессы резко усиливаются, все это ведет к кислородной задолженности, гипоксии и метаболическому ацидозу. Теплоотдача осуществляется излучением, испарением, конвекцией тепла от легких и кожи; кожные сосуды при этом расширяются. Потеря тепла через кожу зависит от состояния микроциркуляции, резко меняющейся при критических состояниях. В ходе оперативного вмешательства и анестезии тепловой баланс нарушается. Чем ниже температура в операционной, чем обширнее операционное поле, чем холоднее ингалируемые и инфузируемые растворы, чем более блокированы вегетативные реакции, тем ниже температура тела. В ближайшем послеоперационном периоде потеря тепла компенсируется дрожью, которая сама по себе нарушает метаболизм. Поглощение кислорода при дрожи возрастает на 300% [3]. При перидуральной анестезии, фторотановом наркозе, а также при глубокой анестезии фентанилом снижение температуры тела во время операции составляет около 0,5°С в час [7, 18]. Доказано, что в холодной крови изменяется ее ионный состав: натрий устремляется в клетку, а калий — из клетки. Следовательно, могут развиться гиперкалиемия — основная причина фибрилляции желудочков, остановка сердца в диастолу, снижение тонуса миокарда на фоне брадиаритмии или появления трепетания предсердий, пароксизмальных нарушений ритма и проводимости, требующих проведения интенсивной терапии [13]. Искусственная гипотермия вследствие низкой температуры помещений (операционная, реанимационный зал, палаты интенсивной терапии), инфузии и трансфузии холодных растворов в отличие от лечебной искусственной гипотермии (общая гипотермия в кардиохирургии, краниоцеребральная гипотермия), является неблагоприятным фактором, отягощающим течение основного патологического синдрома, провоцирующим нарушение витальных функций с летальным исходом. В подавляющем большинстве случаев гипотермия имеет негативное влияние на эффективность лечения пациента. *К неблагоприятным эффектам гипотермии относятся:* Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Причины | Эффекты |
| Трансфузия холодной крови | дает эффект фибрилляция желудочков |
| Трансфузия холодной плазмы | замедление метаболизма лекарств |
| Инфузии холодных растворов | Отсутствие метаболизма цитрата и лактата;Замедление скорости восстановления 2,3-дифосфоглицерата (что ухудшает утилизацию кислорода тканями);Развитие ацидоза;Нарушение перфузии тканей;Нарушение деформируемости эритроцитов;Увеличение вязкости крови;Дисфункция тромбоцитов;Увеличение частоты инфекций;Увеличение кровопотери;Увеличение периоперационных осложнений деятельности сердечно-сосудистой системы;Ишемия миокарда;Увеличение летальности;Нарушение заживления ран;Увеличение длительности пребывания в послеоперационном отделении;Увеличение продолжительности лечения;Дрожь, озноб и дискомфорт пациента;Увеличение расходов лечебного учреждения. |

Важно подчеркнуть, что эффекты холодной крови на раннем этапе обратимы и при согревании больного и инфузионно-трансфузионных растворов нивелируются. Методы профилактики и коррекции гипотермии включают пассивное, активное внешнее и активное внутренее согревание. В настоящее время научно доказана эффективность согревания окружающей среды и подогревания жидкостей, вводимых внутривенно для поддержания периоперационной нормотермии. Стандартизация динамики физиологических процессов, хода оперативного вмешательства — желательная, но не всегда достижимая задача. Стандартизация температуры инфузионных сред (как и температуры окружающей среды) — реальная возможность и обязательное условие современной интенсивной терапии.

**Методы профилактики и коррекции гипотермии**

Методы профилактики и коррекции гипотермии включают пассивное, активное внешнее и активное внутреннее согревание. Пассивное согревание — это прекращение действия холодового фактора. Возможно на этапе биологической пробы, когда известно, что количество введенного раствора не превышает 30 мл. Все другие случаи требуют применения активного внешнего и внутреннего согревания. Издавна для активного внешнего согревания использовали грелки (с горячей водой или электрические), применение которых всегда было сопряжено с риском осложнений (термические ожоги, недостаточный согревающий эффект, низкая скорость согревания). Недостатком данного метода так же является неконтролируемость температурного режима, связанная с развитием гипертермического синдрома.

