Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

**Заведующий кафедрой: д.м.н., профессор Грицан А.И.**

**РЕФЕРАТ**

**Тема: Дыхательные контуры**

Выполнил: ординатор 1 года Ковалева Диана Александровна

Красноярск 2024

**Содержание:**

1. Инсуфляция
2. Капельная масочная анестезия (открытый дыхательный контур)
3. Контуры Мэйплсона
• Компоненты контуров Мэйплсона
• Функциональные характеристики контуров Мэйплсона
4. Реверсивные контуры
• Компоненты реверсивного контура
• Оптимизация конструкции реверсивного контура
• Функциональные характеристики реверсивного контура
• Недостатк реверсивного контура
5. Реанимационные дыхательные мешки
Литература

Дыхательные контуры обеспечивают последний этап доставки газовой смеси к больному. В современной анестезиологической практике дыхательные контуры соединяют дыхательные пути больного с наркозным аппаратом. Существует много модификаций дыхательных контуров, которые различаются по эффективности, сложности и удобству пользования. В данной главе рассмотрены наиболее важные дыхательные контуры: инсуффляция, открытый контур, контуры Мэйплсона, реверсивный контур и реанимационные дыхательные мешки (или реанимационные дыхательные контуры).
Традиционные варианты классификации дыхательных контуров искусственно объединяют функциональные аспекты (например, степень рециркуляции) и механические характеристики (наличие направляющих клапанов). Такие, нередко противоречивые, классификации (например, открытый, закрытый, полуоткрытый или полузакрытый контур) больше вызывают путаницу, нежели способствуют пониманию, поэтому они не обсуждаются.

1. Инсуффляция

Термин "инсуффляция" означает вдувание дыхательной смеси в дыхательные пути без непосредственного контакта больного с дыхательным контуром. Хотя инсуффляция определяется как разновидность дыхательного контура, ее следует рассматривать как методику, позволяющую избегать прямого контакта дыхательного контура с дыхательными путями. Поскольку дети сопротивляются наложению лицевой маски или установке внутривенного катетера, инсуффляция особенно часто используется в педиатрической практике при индукции ингаляционными анестетиками. Она вполне применима и в других ситуациях. Углекислый газ, накапливаясь под операционным бельем около головы и шеи, представляет опасность при офтальмологических операциях, выполняемых под местной анестезией. Инсуффляция высокого потока (> 10 л/мин) воздушно-кислородной смеси позволяет избежать этого осложнения.
Поскольку при инсуффляции нет прямого контакта с больным, выдыхаемая смесь не поступает снова в дыхательные пути. Вместе с тем при этой методике невозможно управлять вентиляцией, а вдыхаемая смесь содержит непредсказуемое количество атмосферного воздуха.

Инсуффляцию целесообразно использовать для поддержания артериальной оксигенации при кратковременном апноэ (например, во время бронхоскопии). При этом кислород направляют не в лицо, а непосредственно в легкие через эндотрахеальный катетер.

2. Капельная масочная анестезия (открытый дыхательный контур)

Здесь дано лишь краткое описание капельной масочной анестезии, поскольку в настоящее время ее продолжают применять лишь в развивающихся странах. На лицо больного накладывают так называемую маску Шиммельбуша (Schimmelbusch), покрытую несколькими слоями марли, на нее капают 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 выдыхаемой 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 загрязнение среды операционной парами анестетика — является очень серьезным недостатком при использовании легковоспламеняющихся препаратов (например, эфира).

3. Контуры Мэйплсона

Инсуффляция и капельная масочная 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 проходимости дыхательных путей при операциях на голове и шее; воздух в операционной загрязняется выдыхаемой в больших объемах смесью. В контурах Мэйплсона (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 (табл. 1).

Компоненты контура Мэйплсона

А. Дыхательные шланги. Гофрированные дыхательные шланги, изготовленные из резины (многоразового использования) или пластика (одноразовые), соединяют компоненты системы Мэйплсона между собой и обеспечивают подсоединение 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 Мэйплсона должен быть не ниже дыхательного объема.
Растяжимость дыхательных шлангов частично определяет растяжимость всего контура. (Растяжимость определяют как изменение объема на единицу изменения давления.) Длинные шланги с высокой растяжимостью увеличивают разницу между объемом смеси, подаваемым в контур дыхательным мешком или аппаратом, и объемом, поступающим в дыхательные пути больного. Например, если в дыхательном контуре с растяжимостью 8 мл/см вод. ст. при прохождении дыхательной смеси будет развиваться давление 20 см вод. ст., то 160 мл дыхательного объема будут "потеряны" в контуре. Эти 160 мл потери объема складываются из сжатия газа и расширения дыхательных шлангов. Рассмотренный феномен особенно важен, если проводят ИВЛ под положительным давлением (например, в реверсивном дыхательном контуре).

