

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА В.Ф. ВОЙНО-ЯСЕНЕЦКОГО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАФЕДРА АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАЦИИ ИПО

РЕФЕРАТ НА ТЕМУ:

ВИДЫ И ОСОБЕННОСТИ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ

Выполнила: клинический ординатор
1 года обучения
Цыганова Е.Б.

Проверил: к.м.н. Путошкин Е.В.

город Красноярск

2018 год

План	с
Введение	3
1. Виды дыхательных контуров в зависимости от их конструкции.....	4
1. Реверсивные.....	4
1.1. Особенности, преимущества и недостатки системы.....	4
1.2. Компоненты реверсивного контура.....	5
1.3. Функциональные характеристики реверсивного контура.....	9
1.4. Циркуляционный контур.....	10
1.5. Магнитиковый контур.....	11
2. Нереверсивные.....	11
2.1. Особенности, преимущества и недостатки системы.....	11
2.2. Клапанный контур.....	12
2.3. Бесклапанный контур.....	12
2.4. Основные характеристики контуров Мэйплсона и Бэйна.....	14
3. Система без газового резервуара.....	17
II. Виды дыхательных контуров в зависимости от функциональных особенностей.....	18
Закрытые.....	18
Полузакрытые.....	18
Полуоткрытые	19
Открытые.....	19
III. Связь конструкции дыхательных контуров с их функциональными особенностями.....	20
IV. Заключение.....	24
V. Список использованной литературы.....	25

Введение

Немаловажную роль в уходе за пациентом, использующим аппарат искусственной вентиляции легких, играет техническое обслуживание системы респиратора и вспомогательного оборудования необходимого для осуществления непрерывной вентиляционной поддержки. Дыхательные контуры являются одними из основных компонентов системы пациент – аппарат ИВЛ. Дыхательный контур – это система, обеспечивающая поступление газовой смеси от наркозного аппарата к легким пациента. Данный вид оборудования должен поддерживать полноценное дыхание, обеспечивая доставку к легким кислорода и вывод из организма углекислоты, а так же эффективно транспортировать анестетики в организм пациента. В последние несколько лет техника для анестезиологии сделала большой шаг вперед, появились новые модификации контуров. К преимуществам последних относятся легкость, компактность, низкое сопротивление, минимальное мертвое пространство, функция поддержки в дыхательных путях стабильного положительного давления, совместимость с анестезиологическим оборудованием, эндотрахеальной трубкой.

Общая классификация

Существует много модификаций дыхательных контуров, которые различаются по эффективности, сложности и удобству использования. Тем не менее, в настоящее время Международная Комиссия по стандартизации (ISO) предлагает руководствоваться следующей классификацией дыхательных контуров:

В зависимости от особенностей конструкции они могут быть:

- реверсивными
- неревверсивными
- или относиться к системам без газового резервуара;

В зависимости от функциональных особенностей они могут быть разделены на:

- Закрытые
- Полузакрытые
- Полуоткрытые
- Открытые.

Виды дыхательных контуров в зависимости от их конструкции

Ревверсивные контуры.

Особенность реверсивных дыхательных контуров состоит в том, что выдыхаемая газовая смесь, смешиваясь с поступающим в контур свежим газом, вновь попадает на линию вдоха во время следующего дыхательного цикла. В связи с этим такие системы в обязательном порядке комплектуются диссольберами для удаления углекислого газа из выдыхаемой смеси.

Преимущества системы:

- улучшение микроклимата (температуры и влажности) в дыхательном контуре,
- уменьшение потерь тепла и влаги из дыхательных путей ребенка во время анестезии,
- экономия кислорода и средств интубационного наркоза,
- меньшее загрязнение операционной летучими анестетиками.

Недостатки системы:

- 1) при отсутствии достаточного мониторинга контроль за выдыхаемой концентрацией кислорода и анестетиков затруднен;
- 2) неисправность клапанов и/или истощение адсорбента может привести к недостаточной элиминации углекислого газа и, как следствие, к гиперкапнии и гиперкарбонии.

Компоненты реверсивного контура

А. Сорбенты углекислого газа.