4.1. Медицинское оборудование для активного внешнего согревания

В настоящее время создано медицинское оборудование, предназначенное для предупреждения и лечения гипотермии и вызываемых ею осложнений в до-, интра- и послеоперационных периодах, отвечающее всем требованиям клиники неотложных состояний. Уже более 10 лет в операционных, реанимационных залах, палатах интенсивной терапии успешно работает предназначенный именно для этих целей аппарат «KanMed Operatherm 202W» производства шведской фирмы «KanMed AB». Основой аппарата является экономичная кондуктивная система, состоящая из 3 компонентов: модуля управления с микропроцессорным контроллером и системой сигналов тревоги, нагревательной пластины и гелевых подушек. Прочность материалов позволяет легко дезинфицировать аппарат и длительно использовать. Достоинствами данного аппарата являются: безопасность, простота в работе и обслуживании, предупреждение пролежней и других повреждений кожи.

**4.2. Медицинское оборудование для активного внутреннего согревания**

Основой активного внутреннего согревания является использование подогретых инфузионно-трансфузионных растворов. Прародителем данных методов был традиционный горячий чай. В экспериментальном исследовании на фоне небольшого (10-14 %) дефицита ОЦК двум группам добровольцев вводили физиологический раствор различной температуры, с помощью венозной окклюзионной плетизмографии определяя коэффициент фильтрации микрососудистого русла и объемный артериальный кровоток. При инфузии 400 мл физиологического раствора, температура которого составляла +20 — 21° С, регистрировали снижение объемного артериального кровотока на 33% [Гасникова Н. М., 2003], что связано с холодовой стимуляцией симпатических нервов и последующей констрикцией артериол. При нагревании физиологического раствора до температуры тела он оказывает меньшее влияние на состояние сосудистой стенки. Был сделан вывод о том, что для профилактики артериальной констрикции рекомендуется вводить инфузионно-трансфузионные среды, подогретые до +37 — 38° С, что особенно актуально при травме, кровопотере, то есть в ситуациях с исходным спазмом артериол. Поскольку существует необходимость изменения температуры среды на несколько десятков градусов, то в интересах обеспечения качества и лечебной эффективности гемокомпонента процесс подогревания должен быть стандартизирован [17]. В клинической практике уже давно успешно используются аппараты для подогрева крови, кровезаменителей и инфузионных растворов во время инфузии BW585, производимые австрийской фирмой BIEGLER MedizinElektronik E. Biegler GmbH. Аппарат с микропроцессорным контролером, самотестированием, сигналами тревоги. Работает на принципе непрерывного подогрева потока жидкости. Источник теплообмена нагревает удлинительную трубку и, соответственно, жидкость, протекающую в ней. Температура переливаемой среды должна соответствовать температуре тела пациента (37° С). До этой температуры необходимо подогреть гемотрансфузионные среды:

 — эритроциты — на 31 — 35° С (от +2 … +6° С);

 — тромбоциты и лейкоциты — на 13 — 15° С (от +22 … +24° С);

 — плазму и криопреципитат — не менее чем на 55° С (от -18° С или ниже).

Очевидно, что в наибольшей стандартизации нуждается режим размораживания и подготовки к переливанию плазмы и криопреципитата — для сохранения терапевтического потенциала растворенных в них белков. На протяжении многих лет и до настоящего времени основными методами размораживания и подогрева плазмы, крови и кровезамещающих растворов были:

