

Предисловие	5
Список условных сокращений	7
Введение	9
Влияние перфузии на организм	11
Общая концепция	11
Последствия контакта крови с чужеродной поверхностью деталей контура циркуляции	12
Механическая и физико-химическая травма форменных элементов	12
Воздействие гипотермии на организм	13
Влияние неппульсирующего режима искусственного крово- обращения на системный и периферический кровоток	14
Влияние перфузионной гипероксии и микропузырьковой газовой субстанции на кровообращение и метаболизм	14
Гемодилюция и байпас	15
Фармакокинетика некоторых медикаментов в условиях искусственного кровообращения	16
Влияние анестезии на течение перфузии	21
Основные компоненты общего обезболивания	21
Клинические проявления гиперкатехоламинемии и общей воспалительной реакции	24
Ганглионарная блокада – важнейший компонент анестезиологического пособия при операциях на открытом сердце (И.Н. Меньшугин, Д.Р. Ямгуров)	28
Патофизиологическое обоснование использования ганглиоблокаторов во время перфузии	28
Особенности течения перфузии в условиях ганглионарной блокады пентамином и последующего послеоперационного периода	30
Влияние важнейших параметров перфузии на динамику клинических и лабораторных показателей в условиях ганглионарной блокады и без нее	37
Общие выводы по использованию пентамина во время сердечно- легочного обхода	41
Пульсирующий поток в условиях ганглионарной блокады	43
Влияние пульсирующего потока на организм	43

Особенности пульсирующего режима перфузии в условиях ганглионарной блокады	44
Методика проведения перфузии в условиях пульсирующего потока	48
Принципы управления пульсирующим режимом	50
Клиническая оценка эффектов пульсирующего режима перфузии	52
Критерии адекватности перфузии	55
Формальная оценка адекватности перфузии	55
Физиологическая оценка адекватности перфузии	56
Возрастные нормы основных параметров перфузии	62
Контур циркуляции. Первичный объем.	
Канюли и магистрали	66
Контур циркуляции	66
Первичный объем. Расчет ингредиентов	68
Канюли и магистрали	77
Организация и методика проведения перфузии в условиях ганглионарной блокады и пульсирующего потока	80
Подготовительный этап	80
Начало перфузии	88
Первое параллельное кровообращение	89
Полный сердечно-легочный обход	94
Второе параллельное кровообращение	101
Защита миокарда	111
Морфофункциональные особенности развивающегося миокарда	111
Защита миокарда в предперфузионном и предишемическом периодах	112
Кардиоплегия	113
Ведение реперфузионного периода	116
Гемофильтрация, ультрафильтрация	120
Краткий исторический обзор	120
Принципы управления процессом фильтрации	121
Показания к ультрафильтрации и гемофильтрации во время искусственного кровообращения	122
Методы проведения гемофильтрации	123

ГАНГЛИОНАРНАЯ БЛОКАДА – ВАЖНЕЙШИЙ КОМПОНЕНТ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ОТКРЫТОМ СЕРДЦЕ

Патофизиологическое обоснование использования ганглиоблокаторов во время перфузии

Перечень литературных источников по данной теме оказался удручающе скудным. Но из тех немногочисленных работ, которые посвящены влиянию ганглиоблокаторов на кровообращение, становится очевидной необходимость их использования во время перфузии. Согг L. и соавт. [1] проводили сравнение эффективности триметафана (ганглиоблокатор короткого действия) и нитропруссиды на уровень катехоламинов во время искусственного кровообращения. Они делают однозначный вывод о предпочтительности использования триметафана для понижения гиперкатехоламинемии. Сравнивая действие тех же препаратов на гемодинамику, Suty M.R. и соавторы пришли к заключению, что гипотензия, вызванная триметафаном, не приводит к уменьшению сердечного индекса [2]. В отличие от нитропруссиды, триметафан понижает внутричерепное давление [3]. Hines R. обнаружил свойство триметафана сохранять функцию тромбоцитов [4].