Резируляция альвеолярного газа (т. е. выдыхаемой смеси) позволяет сохранять тепло и влагу. При этом для предупреждения гиперкапнии из выдыхаемой смеси необходимо удалить CO_2 . При химической реакции углекислого газа с водой образуется угольная кислота. Сорбенты углекислого газа (например, натронная известь, а также известь с добавкой гидроксида бария) содержат гидроксиды металлов, способные нейтрализовать угольную кислоту. Конечными продуктами реакции являются теплота (выделяется нейтрализации), вода и катионы карбоната.

В сорбент добавляют индикатор pH. Изменение цвета индикатора, обусловленное увеличением концентрации ионов водорода, сигнализирует об истощении сорбента (табл. 1).

Табл. 1. Цветовой индикатор сорбента

Индикатор	Цвет свежего сорбента	Цвет истощенного сорбента
Этилловый фиолетовый	Белый	Пурпурный
Фенолфталеин	Белый	Розовый
Клейтоновый желтый	Красный	Желтый
Этилловый оранжевый	Оранжевый	Желтый
Мимоза 2	Красный	Белый

Сорбент следует менять, если 50-70 % его объема изменило окраску. Хотя использованные гранулы могут возвращаться к исходной окраске после некоторой паузы, существенно восстановления сорбционной емкости не происходит. Размер гранул определяется компромиссом между высокой абсорбирующей поверхностью маленьких гранул и низким сопротивлением газовому потоку более крупных гранул. Гидроксиды раздражают кожу и слизистые оболочки. Добавление кремнезема повышает плотность натрон ионист, что уменьшает риск ингаляции пыли гидроксида натрия. Поскольку содержащая его ионист обладает достаточной плотностью и без добавления кремнезема. В процессе изготовления перед упаковкой в оба т сорбента добавляют воду, что создает оптимальные условия для образования угольной кислоты. Применяемая в меллине натронная ионист содержит 19 % воды.

Гранулы сорбента могут адсорбировать и затем высвободить значительные количества ингаляционных анестетиков. Эта особенность может объяснить замедленную индукцию и выход из анестезии.

Трихлорэтилен (анестетик, в настоящее время не применяемый в США) при контакте с натронной известью и воздействием тепла разлагается с образованием нейротоксинов (включая фосген). Вследствие этой токсической реакции могут возникать послеоперационные энцефалиты и параличи черепных нервов.

N.B. Чем суше патронная известь, тем выше ее способность адсорбировать ингаляционные анестетики и вступать с ними в химические реакции.

Б. Адсорберы углекислого газа.

Гранулами сорбента заполняют один или два контейнера, плотно пригнанные между верхней и нижней крышками. Вся эта конструкция называется *адсорбером*.

Двойные контейнеры, единственным недостатком которых является некоторая громоздкость, обеспечивают более полную адсорбцию углекислого газа, менее частую замену сорбента и меньшее сопротивление газовому потоку.

Для обеспечения полной адсорбции CO_2 подаваемый дыхательный объем должен превышать объема свободного пространства между гранулами сорбента, что приблизительно соответствует половине емкости адсорбера. Цветом индикатора наблюдают через прозрачные стенки адсорбера.

Адсорбер используется неравномерно, прежде всего это происходит рядом местом поступления выдыхаемой смеси в адсорбер, а также вдоль грядки внутренних стенок. Перемешивание (например, путем поворота адсорбера) позволяет избежать образования каналов между неплотно уложенными гранулами в областях повышенного расхода сорбента. Ловушка в основном

адсорбера углавливает пыль и влагу. Некоторые старые конструкции снабжены обходным клапаном, позволяющим производить замену адсорбера не прерывая ИВЛ. Но при несоммотре, когда клапан длительное время направляет дыхательную смесь в обход адсорбера, развивается гиперкапния

В. Направляющие клапаны.

Направляющие клапаны содержат диск (резиновый, пластиковый или стальной), который лежит на седле клапана.

Притекающий поток смещает диск вверх, и газовая смесь поступает дальше дыхательный контур. Обратный поток прижимает диск к седлу клапана, предупреждая ретроградный заброс смеси. Несостоятельность клапана обычно обусловлена деформацией диска или неровностями седла клапана. Особенно уязвимы клапаны выдоха, так как они подвержены воздействию влаги, содержащейся в выдыхаемой смеси.

