

# Современные принципы, методы и виды анестезий

Часть 1. Общая ингаляционная анестезия

Адъюнкт кафедры анестезиологии и реаниматологии

И. Фаизов

# Классификация анестезий

<b>Вид</b>	<b>Метод</b>
<b>Местная (регионарная)</b>	Терминальная
	Инфильтрационная
	Проводниковая
	Плексусная
	Эпидуральная
	Каудальная
	Внутрикостная
	Внутривенная под жгутом
	Комбинированная
<b>Общая</b>	<b>Ингаляционная</b>
	Неингаляционная
	Комбинированная
<b>Сочетанная</b>	

- \* **Общая анестезия** — искусственно вызванная арефлексия с полным исключением сознания, болевой чувствительности, торможением широкого спектра соматических и вегетативных рефлексов.
- \* **Комбинированная анестезия** — анестезия, достигаемая одновременным или последовательным применением разных ее методов, относящихся к одному виду анестезии (общая комбинированная: ингаляционная и неингаляционная, местная: эпидурально — спинальная).
- \* **Сочетанная анестезия** — анестезия, достигаемая одновременным использованием методов анестезии, принадлежащим к ее разным видам (местной и общей).

# Ингаляционная анестезия

<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
Безболезненная индукция	Относительная медленная индукция
Хорошая управляемость глубиной анестезии	Угроза развития обструкции ДП
Низкая угроза сохранения сознания во время анестезии	Высокая стоимость при использовании высоких потоков газов
Предсказуемый быстрый выход из анестезии	Загрязнение операционной

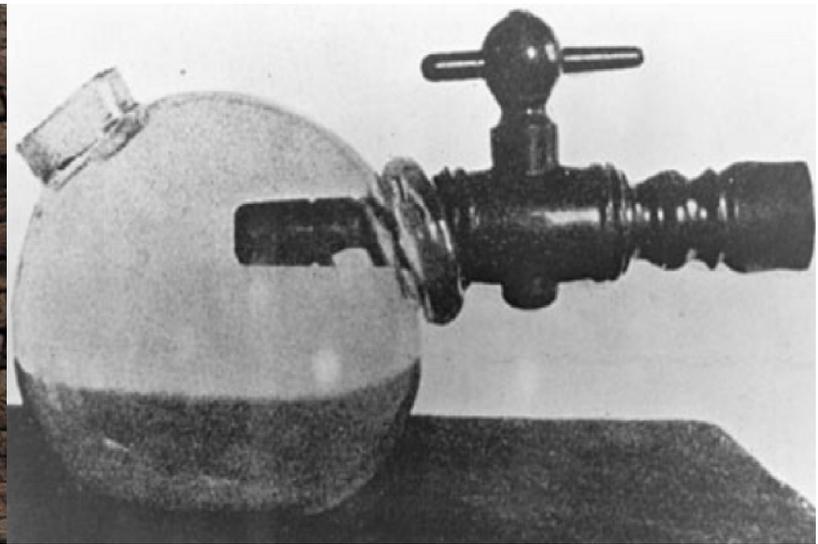
# Составляющие аспекты теории МНОГОКОМПОНЕНТНОСТИ:

- \* **Выключение сознания (Амнезия)**
- \* **Анальгезия**
- \* Мышечная релаксация
- \* Протезирование дыхания (ИВЛ)
- \* Поддержание, управление кровообращения (при необходимости)

# История ингаляционной анестезии

В **1844** г. американский дантист **Horace Wells** испытал воздействие **закиси азота** при удалении зуба, но больной при этом закричал.