 1. Размораживание и подогрев с использованием горячей водопроводной воды

 2. Размораживание и подогрев на водяной бане

 Методика размораживания и подогрева с использованием горячей водопроводной воды и ее явные недостатки даже не подлежат обсуждению. Использование атмосферного воздуха, водопроводной воды для подогревания традиционных сред не выдерживают критики, поскольку нестандартны, ведут к резкому снижению функционального потенциала трансфузионных сред, их возможной контаминации. Применение этих способов должно расцениваться как нарушение правил медицинской деятельности. Что касается водяной бани, то в действующей «Инструкции по применению компонентов крови» (Приказ Минздрава РФ № 363 от 25 ноября 2002) указано, что «Перед переливанием контейнер с трансфузионной средой (эритроцитная масса или взвесь, плазма свежезамороженная, цельная кровь) извлекают из холодильника и выдерживают при комнатной температуре в течение 30 мин. Допустимо согревание трансфузионных сред в водяной бане при температуре +37° С под контролем термометра». На самом деле никто не может быть уверен, что в водяной бане происходит равномерное согревание трансфузионной среды до +37° С, не нарушается морфо-функциональное состояние эритроцитов, не происходит денатурации белка. Кроме того, имеется большая вероятность либо перегрева среды, либо недостижения его оптимальной температуры, а значит переливание пациенту заведомо холодного раствора. Также известно, что в водяной бане при температуре свыше +40° С разрушаются факторы свертывания крови, в частности VIII фактор. Доказано также, что помимо этого возникает большая вероятность инфицирования трансфузионной среды через микротрещины, которые могут образоваться на контейнере при его транспортировке или в момент механического перемешивания препарата. Процедуры дезинфекции водных размораживателей/нагревателей официально не утверждены и находятся в стадии разработки. Также для повышения безопасности в качестве водной среды рекомендуют использовать бактерицидные растворы [19]. Однако обеспечение качества, валидация применения, микробиологический контроль и влияние таких растворов на металлические детали размораживателя — предмет специальных исследований. Сам процесс размораживания и подогрева длится более 30-40 минут, что не всегда приемлемо в экстренной ситуации. В медицинской практике большинства развитых стран для размораживания и подогрева плазмы и кровезамещающих растворов давно используются специальные устройства с различными принципами теплового воздействия, электронными системами управления и контроля состояния подогреваемых сред. Результаты многолетних клинических испытаний позволили сделать вывод о том, что наиболее эффективными и безопасными являются размораживатели/подогреватели, сконструированные на основе кондуктивного контактно-иммерсионного принципа. Примером таких устройств являются аппараты Barkey Plasmatherm, производимые германской фирмой Barkey GmbH & Co. KG. Это универсальные тепловые устройства, предназначенные для быстрого, равномерного, безопасного, бережного размораживания и подогрева плазмы и криопреципитата, крови и всех клеток крови, фибринового клея, инфузионных растворов во флаконах и пластиковых контейнерах, а так же анестетиков, небольших инструментов и перевязочного материала; Процесс размораживания и подогрева происходит в закрытой камере, сконструированной из сверхпрочной пластмассы, не подвергающейся коррозии; В качестве теплоносителя используется дистиллированная вода, заполняющая специальные пластиковые мешки, между которыми и помещаются предметы, предназначенные для размораживания и подогрева.; Электронное управление с интегрированными электронной и механической системами защиты от перегрева с аудио- и визуальными сигналами тревоги обеспечивают размораживание и подогрев в условиях оптимально выбранных и фиксированных времени и температуры +37° С; Панель оператора хорошо организованная, удобная, легко читаемая, с цифровым жидкокристаллическим дисплеем; Специальное устройство обеспечивает равномерное и осторожное размешивание жидкостей для достижения практически гомогенного температурного профиля гемокомпонентов в мешке. **Аппараты Barkey Plasmatherm** высокогигиеничны, так как: Гладкие, светло-окрашенные внутренние поверхности с закругленными углами обеспечивают легкость влажной очистки и дезинфекции, а так же полностью исключают возможность непреднамеренного повреждения оболочки гемоконтейнера; Сверхпрочные пластмассы, использующиеся в конструкции, исключают возможность коррозии; Прозрачные крышка и нагревательные пластины аппарата обеспечивают визуальный контроль за процессом размораживания, подогрева и возможностью утечки; Наличие встроенного сенсора "влажности" немедленно сообщает об утечке и опасности инфицирования гемокомпонента; Наличие белой абсорбирующей бумаги на дне нагревательной камеры дают дополнительную возможность обнаружения загрязнения или вытекших субстанций.