Б. Патрубок для подачи свежей дыхательной смеси. Свежая дыхательная смесь из наркозного 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 Мэйплсона.
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 нивелируется удалением избытка дыхательной смеси из контура через предохранительный клапан. Удаляемый газ поступает в атмосферу операционной или, что предпочтительнее, в специальную систему отвода отработанных медицинских газов. Во всех предохранительных клапанах давление сброса можно регулировать.

При самостоятельном дыхании предохранительный клапан должен быть полностью открыт, с тем чтобы давление в контуре лишь незначительно изменялось во все фазы дыхательного цикла. Вспомогательная и принудительная ИВЛ требуют положительного давления на вдохе. Частичное закрытие предохранительного клапана ограничивает сброс 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. 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

Контуры Мэйплсона легкие, недорогие, простые и не требуют 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 CO2, рециркуляцию предотвращают путем сброса выдыхаемой смеси через предохранительный клапан до вдоха. Обычно это возможно при большом потоке свежей дыхательной смеси.
При самостоятельном дыхании альвеолярный газ, содержащий CO2, будет поступать в дыхательный шланг или сбрасываться в атмосферу 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. 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 непредсказуемо 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 кон-тур Мэйплсона D (см. табл. 1). Контур Мэйплсона D эффективен при принудительной ИВЛ, так как поток свежей дыхательной смеси оттесняет выдыхаемую смесь от больного к предохранительному клапану. Таким образом, простое изменение местоположения компонентов системы Мэйплсона изменяет потребности в свежей дыхательной смеси.

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

4. Реверсивные контуры

Хотя в контурах Мэйплсона устранены многие недостатки инсуффляции и капельной масочной 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 (табл. 2). Для разрешения этих задач предложен реверсивный дыхательный контур, в состав которого введены дополнительные компоненты.

Компоненты реверсивного контура

А. Сорбенты углекислого газа. Рециркуляция альвеолярного газа (т. е. выдыхаемой смеси) позволяет сохранять тепло и влагу. При этом для предупреждения гиперкапнии из выдыхаемой смеси необходимо удалить CO2. При химической реакции углекислого газа с водой образуется угольная кислота. Сорбенты углекислого газа (например, натронная известь, а также известь с добавкой гид-роксида бария) содержат гидроксиды металлов, способные нейтрализовать угольную кислоту (табл. 3). Конечными продуктами реакции являются теплота (выделяется при нейтрализации), вода pi кальция карбонат. Натронная известь — наиболее распространенный сорбент, 100 г ее могут адсорбировать 23 л углекислого газа. При этом протекают следующие химические реакции:

CO2+H2O → H2CO3

H2CO3 + 2NaOH → Na2CO3 + 2H2O + теплота (быстрая реакция)

Na2CO3 + Ca(OH)2 → CaCO3 + 2NaOH (медленная реакция)

Следует отметить, что вода и гидроксид натрия, необходимые вначале, регенерируют в ходе дальнейших химических реакций.

ТАБЛИЦА 2. Характеристики дыхательных контуров
Инсуффляция и масочная капельная анестезия (открытый контур) Контуры Мэйплсона Реверсивные контуры
Сложность устройства
Управление глубиной анестезии
Отвод отработанных газов
Сохранение тепла и влажности
Рециркуляция выдыхаемой смеси Очень простое
Чрезвычайно затруднено
Чрезвычайно затруднен
Отсутствует
Отсутствует Простое
Иногда возможно
Иногда возможен
Отсутствует
Отсутствует Сложное
Всегда осуществимо
Всегда возможен
Имеется1
Имеется1
1 Данные характеристики зависят от скорости потока свежей дыхательной смеси.

В сорбент добавляют индикатор рН. Изменение цвета индикатора, обусловленное увеличением концентрации ионов водорода, сигнализирует об истощении сорбента (табл. 3). Сорбент следует менять, если 50-70 % его объема изменило окраску. Хотя использованные гранулы могут возвращаться к исходной окраске после некоторой паузы, существенного 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 натронной извести, что уменьшает риск ингаляции пыли гидроксида натрия. Поскольку в структуру гидроксида бария инкорпорирована вода (вода кристаллизации), то содержащая его известь обладает достаточной плотностью и без добавления кремнезема. В процессе изготовления перед упаковкой в оба типа сорбента добавляют воду, что создает оптимальные условия для образования угольной кислоты. Применяемая в [**медицине**](https://med-books.by/referati_terapiya/) натронная известь содержит 14-19 % воды.
Гранулы сорбента могут адсорбировать и затем высвобождать 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 воздействии тепла разлагается с образованием нейротоксинов (включая фосген). Вследствие этой токсической реакции могут возникать послеоперационные энцефалиты и параличи черепных нервов. 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.

