ИК у новорожденных

Резидент второго года обучения по специальности «Анестезиология и реанимация» Ильясова А.Т.

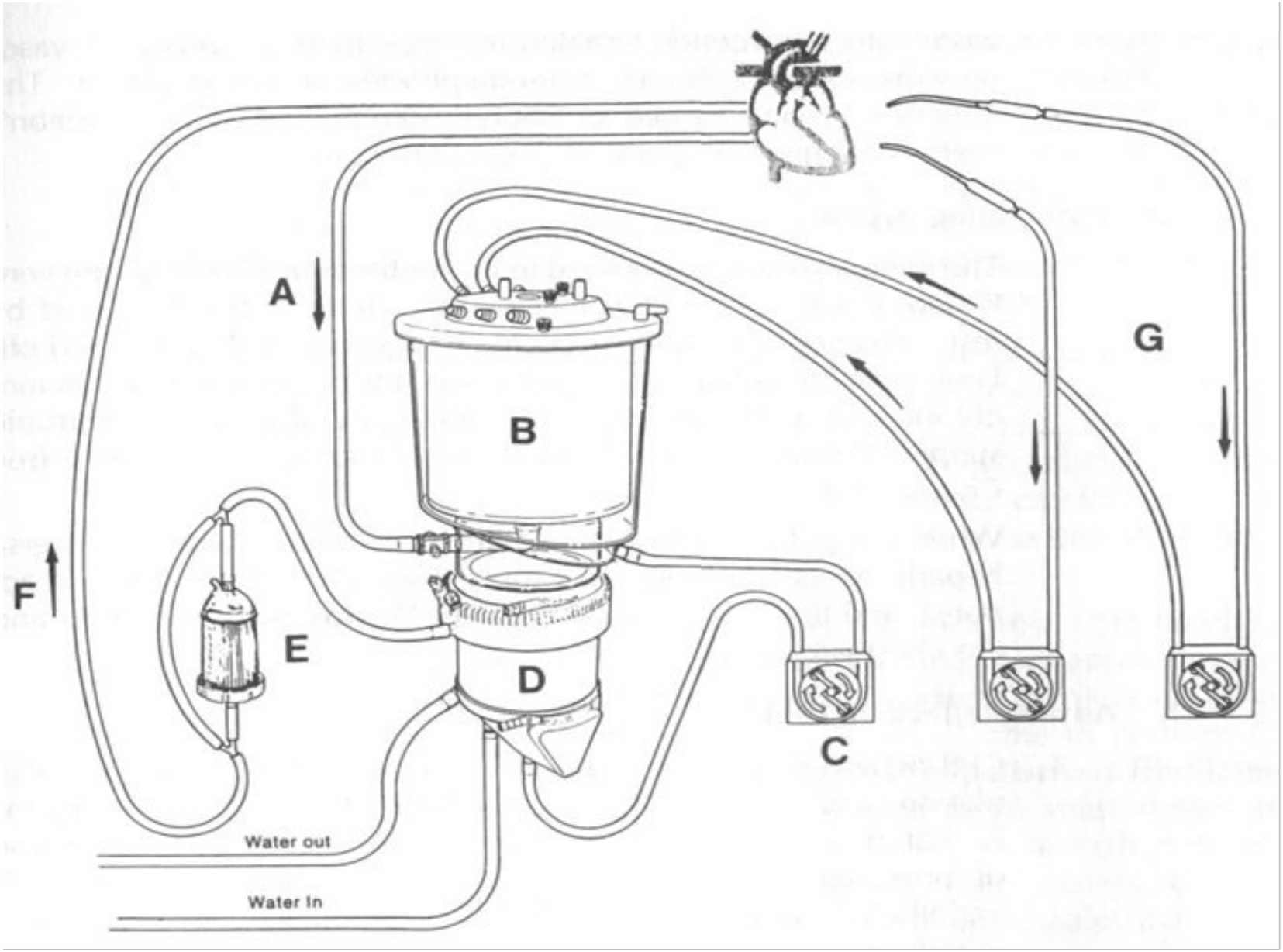
Искусственное кровообращение подразумевает экстракорпоральный контур, который обеспечивает системный кровоток в организме в то время, когда сердце и легкие не функционируют.