Аппараты Barkey Plasmatherm: Компактны и мобильны, имеют современный эргонометричный дизайн; Надежны, безопасны и просты в эксплуатации и обслуживании; Не требуют специальной подготовки медицинского персонала; Экономичны в эксплуатации.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модификация | Кол-во пакетов в стандартной ситуации | Кол-во флаконов в стандартной ситуации | Кол-во пакетов в неотложных ситуациях |
| Barkey Plasmatherm I | 4 | 6×500 мл | 8 |
| Barkey Plasmatherm II | 8 | 6×500 мл или 3×1000 мл | 12 |
| Barkey Plasmatherm III | 2 | 4×500 мл | 4 |

 Новаторские технологические решения, образцовая надежность, безопасность, высочайшее качество, соответствие в полной мере всем современным требованиям, предъявляемым к трансфузионной практике, делают аппараты Barkey Plasmatherm незаменимыми в любой клинике в операционных, отделениях реанимации и интенсивной терапии, центрах и отделениях переливания крови. Производство Barkey GmbH & Co. KG cертифицировано в соответствии с DIN EN ISO 9001, DIN EN 46001 и требованиями Европейского Союза.

Аппараты Barkey Plasmatherm имеют Регистрационное удостоверение МЗ РФ №2003/110 и соответствующий Сертификат соответствия Госстандарта России.

Литература Виноградов В.М., Тимофеев В.В., Уваров Б.С. Расстройства функций сердечно-сосудистой системы при тяжелой механической травме. Л.:ВМА. 1975. - 115 с.

Дуткевич И.Г. Достижения и актуальные проблемы трансфузиологии. - СПб: МАПО, 1998. - 20 с.

Зильбер А.П. Клиническая физиология в анестезиологии и реаниматологии.- М.: Медицина,1984.- 479 с.

Жибурт Е.Б. Трансфузиология: учебник.- СПб: Питер, 2002.- 736 с.

Жизневский Я.А. Основы инфузионной терапии.- Минск: Вышейшая школа, 1994.- 286 с.

Инструкция по применению компонентов крови (утв. приказом Минздрава РФ от 25 ноября 2002 г. № 363)

Лебанидзе Н.Г., Мещеряков А.В., Виницкий Л.И. и др. Нарушение терморегуляции во время анестезии и операции и их проявления в непосредственном посленаркозном периоде// Анестезиол. и реаниматол.- 1978.- №3.- С. 36-40

Лукомский Г.И., Алексеева М.Е. Волемические нарушения при хирургической патологии.- М.:Медицина, 1988.- 208 с.

Малышев В.Д. Интенсивная терапия острых водно-электролитных нарушений. - М.:Медицина, 1985.- 192 с.

Мигунов В.Н. Совершенствование технологического процесса производства альбумина// Новое в трансфузиологии.- 1997, вып. 20.- С. 17-22

Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы.- СПб: Питер, 2000.-256 с.

Селиванов Е.А., Барышев Б.А., Папаян Л.П. и др. Влияние методов замораживания и размораживания плазмы крови на активность прокоагулянтов и антитромбина III// Трансфузиоогия.-2001.- №4.-С.61-64

Сведенцов Е.П. Руководство по трансфузионной медицине.- Киров, 1999.-716с.

Рябов Г.А., Серегин Ю.С., Ельцов Ю.Г., Скобелев Е.И. Пожилой больной: проблемы возмещения операционной кровопотери// Вестн. АМН СССР - 1988. - №9. - С. 10-15

Переливание консервированной донорской крови, ее компонентов и препаратов в хирургии: методические рекомендации. - М.,1984. - 14 с.

Farren T.W., Lofting T.A., Dulay G.S. et al. The effect of storage at +4 oC for 5 days on coagulation factors in FFP// Vox Sang.- 2004.- Vol.87, Suppl.3.- P.119

Iserson K.V., Huestis D.W. Blood warming: current applications and techniques// Transfusion.- 1991.- Vol.31, №6.- P.558-571

Holdcroft A., Hall G.M., Cooper G.M. Redistribution of body heat during anaesthesia.- Anaesthesia.- 1979.- Vol. 34, № 8.- P. 758-764

Weber D.J., Rutala W.A. Environmental issues and nosocomial infections. In: Wenzel R.P., editor. Prevention and control of nosocomial infection. 3rd ed. Baltimore (MD): Williams and Wilkins; 1997. p. 491-514

 Ссылка <http://www.megametmedical.ru/information/articles/04.html>