Нам удалось найти всего несколько работ отечественных авторов, которым, по-видимому, и принадлежит первенство в использовании нейровегетативной блокады с помощью ганглиоблокаторов при искусственном кровообращении [5–7]. Так, еще в 60-е годы профессором В.П. Осиповым из НИИКЭХ МЗ СССР было предложено и реализовано на практике применение арфонада при гипотермической перфузии у взрослых и детей старшего возраста [8]. Осипов и его коллеги обнаружили значительное снижение уровня катехоламинов во время и после байпаса у тех пациентов, которым во время перфузии вводились ГБ.

Ими также было отмечено более равномерное охлаждение в ходе перфузии и лучший периферический кровоток.

Но, к сожалению, не выходя за пределы клиники НИИКЭХ, с окончанием исследовательских работ по данной теме метод был оставлен самими разработчиками. В 1956 г. группа физиологов из Военно-медицинской академии в эксперименте использовала

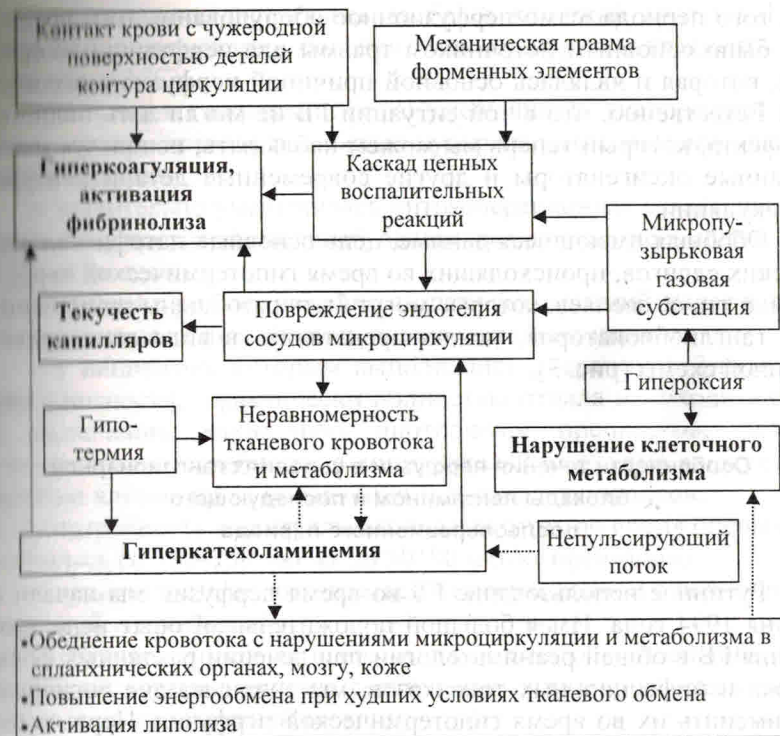


Рис. 3. Патогенез перфузионного шока (пунктиром показаны звенья, которые могут быть разобраны применением ганглиоблокаторов)

ганглиоблокаторы при проведении гипотермии в целях пролонгирования безопасного времени остановки сердца [9]. В иностранных источниках за последние 20 лет мы вообще не нашли сведений о рутинном использовании ГБ во время байпаса в клинических условиях. Лишь в книге В.П. Осипова «Основы искусственного кровообращения» имеется ссылка на двух авторов Hodgson и Parkhouse, которые использовали арфонад на стартовом этапе перфузии [10].

По какой причине ГБ так быстро были списаны из медикаментозного арсенала перфузиологии? Разгадка, по-видимому, заключается в том, что их применение пришлось на эру дисковых оксигенаторов, неэффективных фильтров и агрессивных полимерных материалов. Судя по многочисленным публикаци-

ям того периода, само перфузионное оборудование того времени было основным источником травмы для перфузионной среды, которая и являлась основной причиной перфузионного шока. Естественно, что в той ситуации ГБ не могли дать полного эффекта, который теперь мы можем наблюдать, используя мембранные оксигенаторы и другие современные детали контура циркуляции.

Обобщая имеющиеся данные, цепь основных патофизиологических сдвигов, происходящих во время гипотермической перфузии, и тех её звеньев, которые могут быть разобщены применением ганглиоблокаторов, можно представить в виде вышеприведенной схемы (рис. 3).