Организм ребенка имеет много анатомических и физиологических отличий от организма взрослого. Сердце у детей относительно больше, чем у взрослых, ОЦК меньше, сосуды более эластичны. Мозговой кровоток новорожденного составляет 34% от системного, значительно больше чем у взрослого. Частота дыхания новорожденного доходит до 40 в 1 мин. Гипотермия при педиатрических операциях значительно глубже, а уровень метаболизма выше.

Первую операцию с помощью функционирующего аппарата искусственного кровообращения выполнил американский хирург Gibbon в 1953 году (закрытие ДМПП у маленькой девочки).

Аппарат искусственного кровообращения состоит из:

- Оксигенатора (искусственного лёгкого): 1) пузырьковые и пленочные. 2) мембранные
- Теплообменника, обеспечивающего поддержание необходимого температурного режима (трубчатый и щелевой),
- Регулируемого артериального насоса (искусственного сердца),
- Артериальной и венозной магистралей для тока крови,
- Одного либо нескольких микрофильтров, улавливающих во время искусственного кровообращения из крови агрегаты форменных элементов, пузырьки газа и другие микроэмболы,
- Коронарный отсос. Его задача отсасывать излившуюся кровь из раны и возвращать в циркуляторный контур аппарата ИК.


A
B
C
D
E
F
G
Water out
Water In

ОЦК у детей маленький, поэтому диаметр магистралей должен быть минимальным, чтобы избежать чрезмерной гемодилюции. Нужно стремиться к использованию магистралей наименьшего диаметра, обеспечивающих адекватный кровоток.

Исходя из расчетной ОСП, выбирают оксигенатор.

Диаметр магистралей определяют, исходя из расчетной объемной скорости. Затем вычисляют объем заполнения с учетом объема магистралей, оксигенатора, артериального фильтра, венозного резервуара, антропометрических данных пациента. Исходя из известного объема заполнения, вычисляют расчетную гемодилюцию.

Состав перфузата определяется индивидуально, исходя из объёма операции, состояния пациента и используемого оборудования.

Оптимальные размеры канюль и магистралей.								
Вес (кг)	ОСП (л\мин)	Аортальн канюля	Канюля ВПВ	Канюля НПВ	Канюля предсердн	Артериал. магистраль	Венозная магистраль	Насосный сегмент
1,5-3	0,3-0,6	8-10 Fr	12 Fr	14 Fr	16 Fr	3\16-1\4	3\16-1\4	3\16-1\4
3-5	0,6-0,87	10 Fr	14 Fr	16 Fr	20Fr	1\4	1\4	1\4
5-10	0,87-1,5	12 Fr	14-16 Fr	16-18 Fr	20 Fr	1\4	1\4	1\4-3\8*
10-15	1,5-1,8	14-16 Fr	16-18 Fr	18-20 Fr	24 Fr	1\4	3\8	3\8
15-20	1,8-2,2	14-16 Fr	18 Fr	20-24 Fr	24 Fr	1\4	3\8	3\8
20-30	2,2-3,0	18 Fr	24 Fr	24 Fr	28 Fr	1\4-3\8**	3\8	3\8
30-50	3,0-3,75	18-20 Fr	24 Fr	28 Fr	28-31Fr	3\8	3\8	3\8-1\2***
> 50	75-70 мл. кг.мин.	20 Fr	28 Fr	31 Fr	31 Fr	3\8	1\2	1\2

НАЧАЛО ПЕРФУЗИИ

Гепарин вводится в дозе **3 мг/кг.** Гепарин вводится анестезиологом в центральную вену. Через 3-5 минуты после введения гепарина взять пробу на АСТ и анализ газов крови. Выполнение канюляции аорты и полых вен (правого предсердия). **После достижения АСТ = 300 секунд** можно начинать перфузию. Уровень АСТ во время ИК должен быть **не менее 480 секунд**.

Больным с дефицитом антитромбина III вследствие длительного лечения гепарином может потребоваться введение дополнительной его дозы, иногда достаточно высокой. Если дополнительное введение гепарина не дает результата, возможно, потребуется введение свежезамороженной плазмы, содержащей антитромбин III, или его препарат.

КАНЮЛЯЦИЯ

Канюлю обычно устанавливается в восходящей аорте проксимальнее безымянной артерии. Иногда необходимо канюлировать бедренную артерию или несколько артерий для обеспечения адекватного кровотока в головном мозге и жизненно важных органах.