При вдохе открывается клапан вдоха и в дыхательные пути поступает смесь состоящая из свежего газа и выдыхаемого, прошедшего через адсорбер. Одновременно закрывается клапан выдоха, препятствуя рециркуляции выдыхаемой смеси, еще не прошедшей через адсорбер. При выдохе открывается клапан выдоха и выдыхаемая смесь собирается через предохранительный клапан или влов, поступает в контур, предварительно пройдя через адсорбер. Клапан вдоха в фазе выдоха закрыт, что препятствует смешиванию выдыхаемой смеси со свежей в инспираторном колене контура

Нарушение функции любого направляющего клапана вызывает рециркуляцию CO₂ и гиперкапнию.

Функциональные характеристики реверсивного контура

А. Потребность в свежей дыхательной смеси.

Алсорбер преотвращает рециркуляцию CO_2 , даже если поток свежей дыхательной смеси равен расходу (на заполнение контура и поглощение анестетиков и кислорода организмом больного), как при анестезии по закрытому контуру. Если поток свежего газа превышает 5 л/мин, то рециркуляция углекислого газа столь ничтожна, что необходимость в алсорбере обычно отпадает.

При низкой скорости потока концентрация кислорода и ингаляционного анестетика в свежей дыхательной смеси (т. е. на уровне патрубка подачи) и во вдуваемой смеси (т. е. в инспираторном колене дыхательного шланга) может значительно отличаться. Вдыхаемая смесь образуется при смешивании свежего газа и рециркулирующего, прошедшего через алсорбер. Высокая скорость потока ускоряет индукцию и выход из анестезии, компенсирует утечки из контура и снижает риск непредвиденных смещений газов.

Б. «Мертвое пространство».

Направляющие клапаны ограничивают аппаратное «мертвое пространство» реверсивном контуре объемом, расположенным дистальнее места смешения инспираторного и экспираторного потоков в У-образном соединителе. В отличие от контура Мэйплсона в реверсивном контуре длина дыхательных шлангов не оказывает непосредственного влияния на объем аппаратного «мертвого пространства». Подобно контурам Мэйплсона, длина шлангов влияет на ристязимость контура и, соответственно, на величину потери дыхательного объема при ИВЛ под положительным давлением. Реверсивный контур для детей снабжен переторкой, разделяющей инспираторный экспираторный потоки в У-образном соединителе, а также малоразвязанным

дыхательными шлангами: эти усовершенствования уменьшают «мертвое пространство».

В. Сопротивление.

Направляющие клапаны и адсорбер повышают сопротивление реверсивного контура, особенно при высоком потоке свежей дыхательной смеси и большим дыхательном объеме. Тем не менее, даже у недоношенных детей при ИВЛ успешно применяют реверсивный дыхательный контур.

Г. Сохранение влаги и тепла.

Система медицинского газообмена доставляет в контур наркозного аппарата неувлажненные газы комнатной температуры. В то же время выдыхаемая смесь насыщена влагой и имеет температуру тела.

Следовательно, температура и влажность выдыхаемой смеси зависят от соотношения в ней рециркулирующего и свежего газа. Высокая скорость потока (5 л/мин) сопряжена с низкой относительной влажностью, тогда как для низкой скорости ($< 0,5$ л/мин) характерно высокое насыщение водой. В реверсивном контуре естественным источником тепла и влаги являются трандулы сорбента.

Д. Бактериальное загрязнение.

Существует небольшой риск колонизации компонентов реверсивного контура микроорганизмами, что теоретически может вызвать легочную инфекцию. Поэтому иногда в инспираторный и экспираторный дыхательные шланги устанавливают бактериальные фильтры.

К реверсивным дыхательным контурам относятся циркуляционный контур и миктисковый контур.

Циркуляционный контур - самый распространенный и практичный реверсивный дыхательный контур. Газовая смесь в циркуляционной системе

совершает круговое движение на пути аппарат-большой-аппарат по шлангу вдоха и выдоха. Часть выдыхаемой газовой смеси может выбрасываться в атмосферу через предохранительный клапан или клапан выдоха. Степень сброса газовой смеси в атмосферу зависит в основном от притока в систему свежего газа: чем выше газоток в контуре, тем больше выброс газовой смеси через клапаны и тем совершеннее лиминиция углекислого газа. Если все клапаны закрыты, то выдыхаемая смесь полностью возвращается в аппарат не сбрасывается в атмосферу. В обоих случаях выдыхаемая смесь проходит через адсорбер, где очищается от углекислоты.