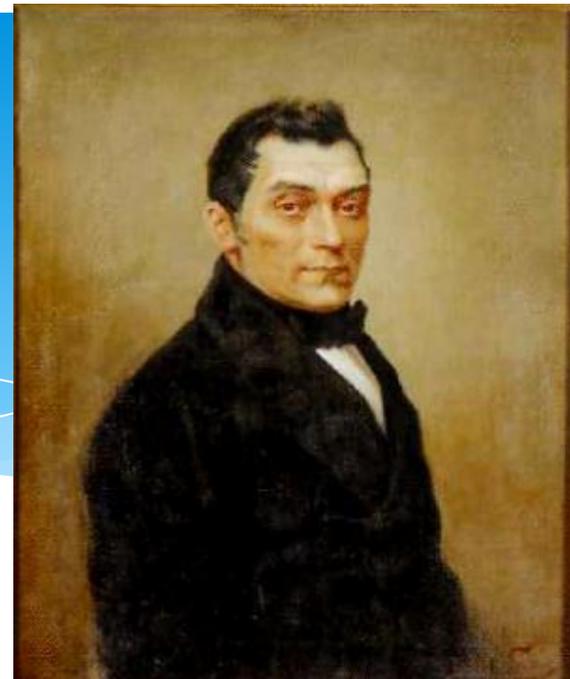
**Wells** был освистан, а наркоз закисью азота - незаслуженно отвергнут. Неудача объясняется слабыми наркотическими свойствами этого препарата



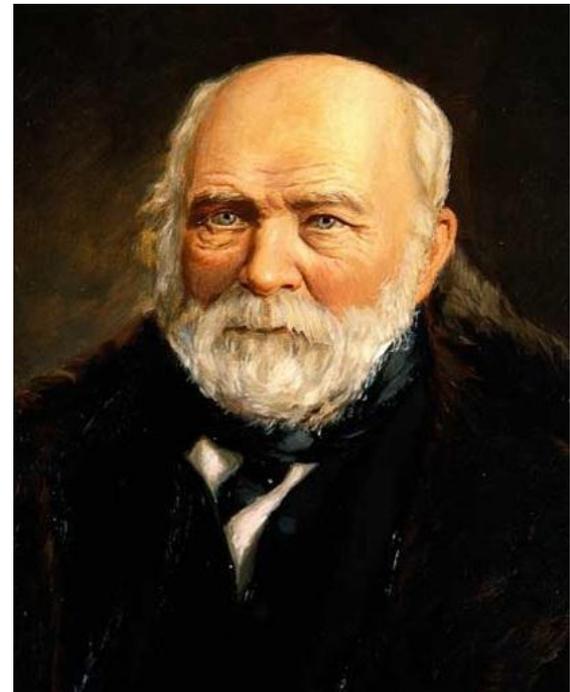
В **1846 г.** американский дантист **William Thomas Green Morton** впервые произвел публичную демонстрацию **эфирного наркоза** в Бостонской клинике при операции удаления гемангиомы на шее.

Вмешательство прошло в полной тишине, что произвело ошеломляющее впечатление на окружающих, привыкших к воплям во время операции

\* В России **эфирный наркоз** был впервые применён **7 февраля 1847 года** Федор Иванович Иноземцевым



\* а **14 февраля 1847 года** русский учёный и медик Николай Иванович Пирогов впервые применил его для обезболивания при операции



\* Спустя год после открытия эфирного наркоза, **в 1847 году** в качестве общего анестетика шотландский акушер **Дж. Симпсон** использовал хлороформ для обезболивания родов.

\* Он также получил большое распространение во всем мире, порой даже вытесняя эфир, что обуславливалось более мощным наркотическим эффектом, быстрым наступлением сна, простотой применения, невоспламеняемостью. Однако вскоре обнаружили отрицательные свойства хлороформа, большое количество смертельных исходов, в связи с чем он был постепенно оставлен.

\* В 50-х годах 20 века вновь возникла волна интереса к хлороформу, т.к. было установлено, что при использовании этого препарата с кислородом, а не с воздухом токсичность его значительно меньше. Но вскоре обнаружилось его отрицательное влияние на печень, в связи с чем он был окончательно исключен из арсенала анестезиологии.

\* В 2013 году исполнилось 167 лет первой анестезии, проведенному Мортоном в Бостоне эфиром, который, как известно, является парообразующим или ингаляционным анестетиком. Длительные годы вслед за этим эфир оставался практически единственным средством для проведения общей анестезии.

\* Ситуация коренным образом изменилась после основополагающих работ французских и немецких ученых в середине нынешнего столетия, в которых разрабатывалась теория нейролепсии или нейролептаналгезии.

\* В результате неоднократных трансформаций и модификаций эта теория привела к созданию современной концепции многокомпонентной сбалансированной анестезии.