Канюлируют верхнюю и нижнюю полые вены, если присутствует левая ВПВ, может потребоваться ее канюляция. У детей отток по бассейну ВПВ относительно больше, чем у взрослых.

Мониторинг во время перфузии	Периодичность
1. Артериальное давление	Постоянно
1. Давление в ВПВ	Постоянно
1. Давление в системе	Постоянно
1. Уровень перфузата	Постоянно
1. Температура	Постоянно
1. ЭКГ	Постоянно
1. Диурез	Постоянно
1. Газы крови	Начиная с 5 минуты ИК, затем каждые 30 минут, при необходимости чаще
1. АСТ	Каждые 30 минут, при необходимости чаще

Нормы среднего артериального давления во время перфузии у детей

Вес пациента КГ	АД ср., мм рт.ст.
0-10	20-35
10-20	25-40
20-30	30-45
более 30	35-50

- У новорожденных pO_{2a} не должно превышать 110 мм рт.ст. более 2 часов (опасность ретинопатии).
- Во время гипотермической перфузии допускается повышение pO_{2v} выше 45 мм рт.ст. и венозной сатурации выше 80%
- Во время окклюзии аорты K^+ может составлять 5,5 – 7,0 ммоль/л

Параметр	Допустимые пределы	
	Артерия	Вена
pH	7,45-7,55	7,35-7,45
pO_2, мм рт.ст.	100 – 200	38 – 45
pCO_2, мм рт.ст.	30 - 35	40 – 45
Sat O_2, %	98 - 100	70 – 80
HCO_3	22-28	22-28
BE	±2,5	±3,0
K^+, ммоль/л	3,5 – 5,5	3,5 – 5,5
Na^+, ммоль/л	130 - 145	130 – 145
Cl^-, ммоль/л	90 - 100	90 – 100
Ca^{++}, ммоль/л	До открытия аорты: 0,5 – 0,8 После открытия аорты: 1,1 – 1,3	До открытия аорты: 0,5-0,8 После открытия аорты: 1,1-1,3
Глюкоза,ммоль/л	5 - 15	5 – 15

Во время перфузии у детей раннего возраста поддерживается:

- **гематокрит на уровне 28%-30%,**
- **гемоглобин 95-100 г/л,**
- **фибриноген не ниже 1 г/л,**
- **КОД не менее 25 мм рт.ст.**

Первичный объем заполнения равен 30% от ОЦК

Объемная скорость перфузии = ПТ x ПИ

ПИ у детей 2,5-3,0 л/мин/м2

Масса пациента, кг	ОЦК, мл/кг
Новорожденные, первые сутки	75
Новорожденные ,> 24 часов	85
<5	90
5-10	85
10-20	80
20-40	75
>40	70

РАСЧЕТ ГЕМАТОКРИТА

- Как правило, используется стандартная техника первичного заполнения физиологического блока АИК для достижения у пациента во время перфузии показателя гематокрита, равного 28-30% (в зависимости от температурного режима перфузии).

$$Ht_p = \frac{ОЦК*Ht_{исх} + OErm*0.7}{ОЦК+ОЗА} *100$$

- *ОЦК – объем циркулирующей крови*
- *ОЗА – объем первичного заполнения*
- *OErm – объем добавляемой эритроцитарной массы*
- *Гематокрит эритроцитарной массы принимается за 70% (коэффициент 0,7 в формуле)*

РАСЧЕТ УРОВНЯ ФИБРИНОГЕНА

$$Fb_p = \frac{ОПл*2 + ОЦК*(1-Ht)*Fb_{an}}{ОЦК + ОЗА}$$

- ***Минимальный уровень фибриногена во время ИК - 1 г/л***
- *ОПл – объем добавленной плазмы*
- *Уровень фибриногена в донорской плазме считается 2 г/л (коэффициент 2 в формуле)*
- *Fb_{an} – исходный уровень фибриногена больного*
- *Т.к. фибриноген до операции не определяется, то условно можно считать исходный уровень фибриногена больного как 2 г/л*
- *Для точного расчета необходимо учитывать, что в эритроцитарной массе (**но не в отмытых эритроцитах!**) содержится 30% плазмы с фибриногеном 2 г/л.*

РАСЧЕТ КОЛЛОИДНОГО ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нормальное коллоидно-осмотическое давление равно 25 мм рт.ст.
КОД 1 мл плазмы – 25 мм рт.ст.
КОД 1 мл 10% альбумина – 50 мм рт.ст., 20% альбумина – 100 мм рт.ст.