В маятниковом контуре выдыхаемая и выдыхаемая газовая смесь поочередно движется по одному шлангу от аппарата к пациенту и наоборот. При этом клапан выдоха также может быть закрыт или несколько притока. Маятниковый контур используется реже, в основном у детей младшего возраста. Процесс адсорбции углекислого газа в таких системах протекает менее эффективно и может сопровождаться определенными негативными явлениями (перетравление выдыхаемой газовой смеси, ожоги лица крупным канатной извести и т. п.).

Неревверсивные контуры.

Особенность конструкции неревверсивных дыхательных контуров состоит в том, что вся выдыхаемая газовая смесь сбрасывается в атмосферу, полностью замещаясь поступающим в контур свежим газом.

Полный сброс выдыхаемого газа делает ненужным использование адсорбера с поглотителем углекислого газа.

Преимущества системы:

- контроль за выдыхаемой концентрацией кислорода
- и анестетиков во выдыхаемой газовой смеси значительно упрощается.

Недостатки систем:

- o поступление в дыхательные пути рефлекса через мерно сухого и холодного газа,
- o большой расход средств интубационного наркоза,
- o загромождение операционной летучими анестетиками.

В зависимости от реализованных технических решений неревверсивные дыхательные контуры могут быть *клапанными* или *бесклапанными*.

Циркуляция газовой смеси в **клапанных** неревверсивных дыхательных контурах регулируется односторонними клапанами (неревверсивный клапан), через который происходит полный сбор выдыхаемой газовой смеси в атмосферу. Односторонний клапан располагается рядом с лицевой маской или коннектором интубационной трубки. Таким образом, к пациенту по линии вдоха поступает только свежая газовая смесь, а реверсия выдыхаемого газа (в том числе CO_2) полностью исключается.

Неревверсивные клапанные устройства имеют *определенные недостатки* (сопротивление дыханию и т. п.), в связи с чем у новорожденных и детей младшего возраста наиболее широкое распространение получили бесклапанные системы.

В бесклапанных неревверсивных контурах выдыхаемая газовая смесь вытесняется из дыхательной системы поступающим туда свежим газом. Устанавливается возможность линии вдоха в бесклапанных контурах двигаться одновременно и линией выдоха.

При использовании дыхательных систем Ауле, Марлессон Д и Е, Купа, Яксон-Кеес и Вайн выдыхаемый газ вытесняется из контура в фазу выдоха сильным односторонним потоком свежего газа.

В дыхательных системах Mapleson A, B и C, Lack и Magill выдыхаемый газ вытесняется из контура сильным встречным потоком свежего газа. Во время выдоха давление в контуре резко возрастает, что приводит к открытию клапана выдоха, через который весь выдыхаемый газ сбрасывается в атмосферу.

Если поток свежего газа в бесклапанном нереверсивном контуре недостаточен, то часть выдыхаемой газовой смеси будет возвращаться к пациенту. В принципе, особенности конструкции всех бесклапанных нереверсивных контуров не исключают возможности реверсии выдыхаемого газа.

В бесклапанных системах абсорбер отсутствует, поэтому увеличение доли расширяющейся выдыхаемой газовой смеси может привести к росту концентрации углекислого газа на вдохе. В связи с этим для каждого из бесклапанных контуров определен оптимальный поток свежего газа, который позволяет предотвратить реверсию выдыхаемой газовой смеси (Табл. 2). Величина газотока рассчитывается в зависимости от минутной вентиляции легких (МВЛ).