Особенности течения перфузии в условиях ганглионарной блокады пентамином и последующего послеоперационного периода

Рутинное использование ГБ во время перфузии мы начали с июня 1994 года. Имея большой положительный опыт использования ГБ в общей реаниматологии при лечении различных форм шока и инфекционных токсикозов, мы сочли вполне логичным применить их во время гипотермической перфузии. Первым пациентом оказался новорожденный ребенок с простой транспозицией магистральных сосудов. Перфузия проводилась в условиях глубокой гипотермии с циркуляторным арестом (ректальная температура составила 19 °С). Эффект превзошел все ожидания. Через 2 суток после операции ребенок был экстубирован и на 3 сутки переведен в общее отделение. Анализ первых 10 перфузий с применением пентамина выявил очень интересные закономерности и тенденции:

- пентамин оказывал наилучший эффект, если он вводился в перфузат за 1–2 мин до начала охлаждения;
- низкое перфузионное давление (10–40 мм рт. ст.) никак не сказывалось на мозговой деятельности в раннем и отдаленном послеоперационном периоде;
- давление в артериальной магистрале снизилось до 50–150 мм рт. ст. против обычного 180–280 мм рт. ст.;
- с 30 до 5% сократилось количество случаев затруднения венозного оттока в группе детей до 1 года (у более старших детей такие проблемы не возникали и раньше);

– охлаждение достигалось за более короткий срок (за 15–20 мин) при отсутствии большого температурного градиента (в среднем 1–4 °С);

– на стадии гипотермии резко уменьшилась кислородная зависимость, которая полностью купировалась к моменту окончания перфузии;

– значительно уменьшилась интраоперационная секвестрация жидкости, постперфузионный баланс редко стал превышать 1–1,5% массы тела;

– отмечено резкое снижение частоты тахикардий, ранее часто отмечавшихся в ближайшем послеоперационном периоде;

– у пациентов, которым выполнялись операции 1–2 категории сложности,¹ практически полностью отпала необходимость в назначении каких-либо инотропных препаратов, резко уменьшилась потребность в дополнительном объеме жидкости, исчезли клинические проявления текучести капилляров;

– потребность в центральных анальгетиках во время операции снизилась со 180–250 мкг/кг до 50–90 мкг/кг (фентанил);

– пациенты стали доставляться из операционной с полностью открытой «периферией»;

– сократилось время пребывания больного в отделении интенсивной терапии, исчезли септические осложнения, связанные с методами интенсивной терапии;

– процент снижения тромбоцитов после перфузии практически сравнялся с процентом операционной гемодилюции.

Первые 10 перфузий по этой методике не давали повода усомниться в том, что мы имеем дело с очень эффективной технологией, разработка которой может дать еще немало удивительных открытий и сюрпризов. С этого времени перфузия в условиях ГБ стала рутинным методом. К настоящему времени мы располагаем опытом более 400 перфузий с использованием данной методики.

Через год после начала использования ГБ во время искусственного кровообращения мы провели ретроспективный сравнительный анализ. Были взяты 2 группы больных, оперированных в условиях искусственного кровообращения: 1 группа – контрольная, 2 группа – с использованием пентамина. Группы формировались по следующим принципам:

¹ Здесь и далее категории сложности оперативных вмешательств даны в соответствии с международной классификацией болезней 9 пересмотра.