Расчет без использования коллоидов (кроме альбумина):

$$КОД_р = \frac{25*ОЦК*(1-Ht) + 25*ОПл + 50 * ОАл}{ОЦК(1-Ht) + ОЗА - OErm}$$

Расчет с использованием других коллоидов:

$$КОД_р = \frac{25*ОЦК*(1-Ht) + 25*ОПл + 50 * ОАл + ОК*КОД_к}{ОЦК(1-Ht) + ОЗА - OErm}$$

Раствор альбумина и эритроцитарная масса могут блокировать фильтр предварительной очистки, поэтому вводятся после его отключения.

ОПл – объем добавленной донорской плазмы

ОАл – объем добавленного10% альбумина

ОК – объем добавленного коллоидного раствора

$КОД_к$ – коллоидноосмотическое давление коллоидного раствора (см. табл.)

OErm – объем добавленной эритроцитарной массы

*Для прецизионного расчета необходимо учитывать, что в эритроцитарной массе (**но не в отмытых эритроцитах!**) содержится 30% плазмы*

Альбумин, покрывая внутренние поверхности магистралей, препятствует агрегации тромбоцитов. При добавлении большого количества кристаллоидных растворов жидкость мигрирует в ткани, затрудняя выведение продуктов метаболизма. Коллоидные вещества повышают КОД и способствуют выходу жидкости из тканей в кровоток.

Для удобства расчета объема компонентов первичного заполнения можно использовать следующие формулы:

Необходимый объем эритроцитарной массы для достижения Ht = 30%:

Эрмасса(мл) = (ОЦК + ОЗА - 3,3*ОЦК*$Ht_п$)*0,5

Необходимое количество плазмы для достижения Fb=1г/л:

ОПл (мл)=(2ОЦК*Ht + ОЗА – ОЦК)*0,5

Необходимое количество 10% альбумина для достижения КОД = 25 мм рт.ст.:

ОАльб (мл) = (ОЗА - ОЭрмасса – ОПл)*0,5

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Препарат	Дозировка	Примечания
Гепарин	50 мг/литр ОЗА	Добавляется в Er массу или плазму
Сода	15-20 mEq/литр	8 мл 4% /100 мл ОЗА
Маннитол	0,25 мг/кг	1,66 мл 15% маннитола/кг
Лазикс	1-2 мг/кг	
Антибиотик	Зависит от вида антибиотика	Решение о виде антибиотика принимает анестезиолог
Аминокапроновая кислота	2 мл/кг	Добавляется в начале перфузии
$CaCl_2$ 5%	5 ммоль/л донорской крови	Добавляется в начале перфузии

При достижении расчетной скорости, адекватного артериального давления, достаточного притока при необходимости начинается охлаждение. При охлаждении температурный градиент «вода/кровь» не должен превышать 10^0С. По достижению заданной температуры охлаждение прекращается, и температура поддерживается на нужном уровне.

ГИПОТЕРМИЯ И ОСТАНОВКА КРОВООБРАЩЕНИЯ

В детской кардиохирургии применяют более глубокую гипотермию, из-за большей сложности операций и, возможно, необходимой остановки кровообращения. Градиент температуры между артериальной и венозной кровью при охлаждении не должен превышать 8°С. Больший температурный градиент может привести к резкому понижению растворимости газов в крови и выделению их в виде пузырьков.

Давление в кардиоплегической магистрали должно быть меньше. Время безопасной остановки кровообращения зависит от температуры тела больного.

Температура, °С	Время, мин
32	До 10
28	10 -19
18	20 - 45
<18	46 - 65

Электрическая активность головного мозга подавляется при температуре 15-20°С.

Степень охлаждения определяется характером и объёмом оперативного вмешательства. Применяются следующие режимы:

нормотермическая перфузия (до 35,5-36°С);

поверхностная гипотермическая перфузия (34-32°С)

умеренная гипотермическая перфузия (32-28°С):

- с пассивным охлаждением,

- с активным охлаждением.

глубокая гипотермическая перфузия (до 16-14°С):

- с остановкой искусственного кровообращения;

- без остановки искусственного кровообращения;

- искусственное кровообращение со сниженной объёмной скоростью перфузии.