# Механизм действия ингаляционных анестетиков

## **Теория Мейера-Овертона (критического объема)**

- \* Ингаляционные анестетики связываются с бимолекулярным слоем фосфолипидов в клеточных мембранах нейронов и расширяют его до критического объема после чего нарушается функция ионных каналов мембраны клетки

## **Гипотеза белковых рецепторов**

- \* Ингаляционные анестетики связываются с белками клеточной мембраны нейронов и меняют функцию мембраны

## **Теория нейротрансмиттеров**

- \* Ингаляционные анестетики связываются с рецепторами нейротрансмиттеров и нарушают передачу нервных импульсов

# Фармакокинетика ингаляционных анестетиков

- \* Глубина анестезии определяется концентрацией анестетика в тканях головного мозга
- \* Концентрация анестетика в альвеолах (FA) связана с концентрацией анестетика в тканях головного мозга
- \* На альвеолярную концентрацию анестетика влияют факторы, связанные:
  - с поступлением анестетика в альвеолы
  - с элиминацией анестетика из альвеол

# Факторы, влияющие на поступление анестетика в альвеолы

Концентрация анестетика во вдыхаемой смеси ( $F_i$ ).  
зависит от :

- \* поток свежего газа
- \* объем дыхательного контура
- \* абсорбция анестетика в дыхательном контуре

Чем больше поток свежего газа, меньше объем дыхательного контура и ниже абсорбция, тем точнее концентрация анестетика во вдыхаемой смеси соответствует концентрации, установленной на испарителе (более быстрая индукция и пробуждение после анестезии)

# Факторы, влияющие на поступление анестетика в альвеолы

## \* **Вентиляция**

При увеличении альвеолярной вентиляции увеличивается поступление анестетика в альвеолы

Депрессия дыхания замедляет увеличение альвеолярной концентрации

# Факторы, влияющие на элиминацию анестетика из альвеол

## \* Растворимость анестетика в крови

Чем она выше, тем медленнее растет  $F_A$  по отношению к  $F_i$  и соответственно медленнее скорость индукции.

Анестетик	Кровь/газ
Десфлюран	0,45
Закись азота	0,47
Севофлюран	0,65
Изофлуран	1,4
Галотан	2,5

## \* Альвеолярный кровоток

В отсутствии легочного или внутрисердечного шунтирования крови равен сердечному выбросу

При увеличении сердечного выброса увеличивается скорость поступления анестетика из альвеол в кровоток, уменьшается рост  $FA$ , таким образом индукция длится дольше

Низкий сердечный выброс наоборот увеличивает риск передозировки анестетиков, так как в этом случае  $FA$  возрастает гораздо быстрее

Этот эффект особенно выражен у анестетиков с высокой растворимостью и отрицательным воздействием на сердечный выброс

# Разница между парциальным давлением анестетика в альвеолярном газе и венозной крови

- \* Зависит от поглощения анестетика тканями
- \* Определяется растворимостью анестетика в тканях и тканевым кровотоком

# Что такое МАК

- \* МАК- концентрация анестетика, при которой 50% пациентов не реагируют на разрез кожи.

# «МАК-awake» «МАК-пробуждение»

- \* Stoelting с коллегами определили МАК анестетика, которая позволяет открывать глаза на вербальную команду во время выхода из анестезии «МАК-awake» («МАК-пробуждение»).
- \* Эта стимуляция значительно менее интенсивная, чем разрез кожи, и ответ происходит при более низких концентрациях анестетика, чем движение в ответ на разрез кожи. Как правило, значения МАК-пробуждения составляет треть или четверть от значений МАК для хирургического разреза.

# «МАК - intubation » «МАК - интубация »

- \* Yakaitis определил МАК ингаляционных анестетиков, которая предотвращает движение и кашель во время интубации трахеи «МАК» - intubation («МАК» - интубация).
- \* Интубация является значительно более сильным стимулом, чем разрез кожи, и требует большей концентрации ингаляционных анестетиков для предотвращения двигательного ответа.

# «МАК - BAR»

- \* Roizen изучил МАК анестетика необходимый для предотвращения адренэргического ответа на разрез кожи «МАК - BAR», который был измерен на основании концентрации катехоламинов в венозной крови.