Табл. 2 Газоток, позволяющий исключить реверсию выдыхаемого газа в бесклапанном дыхательном контуре

Газоток, позволяющий исключить реверсию выдыхаемого газа в бесклапанном дыхательном контуре		
Название контура	Самостоятельное дыхание	ИВЛ
Mapleson A	0,7-1 × МВЛ*	2-3 × МВЛ
Magill		
Lack		
Mapleson B и C	2 × МВЛ	2 × МВЛ
Ayre	2 × МВЛ	2-3 × МВЛ

Mapleson E		
Kuhn		
Jackson-Rees	1.5 × MB/L	1-2 × MB/L
Mapleson D	1.5 × MB/L	1 × MB/L
Bain	200-300 мл/мин × кг	70 мл/мин × кг
Humphrey-ADE	> 50 мл/мин × кг	> 70 мл/мин × кг

* MB/L – минутная вентиляция легких (л/мин)

Основные характеристики дыхательных контуров

Контур Мэйлсона

Инсуффляция и каплепадная анестезия имеют ряд недостатков: невозможно точно дозировать анестетик и, соответственно, сложно управлять глубиной анестезии; нельзя проводить вспомогательную или принудительную ИВЛ; отсутствует возможность использования тепла и влаги выдыхаемой смеси; затруднено поддержание проходимость дыхательных путей при операциях на голове и шее; воздух в операционной загрязняется выдыхаемой в больших объемах смесью. В контурах Мэйлсона (Mapleson) ряд этих проблем разрешен с помощью дополнительных компонентов (дыхательные трубки, подача свежего газа, предохранительные клапаны, дыхательный мешок). Взаимное расположение этих компонентов определяет режим работы контура и служит основой для классификации.

Компоненты контура Мэйлсона

А. Дыхательные шланги. Гфрированные дыхательные шланги, изготовленные из резины (многократного использования) или пластика (одноразовые), соединяют компоненты системы Мэйлсона между собой и обеспечивают подведение к больному.

Шланги большого диаметра (22 мм) обеспечивают низкое сопротивление потоку газа и служат потенциальными резервуарами ингаляционных анестетиков. Чтобы максимально снизить потребность в свежей дыхательной смеси, объем дыхательных шлангов в большинстве контуров Мэйлсона должен быть не ниже дыхательного объема.

Растяжимость дыхательных платонот частично определяет растяжимость всего контура. (Растяжимость определяет как изменение объема на единицу изменения давления.)

Длинные платонот с высокой растяжимостью увеличивают разницу между объемом смеси, поступающим в контур дыхательных мешков или аппарата, и объемом, поступающим в дыхательные пути больного.

Б. Патрубок для подачи свежей дыхательной смеси. Свежая дыхательная смесь из нагнетного аппарата подается в дыхательный контур через специальный патрубок. Как будет рассмотрено чуть позже, местоположение патрубка для подачи свежей дыхательной смеси является главным отличительным признаком для классификации контуров Майнсона.

В. Предохранительный клапан (сбрасывающий клапан, регулируемый клапан ограничения давления). Если поступление дыхательной смеси превышает расход (на потребление больным и заполнение контура), то давление внутри дыхательного контура возрастает. Этот рост давления инициируется удалением избытка дыхательной смеси из контура через предохранительный клапан. Удаленный газ поступает в атмосферу операционной или, что предпочтительнее, в специальную систему отвода отработанных медицинских газов. Во всех предохранительных клапанах давление сброса можно регулировать.

N.B. При самостоятельном давлении предохранительный клапан должен быть полностью открыт, с тем чтобы давление в контуре лишь незначительно изменилось во все фазы дыхательного цикла.

Вспомогательная и принудительная ИВЛ требуют положительного давления на вдохе. Частичное закрытие предохранительного клапана ограничивает сбор дыхательной смеси, позволяя создать положительное давление в контуре при сжатии дыхательного мешка.

Г. Дыхательный мешок (мешок-резервуар). Дыхательный мешок функционирует как резервуар дыхательной смеси; он также необходим для обеспечения положительного давления при ИВЛ. По мере заполнения растяжимость мешка увеличивается. В этом процессе можно отчетливо выделить три фазы.

Уменьшение растяжимости дыхательного мешка при заполнении дыхательной смесью: префазная динамика

После заполнения дыхательного мешка для взрослых объемом в 3 л (I фаза) давление быстро возрастает до пиковых значений (II фаза). При дальнейшем повышении объема давление достигает плато или даже немного снижается (III фаза). Этот эффект позволяет предохранить легкие от баротравмы в том случае, если предохранительный клапан непреднамеренно закрыт, а свежая дыхательная смесь продолжает поступать в контур.