Характеристика сравниваемых групп по виду ВПС
и типу оперативного вмешательства

Вид порока сердца	Вид оперативного вмешательства	Категория сложности операции	Количество наблюдений в каждой из групп
Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП)	Пластика ДМПП	1	7
ДМПП, стеноз легочной артерии (СЛА)	Пластика ДМПП, устранение СЛА	1	2
Дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП)	Пластика ДМЖП	2	11
ДМЖП, СЛА	Пластика ДМЖП, устранение СЛА	2	1
Неполный атриовентрикулярный канал (НАВК)	Коррекция (НАВК)	2	1
Полный атриовентрикулярный канал (ПАВК)	Коррекция ПАВК	2	1
Тетрада Фалло (ТФ)	Коррекция ТФ	2	14
ТФ, атрезия легочной артерии (АЛА)	Операция Растелли	3	1
Двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка (ДОМСПЖ), СЛА	Операция Растелли	3	1
Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ)	Коррекция ТАДЛВ	3	1
Простая транспозиция магистральных сосудов (ПТМС)	Операция Сеннинга	3	1
Простая транспозиция магистральных сосудов (ПТМС)	Анатомическая коррекция ТМС	4	1
АЛА, ДМЖП, ДМПП, подключично-легочный шунт	Операция Гленна	3	1
Общий желудочек (ОЖ), СЛА, верхний вавопульмональный анастомоз	Операция Фонтена	4	1
Всего			44 в каждой группе

Достоверно ($\chi^2=988$) более высокое потребление кислорода (ПК) и большая величина индекса экстракции кислорода (ИЭК) в контрольной группе свидетельствуют о более интенсивном энергообмене вследствие гиперкатехоламинемии. Пентамин устраняет гиперкатехоламинемическую активацию энергообмена.

Очень демонстративно выглядит динамика количества тромбоцитов до перфузии, в первые сутки после перфузии и через 2–3 суток после перфузии (рис. 5).

– обе группы были составлены из пациентов сопоставимых весовых категорий, имевших одинаковую анатомию порока сердца и идентичную гемодинамику;

– при идентичности пороков и гемодинамики им выполнен одинаковый вид оперативного вмешательства;

– все больные были оперированы с использованием центральной анальгезии фентанилом;

– в соответствующих и сопоставимых весовых категориях использовались одинаковые мембранные оксигенаторы со стандартным первичным объемом заполнения, стандартным составом ингредиентов; в обеих группах контур циркуляции не имел артериального фильтра;

– в сравниваемых группах были оставлены только те пациенты, у которых общее время перфузии и время пережатия аорты были практически одинаковыми;

– никаких изменений в оснащении операционной и отделения интенсивной терапии (куда входит группа анестезиологии и перфузиологии) за данный период не проводилось.

Характеристика сравниваемых групп пациентов по виду врожденного порока сердца и типу оперативного вмешательства приведена в таблице 3.

Средний возраст больных в сравниваемых группах составил соответственно 57,52 и 50,78 мес. Средний вес – 15,9 и 14,8 кг. Средняя длительность перфузии у больных первой группы была несколько больше, чем во второй (98,45 и 86,06 мин. соответственно), что обусловлено более быстрым охлаждением и последующим согреванием на фоне пентамина. Среднее время пережатия аорты в исследуемых группах составило 40,8 и 34,8 мин.

При проведении сравнительного анализа мы использовали двусторонний критерий Колмогорова-Смирнова (λ^2 ($p<0,05$)) и « χ^2 ».

Величина $\lambda^2 \leq 1,84$ указывает на отсутствие отличий между признаками в сравниваемых группах.

Величина $\lambda^2 > 2,65$ указывает на достоверное отличие между признаками в сравниваемых группах.

Величина $\chi^2 > 5,98$ ($p<0,05$) указывает на достоверное отличие между признаками в сравниваемых группах.

Проведенные нами исследования показали, что при близком уровне объемной скорости перфузии (ОПС) индекс системного периферического сопротивления (ИСПС) у пациентов контрольной группы был на 25 % выше ($\chi^2=36175$), чем в обследуемой (рис. 4).

КОНТУР ЦИРКУЛЯЦИИ. ПЕРВИЧНЫЙ ОБЪЕМ. КАНЮЛИ И МАГИСТРАЛИ

Контур циркуляции

Особенность конфигурации представленного на рисунке 20 контура циркуляции состоит в том, что в нем отсутствует артериальный фильтр. Кроме того, жесткий фильтрующий венозный резервуар (ЖФВР) расположен отдельно от мембранного оксигенатора у левой стойки аппарата искусственного кровообращения. Такое расположение частей контура позволяет в максимальной степени сократить первичный объем заполнения и минимизировать динамическое сопротивление контура, создаваемое магистральями.