# Факторы влияющие на МАК

Факторы	Влияние на МАК
<b>Физиологические и метаболические факторы</b>	
<i>Возраст</i>	
• Младенчество и детство	↑
• Неонатальный период и пожилой возраст	↓
Беременность	↓
Гипертермия	↑
Гипотермия	↓↓
Гипертиреоз	↑
Гипотиреоз	↓
Гипернатриемия	↑
<b>Фармакологические факторы</b>	
Катехоламины и симпатомиметики	↑
α <sub>2</sub> -агонисты	↓
Седативные препараты	↓↓
<i>Опиоидные анальгетики</i>	
• использование при острой боли	↓
• постоянный прием	↑
<i>Алкоголь</i>	
• острая интоксикация	↓
• хроническое употребление	↑
<i>Амфетамины</i>	
• острая интоксикация	↑↑↑
• хроническое употребление	↓
<i>Литий</i>	↓

# Контроль Гипнотического компонента анестезии

ЭЭГ может считаться мерой глубины анестезии по нескольким причинам:

- \* Она представляет электрическую активность коры головного мозга, полученную от суммации возбуждающей и ингибирующей постсинаптической активности, которая в свою очередь является результатом подкорковых событий, включающих те, которые проходят через подкорковые таламические ядра.
- \* Мозговой кровоток и метаболизм соотносятся со степенью ЭЭГ активности.
- \* Препараты для анестезии влияют на мозговой кровоток, метаболизм и ЭЭГ паттерны.
- \* Хирургическая стимуляция влияет на мозговой кровоток, метаболизм и ЭЭГ паттерны.

Таким образом, ЭЭГ является постоянным, чувствительным и неинвазивным индикатором мозговой функции даже тогда, когда пациент находится без сознания и не реагирует на раздражители.

# Контроль Гипнотического компонента анестезии

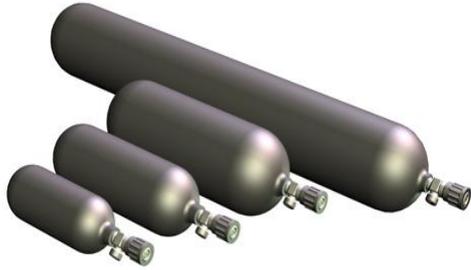
- \* На лоб пациента легко устанавливается сенсор с помощью которого регистрируется ЭЭГ
- \* Позволяет устранить риск преждевременного выхода из анестезии
- \* Позволяет уменьшить расход анестетика
- \* Уменьшает время выхода из анестезии на 35-50%



# BiS-мониторинг

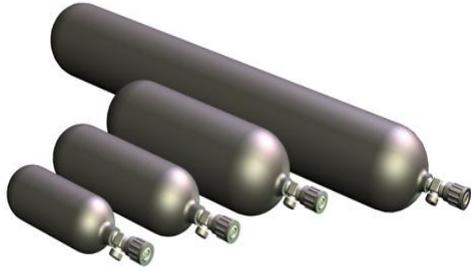


Значение	Интерпретация
100-85	Ясное сознание, способен воспроизводить воспоминания
85-60	Седация, можно разбудить пациента легкой стимуляцией
60-40	Хирургическая стадия, низкая вероятность сохранения воспоминаний
40-0	Подавление вспышек электрической активности
0	Отсутствие электрической активности коры (электрическая тишина "burst suppression")



# Закись азота (N<sub>2</sub>O)

- \* Получают путем химической реакции из нитрата аммония, удаления примесей с помощью адсорбентов
- \* Храниться в сжиженном состоянии в баллонах серого цвета
- \* В следствие своего физического состояния трудно определить его количество в баллоне



# Закись азота (N<sub>2</sub>O)

- \* Дыхательная система:

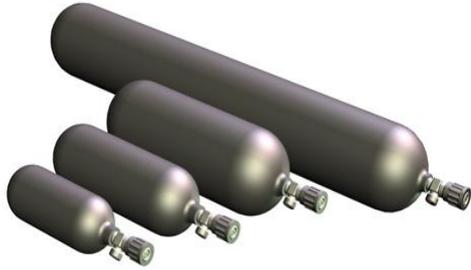
- незначительное снижение ДО, компенсируется ЧД

- \* Сердечно-сосудистая система:

- Умеренная прямая депрессия миокарда (компенсируется за счет активации симпатической системы вызванной препаратом)
- возможно снижение сердечного выброса

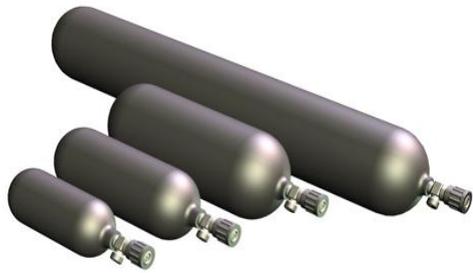
- \* ЦНС:

- увеличение церебрального кровотока



# Закись азота (N<sub>2</sub>O)

- \* Токсическое воздействие на ДНК и ферментативную системы (окисляет ион кобальта, который входит в состав В12, блокирование фермента метионинсинтетазы, тимидина, тетрагидрофолата), изменения в костном мозге, агранулоцитоз, неврологические расстройства
- \* Тератогенное воздействие (не рекомендуется в 1-ом триместре беременности)



# Закись азота (N<sub>2</sub>O)

## Эффект концентрации

- В **20 раз** лучше растворимости кислорода и азота
- При использовании высоких концентрации диспропорциональный рост парциального давления анестетиков (быстрый захват закиси азота увеличивает **С анест**, увеличение **MV**)

## \* Эффект "второго газа"

- Увеличивает альвеолярной концентрации
- Уменьшает время индукции

## \* Диффузионная гипоксия

- Обладает высокой диффузионной способностью, увеличивает объем полостей, заполненных газом, поэтому не используется при кишечной непроходимости, пневмотораксе, операциях с искусственным кровообращением
- В период выхода из анестезии снижает альвеолярную концентрацию кислорода, поэтому в течение 5-10 минут после отключения анестетика необходимо использовать высокие концентрации кислорода

# Галотан

- \* Не стабилен на свету
- \* Вызывает коррозию металлов
- \* Адсорбируется резиной
- \* Стабилизируется тимолом

(предотвращает распад и высвобождение брома)



# Галотан



## \* Дыхательная система:

- сладкий нераздражающий запах

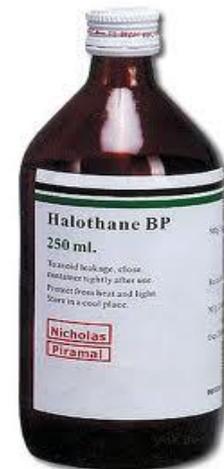
(можно использовать для индукции)

- снижение MV за счет уменьшения ДО (угнетение реакции на гипоксию и гиперкапнию)
- бронходилататор ( можно использовать при БА)

## \* Сердечно-сосудистая система:

- возможна брадикардия (угнетение n. Vagus, СА и АВ узлов)
- прямое кардиодепрессивное воздействие и снижение ОПСС
- повышает чувствительность к КХА (аритмии, ограничение регионарной анестезии с добавлением адреналина)

# Галотан



## \* ЦНС:

- Увеличивает церебральный кровоток, ВЧД, но уменьшает потребление O<sub>2</sub>

## \* Токсическое действие:

- Обратимое повышение трансаминаз
- Фульминантный некроз печени (“галотановый гепатит”)
- Не рекомендуется использовать повторно в течении 3-х месяцев или сопутствующих заболеваниях печени

# Изофлюран



- \* Имеет относительно высокую растворимость в тканях (выше чем у севофлюрана и десфлюрана)
- \* **Дыхательная система:**
  - резкий запах (раздражение ВДП, не используется для индукции)
  - умеренно выраженный бронходилатирующий эффект
- \* **Сердечно-сосудистая система:**
  - умеренное снижение ОПСС, компенсируется тахикардией
  - незначительное снижение сократимости миокарда
  - кардиопротективное действие (изменение активности АТФ-калиевые каналы)

# Изофлюран



## \* ЦНС:

- минимально увеличивает церебральный кровоток,
- снижает потребление в O<sub>2</sub>

## \* Токсичность:

- образование угарного газа (CO) при взаимодействии с сорбентами
  - обладает потенциальной гепатотоксичностью (1:1000000)
- \* Более дешевый препарат по сравнению с севофлюраном и десфлюраном
- \* Один из наиболее распространенных ингаляционных анестетиков