ОККЛЮЗИЯ АОРТЫ

Непосредственно в момент наложения зажима на аорту ОСП снижается до 50 – 70% от расчетной. После наложения зажима на аорту необходимо проконтролировать давление в системе **(возможность пережатия артериальной канюли!)**. В случае резкого повышения давления в системе снизить ОСП и потребовать от хирурга переложить зажим на аорте.

В зависимости от объёма вмешательства, степени снижения резервных возможностей миокарда, применяются различные виды кардиоплегии – кристаллоидная и кровяная, антеградная и ретроградная, постоянная и дробная. Дробная кардиоплегия проводится непосредственно после окклюзии аорты и повторяется по мере возможности каждые 15-25 минут.

Показания к кровяной плегии:

- дети до 1 года (кроме ДМПП)
- дети с ВЛГ
- сложные пороки с предполагаемой окклюзией аорты более 40 минут

Противопоказание к кровяной кардиоплегии

- Холодовая гемагглютинация.

СОСТАВ КРОВЯНОЙ КАРДИОПЛЕГИИ

Препарат	High K^+	Low K^+
KCl 4%	130 ml	26 ml
$MgSO_4$ 25%	10 ml	5 ml
Лидокаин 2%	20 ml	10 ml
Сода 4%	30 ml	30 ml
Папаверин	4 ml	4 ml
Преднизолон	30 mg	30 mg
Глюкоза 40%	10 ml	10 ml

- *Состав на 1 литр раствора NaCl 0,9%*
- *Соотношение раствор:кровь – 1:4*
- *Содержание K^+ в кровяной плегии на основе высококалиевого раствора около 20 ммоль/л, на основе низкокалиевого – около 8 ммоль/л (зависит от уровня K^+ крови)*
- *Объем кардиоплегии: 1 плегия – 30 мл/кг, последующие – 10 мл/кг*

ФУНКЦИЯ ПОЧЕК

Нормальная функция почек – показатель адекватности перфузии. Почечный кровоток составляет 27% от системного, потребление кислорода – лишь 7%. Для нормальной почечной фильтрации необходимо постоянное поступление большого объема крови, поэтому при гипоперфузии функция почек страдает в первую очередь, На 15-20 минуте перфузии диурез должен составлять не менее 0,02 мл/кг/мин (**1,0-2,0 мл/кг/ч**). При отсутствии мочи в течение 30 мин необходимо применять меры. Часто бывает достаточно введения 0,05 мг/кг маннитола, если это не помогает, вводится лазикс в дозе 0,25 мг/кг. Отсутствие мочи может быть вызвано выходом жидкости в ткани из сосудистого русла, гипотонией.. Почка переносит ишемию в течение 90-120 мин.

При отсутствии эффекта от указанных мероприятий и высоком уровне перфузата (не менее 150 мл) и низкого гематокрита (менее 28%) – использовать гемоконцентратор (подключение артерио–венозное).

СОГРЕВАНИЕ

Согревание начинается по команде оперирующего хирурга после снятия зажима с аорты. Температурный градиент «вода/носоглотка» в первые 5 минут не должен превышать 5^0С, в дальнейшем – 10^0С, максимальная температура воды не превышает 42^0С. При необходимости добавляется маннитол в дозе 0,25 г/л за 5 – 10 минут до открытия аорты. Согревание продолжается до достижения температуры не ниже $36,5^0$С и не выше $37,5^0$С. Если у пациента во время согревания определяется низкая венозная сатурация при 100% артериальной, метаболический ацидоз, то необходимо повышение ОСП на 20-50%.

ОКОНЧАНИЕ ПЕРФУЗИИ

Время реперфузии составляет не менее 10 минут.

Параметры	Допустимые пределы для остановки ИК
Артериальное давление	В пределах возрастной нормы
ЦВД	Не более 8 мм рт.ст. (при кавапульмональных анастомозах не более 20 мм рт.ст)
ЭКГ	Устойчивый синусовый ритм в пределах возрастной нормы или устойчивый ритм ЭКС, отсутствие признаков ишемии миокарда
Температура	36,5 – 37,5^{0}С
Гематокрит	Не менее 28%
Калий	3,5 – 5,5ммоль/л
$SatO_2$	98-100% (при паллиативных операциях и кавапульмональных анастомозах ниже)
pCO_{2v}	40-45 мм рт.ст.
pH	7,35-7,45