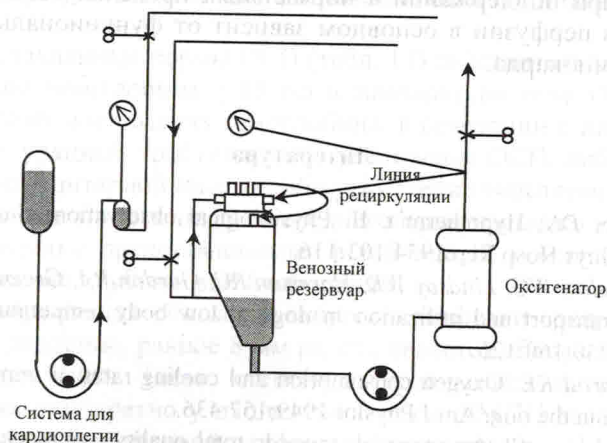


Рис. 20. Конфигурация контура циркуляции

Нужен ли артериальный фильтр?

Исторически появление артериального фильтра в контуре циркуляции было абсолютно оправдано в силу того, что ему предписывалось выполнение функции воздушной ловушки на артериальной магистрали, как единственного средства для профилактики аппаратной воздушной эмболии. Теперь, когда системы многоуровневого контроля за предупреждением воздушной эм-

болии работают очень надежно, а все мембранные оксигенаторы имеют отвод для «улавливания» газа (Bubble trap), артериальному фильтру-ловушке совершенно незаслуженно стали предписывать функцию собственно фильтра. В качестве аргумента приводятся убедительные, на первый взгляд, факты, указывающие на то, что микроумные лабиринты современных артериальных фильтров способны задерживать большое количество газовых пузырьков и агрегатов, состоящих из травмированных форменных элементов крови, которые являются источником микроэмболии для всех «фильтрующих» органов и головного мозга [1–3]. Здесь сразу возникает два вопроса:

1. Как изменяются сами форменные элементы крови при прохождении через артериальный фильтр, в котором градиент давления на входе и выходе весьма существен, а скорость тока крови на единицу площади в десятки раз превышает таковую в фильтрующем венозном резервуаре?

2. Почему фильтрацию нужно усилить на выходе из оксигенатора, а не перед ним, в жестком венозном резервуаре?

Элементарные стендовые опыты убедят вас в том, что современный артериальный фильтр сам является одним из основных источников травмы крови в экстракорпоральном контуре [4, 5]. Иначе говоря, артериальный фильтр сам разрушает кровь и сам же частично задерживает разрушенные клетки.

Для фильтрации крови гораздо рациональнее использовать микропористые (20-микронные) фильтрующие венозные резервуары [6]. По этим соображениям мы практически полностью отказались от использования закрытых контуров циркуляции, в которых в качестве венозного резервуара используется спадающийся венозный мешок без фильтра.

В течение последних пяти лет мы не используем артериальные фильтры при работе ни с мембранными, ни с пузырьковыми оксигенаторами. Анализ показал, что изъятие артериального фильтра из контура циркуляции дает массу преимуществ.

1. На 20 % уменьшается разрушение тромбоцитов в ходе перфузии.

2. Уменьшается первичный объем заполнения всего контура циркуляции:

– у детей с массой тела до 10 кг – с 800 мл до 400–600 мл при уровне в ЖФВР 100 мл;

– у детей с массой тела 11–23 кг – с 900 мл до 500–700 мл при уровне в ЖФВР 200 мл;

– у детей с массой тела 24–65 кг – с 1800 мл до 900–1100 мл при уровне в ЖФВР 300 мл.

Заметим, что изъятие артериального фильтра не привело к появлению послеоперационных поражений паренхиматозных органов и мозга.

Что же касается проблемы микрогазовой эмболии сосудов головного мозга, то, по нашему мнению, ее решение следует искать не в совершенствовании артериальных фильтров, а в поиске средств, способных устранить реакцию мозговых сосудов на газовую эмболию. Этим задачам в полной мере отвечают ганглиоблокаторы.