# Севофлюран



- \* Не вызывает раздражения дыхательных путей
- \* Не оказывает выраженного влияния на гемодинамику
- \* Менее растворим в крови и тканях, чем галотан и изофлюран
- \* Не обладает гепатотоксичностью
- \* Обладает кардиопротективным действием
- \* Продукты метаболизма обладают потенциальной нефротоксичностью (не отмечено достоверных случаев нефротоксичности после применения севофлюрана)
- \* Экологически безопасен
- \* Повышает эпилептиформную активность на ЭЭГ
- \* В ряде случаев способен вызывать развитие послеоперационной ажитации
- \* **Препарат выбора для ингаляционной индукции**
- \* **Наиболее распространенный ингаляционный анестетик в детской практике**

# Десфлуран



- \* Не рекомендуется для индукции в анестезию
  - Оказывает раздражающее действие на дыхательные пути (кашель, ларингоспазм, апноэ)
  - При резком увеличении концентрации оказывает выраженное влияние на гемодинамику (тахикардия, гипертензия)
- \* Имеет наименьшую растворимость в органах и тканях по сравнению с изофлюраном и севофлюраном
- \* Не обладает гепатотоксичностью
- \* Обладает кардиопротективным действием
- \* Экологически безопасен
- \* Имеет относительно высокую стоимость, сравнимую с севофлюраном

# Эффекты ингаляционных анестетиков

Характеристика	Галотан	Изофлюран	Энфлюран	Десфлюран	Севофлюран
<b>Влияние на сердечно-сосудистую систему</b>					
Сократимость	↓↓↓	↓	↓↓	минимальное	↓
Частота сердечных сокращений	↓↓	↑↑	↑	↑↑	не влияет
Сосудистое сопротивление	↓	↓↓	↓	↓↓	↓
Артериальное давление	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓
Коронарное обкрадывание	нет	возможно	нет	нет	нет
Спланхничный кровоток	↓	не влияет	↓	не влияет	не влияет
Сенситизация к катехоламинам	↑↑↑	не влияет	↑	не влияет	не влияет
<b>Влияние на дыхательную систему</b>					
Частота дыхания	↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Дыхательный объем	↓	↓↓	↓↓↓	↓↓	↓
PaCO <sub>2</sub>	не влияет	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑
<b>Прочие эффекты</b>					
Церебральный кровоток	↑↑↑	↑	↑	↑	↑
Потребность мозга в кислороде	↓	↓	↓	↓	↓
ЭЭГ-активность	подавление	подавление	эпилептиформная	подавление	подавление
Расслабление матки	умеренное	умеренное	умеренное	умеренное	умеренное
Потенцирование миоплегии	умеренное	значимое	значимое	значимое	значимое
Анальгезия	умеренная	умеренная	умеренная	умеренная	умеренная

# Наиболее часто используемые методики индукции севофлураном

1. Пошаговая индукция
2. С предварительно заполненным контура наркозного аппарата с высоким содержанием анестетика

# Пошаговая индукция

Постепенное увеличение вдыхаемой концентрации севофлюрана на 0,5% каждые несколько вдохов (или каждые 5 вдохов на 1%)

- \* Медленная методика
- \* Пролонгирует фазу возбуждения
- \* Более высокий уровень кашля и ажитации по сравнению с другими методиками

# С предварительно заполненным дыхательным контуром с высоким содержанием анестетика

- \* Используется высокая концентрация севофлюрана (6-8%)
- \* Контур предварительно в течении 30-60 сек. заполняется газовой смесью, содержащей севофлюран в высокой концентрации

1. Пациента просят сделать максимально глубокий выдох

2. Накладывают на лицо маску и просят выполнить максимальный вдох и задержать дыхание на высоте вдоха

- Для утраты сознания обычно требуется 2-3 вдоха
- Индукция длится 3,5-4 мин.