ТАБЛИЦА 3. Параметры сорбентов углекислого газа: натронная известь и известь с добавкой гидроксида бария
Параметр Натронная известь Известь с добавкой гидроксида бария
Калибр гранул1
Способ уплотнения
Состав

Индикатор
Емкость сорбента
(л CO2/ 100 г сорбента) 4-8
Добавление кремнезема
Гидроксид кальция
Гидроксид натрия
Гидроксид калия
Этиловый фиолетовый
14-23
4-8
Вода кристаллизации
Гидроксид бария
Гидроксид кальция

Этиловый фиолетовый
9-18

1 Количество отверстий в проволочной сетке для сортировки гранул сорбента, приходящееся на 1 линейный дюйм.

ТАБЛИЦА 4. Изменение цвета индикатора, свидетельствующее об истощении сорбента
Индикатор Цвет свежего сорбента Цвет истощенного сорбента
Этиловый фиолетовый Белый Пурпурный
Фенолфталеин Белый Розовый
Клейтонский желтый Красный Желтый
Этиловый оранжевый Оранжевый Желтый
Мимоза 2 Красный Белый

Для обеспечения полной адсорбции CO2 подаваемый дыхательный объем не должен превышать объема свободного пространства между гранулами сорбента, что приблизительно соответствует половине емкости адсорбера. За цветом индикатора наблюдают через прозрачные стенки адсорбера.
Адсорбер истощается неравномерно, прежде всего, это происходит рядом с местом поступления выдыхаемой смеси в адсорбер, а также вдоль гладких внутренних стенок. Перемешивание (например, путем поворота адсорбера) позволяет избежать образования каналов между неплотно уложенными гранулами в областях повышенного расхода сорбента. Ловушка в основании адсорбера улавливает пыль и влагу. Некоторые старые конструкции снабжены обходным клапаном, позволяющим производить замену адсорбера, не прерывая ИВЛ. Но при недосмотре, когда клапан длительное время направляет дыхательную смесь в обход адсорбера, развивается гиперкапния.
В. Направляющие клапаны. Направляющие клапаны содержат диск (резиновый, пластиковый или слюдяной), который лежит на седле клапана. Притекающий поток смещает диск вверх, и газовая смесь поступает дальше в 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 сбрасывается через предохранительный клапан или вновь 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.

Оптимизация конструкции реверсивного контура

Хотя главные компоненты реверсивного контура (направляющие клапаны, патрубок подачи свежей дыхательной смеси, предохранительный клапан, адсорбер и дыхательный мешок) можно разместить различным способом, целесообразно соблюдать следующие принципы:
• Направляющие клапаны рекомендуется размещать как можно ближе к больному для предотвращения попадания выдыхаемой смеси в инспираторное колено при утечках в контуре. Вместе с тем направляющие клапаны не следует располагать в Y-образных коннекторах дыхательных шлангов, так как это затрудняет наблюдение анестезиолога за функционированием контура.
• Патрубок подачи свежей дыхательной смеси следует разместить между адсорбером и клапаном вдоха, что предупреждает нежелательное попадание свежей дыхательной смеси к больному в фазе выдоха с последующим сбросом из контура. Расположение патрубка между клапаном выдоха и адсорбером вызывает подмешивание рециркулирующего газа к свежей дыхательной смеси. Кроме того, ингаляционные анестетики могут сорбироваться и высвобождаться гранулами натронной извести, что замедляет индукцию анестезии и пробуждение после операции.
• Предохранительный клапан следует разместить непосредственно перед адсорбером (если смотреть по ходу движения дыхательной смеси). Такое расположение позволяет экономить сорбент и сводит к минимуму сброс свежей дыхательной смеси.
• Сопротивление выдоху снижается при расположении дыхательного мешка в экспираторном колене контура. Сдавление мешка при принудительной вентиляции способствует сбросу выдыхаемой смеси через предохранительный клапан, что экономит сорбент.

Функциональные характеристики реверсивного контура

А. Потребность в свежей дыхательной смеси. Адсорбер предотвращает рециркуляцию CO2, 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 адсорбере обычно отпадает.
При низкой скорости потока концентрация кислорода и ингаляционного анестетика в свежей дыхательной смеси (т. е. на уровне патрубка подачи) и во вдыхаемой смеси (т. е. в инспираторном колене дыхательного шланга) может значительно отличаться. Вдыхаемая смесь образуется при смешивании свежего газа и рециркулирующего, прошедшего через адсорбер. Высокая скорость потока ускоряет индукцию и выход из анестезии, компенсирует утечки из контура и снижает риск непредвиденных смешений газов.
Б. "Мертвое пространство". Направляющие клапаны ограничивают аппаратное "мертвое пространство" в реверсивном контуре объемом, расположенным дистальнее места смешения инспираторного и экспираторного потоков в Y-образном коннекторе. В отличие от контуров Мэйплсона в реверсивном контуре длина дыхательных шлангов не оказывает непосредственного влияния на объем аппаратного "мертвого пространства". Подобно контурам Мэйплсона, длина шлангов влияет на растяжимость контура и, соответственно, на величину потери дыхательного объема при ИВЛ под положительным давлением. Реверсивные контуры для детей снабжены перегородкой, разделяющей инспираторный и экспираторный потоки в Y-образном коннекторе, а также малорастяжимыми 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 большом дыхательном объеме. Тем не менее, даже у недоношенных детей при ИВЛ успешно применяют реверсивный дыхательный контур.
Г. Сохранение влаги и тепла. Система медицинского газоснабжения 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 вдыхаемой 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 существенным источником тепла и влаги являются гранулы 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.