Функциональные характеристики контуров Мэйплсона

Контур Мэйплсона легкий, недорогой, простой и не требует применения направляющих клапанов. Эффективность дыхательного контура измеряется скоростью потока свежей дыхательной смеси, необходимой для предотвращения рециркуляции углекислого газа (т.е. повторного поступления его в дыхательные пути). Поскольку в контурах Мэйплсона не предусмотрены направляющие клапаны и адсорберы CO_2 , рециркуляцию предотвращают путем сброса выдыхаемой смеси через предохранительный клапан до вдоха. Обычно это возможно при большом потоке свежей дыхательной смеси.

Вновь рассмотрим схему контура **Мэйплсона А**. При самостоятельном дыхании альвеолярный газ, содержащий CO_2 , будет поступать в дыхательный шланг или собираться в атмосфере через открытый предохранительный клапан. Если поток свежей дыхательной смеси превышает альвеолярный минутный объем дыхания (МОД), то перед вдохом оставшийся в дыхательном шланге альвеолярный газ будет вытесняться в атмосферу через предохранительный клапан. Если объем дыхательного шланга равен дыхательному объему или превышает его, то последующий вдох будет содержать только свежую дыхательную смесь.

Н.В. Поскольку поток свежей дыхательной смеси, равный МОД, позволяет избежать рециркуляции, то *эффективность контура Мэйплсона А* — самая высокая среди контуров Мэйплсона при самостоятельном дыхании.

Во время принудительной ИВЛ для создания положительного давления требуется частичное закрытие предохранительного клапана. Хотя часть выдыхаемого (альвеолярного) газа и свежей дыхательной смеси выходит через клапан во время вдоха, во время выдоха смесь не сбрасывается. В результате во время принудительной ИВЛ для предотвращения

рециркуляции в контуре Мэйплсона А требуется непрекращаемо большой поток свежей дыхательной смеси (превышающий МОД более чем в 3 раза).

Изменение положения предохранительного клапана и патрубка для подачи свежей дыхательной смеси трансформирует контур Мэйплсона А в контур Мэйплсона D. *Контур Мэйплсона D эффе́ктивен при продольном ИВЛ*, так как поток свежей дыхательной смеси оттекает выдыхаемую смесь от больного к предохранительному клапану. Таким образом, простое изменение местоположения компонентов системы Мэйплсона изменяет потребности в свежей дыхательной смеси.

Контур Бэйна является распространённой модификацией контура

Мэйплсона D и характеризуется размещением патрубка подачи свежей дыхательной смеси внутри дыхательного шланга.

Контур Бэйна

Данная модификация уменьшает размеры контура и позволяет лучше, чем в контуре Мэйплсона D, сохранить тепло и влагу путем частичного согревания выдыхаемой смеси за счет противоточного обмена с теплыми выдыхаемыми газами. Недостаток этого коаксиального контура — риск перекручивания и отсоединения патрубка подачи свежей дыхательной смеси. Если любая из этих неисправностей останется необнаруженной, то результатом будет значительная рециркуляция выдыхаемой смеси.

Реверсивные контуры Хотя в контурах Мэйплсона устранены многие недостатки инсуффляции и капительной масляной анестезии, их использование сопряжено с высокой скоростью потока свежей дыхательной смеси (для предотвращения рециркуляции), что приводит к расточительному использованию анестетика, загрязнению воздуха операционной и потере тепла и влажности дыхательной смеси.

Отличительная особенность систем без газового резервуара — отсутствие дыхательного мешка (резервуара для газов) и испарителя. Примером контуров без газового резервуара могут служить маски Eschmarch, Schimmelbusch и Boyle-Davis. Техника анестезии с использованием подобных систем состоит в следующем: на лицевую маску, покрытую несколькими слоями марли, капает легкоиспаряющийся анестетик из флакона (напрямую

фторотан), а далее по время спонтанного вдоха пары анестетика в смеси с атмосферным воздухом поступают в дыхательные пути.