3. Выключается поток свежей смеси, интубация

4. Снижается концентрация севофлюрана на испарителе до поддерживающей, снижается газоток до 1 л/мин)

5. Начало операции

Проблемой может быть угнетение самостоятельного дыхания при использовании высоких концентраций анестетика

Чтобы не нарушать процесс насыщения анестетиком при угнетении дыхания и возникновении апноэ можно использовать:

- небольшое ПДКВ 4-5 см вод.ст.
- вспомогательную вентиляцию мешком наркозного аппарата

# Как правильно заполнить дыхательный контур

1. Установить предохранительный клапан наркозного аппарата в положение 30 см вод.ст.
2. Установить поток свежего газа 8 л/мин.
3. Установить концентрацию севофлурана на испарителе 8%
4. Герметично закрыть тройник контура
5. Сжимать мешок-резервуар дыхательного контура руками после его наполнения не менее 2-3 раз ( $F_i Sev$  на выдохе не менее 6%)

# Индукция смесью 8% севофлурана при самостоятельном дыхании без предварительного заполнения контура

- \* Поток 8 л/мин
- \* Наложение маски на лицо
- \* На испарителе устанавливают 8 %
- \* Если цель-обеспечить утрату сознания-далее 1,5-2,5 %

но при высоком потоке.

- \* Далее компоненты анальгезии (фентанил) и миорелаксации.

Классификация используемых потоков  
(предложенной в 1986 г. Simionescu и  
модифицированной Baker A.B. в 1994 г.)

Название	Поток свежей смеси
Очень высокий	$> 4 \text{ л/мин}^{-1}$
Высокий	$2-4 \text{ л/мин}^{-1}$
Средний	$1-2 \text{ л/мин}^{-1}$
Низкий	$1000-500 \text{ мл/мин}^{-1}$
Минимальный	$500-250 \text{ мл/мин}^{-1}$
Метаболический	$< 250 \text{ мл/мин}^{-1}$

# Преимущества использования потока ниже 1 л/мин

- \* Снижает расход ингаляционного анестетика и стоимость анестезии
- \* Обеспечивает температуры и увлажнение газовой смеси в дыхательном контуре
- \* Снижает загрязненность воздуха в операционной и окружающей среды
- \* Уменьшает вероятность передозировки или недостаточной подачи ингаляционного анестетика, так как его концентрация в контуре изменяется медленно

# Требования к аппаратуре при проведении анестезии низкими потоками

Использование циркуляционного контура, контроль за состоянием абсорбера и своевременная его замена

- EtCO<sub>2</sub> на вдохе больше 6 mm Hg
- Изменение цвета абсорбера

Герметичность дыхательного контура

- При нарушении герметичности за счет поступающего атмосферного воздуха снижается концентрация O<sub>2</sub> и ингаляционного анестетика на вдохе

Испарители анестетиков должны иметь механизм термобарокомпенсации и обеспечивать корректное дозирование анестетика в широком диапазоне потоков газа (от 0,2 до 15 л/мин)

# Требования к мониторингу при проведении анестезии низкими потоками

- \* Мониторинг концентрации кислорода на вдохе и выдохе  $FiO_2 / FeO_2$
- \* Мониторинг концентрации углекислого газа на вдохе и выдохе  $FiCO_2 / Fet CO_2$
- \* Мониторинг концентрации ингаляционного анестетика на вдохе и выдохе  $Fi Sev / Fe Sev$
- \* Также постоянно мониторируются параметры вентиляции
  - \*  $\square$  ЧД,  $V_{te}$ , MV,  $P_{peak}$
- \* Традиционный мониторинг
  - \*  $\square$  АД, ЧСС, ЭКГ,  $SpO_2$
  - \*  $\square$  По показаниям pH и газы крови

**При отсутствии возможности газового мониторинга на вдохе и выдохе – не рекомендуется проводить анестезию низкими потоками по соображениям безопасности**

# Противопоказания к использованию анестезии низкими потоками

- \* Недостаточная герметичность дыхательного контура
- \* Истощение абсорбента
- \* Невозможность обеспечения должного мониторинга
- \* Масочная анестезия
- \* Анестезия при бронхоскопии
- \* Анестезия длительностью менее 15-20 минут

# Рекомендуемая литература

- \* Клиническая анестезиология. Э. Морган, М. Михаил Книга 1.

- \* Базовый курс анестезиолога

[h.p://far.org.ru/files/Update\\_in\\_Anaesthesia\\_base.pdf](http://far.org.ru/files/Update_in_Anaesthesia_base.pdf)