Недостатки реверсивного контура

Хотя в реверсивном контуре устранено подавляющее большинство недостатков контуров Мэйплсона, усовершенствование само по себе приводит к новым проблемам: большие размеры и непортативность; большое количество компонентов сопровождается увеличением риска их разъединения и дисфункции; высокое сопротивление ограничивает применение контура в педиатрии; непредсказуемая концентрация газов во вдыхаемой смеси при низкой скорости потока свежего газа.

5. Реанимационные дыхательные мешки

Реанимационные дыхательные мешки (мешки Амбу, комплект маскамешок) обычно применяемые в критических ситуациях для обеспечения вентиляции, просты, портативны и способны обеспечить почти 100 % фракционную концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси.
Реанимационные дыхательные мешки отличаются от контуров Мэйплсона и реверсивных контуров, так как имеют нереверсивные клапаны. (Вспомните, что контур Мэйплсона считается бесклапанным, хотя и имеет предохранительный клапан, а реверсивный контур содержит направляющие клапаны, которые направляют поток через адсорбер и обеспечивают рециркуляцию выдыхаемой смеси.)
Через ниппель для подачи свежей дыхательной смеси можно обеспечить доставку вдыхаемой смеси с высокой концентрацией кислорода к маске или эндотрахеальной трубке — как при самостоятельном дыхании, так и при принудительной вентиляции. Во время самостоятельного или принудительного вдоха нереверсивный дыхательный клапан открывается и обеспечивает поступление дыхательной смеси из мешка к больному. Рециркуляция предотвращается сбрасыванием выдыхаемого газа в атмосферу через порт выдоха в этом же клапане. Сжимаемый саморасправляющийся дыхательный мешок содержит также впускной клапан. Этот клапан закрывается при сдавлении мешка, обеспечивая возможность вентиляции под положительным давлением. Через ниппель для подачи свежей дыхательной смеси и впускной клапан мешок вновь заполняется свежим газом. Присоединение к впускному клапану резервного мешка помогает предотвратить подмешивание воздуха помещения. Комбинированный клапан резервного мешка состоит из двух направляющих клапанов — входного и выходного. Входной клапан допускает приток внешнего воздуха в мешок, если поступления свежей смеси (через ниппель) недостаточно для его заполнения. При положительном давлении в резервном мешке открывается выходной клапан, через который сбрасывается избыток газов при чрезмерном потоке свежей смеси.
Реанимационные дыхательные мешки имеют некоторые недостатки. Во-первых, для обеспечения высокой фракционной концентрации кислорода во вдыхаемой смеси требуются весьма высокие скорости потока свежего газа. FiO2 прямо пропорциональна скорости потока и концентрации кислорода в газовой смеси (обычно 100 %), поступающей в дыхательный мешок, и обратно пропорциональна минутному объему дыхания. Например, при использовании реанимационного дыхательного мешка Лаердала (с резервным мешком) для обеспечения 100 % концентрации кислорода во вдыхаемой смеси при дыхательном объеме 750 мл и частоте дыхания 12 в 1 мин требуется поток кислорода 10 л/мин. Максимально возможный дыхательный объем больше, если используются мешки объемом 3 л. В действительности же с помощью большинства реанимационных мешков можно обеспечивать дыхательный объем не более 1000 мл. Наконец, хотя нормально функционирующий нереверсивный дыхательный клапан имеет низкое сопротивление вдоху и выдоху, содержащаяся в выдыхаемой смеси влага может вызывать его "залипание".

Литература : КЛИНИЧЕСКАЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ, 4-е издание Автор: Дж. Эдвард Морган-мл., Мэгид С. Михаил, Майкл Дж. Марри Перевод с английского под редакцией канд. мед. наук A. M. Цейтлина Москва, 2018г

 **Анестезиология**-**реаниматология**. Том 1 Автор: **Сумин** С.А., Шаповалов К.Г. Год издания: 2018 Размер: 274 МБ Формат: pdf Язык: Русский. **Учебник** "**Анестезиология**-**реаниматология**" под ред., **Сумина** С.А