ЦИРКУЛЯТОРНЫЙ АРЕСТ

- Оборудование, канюли и подготовка к перфузии не отличается от прочих. Обязательна установка ультрафильтра для проведения МУФ.
- После начала перфузии начинается охлаждение до заданной температуры:
- температурный градиент «вода/кровь» может достигать 15^0С (после закрытия аорты)
- время охлаждения при предполагаемом аресте циркуляции (особенно длительном) должно быть **не меньше 20 минут** (при меньшем времени увеличивается риск мозговых осложнений)
- во время охлаждения для ареста используется **α-stat**
- Температура для проведения ареста – **18^0С.**

ПОКАЗАНИЯ К ЦИРКУЛЯТОРНОМУ АРЕСТУ

- Невозможность хирургической коррекции в условиях перфузии даже с минимальной скоростью (например: Norwood stage 1)
- Возможность выполнения хирургической коррекции в течение 45 минут циркуляторного ареста

Перед началом ареста производится обязательный контроль газов крови:

- $SatO_{2v}$ желательно не менее 95%
- pCO_{2a} не более 30
- отсутствие метаболического ацидоза

- **Безопасная** длительность ареста по данным большинства авторов ограничивается **45 минутами при 18^{0}С.**
- Большая длительность ареста **не всегда** приводит к негативным последствиям.
- «Слабое звено» при аресте – головной мозг. **Реальная оценка** изменений его функций (особенно ментально-когнитивных) после ареста у детей раннего возраста практически **невозможна**. Возможна лишь диагностика грубых неврологических компликаций.
- **Хореоатетоз** отмечается у некоторых детей раннего возраста не только после ареста (**иногда и менее 45 минут**), но и при low flow с температурой менее 20^{0}С. Критический возраст в отношении появления хореоатетоза – от 3 до 9 месяцев.
- По окончании перфузии производится МУФ.

LOW FLOW

- Оборудование, канюли и подготовка к перфузии не отличается от прочих.
- Обязательна установка ультрафильтра для проведения МУФ.
- После начала перфузии начинается охлаждение до заданной температуры:
- температурный градиент «вода/кровь» может достигать 15^0С (после закрытия аорты)
- **Минимальная (рекомендованная) объемная скорость при 18-20^0С составляет 50 мл/кг/мин** (у детей до года). Время ограничено только хирургом

ПОКАЗАНИЯ К LOW FLOW

- Невозможность хирургической коррекции в условиях перфузии с полной объемной скоростью (например: ТФ с БАЛК)

- После команды хирурга перфузиолог снижает объемную скорость до желаемого минимума (ограничивается только возможностью выполнения коррекции). После появления возможности увеличить объемную скорость хирург информирует перфузиолога и ОСП повышается до расчетной.
- После повышения ОСП вводится маннитол 0,25 г/кг.
- После контроля газов крови и электролитов производится необходимая коррекция.
- Согревание и дальнейшее ведение пациентов с low flow не отличается от остальных случаев. По окончании перфузии производится МУФ.

МОДИФИЦИРОВАННАЯ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ

МУФ проводится после остановки искусственного кровообращения для:

- удаления из тканей пациента излишнего количества жидкости;
- фильтрации медиаторов воспаления связанные с системным воспалительным ответом;
- уменьшения необходимости послеоперативной гемотрансфузии, достижения желаемого гематокрита;
- улучшения постперфузионной органной функции;

- **Показания к проведению МУФ:**

ИК у детей первого года жизни (кроме ДМПП); Длительное время ИК (более 3 часов); Синдром постперфузионной капиллярной утечки; Циркуляторный арест, Low flow, Легочная гипертензия после операции

- **Преимущества техники МУФ:**

ультрафильтруется пациент; гемоконцентрируется контур; контур поддерживается заполненным все время, можно всегда заново начать ИК

- **Отрицательные эффекты МУФ:**

задержка на 10-20 минут удаления канюль из пациента; задержка по времени введения протамина и более длительная постоперационная кровоточивость; возможность гемодинамической нестабильности.

ОСЛОЖНЕНИЯ. ЭМБОЛИЯ СОСУДОВ

Эмболия сосудов головного мозга, коронарных сосудов и сосудов других жизненно важных органов может быть вызвана газом, тромботическими массами, частицами кальция, каплями жира и другого. В качестве универсальной меры профилактики воздушной эмболии многие хирурги применяют подачу углекислого газа в операционную рану перед герметизацией полостей сердца. Углекислый газ хорошо растворяется в жидкостях и быстрее, чем воздух, покидает просвет сосуда.