В настоящее время системы без газового резервуара в анестезиологии уже не используются из-за ряда принципиальных недостатков:

- 1) неконтролируемое поступление атмосферного воздуха в контур затрудняет точное дозирование анестетика и контроль за глубиной анестезии;
- 2) отсутствие дыхательного мешка делает невозможным проведение ИВЛ;
- 3) атмосфера операционной загрязняется парами анестетиков в наибольшей степени.

Виды дыхательных контуров в зависимости от функциональных особенностей

Закрытые контуры.

Закрытый дыхательный контур - система, в которой поток свежей газовой смеси равен суммарной скорости поглощения каждого из ее компонентов. При этом вся выдыхаемая газовая смесь возвращается в аппарат для повторного вдоха (полная реверсия выдыхаемой смеси), поэтому основное условие для проведения анестезии по закрытому контуру - наличие поглотителя углекислого газа и абсолютная герметичность дыхательной системы.

Полузакрытые контуры.

Полузакрытый дыхательный контур – система, в которой поток свежей газовой смеси превышает скорость поглощения газов организмом, но ниже минутной вентиляции легких. В таких системах имеет место частичная

реверсия выдыхаемой газовой смеси, причем доля ретранспирированной смеси тем больше, чем ниже поток свежего газа. Итожок газа сравнивается в атмосферу через клапаны. Наличие поглотителя углекислого газа является обязательным.

Полуоткрытые контуры.

Полуоткрытый дыхательный контур – система, в которой поток свежего газа равен или превышает минутную вентиляцию легких. При этом выдыхаемая газовая смесь полностью сбрасывается в атмосферу, а в фазу вдоха к пациенту поступает только свежий газ. Отсутствие реверсии выдыхаемой газовой смеси делает ненужным использование адсорбера.

Открытые контуры.

В открытых дыхательных контурах вдох и выдох осуществляются из атмосферы и в атмосферу. Отсутствие газового резервуара в открытых системах приводит к неконтролируемому поступлению в контур атмосферного воздуха, в связи с чем концентрация летучих анестетиков на вдохе не поддается точному измерению. В настоящее время открытые контуры практически не применяются по соображениям безопасности пациента, но применяются лишь в развивающихся странах. На лицо большого нагладывают так называемую маску Шиммельбуша (Schimmelbusch), покрытую несколькими слоями марли, на нее каплют легкоиспаряющийся анестетик — чаще всего эфир или галотан. Во время вдоха воздух проходит через марлю и, насытившись парами анестетика, поступает в дыхательные пути. Процесс испарения снижает температуру маски, что приводит к конденсации влаги и снижению давления насыщенного пара анестетика (давление насыщенного пара прямо

пропорционально температуре). Углубление анестезии снижает минутную вентиляцию, что приводит к порочному кругу: маска согревается, давление насыщенного пара увеличивается, концентрация анестетика во вдыхаемой смеси становится еще выше. Если под маской накапливается достаточно большое количество углекислого газа (аппаратное «мертвое пространство»), то значительная доля вдыхаемой смеси поступает в дыхательные пути повторно. Кроме того, пары анестетика снижают фракционную концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси (эффект разведения), что создает риск гипоксии. Чтобы уменьшить «мертвое пространство» и повысить фракционную концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси, следует дополнительно подавать кислород под маску. Другая особенность капельной масочной анестезии — неконтролируемое раздражение среды операционной парами анестетика — является очень серьезным недостатком при использовании летковоспламеняющихся препаратов (например, эфира).

Связь конструкции дыхательных контуров с их функциональными особенностями

Ревверсивные контуры могут функционировать как закрытые, полузакрытые и полуоткрытые:

- Если поток свежего газа соответствует суммарной скорости поглощения компонентов газоанаркотической смеси, то *ревверсивный контур функционирует как закрытый*. После того, как вдыхаемая смесь проходит через адсорбер, вся она попадает на линию вдоха и вновь поступает к пациенту.
- Ревверсивные контуры могут функционировать как *полузакрытые*, если поток свежего газа превышает скорость утилизации газов организмом, но ниже минутной вентиляции легких. В этом случае имеет место частичная ревверсия вдыхаемой газовой смеси, причем доля

рециркулирующей смеси обратно пропорциональна потоку свежего газа.

- Реверсивные контуры могут функционировать как *подушечники*, если поток свежего газа равен или превышает минутную вентиляцию легких. В этом случае выдыхаемая газовая смесь полностью сбрасывается в атмосферу, а в фазу вдоха к пациенту поступает только свежий газ.