Резервы для уменьшения первичного объема заполнения контура циркуляции

1. Размещением мембранного оксигенатора в 30 см от операционного стола и на 20–30 см ниже его уровня мы добиваемся укорочения артериальной магистрали до 65–75 см.

2. Максимально укорачивая длину венозной магистрали до 120–140 см, можно получить сокращение первичного объема на 40–80 мл.

3. Размещение венозного резервуара у левой стойки аппарата ИК.

4. Используя для соединения жесткого фильтрующего венозного резервуара с насосным сегментом трубку диаметром 1/4 дюйма, вместо 3/8 (при объемной скорости перфузии менее 2,0 л/мин), вы получите экономию еще 10 мл.

5. В тех же целях необходим дифференцированный подход к выбору диаметра насосного сегмента:

– при максимальной производительности артериальной помпы от 300 до 1300 мл/мин мы используем насосный сегмент с диаметром трубки 1/4 дюйма;

– при производительности помпы от 1300 до 4000 мл/мин оптимальный диаметр насосного сегмента должен составлять 3/8 дюйма;

– при производительности помпы более 4000 мл/мин следует брать насосный сегмент диаметром 1/2 дюйма.

Первичный объем. Расчет ингредиентов

Расчет объема экстракорпорального контура циркуляции

1. Для контура циркуляции с мембранным оксигенатором объем экстракорпорального контура складывается из следующих составных частей:

а) объема заполнения самого оксигенатора (указывается в паспорте оксигенатора);

б) динамического объема оксигенатора (появляется только в рабочем режиме), равного 20 % от заявленного паспортного объема заполнения;

в) объема артериального фильтра, если вы им пользуетесь;

г) объема трубок (магистрالی, насосный сегмент, другие трубки малого контура циркуляции):

– трубка диаметром 1/4 дюйма имеет емкость 32 мл/м;

– трубка диаметром 3/8 дюйма имеет емкость 72 мл/м;

– трубка диаметром 1/2 дюйма имеет емкость 127 мл/м;

д) объема мониторных линий, шунтов, трубок для забора проб (≈30 мл.);

е) объема в жестком фильтрующем венозном резервуаре (ЖФВР):

– для детей с массой тела до 5 кг – 100 мл + 20 мл в порах фильтра;

– для детей с массой тела от 5 до 15 кг – 150 мл + 20 мл в порах фильтра;

– для детей с массой тела от 15 до 25 кг – 200 мл + 20 мл в порах фильтра;

– для детей с массой тела от 25 до 35 кг – 250 мл + 40 мл в порах фильтра;

– для детей с массой тела более 35 кг – 300 мл + 40 мл в порах фильтра.

Пример 1.

Вес пациента 3,5 кг. Контур циркуляции не имеет артериального фильтра.

Оксигенатор «Minimax Plus» с объемом заполнения = 150 мл.

Дополнительный динамический объем оксигенатора = $150 \times 0,2 = 30$ мл.

Планируемый стартовый объем в жестком фильтрующем резервуаре 75 мл + 20 мл в порах фильтра.

Венозная магистраль 1/4 дюйма, длина 1,2 м. Объем = $1,2 \times 32 = 38,4$ мл.

Артериальная магистраль 1/4 дюйма, длина 0,7 м. Объем = $0,7 \times 32 = 22,4$ мл.

Другие трубки 1/4 дюйма общей длиной 0,7 м. Объем = $0,7 \times 32 = 22,4$ мл.

Насосный сегмент 1/4 дюйма, длина 0,6 м. Объем = $0,6 \times 32 = 19,2$ мл.

Объем мониторных линий, шунтов, линий для забора проб = 30 мл.

Итого: 407,4 мл.

2. Для контура циркуляции с пузырьковым оксигенатором объем экстракорпорального контура складывается из следующих составных частей:

а) объема в отстойной части оксигенатора (как в фильтрующем жестком венозном резервуаре мембранного оксигенатора) + на фильтре оксигенатора (40 мл в педиатрической модели и 70 мл в моделях для детей старшего возраста и взрослых);

б) объема пенной фазы, который равен 15 % объемной скорости перфузии;

в) объема артериального фильтра, если вы им пользуетесь;

г) объема трубок (магистральной, насосный сегмент, другие трубки малого контура циркуляции);

д) прочего объема (объема мониторинговых линий, шунтов, трубок для забора проб), который приблизительно равен 30 мл.