Попадание пузырьков кислорода из оксигенатора в артериальную линию аппарата - вторая возможная причина газовой эмболии. Для предупреждения эмболии применяют микропористые артериальные фильтры однократного пользования. Эти фильтры устанавливаются в артериальной линии АИК. Они способны задержать частицы размером до 40 мкм.

ОСЛОЖНЕНИЯ. ЭМБОЛИЯ СОСУДОВ

Эмболия сосудов головного мозга может иметь различные симптомы (от незначительных неврологических знаков до глубокой мозговой комы) и нередко заканчивается смертью больного. Терапия этого осложнения должна быть направлена прежде всего на профилактику и лечение отека мозга.

Одним из самых эффективных лечебных мероприятий при газовой эмболии является немедленное помещение больного в камеру с повышенным барометрическим давлением.

ОСЛОЖНЕНИЯ. ГИПОКСИЯ

Гипоксия жизненно важных органов может быть следствием двух основных причин: недостаточной производительности оксигенатора или артериального насоса и нарушением микроциркуляции.

Клиническим признаком гипоксии является нарастание метаболического ацидоза в ходе перфузии. Причинами могут быть выход из строя иерфузионной аппаратуры и слишком большое шунтирование нагнетаемой в кровеносное русло больного крови через пораженный аортальный клапан или бронхиальные анастомозы. Резкое снижение кровотока в организме может привести в этом случае к необратимым изменениям в жизненно важных органах. Профилактикой постгипоксического отека мозга во время искусственного кровеобращения является немедленное охлаждение нагнетаемой крови с помощью теплообменника.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

Гематологические осложнения могут быть вызваны групповой или белковой несовместимостью крови донора и больного, реакцией больного на массивную гемотрансфузию цитратной крови, повышенной травмой крови в аппарате, нарушением свертывания крови и водно-электролитного баланса. Реакция больного на чужеродную кровь проявляется целым комплексом симптомов, часто объединяемых под названием «синдром гомологичной крови».

Профилактика осложнений, связанных с введением в организм консервированной крови, должна быть направлена прежде всего на уменьшение ее количества. Решающую роль здесь играют применение аппаратов с малым объемом заполнения и использование гемодилюции. Степень травматизации крови зависит от ряда факторов: длительности и способа сохранения донорской крови, совершенства перфузионной аппаратуры и методики ее применения, продолжительности перфузии. Современные аппараты искусственного кровеобращения сравнительно мало травмируют кровь, и величина гемолиза при работе с ними обычно не превышает 30—40 мг% свободного гемоглобина плазмы при перфузии длительностью до 1 часа, что, как правило, хорошо переносится больными

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

Более редким, но опасным осложнением операций с искусственным кровеобращением является фибринолиз. Основными причинами его возникновения являются массивная гемотрансфузия на фоне искусственного кровеобращения. К возникновению фибринолиза более предрасположены больные с приобретенными пороками сердца, сопровождающимися функциональными нарушениями паренхиматозных органов. Мерами предупреждения фибринолиза являются профилактическое введение в кровь до или во время искусственного кровеобращения эпсилон-амино-капроновой кислоты, отказ от переливания больших количеств консервированной крови за счет гемодилюции, своевременная коррекция метаболического ацидоза..

ОСЛОЖНЕНИЯ

Легкие	Почки
Ателектазы Тканевой отек Снижение образования сурфактанта Отек легких Лейкоцитарная эмболия	Снижение скорости гломерулярной фильтрации Эмболия Почечная недостаточность
Кровь	**Нервная система**
Перераспределение гепарина, коагулопатия. Тромбоцитопения, нарушение функции тромбоцитов. Снижение гематокрита Снижение уровня электролитов.	Эмболия сосудов головного мозга Снижение мозгового кровотока Кровоизлияния Инсульт Преходящие нарушения

ОСЛОЖНЕНИЯ

Система комплемента	Эндокринная система
Образование анафилатоксинов С3а, С5а. Высвобождение метаболитов арахидоновой кислоты, свободных кислородных радикалов.	Повышение уровня катехоламинов, вазопрессина, ангиотензина, альдостерона. Снижение уровня АКТГ. Снижение T_3 , тиролиберина, инсулина. Повышение уровня глюкозы.
Печень	
Повышение уровня ферментов, билирубина.	