И, наконец, реверсивные контуры ни при каких условиях не могут функционировать как открытые, поскольку их конструкция исключает возможность неконтролируемого поступления атмосферного воздуха в систему:

Бесклапанные нереверсивные контуры могут функционировать как полуоткрытые, а при определенных условиях - как открытые и полузакрытые контуры:

- Если газоток в бесклапанном контуре равен или превышает минутную вентиляцию легких, то реверсия выдыхаемой газовой смеси становится невозможной и система функционирует как полуоткрытая.
- Если газоток в бесклапанном контуре ниже минутной вентиляции легких (не соответствует оптимальным значениям), то имеет место частичная рециркуляция выдыхаемой газовой смеси. В этом случае бесклапанный контур перестает быть нереверсивным и начинает функционировать как полузакрытый. В бесклапанных системах адсорбер отсутствует, поэтому на практике это становится возможным лишь при условии тщательного мониторинга концентрации углекислого газа на выдохе.
- Если газовый резервуар системы относительно невелик, а газоток слишком мал, то в бесклапанный контур в фазу вдоха начинает

поступать атмосферный воздух, т. е. он начинает функционировать как открытый.

И, наконец, в силу особенностей конструкции бесклапанные контуры ни при каких условиях не могут функционировать как закрытые контуры.

Клапанные неревверсивные контуры.

Работа одностороннего клапана полностью исключает реверсно выдаваемого газа, в связи с чем клапанные неревверсивные системы не могут функционировать как закрытые или полузакрытые контуры.

В клапанных неревверсивных контурах во время вдоха к пациенту поступает только свежий газ, поэтому газоток должен быть равен или несколько превышать минутно-вентиляционно легких. Таким образом, основное функциональное предназначение клапанных систем - работа по полуоткрытому контуру.

Тем не менее, клапанные неревверсивные контуры могут функционировать и как открытые контуры. Это становится возможным, если линия вдоха через какое-либо отверстие сообщается с атмосферой, а поток свежего газа слишком мал и/или газовый резервуар имеет небольшую емкость. В этом случае в клапанный неревверсивный контур в фазу вдоха начинает поступать атмосферный воздух, вследствие чего концентрация летучих анестетиков на входе перестает подаваться точному расчету.

Системы без газового резервуара.

Основное предназначение таких систем - работа по открытому контуру (гадох и выдох осуществляются из атмосферы и в атмосферу).

Если газоток в контуре чересчур велик, а дисковый объем слишком мал, то поршневой лоток, заполнившись свежей газовой смесью, принимает на себя функцию газового резервуара. В этом случае к пашенту во время лотка поступает только свежий газ, а вся система начинает функционировать как подоткрытая.

И, наконец, система без газового резервуара в силу особенностей конструкции не может функционировать как закрытая или полузакрытая контуры.

Заключение

Таким образом, дыхательные контуры выполняют не только пассивную газопроницающую функцию. Они участвуют в формировании состава выдыхаемой газонепротоковой смеси, регулируя соотношение свежего газа, выдыхаемой газовой смеси и атмосферного воздуха в той или иной пропорции. Другими словами, особенности конструкции дыхательных контуров тесно связаны с их функциональными особенностями.

Список использованной литературы

- Клиническая анестезиология. Мортан Дж., Михали М.С., Морри М. и др. пер. с англ. – М.: Вино – 2017 – 1216 с.
- Анестезиология. Национальное руководство. Под. Ред. А.А.Бунятина, В.М.Мизикова. – М.: ГЭОТАР – Медиа -2017 – 1104 с.
- Актуальные вопросы теории и практики аппаратной вентиляции легких. Военнов О.В., Бояринов Г.А. – НнжГМА – 2018 – 130 с.
- Анестезиология Рональда Миллера. – Р. Миллер. Пер. с англ. - М.: Человек - 2015
- Механическая вентиляция легких. под ред. Сатишур О.Е. – М.: Медицинская литература – 2017 -352 с.
- Респираторная поддержка при анестезии, реанимации и интенсивной терапии. Левшаков А.И. – М.: Медицина.- 2004 – 364.