Пример 2.

Вес пациента 10 кг. Контур циркуляции без артериального фильтра. Расчетная объемная скорость перфузии 135 мл/кг/мин* равна 1350 мл/мин.

Оксигенатор пузырьковый «Bentley», «Bio-2».

Планируемый объем в отстойной части оксигенатора (без учета пенной фазы) 200 мл + 20 мл на порах фильтра.

Объем пенной фазы (15 % от расчетной ОСП) = $1350 \times 0,15 = 202,5$ мл.

Венозная магистраль 1/4 дюйма, длина 1,2 м. Объем = $1,2 \times 32 = 38,4$ мл.

Артериальная магистраль 1/4 дюйма, длина 0,7 м. Объем = $0,7 \times 32 = 22,4$ мл.

Другие трубки 1/4 дюйма общей длиной 0,7 м. Объем = $0,7 \times 32 = 22,4$ мл.

Насосный сегмент 3/8 дюйма, длина 0,6 м. Объем = $0,6 \times 72 = 43,2$ мл.

Объем мониторинговых линий, шунтов, линий для забора проб = 30 мл.

Итого: 588,5 мл.

Примечание. * В данном примере дана ОСП предыдущей генерации.

Расчет состава ингредиентов первичного объема

Расчет ингредиентов первичного объема производится в пределах рассчитанного ранее первичного объема.

В своей практике мы пользуемся перфузатом следующего состава:

– электролитный изоосмолярный раствор или дистиллированная вода;

– плазма или альбумин;

– сода 5 %;

– маннитол 15 %;

– гепарин;

– кровь;

– хлористый кальций (по специальным показаниям).

Нумерация списка препаратов соответствует той последовательности, с которой они заливаются в фильтрующий венозный

резервуар. С начала 1996 года мы прекратили использование кортикостероидных препаратов при проведении байпаса. По мере итятия кортикостероидов из протокольного списка препаратов, обязательных к использованию в течение байпаса, мы не отметили никаких отклонений в течении послеоперационного периода. Мы считаем, что при сегодняшней технологии перфузии использование кортикостероидов является таким же атавизмом, как и использование артериального фильтра.

Допустимые величины лабораторных показателей для первичного объема приведены в таблице 16.

Таблица 16

Допустимые величины лабораторных показателей для первичного объема

Показатели	Для детей < 10 кг	Для детей > 10 кг	При глубокой гипотермии
Осмолярность, мосм/л	290–320	290–375	290–320
Na, мМ/л	140–155	140–175	140–155
K, мМ/л	3,5–5,0	3,5–5,0	3,5–5,0
Ca ионизир., мМ/л	0,3–0,8*	0,3–0,8*	0,3–0,8*
pH	7,4–7,49	7,4–7,49	7,4–7,49
PCO ₂ , мм рт. ст.	30–40	30–40	30–40
PO ₂ , мм рт. ст.	80–150	80–150	80–150

* При такой концентрации кальция в первичном объеме с началом перфузии практически всегда развивается электрохимическая диссоциация, приводящая к прекращению сердечного выброса.

В тех редких ситуациях, когда прекращение собственного выброса нежелательно или опасно, мы обязательно добавляем в первичный объем препараты кальция, из расчета 1 мл 10 % CaCl₂ на каждые 100 мл крови и (или) плазмы. Сохранение сердечного выброса желательно при выполнении операций без пережатия аорты. Обязательным является сохранение сердечного выброса в период первого параллельного кровообращения у больных с недостаточностью аортального клапана, большом возврате по легочным венам и других ситуациях, связанных с опасностью перерастяжения стенок левого желудочка при плохом сердечном выбросе.

Расчет количества крови в первичном объеме

При проведении расчета объема крови необходимо ориентироваться на показатель гемоглобина, а не венозного гематокрита.